

République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère
de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université MOULOUD MAMMERI de Tizi-Ouzou Faculté
du Génie de la Construction Département de Génie Mécanique

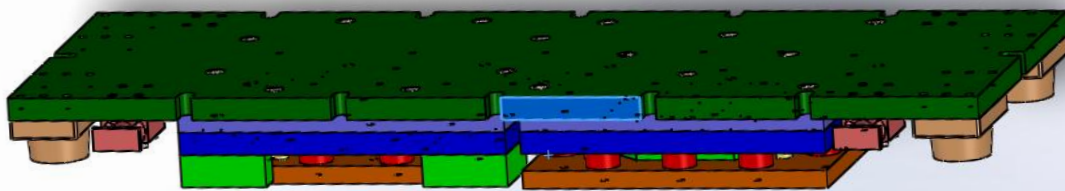


MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES



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

Option : Fabrication Mécanique et Productique.



Thème :

**Étude et conception d'un outil de poinçonnage encochage pour plaque de
transfert TELMA F130 SUR BOITE DE VITESSE ZF S6-85**



Présenté par :
BACHA Abderahmane
BELMADANI Mahrez

Encadré par:
Mr. Bahtani Amar

Proposé par:
Mr. Hedibel Hakim

Promotion 2020/ 2021



Remerciement

Avant toute chose, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné le privilège et la chance d'étudier et de suivre le chemin de la science et de la connaissance, qui nous a donné la force et la patience pour terminer ce travail.

Nos remerciements nos parents qui n'ont pas cessé de nous encourager et nous soutenir tout au long du long parcours que furent nos études.

Au terme de ce travail, je tiens à témoigner mon profonde reconnaissance à mon

*Encadrant **BAHTANI Amar** de nous avoir aidé, conseillé et d'avoir été toujours à l'écoute de nos doléances.*

*L'encadrement de ce travail au sein de la SNVI a été assuré par Monsieur **HEDIBEL Hakim**, chef de centre tôlerie emboutissage. On tient à le remercier vivement pour son soutien et ses conseils émanant d'une solide et riche expérience. Ainsi que monsieur **AIT SAID Djamel** qui nous a donné la chance de découvrir le royaume SolidWorks, et **M. MANSEUR Ali** et **M. HABIKI Rabeh**. Pour leurs aides durant la période de stage.*

Nous tenons à remercier tous les enseignants qui ont contribué à notre formation,

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

Merci à vous tous

Je dédie ce modeste travail à :

***La mémoire de ma grand-mère et grand-père et tous ceux
que j'aurais aimé être là.***

***A ma chère mère et mon cher père pour leurs soutient et je
les remercie d'avoir
fait de moi ce que je suis aujourd'hui***

A mes frères et ma sœur et ma fiancée

***A toute ma famille, mes amis (es) qui m'ont toujours
soutenus.***

***Atout ceux qui on été là et contribuer a mon évolution de
loin ou de près.***

Abderahmane

Je dédie ce modeste travail à :

***Ma chère mère qui n'a vécu que pour me voir réussir dans
ma vie et avoir un bon statut social,***

Mon cher père qui m'a tout donné sans réserve.

Mon cher frère et Ma chère sœur.

***Tous les enseignants du département de mécanique et A
tous mes amis.***

MAHREZ

Table des matières

Liste des figures	I
Liste des tableaux	III
Introduction générale :	1
Présentation de l'entreprise	2
1 Présentation Berliet-Algérie	2
2 Présentation de la Sonacome	2
3 Historique de la Société National de Véhicules Industriel : [1]	2
4 Filiale Véhicules Industriels de Rouïba (V.I.R) :	3
5 Présentation de bâtiment tôlerie emboutissage : [2]	5
5.1 Le service des méthodes:	5
5.2 Service Ordonnancement TE :	6
6 Les relations fonctionnelles du centre TE :	6
CHAPITRE I : Procédés mise en forme des tôles.....	7
1 Introduction.....	7
2 Définition de la tôle.....	7
3 Les différents types de tôles	7
4 Les Avantages de la tôle	7
5 Procédé de mise en forme.....	8
5.1 Encochage.....	8
5.1.1 Définitions de l'encochage	8
5.1.2 Principe :	9
5.1.3 Avantages et inconvénients de l'encochage:	9
5.1.4 Les lames mobiles et lames fixes :	9
5.1.5 Machine de type encocheuse:	9
Un cisailage de tôles par encochage à angles variables.....	10
5.2 Poinçonnage.....	11
5.2.1 Définition.....	11
5.2.2 Principe :	11
5.2.3 Les principaux outils de poinçonnage.....	14
5.2.4 Paramètres liés au réglage de l'outil :	15
5.2.5 Paramètres liés à l'usure de l'outil.....	16
5.2.6 Avantages et inconvénients du poinçonnage:.....	18
6 Conclusion	18
CHAPITRE II Généralités sur les presses et leurs outils	19
1 Introduction.....	19
2 Définition des presses.....	19
3 Classification des presses	19
3.1 Selon la nature de transmission de l'énergie :	20
3.1.1 Presse mécanique :	20
3.1.2 Les presses hydrauliques :	24
3.2 Selon le nombre de coulisseaux.....	25
3.2.1 Presse à simple effet.....	25
3.2.2 Presse à double effets	25
3.2.3 Presse à triple effets	26

3.3	Les presses selon la forme de bâti.....	26
3.3.1	Presses à col de cygne	26
3.3.2	Presses à arcade.....	27
3.3.3	Presses à montant droit.....	27
3.3.4	Presses à colonnes	28
3.3.5	Presses à table mobile et bigorne	28
4	Caractéristiques d'une presse.....	29
5	Exigence de choix d'une presse :	29
6	Avantages et inconvénients des presses hydrauliques et les presses mécanique.	29
7	La différence entre la presse mécanique et la presse hydraulique	31
1	Introduction.....	31
2	Définition.....	31
3	Les éléments principaux des outils :	31
3.1	Poinçon :.....	31
3.2	Matrice :.....	32
3.3	Dépouille :	32
3.4	Usure des poinçons	33
3.5	Affutage :.....	34
3.6	La lubrification des poinçons et des matrices :	34
4	Différents types d'outil de presse.....	34
4.1	Outils de découpage :	34
4.1.1	Outil découvert :	34
4.1.2	Outil à presse-bande :	36
4.1.3	Outil suisse (outil bloc) :	36
4.1.4	Outil à contre-plaque :.....	37
4.1.5	Outil de détournage :.....	38
4.2	Outil de reprise :.....	39
4.2.1	Outil de poinçonnage à contre-plaque :.....	39
4.2.2	Outil de poinçonnage à serre-flan :	40
4.3	Outil combiné :	40
4.4	Outils d'emboutissage :	41
4.4.1	Outil sans serre-flan :	41
4.4.2	Outil à serre-flan :	41
4.4.3	Outil monté sur presse à double effets	42
4.4.4	Outil de cambrage	42
4.4.5	Outil à cames :	44
5	Montage des outils sur les presses :	44
5.1	Petites presses :	44
5.2	Grosse presse :	45
6	Monté sur une presse à simple effet :	46
6.1	Outil direct :	46
6.2	Outil inverse :	46
7	Conclusion	47
	Chapitre III Généralités sur les matériaux	48
1	Introduction.....	48
2	Propriétés des matériaux.....	48
3	Définition sur les aciers	49
4	Classification des aciers	49

4.1	Classification des aciers selon le diagramme d'équilibre.....	49
4.2	L'obtention de l'acier :	50
5	Types d'aciers	50
5.1	Aciers ordinaires	50
5.1.1	Propriétés des aciers ordinaires.....	51
5.1.2	Généralité sur l'acier doux	51
5.2	Aciers à outils	51
5.2.1	Les principales propriétés des aciers à outils sont :	52
5.2.2	Classification des aciers a outils :	52
5.2.3	Propriétés d'usage	52
5.3	Aciers inoxydables	52
5.4	Aciers de Traitement Thermique	52
5.4.1	Les aciers non alliés	53
5.4.2	Les aciers faiblement alliés.....	53
5.4.3	Les aciers fortement alliés	54
6	Types de traitements thermiques.....	55
7	Propriétés d'usage ou qualité :	55
7.1	Caractéristique de l'acier	55
7.2	Désignation [9].....	55
7.3	Propriété mécanique	56
7.4	Composition chimique	56
7.5	Domaines d'application :	56
8	Conclusion	56
	Chapitre IV étude et conception de l'outil	57
1	Introduction.....	57
2	Cahier des charges.....	57
2.1	Caractéristiques.....	58
2.2	Aspect de surface :	58
3	Dépouille sur matrice	58
4	Détermination des jeux :	58
5	Calcul des efforts :	58
5.1	L'effort de poinçonnage :	58
5.2	L'effort total de coupe :	60
5.3	L'effort de dévêtille :	60
5.4	L'effort total que doit fournir la presse (F pr) :	61
6	Choix de machine et la rehausse :	61
7	Choix des ressorts :	62
7.1	Partie inférieur	62
7.2	Partie supérieur	64
8	Poinçons à la résistance :	65
9	La conception de l'outil.....	67
9.1	Les différents éléments d'outil :	67
9.2	Les matériaux utilisés :	72
10	Conclusion.....	73
	Conclusion général :	74

Liste des figures

Présentation de l'entreprise

Figure 1 Organigramme SNVI.....	3
Figure 4 Organigramme VIR.....	5
Figure 5 Les relations fonctionnelles du centre TE.....	6

CHAPITRE I Procédés mise en forme des tôles

Figure I 1 Ecrou acier plat à encoche.....	8
Figure I 2 bouton une encoche.....	8
Figure I 3 Encochage.....	8
Figure I 4 Lames mobiles et lames fixes.....	9
Figure I 5 Encocheuse machine d'encochage.....	10
Figure I 6 Encochage de tôles en Maine-et-Loire par Amada Versa 204.....	10
Figure I 7 Poinçonneuse, poinçon et matrice.....	11
Figure I 8 Outil de poinçonnage et ses composants.....	12
Figure I 9 Poinçon.....	14
Figure I 10 Matrice.....	14
Figure I 11 Contrainte de compression sur le poinçon.....	17
Figure I 12 L'état d'un flambement du poinçon de découpage.....	18

CHAPITRE II Généralités sur les presses et leurs outils

Figure II 1 Organigramme de classification des presses.....	20
Figure II 2 Presse mécanique.....	21
Figure II 3 Système bielle-manivelle.....	21
Figure II 4 Système excentrique.....	22
Figure II 5 Système à came.....	22
Figure II 6 Système à genouillère.....	23
Figure II 7 Embrayage par clavette tournante.....	23
Figure II 8 Embrayage par électropneumatique.....	24
Figure II 9 presse hydraulique.....	25
Figure II 10 : presse à simple effet.....	25
Figure II 11 presse à double effets.....	26
Figure II 12 presses à triple effets.....	26
Figure II 13 Presse à col de cygne.....	27
Figure II 14 presse à arcade.....	27
Figure II 15 presse à montant droit.....	28
Figure II 16 Presse à colonne.....	28
Figure II 17 presse à table mobile et bigorne.....	29
Figure II 18 Poinçon.....	32
Figure II 19 l'ensemble poinçon-matrice.....	32
Figure II 20 Angle de dépouille de la matrice de 2° à 3°.....	33
Figure II 21 Angle de dépouille de la matrice de 1°.....	33

Figure II 22 usure de poinçon.	33
Figure II 23 Affutage de la matrice.	34
Figure II 24 Lubrification des poinçons et matrices.	34
Figure II 25 Outil à découvert simple	35
Figure II 26 Outil découvert à butées.	35
Figure II 27 Outil à presse-bande.	36
Figure II 28 Schématisation d'un outil suisse.	37
Figure II 29 Outil à engrenage.	37
Figure II 30 Outil à couteau	38
Figure II 31 Outil de détournage normal.	39
Figure II 32 Outil de détournage à ras.	39
Figure II 33 Outil de détournage-poinçonnage.	39
Figure II 34 Outil de poinçonnage à contre- plaque.	40
Figure II 35 Outil de poinçonnage à serre-flan.	40
Figure II 36 Outil combiné.	41
Figure II 37 Outils d'emboutissage sans serre-flan.	41
Figure II 38 Outil à serre-flan monté sur presse à simple effet.	42
Figure II 39 Outil à serre-flan actionné par coulisseaux.	42
Figure II 40 Outil de cambrage en V.	43
Figure II 41 Outil de cambrage en U.	43
Figure II 42 Outil de cambrage en équerre	43
Figure II 43 Outil à came	44
Figure II 44 principe de fonctionnement d'une came dans un outil.	44
Figure II 45 Plateau de presse.	44
Figure II 46 Système de fixation des semelles sur le plateau.	45
Figure II 47 : Système de fixation de la partie supérieure de l'outil.	45
Figure II 48 Système de fixation pour les grosses presses.	46
Figure II 49 Outil direct.	46
Figure II 50 Outil inverse	47

Chapitre III Généralités sur les matériaux

Figure III 1 Microstructure d'un acier hypoeutectoïde	49
Figure III 2 diagramme fer carbone.	50
Figure III 3 acier fortement allié	54

Chapitre IV Etude et conception de l'outil

Figure IV 1 plan de la pièce	57
Figure IV 2 la pièce	57
Figure IV 3 Périmètre de poinçon 1	59
Figure IV 4 Périmètre de poinçon 2	59
Figure IV 5 Longueur 2	59
Figure IV 6 Longueur 1	59
Figure IV 7 Encoche.	60
Figure IV 8 distance entre les montants	62
Figure IV 9 rehausse épaisseur 400 mm.	62
Figure IV 10 Ressort caoutchouc EFFBE Ø 50	63
Figure IV 11 ressort comprimé	63

Figure IV 12 Ressort caoutchouc EFFBE Ø 63.....	64
Figure IV 13 ressort comprimé	64
Figure IV 13 Semelle inferieure.....	67
Figure IV 14 La matrice	68
Figure IV 15 Embase inferieur.....	68
Figure IV 16 Colonnes de guidage.....	68
Figure IV 17 butée.....	69
Figure IV 18 Porte matrice	69
Figure IV 19 Semelle supérieure.....	69
Figure IV 20 Porte poinçons	70
Figure IV 21 Les poinçons.....	70
Figure IV 22 ressorts élastomères	70
Figure IV 23 Embase supérieur	71
Figure IV 24 Serre flan.....	71
Figure IV 26 Outil poinçonnage encochage	71

Liste des tableaux

CHAPITRE I Procédés mise en forme des tôles

Tableau I 1 Gamme actuelle des camions	4
Tableau I 2 Gamme actuelle des camions	4
Tableau I 3 Jeu des matrices en fonction des matériaux poinçonnées et des épaisseurs [5]	15
Tableau I 4 Résistance au cisaillement (Rc) de quelques matériaux.	16

CHAPITRE II Généralités sur les presses et leurs outils

Tableau II 1 Avantages et inconvénients des presses mécaniques et des presses hydrauliques.....	30
---	----

Chapitre III Généralités sur les matériaux

Tableau III 1 Aciers d'usage général.	51
Tableau III 2 exemple aciers non alliés	53
Tableau III 3 acier faiblement allié	54
Tableau III 4 Les différentes classes d'aciers	55
Tableau III 5 composition chimique acier E420D	56

Chapitre IV Etude et conception de l'outil

Tableau IV 1 Dimension de la pièce.....	57
Tableau IV 2 Composition chimique du matériau	58
Tableau IV 3 Caractéristiques mécaniques du matériau	58
Tableau IV 4 tableau de jeu	58
Tableau IV 5 Valeurs de la longueur de flambage l en fonction de la longueur réelle L.	67
Tableau IV 6 différents éléments d'outil	71
Tableau IV 7 Les différents matériaux utilisés.	72

Introduction générale :

La conception et la production des pièces en tôles représentent aujourd'hui l'intérêt d'un bon nombre de sociétés industrielles, vu leur diversité d'utilisation dans le domaine électronique, électrique, construction marine, automobile et aéronautique, ... etc. Et généralement, tous les procédés d'obtention de pièces manufacturées par déformation des matériaux métalliques sont des procédés largement utilisés en fabrication mécanique, et qui progressent technologiquement sans cesse pour s'accaparer de nouveaux marchés.

La production de chaque pièce réclame la mise au point d'un outillage approprié. Alors la Société National de Véhicules Industriel (SNVI), nous a confié l'étude et la conception d'un outil pour la fabrication de la plaque de transfert Telma F130, la géométrie de cette pièce nous a mené à utiliser les procédés suivants : le poinçonnage, l'encochage afin d'arriver à l'obtention la pièce demander.

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

Après une introduction générale et la présentation de l'entreprise nationale S.N.V.I, Le chapitre I, traite les différents procédés de mise en forme des pièces mécaniques, et les divers paramètres qui influent lors du découpage, ainsi que les efforts et les contraintes qui agissent sur l'outil.

Le chapitre II, est consacré à des généralités sur les différentes presses mécaniques et leurs Outils.

Le chapitre III, est consacré à des généralités et caractérisations des aciers

Le chapitre IV, est consacré à l'étude et la conception de l'outil à bande.

Réservé aux différents calculs des efforts, aux dimensionnements, aux choix des matériaux, pour les différents éléments de l'outil, ainsi que le choix de la presse à utiliser. A la fin du chapitre, une gamme d'usinage unitaire nécessaire à la réalisation du dispositif est donnée.

Enfin, une conclusion générale est donnée avec quelques perspectives

Présentation de l'entreprise

1 Présentation Berliet-Algérie

En juin 1957 Berliet entreprend la construction d'une usine de poids lourd de type CKD.

En octobre 1958, sortie du premier véhicule Berliet (entièrement monté en Algérie). Dès lors, la production de Berliet-Algérie a connu une progression régulière. En juin 1964 le gouvernement Algérien par l'intermédiaire de la Caisse algérienne du Développement prend une participation à 40% dans la société (Berliet - Algérie).

2 Présentation de la Sonacome

La SONACOME est créée en 1967 par ordonnance N° 67-150. Elle a été chargée par le gouvernement algérien de promouvoir et de développer le secteur des industries mécaniques et d'exercer le monopole d'importation des produits mécaniques en Algérie.

Au titre de cette mission elle a lancé au cours du premier quadriennal 1970 - 1973 un programme d'investissement pour l'édification de 07 complexes industriels.

Le politique adopte par la SONACOME pour la mise en place de cet appareille de production est fonde sur les options suivantes :

- Création de complexes industriels lies aux produits a fabriqué ;
- Promotion de l'industrie par l'utilisation et le développement de toutes les techniques de transformation des métaux (fonderie / forge /emboutissage/ usinage /etc.) formation intensives des hommes (outilleurs / régleurs / techniciens /agents de maitrise.).

3 Historique de la Société National de Véhicules Industriel : [1]

De 1957 à 1966

Implantation de la société française BERLIET sur le territoire Algérien par la construction en juin 1957 d'une usine de montage de véhicules "poids lourds" à 30 km à l'est d'Alger, plus exactement à Rouïba.

De 1967 à 1980

En 1967, fut créée la SONACOME (Société Nationale de Construction Mécanique). Le schéma d'organisation adopté pour la SO.NA.CO.ME regroupant en son sein dix (10) entreprises autonomes.

De 1981 à 1994

La S.N.V.I (Entreprise Nationale de Véhicules Industriels) devient une entreprise publique socialiste (EPS). La S.N.V.I est née à l'issue de la restructuration de la SO.NA.CO.ME et le décret de sa création lui consacra un statut d'entreprise socialiste à caractère économique régit par les principes directifs de la Gestion Socialiste des Entreprises (G.S.E).

De 1995 à 2011

Le mois de Mai 1995, la S.N.V.I a changé de statut juridique pour devenir une Entreprise Publique économique régie par le droit commun : la S.N.V.I est alors érigée en Société Par Actions (SPA), au capital social de 2,2 milliards de Dinars. La S.N.V.I devenue groupe industriel.

De 2011 à Janvier 2015

Le mois d'Octobre 2011, la S.N.V.I a changé de statut juridique pour devenir un Groupe Industriel composé d'une Société Mère et de quatre filiales.

Organigramme de la SNVI :

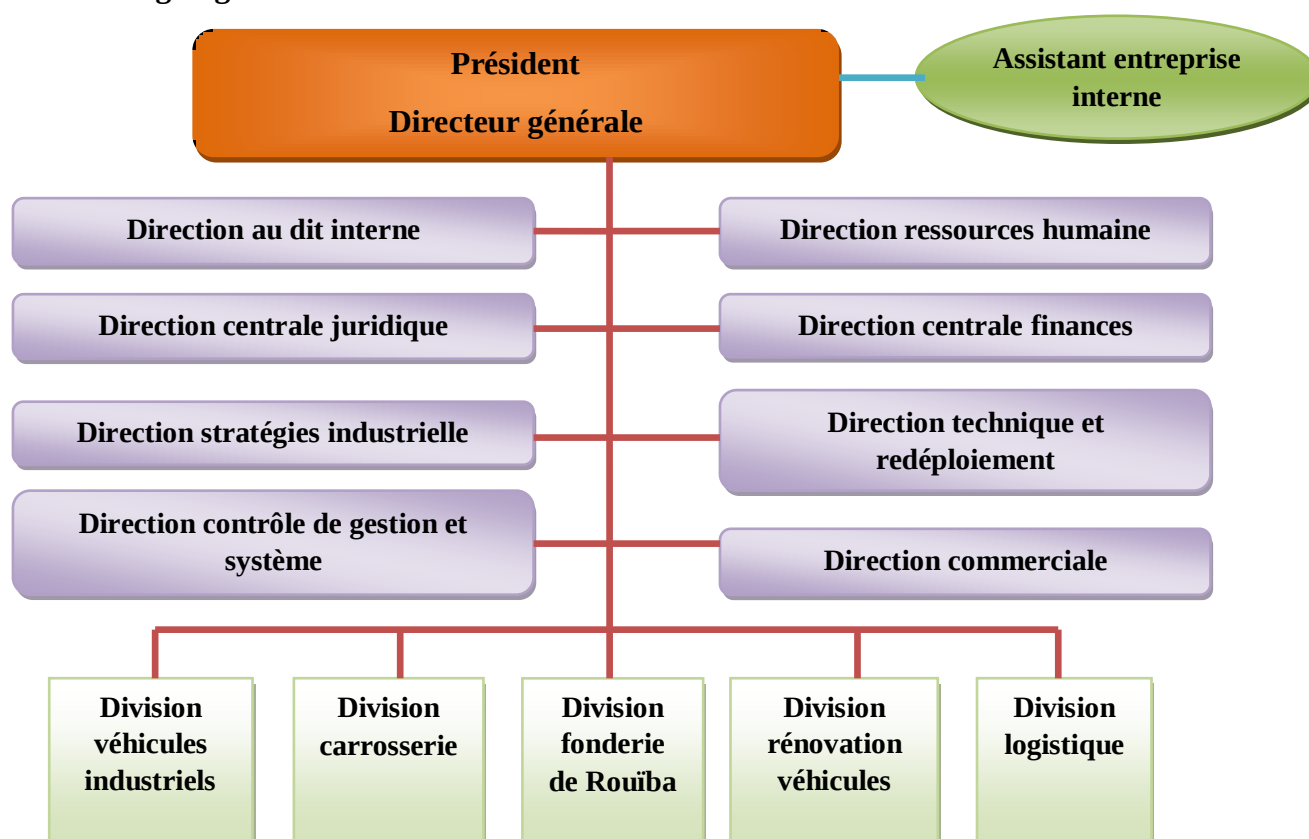


Figure 1 Organigramme SNVI

4 Filiale Véhicules Industriels de Rouïba (V.I.R) :

Capacité de production installée : 4 500 véhicules/an.

La filiale véhicules industriels de Rouïba est composée de 5 centres de production :

- **Un Centre Forge** : produisant des bruts de forge,
- **Un Centre d'Usinage Mécanique** : produisant des ponts, des essieux et d'autres pièces de liaison.
- **Un Centre de Tôlerie Emboutissage** : pour la production de longerons pour cadres châssis, de cabines et d'autres pièces de liaison.
- **Un Centre de Montage de Camions** : avec deux lignes d'assemblage

PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE

- **Un Centre de Montage d'autocars et d'autobus** : assemblage cars et bus et fabrication pièces en polyester et sellerie.

- **Et une Unité Etudes et Recherche (UER).**

Production :

Camions routiers

Camions chantier

Camions tous terrains

Les Camions sont repartis comme suit :

Camions	Porteur	Tracteurs	Chantiers	Militaire
Gamme	K 66 K 120 B 260 B 400 (6x4)	TB 400 (4X2) TB 400 (6x4)	C 260 (4x2) C 260 (6x4)	M 120 (4x4) M230 (6x6)

Tableau I 1 Gamme actuelle des camions

Tracteurs routiers,

Autocars et autobus,

Minicars et minibus

Véhicules de transport de personnes sont repartis comme suit :

Cars et Bus	Cars	Bus	Minicars
Gamme	SAFIR	100V8 NC 100 L6	18L4 25 L4

Tableau I 2 Gamme actuelle des camions

Organigramme de V.I.R

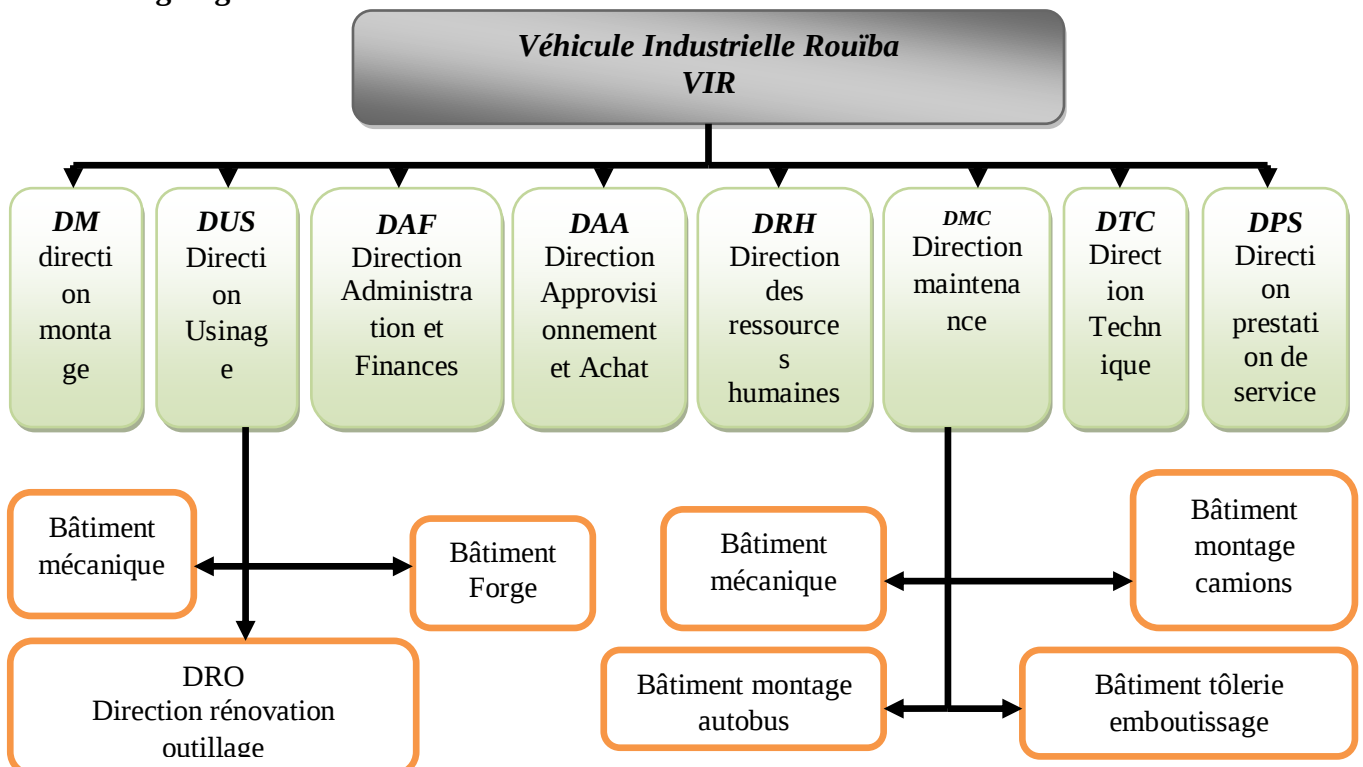


Figure 2 Organigramme VIR

Les Objectifs :

- Satisfaire Les Besoins Nationaux En Véhicules Industriels
- Comblent L'écart Entre L'offre Et La Demande
- Minimiser Le Prix Des Produits Et De Services En Assurant Sa Rentabilité
- Formation Quantitative Et Qualitative Du Personnel
- Contribuer Au Progrès Economique Et Social

5 Présentation de bâtiment tôlerie emboutissage : [2]

Le centre TOLERIE EMBOUTISSAGE (TE) est considéré comme l'un des plus importants bâtiments de la **DVI** dépendant de la **direction du montage véhicule**. Il est chargé de la fabrication des **cabines** et des ensembles longerons pour toutes les gammes de camions, cars et bus ainsi que d'autres activités relevant de sa technicité sont également réalisées dans ce centre. Il s'agit notamment de :

- Toutes les pièces de tôlerie
- Toutes les pièces nécessitant de gros moyens d'emboutissage
- Bâches à gasoil
- Réservoirs d'air

La capacité du centre tôlerie emboutissage est de 6000 véhicules par an (toutes gammes confondues), réalisée par un effectif d'environ 372 travailleurs dont ~ 180 directe et 192 indirecte.

Le centre tôlerie emboutissage s'étale sur une superficie ~**32226** m² équipée :

- de 265 machines
- d'environ 815 outils (entre petits et gros outils)
- d'un réseau d'énergie électrique 220/380V
- d'un réseau d'air comprimé de 6 bars
- d'un réseau des eaux industrielles de 6 bars

Le centre tôlerie emboutissage est structure comme suit :

5.1 Le service des méthodes:

Représente un ensemble de secteurs d'études. Sa fonction est d'établir les dossiers d'outillages et d'instructions de fabrication, analyse et mesure du temps, études d'outillages et des montages d'assemblages. Intégration des nouvelles pièces ou des pièces achetées pour leur réalisation au centre tôlerie emboutissage et rénovation ou réalisation des outils selon les moyens dont dispose l'atelier d'outillage.

Et les différents secteurs sont les suivants:

Le secteur de préparation.

Le secteur de l'analyse et mesure du temps.

Le secteur étude des outillages et magasin outillages.

Le secteur d'industrialisation.

La Fabrication :

Elle est composée de douze (12) ERMOD :

4020 : Longerons

4010 : Débitage/ Poinçonnage

4050 : Grosses presses
4030 : Ligne K66 / K120 / M120
4035 : Ligne LK : C260/ 290
4060 : Ligne KB 2400 destinées aux gammes (B, TB)
4065 : Ligne M230
4080 : Peinture cabine
4090 : Peinture petites pièces et traitement de surfaces
4045 : Assemblage divers
4040 : Ateliers réservoirs
4070 : Assemblage traverses

Il existe deux (02) magasins a l'intérieur du centre TE qui appartiennent l'Ordonnancement.

5.2 Service Ordonnancement TE :

Il est responsable des taches suivantes :

Lancement des produits suite a un dossier qui se compose des documents suivants :

- * Feuille de route (étapes ou processus de fabrication ;
- *Fiche de progression (le suivi ordonnancement pour l'achèvement des opérations dans le programme) ;
- *Fiche comptable (le suivi comptable des opérations en termes de temps) ;
- *Les bons de contrôle ;
- *Les bons de matières ;
- *Les bons de livraison.

6 Les relations fonctionnelles du centre TE :

Peuvent être schématisées comme suit :

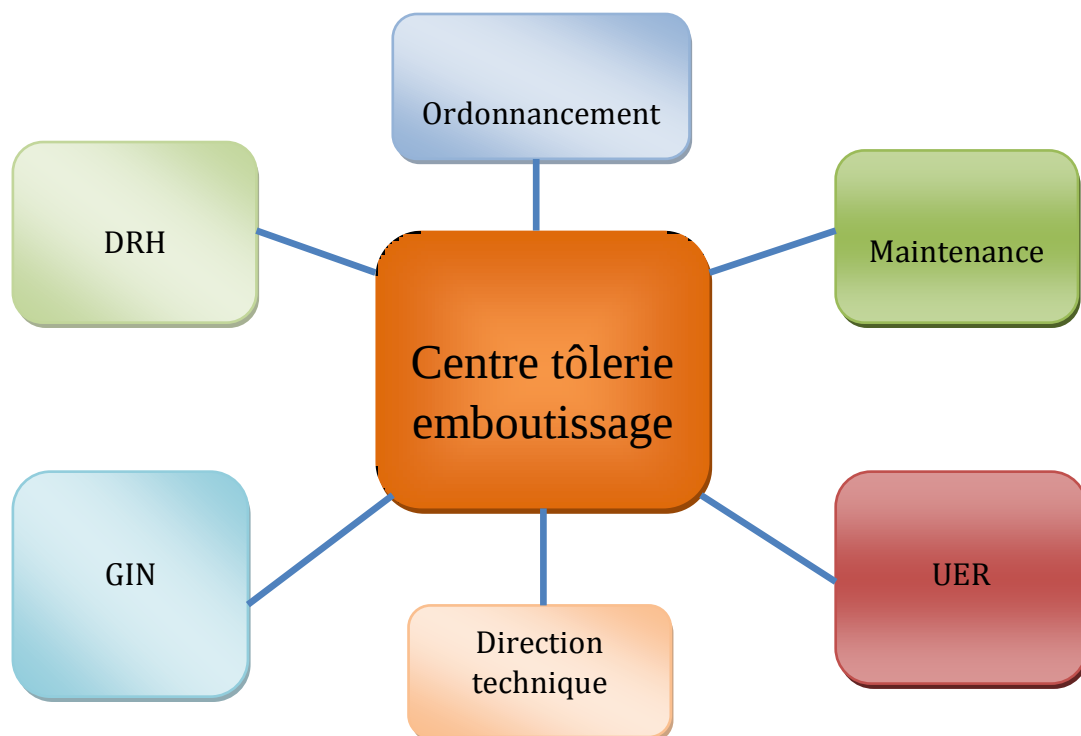


Figure 3 Les relations fonctionnelles du centre TE

CHAPITRE I : Procédés mise en forme des tôles

1 Introduction

La tôle est l'un des premiers matériaux de couverture métallique utilisé dans le secteur de la construction. Son invention par H. Palmer remonte à 1829. Il s'agit d'un matériau plat produit à l'aide du laminage. Le produit de départ appelé brame est étiré, puis y est appliquée une forte pression par le passage alterné entre deux rouleaux. Il en résulte des lames fines et uniformes.

La tôle est une fabrication courante mais qui répond à des exigences strictes. Ainsi, l'état de surface d'une tôle pour l'automobile doit être rigoureusement contrôlé tout au long du processus

Le but de cette dernière est de conférer à une pièce métallique des dimensions situées dans une fourchette de tolérances données. Les principaux procédés d'obtention des pièces mécaniques sont apparus progressivement. Les formes modernes des divers procédés sont apparues pour assurer la production en grande série de pièces à faible cout. On note les divers procédés des principaux travaux par déformation plastique : Emboutissage, Découpage, Poinçonnage, Pliage, ...etc.

2 Définition de la tôle

Une tôle est une fine feuille de métal obtenue par laminage. On distingue les tôles fines (< 3 mm) ou fortes (> 3 mm) suivant leur épaisseur.

3 Les différents types de tôles

Suivant sa méthode de fabrication, on peut distinguer deux types de tôles. D'un côté, il existe la catégorie de laminage effectué à chaud. L'acier est réchauffé entre 800 et 1200°C, coulé, puis écrasé successivement entre deux rouleaux. Le produit ainsi obtenu atteint une épaisseur de plus de 3 mm, appelé tôle forte, ou moins de 3 mm, ou tôle mince. D'un autre côté, on retrouve la technique de laminage à froid à partir de feuilles d'acier fines. Elle permet d'obtenir uniquement des lames minces.

On distingue également les types de tôle par leur finition. On retrouve ainsi la tôle noire dont les faces ont un fini brut, sans revêtement. Les galvanisés, pour leur part, sont dotés d'un revêtement anticorrosion au niveau de leur deux faces. Enfin, on peut trouver les prélaqués qui présentent une surface anticorrosion comme chez les galvanisés, en-dessus de laquelle on ajoute une/des couches de peinture.

4 Les Avantages de la tôle

L'arrivée de l'acier sous forme de plaque dans le secteur du bâtiment a apporté une réelle révolution. En effet, la tôle présente l'avantage d'avoir une densité élevée, ce qui est gage de solidité et de longévité. Votre ouvrage vous durera donc de nombreuses années sans signes d'usure ni déformation. Elle reste pourtant légère,

garantissant la facilité de son transport ainsi que de son utilisation. A cela s'ajoutent ses multiples possibilités d'utilisation grâce à la variété disponibles sur le marché : pour la toiture, le sol, les cloisons, les rampes d'escalier, et bien d'autres encore. Enfin, ce matériau ne nécessite qu'un minimum d'entretien. Etant donné que son point faible est la rouille, il suffit d'opter pour une tôle inoxydable ou d'appliquer une peinture spéciale anti rouille. [3]

5 Procédé de mise en forme

5.1 Encochage

5.1.1 Définitions de l'encochage

Une encoche est une petite entaille faite dans une pièce (en bois, métal, pierre...) pouvant servir de repère ou à accrocher et éviter le glissement d'une autre pièce



Figure I 1 Ecrou acier plat à encoche



Figure I 2 bouton une encoche

L'encochage est une opération de découpage par cisailage effectué sur une machine comportant deux lames formant un angle réglable.

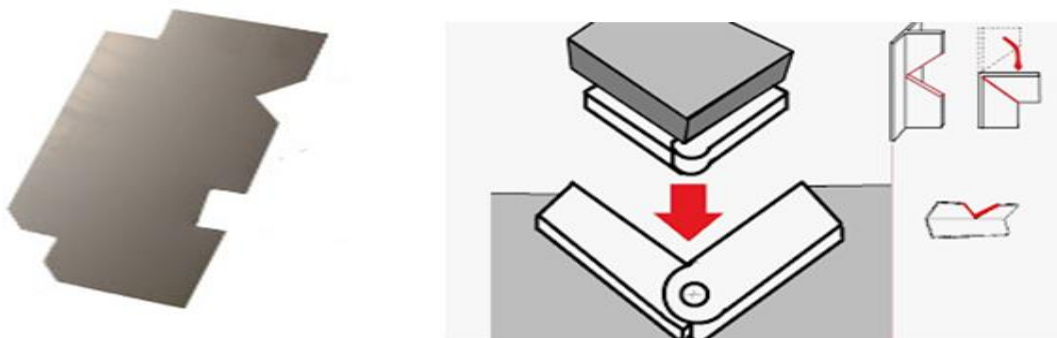


Figure I 3 Encochage

5.1.2 Principe :

L'encochage est un procédé de cisailage effectué simultanément par deux lames qui forment un angle généralement réglable. Sur l'encocheuse, on peut ainsi effectuer des coupes angulaires dans les coins des tôles ou sur les cotés. Les angles peuvent varier d'environ 10° à presque 180° suivant les encocheuses utilisées. Cela permet des découpes aussi bien dans des tôles que dans des profilés ouverts (cornières en L ou en T) qui sont ensuite pliés selon l'angle. Des encocheuses industrielles permettent de découper des aciers ordinaires jusqu'à 10 mm d'épaisseur. On utilise souvent l'encochage avant le pliage, car il permet d'effectuer des flans développés plus évolués pour des pièces pliées avec une valeur ajoutée plus intéressante.

5.1.3 Avantages et inconvénients de l'encochage:

Tout comme le grugeage, l'encochage ne permet pas d'effectuer de longues coupes rectilignes à la manière des cisailles guillottes. Il ne permet pas non plus d'encocher des profilés. Par contre, sur l'encocheuse la précision dans les angles et les dimensions permet une répétabilité correcte pour des séries de pièces.

5.1.4 Les lames mobiles et lames fixes :

Les lames supérieures mobiles et réglables de façon angulaire sont installées sur un porte-outil alors que les lames inférieures restent fixes. Les lames ont la même fonction que les lames utilisées sur les cisailles guillotinées.

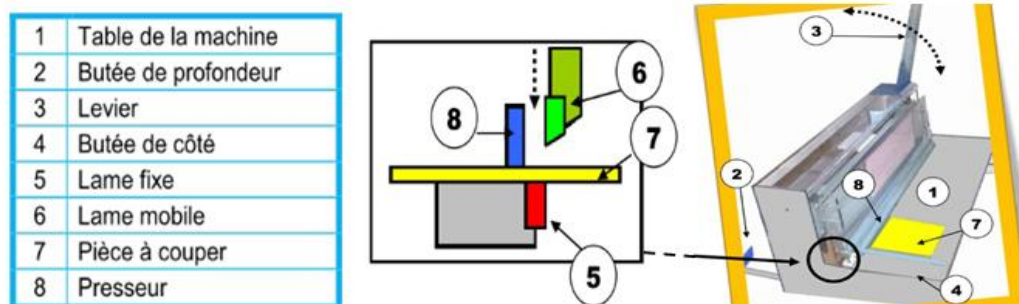


Figure I 4 Lames mobiles et lames fixes

5.1.5 Machine de type encocheuse:

Voici une photo d'une machine encocheuse. Cette machine est utilisée dans les ateliers de structure métallique du Lycée Léon BLUM. Nous pouvons grâce à deux manivelles, régler séparément les angles des deux lames. Nous pouvons aussi régler les profondeurs des encoches ainsi que le mode d'encochage:

- mode automatique : Cycle complet, descente des presse-tôle, descente des lames, remontée des lames, et remontée des presse-tôle
- mode semi-automatique : Descente des presse-tôles, temporisation qui nécessite de ré appuyer sur la pédale, descente des lames, remontée des lames, temporisation qui nécessite de ré appuyer sur la pédale, remontée des presse-tôles. [4]



Figure I 5 Encocheuse machine d'encoche

Un cisailage de tôles par encochage à angles variables



Figure I 6 Encochage de tôles en Maine-et-Loire par Amada Versa 204

L'encochage de tôles est le même procédé que le cisailage de tôles. L'Amada Versa 204 a été développée pour la réalisation d'encoches aiguës ou obtuses de façon simple et rapide. Le réglage de l'angle est effectué à l'aide de deux volants et permet la réalisation de grugeage entre 30° et 140° pour précision plus ou moins égale à 0,2 mm. Le blocage automatique des lames et l'efficacité du serrage garantissent un résultat constant même en série.

Capacités : 6 mm pour l'acier, 2 mm pour l'inox, 4 mm pour l'aluminium.

Longueur de découpe maximale : 200 mm. Les plus de Versa 204 : règles coulissantes et orientables offrant une aisance découpe, machine à mise en route réduite.

5.2 Poinçonnage

5.2.1 Définition

On appelle poinçonnage, le cisailage sur un contour fermé, effectué par un poinçon agissant sur une matrice. Deux outils comparables aux lames de cisaille. La descente du poinçon dans la matrice découpe le matériau. En principe il n'y a pas de limite au poinçonnage, seule la puissance de la machine limite l'épaisseur des matériaux à découper en fonction des caractéristiques mécaniques du matériau. Ce procédé permet d'obtenir de grandes précisions de découpe. Il aussi utilisé en construction métallique pour percer les profilés.

5.2.2 Principe :

Le principe reste le même que pour le cisailage. La rupture s'effectue donc après un effort de traction.

Généralement utilisé en tôlerie pour réaliser des trous et découper des flans de formes complexes parfois non rectangulaires, donc difficiles ou impossibles à réaliser par cisailage. Utilisé aussi en construction métallique pour “percer” les profilés. Il existe trois modes possibles 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 de multiples coups de poinçon.
- le découpage à la presse : découpe de flans à l'aide d'un outillage spécifique.

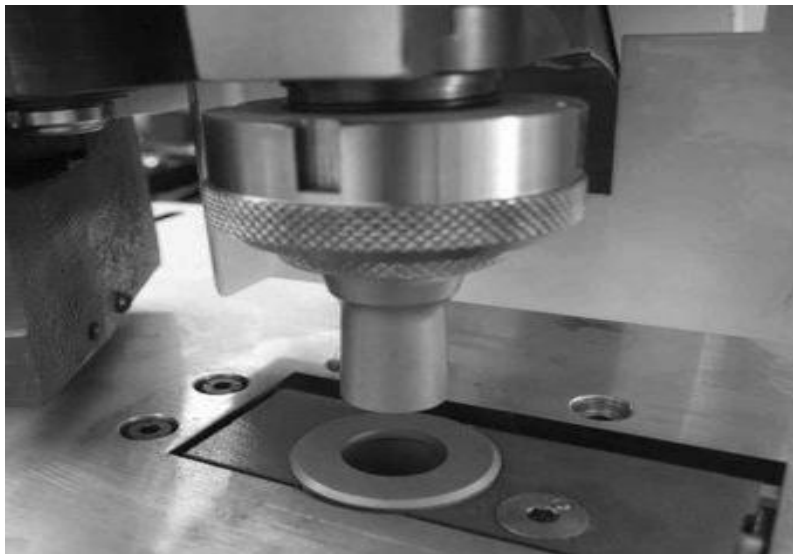


Figure I 7 Poinçonneuse, poinçon et matrice

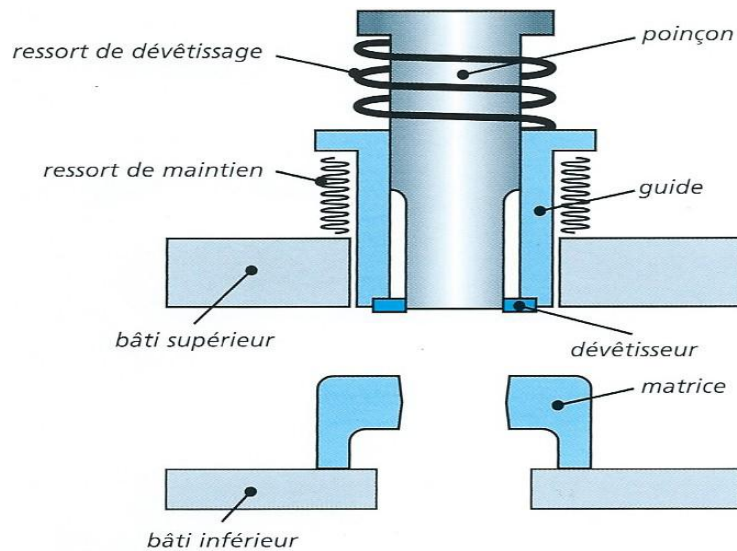
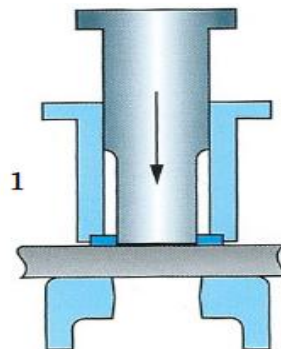


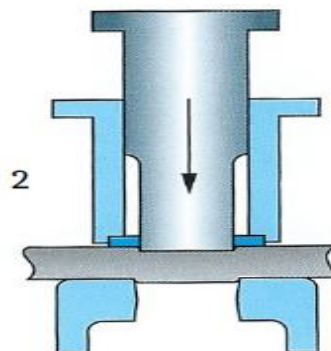
Figure I 8 Outil de poinçonnage et ses composantes

Le poinçonnage se fait à plusieurs étapes :

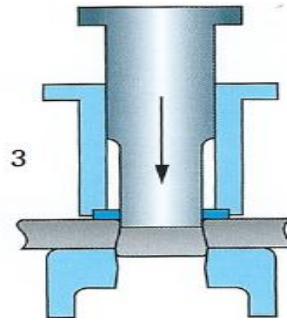
Le poinçon et le dévêtisseur viennent au contact de la tôle.



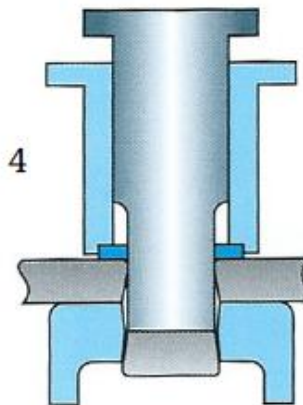
Le poinçon commence à pénétrer dans la tôle.



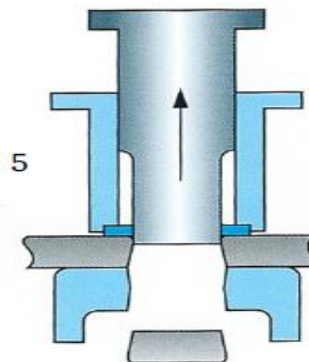
Lorsque le poinçon rentre plus profondément dans la tôle la matière se cisaille. La déboucheur correspond à la partie cisailée de la tôle.



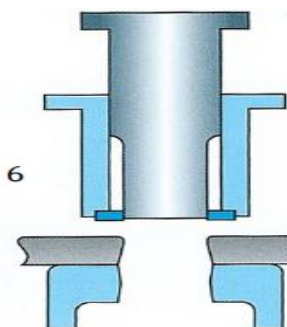
Descente du poinçon jusqu'à son point mort bas afin d'éjecter la débouchure.



Le poinçon remonte. Le dévétisseur maintient la pression sur la tôle.



Remontée complète en fin d'usinage.



5.2.3 Les principaux outils de poinçonnage

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 arêtes 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.

Sur les presses, ou sur les grignoteuses les outils ne possèdent pas forcément d'angles de dépouille.

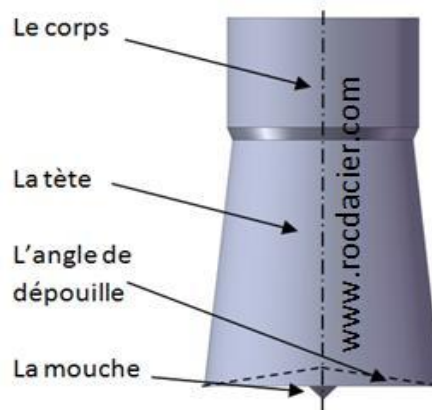


Figure I 9 Poinçon

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 millimètres.



Matrice vue en perspective :



Figure I 10 Matrice

Le jeu:

Tout comme en cisailage, un jeu est nécessaire entre les arêtes des outils.

Ce jeu diminue l'effort de poinçonnage et l'écaillage de la zone poinçonnée. Ce jeu de poinçonnage sera proportionnel à l'épaisseur poinçonnée et dépendra de la résistance du métal.

En règle générale :

Pour les aciers de construction, pour l'aluminium et ses alliages, le cuivre et ses alliages, on choisit un jeu diamétral égal à épaisseur/10.

Pour les métaux durs et mi-durs comme pour les aciers inoxydables on choisira un jeu diamétral égal à épaisseur/8.

Pour laiton et acier doux, on choisira un jeu diamétral égal à épaisseur /20

Jeu des matrices en fonction des matériaux poinçonnés et des épaisseurs			
Epaisseur	Acier	Aluminium	Inox
1 à 1.5 mm	0.2 mm	0.2 mm	0.2 à 0.3 mm
1.5 à 2.3 mm	0.2 à 0.3 mm	0.2 à 0.3 mm	0.3 à 0.4 mm
2.3 à 3 mm	0.3 à 0.4 mm	0.3 à 0.4 mm	0.4 à 0.6 mm
3 à 4.5 mm	0.4 à 0.6 mm	0.4 à 0.5 mm	0.6 à 1 mm
4.5 à 6 mm	0.6 à 0.9 mm	0.5 à 0.7 mm	>1 mm

Tableau I 3 Jeu des matrices en fonction des matériaux poinçonnés et des épaisseurs [5]

5.2.4 Paramètres liés au réglage de l'outil :

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

Le serre-flan :

Le serre-flan plaque la tôle sur la matrice pendant l'opération de découpage. Il diffère du dévêtisseur 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 du déboucheur 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 du déboucheur.

- 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.

5.2.5 Paramètres liés à l'usure de l'outil

Lubrification

La cinétique d'usure des poinçons est fortement conditionnée par la nature et la quantité de lubrifiant employées lors de la découpe. La lubrification des outils, bien que l'on cherche à la réduire fortement actuellement, voire 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.

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.

Les efforts qui rentrent dans l'opération

➤ Efforts de découpage et poinçonnage dans différentes matières
L'effort de découpage et poinçonnage dépend de l'épaisseur, du périmètre de la section du trou, de la résistance du métal et des frottements qui sont généralement négligés. Une lubrification est conseillée pour ne pas user prématurément les outils. Les efforts d'un outil à bande, se calculent suivant la formule :

Avec : $F = K \cdot P \cdot e \cdot R_c$

F = effort de découpage – Poinçonnage (N) ;

P = périmètre du poinçon (mm) ;

e = épaisseur de tôle (mm) ;

R_c = résistance du matériau au cisaillement (MPas) ;

K : Coefficient d'ajustement de la formule, il varie de 0.5 à 1 selon le type de matériau utilisé.

Résistance au cisaillement (R_c) de quelques matériaux :

Matériaux	R_c (daN/mm²)
Acier dur	70
Acier inoxydable	55
Acier doux	40
Aluminium	10

Tableau I 4 Résistance au cisaillement (R_c) de quelques matériaux.

➤ Effort d'extraction

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

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

➤ Effort d'éjection

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

Les contraintes appliquées sur les poinçons

➤ Contrainte de compression

Lorsque le poinçon descend avec un effort opposé à la bande de tôle, il est sollicité à une compression. La contrainte de compression de l'outil est calculée suivant la formule (I.4).

La condition de résistance de l'outil à la compression est que cette contrainte sollicitée ne doit pas dépasser la limite élastique du matériau à partir duquel est fabriqué le poinçon (relation I.3).

Avec : $\sigma_{com} < R_e$ (I.3)

$$\sigma_{com} = \frac{F}{S} \text{ (I.4)}$$

σ_{com} : Contrainte de compression, (en MPa);

R_e : La limite élastique du poinçon, (en MPa) ;

F : Effort de découpage, (en N) ;

S : Section du poinçon, (en mm²).

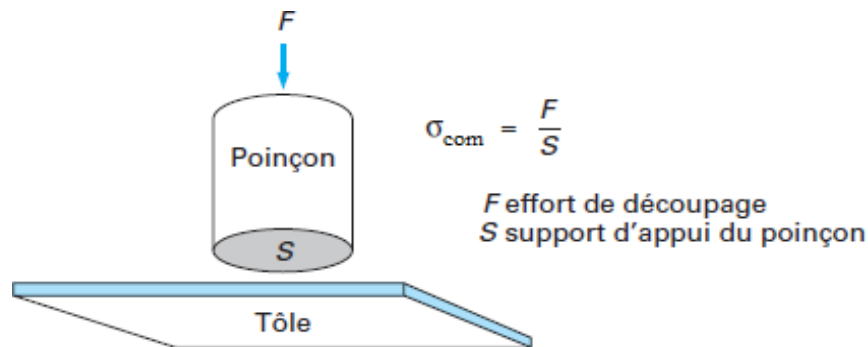


Figure I 11 Contrainte de compression sur le poinçon

➤ Résistance ou flambement

Dans le cas des poinçons ayant de petites sections ou de grandes longueurs, la contrainte de compression peut provoquer un flambement du poinçon. Alors, on prévoit toujours un risque de flambement d'un tel poinçon. Pour cela, on détermine la charge critique (P_{cr}) en utilisant la formule du flambement d'Euler (I.5). Dans le cas des outils à bande, les poinçons sont encastres d'un côté, et libre de l'autre côté.

La condition de résistance est que l'effort de découpage ne doit pas dépasser la charge critique de flambement du poinçon, comme le montre la relation (I.6).

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot I \cdot E}{L^2} \quad \text{(I. 5)}$$

$$F < P_{cr} \quad (I.6)$$

Avec :

F : L'effort de découpage, (en N) ;

P_{cr} : La charge critique du flambement, (en N) ;

E : Module d'élasticité du matériau du poinçon, (en MPa) ;

I : Moment d'inertie du poinçon, (en mm^4) ;

L : Longueur libre de flambement, (en mm).

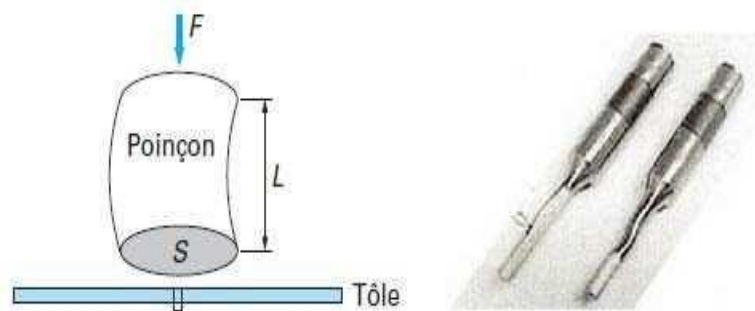


Figure I 12 L'état d'un flambement du poinçon de découpage

5.2.6 Avantages et inconvénients du poinçonnage:

a- Avantages :

Par rapport au perçage, le poinçonnage est extrêmement économique (gain de temps, usure moindre des outils, affutage peu fréquent) et donne la possibilité d'utiliser toute sortes de formes pour les trous.

Par rapport au découpage à la presse, le grignotage sur commande numérique permet de changer de série en minimisant les couts d'outillages, de découper de grands formats, et d'utiliser des outils simples et peu onéreux.

b- Inconvénients :

Limité dans les épaisseurs.

Section minimale du poinçon limitée.

6 Conclusion

Avant chaque procédé de mise en forme, le métal doit être obtenu en forme de tôles. Cette dernière est obtenue en passant à partir d'une brame (bloc d'acier brut), par différentes étapes successives de laminage.

Les différentes techniques de mise en forme des métaux, par déformation plastique, citées dans le chapitre, ont pour objectif de donner une forme déterminée au métal en forme de tôle, tout en lui imposant une certaine microstructure, afin d'obtenir un produit ayant les propriétés souhaitées.

Ces techniques de mise en forme, sont effectuées sur presses, pour minimiser le coût de production, ainsi avoir un produit de forme géométrique souhaitée.

CHAPITRE II Généralités sur les presses et leurs outils

Les presses

1 Introduction

Pour la transformation des tôles, l'industrie a besoin des machines spécifiées dans le cas de coupe.

Les presses sont des machines constituées d'un ensemble d'organes mécaniques conçus pour la réalisation des différents travaux industriels. Elles sont utilisées pour la réalisation des pièces à partir des matériaux en feuille.

Ces presses sont formées d'une partie mobile (coulisseau) qui porte le poinçon et d'une partie fixe (bâti) qui porte la matrice.

2 Définition des presses

La presse mécanique est une machine qui permet de changer la forme d'une pièce en appliquant une pression, elle est composée essentiellement de deux plateaux susceptibles de se rapprocher par commande mécanique ou hydraulique, pour comprimer ce qui est placé entre eux.

Les presses sont une famille de machine constituées d'un ensemble d'organes mécaniques, elles sont formées d'une partie fixe (bâti) et d'une partie mobile (coulisseau).

Les presses sont conçues pour la réalisation des formes simples ou complexes avec des métaux en bande.

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.

Les presses peuvent être classés suivant :

- Leur mécanisme : hydraulique, mécanique, pneumatique.
- Leur fonction : presse de forgeage, presse d'estampage, presse plieuse, etc.
- Leur structure : presse à genouillère, presse à vis.
- Leur contrôlabilité : conventionnelle, servo-presses.

Elles sont aussi caractérisées par :

- Le mode de transmission d'énergie
- La forme du bâti
- Selon le nombre de coulisseaux.

3 Classification des presses

Les presses sont classées suivant plusieurs paramètres :

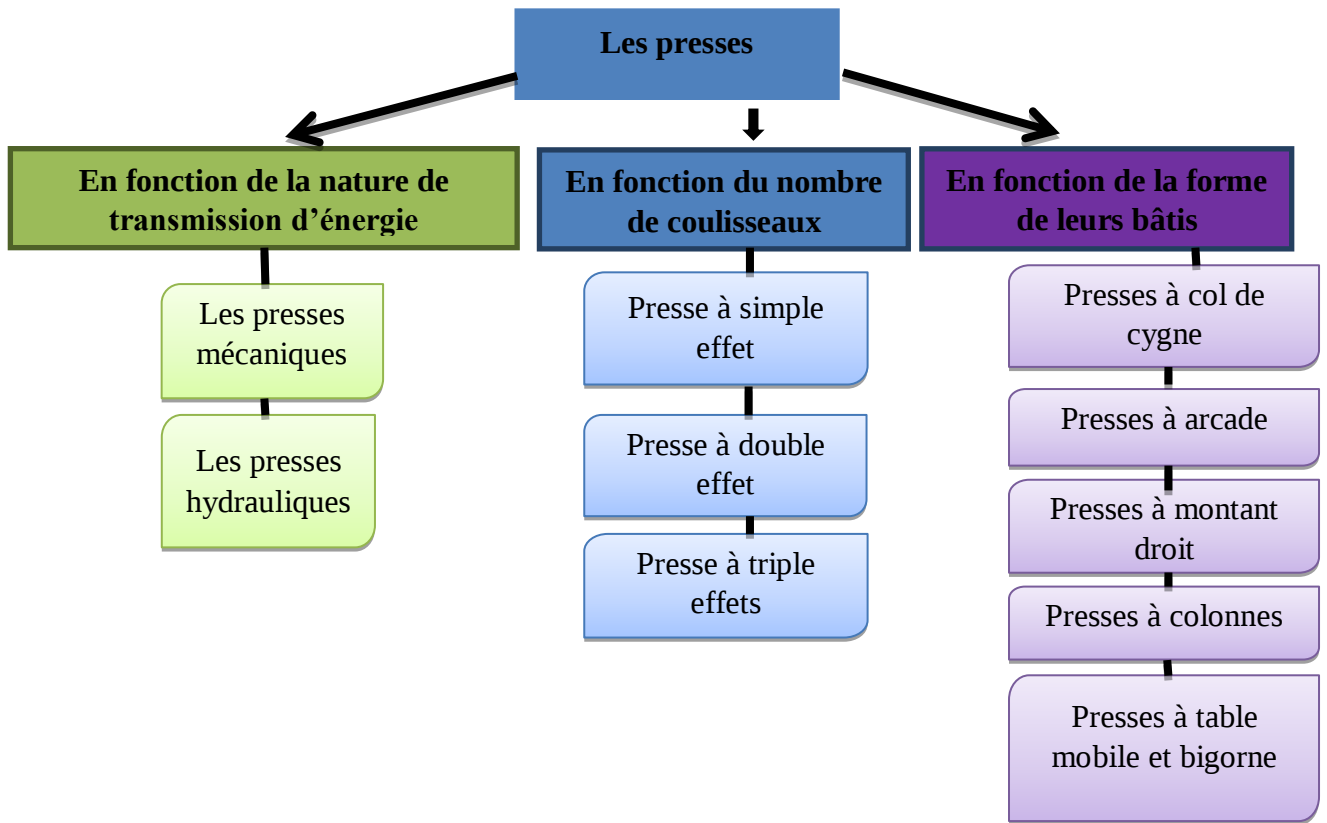


Figure II 1 Organigramme de classification des presses

3.1 Selon la nature de transmission de l'énergie :

On distingue deux types :

Les presses mécaniques et les presses hydrauliques

3.1.1 Presse mécanique :

Une presse mécanique est une machine qui utilise un mécanisme pour faire fonctionner les matrices à la vitesse appropriée, et leur donner l'énergie suffisante pour découper, percer, et obtenir la forme désirée.

Les éléments estampés sont faits par profilage, emboutissage, découpage ou perçage d'un métal – tôle ou bobine – entre deux demis (supérieur et inférieur) d'un outil presse appelé : matrice, l'élément supérieur est attaché au poinçon et l'élément inférieur est serré ou boulonné à la plaque d'appui ou au banc de la presse. La matrice est conçue pour créer la forme de la pièce en un travail de série de façon à satisfaire les demandes de production. La force (charge) et la précision sont nécessaires pour atteindre les demandes de la tolérance et de quantité de la pièce estampée et pour garantir un bon assemblage des parties de la pièce finale

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

Les presses mécaniques sont d'une plus grande rapidité de fonctionnement et généralement d'un prix moindre que celui des presses hydrauliques équivalentes, elles sont plus répandues car elles permettent d'atteindre des cadences élevées.



Figure II 2 Presse mécanique

➤ **Mécanismes de commandes :**

Ils permettent de transformer le mouvement circulaire uniforme du moteur en un mouvement rectiligne alternatif du coulisseau, tel :

Système bielle-manivelle

C'est, avant tout, un système mécanique de transformation de mouvement, il est Constitué de 4 pièces principales :

- La bielle.
- La manivelle appelée aussi vilebrequin.
- Le coulisseau.
- Le bâti.

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

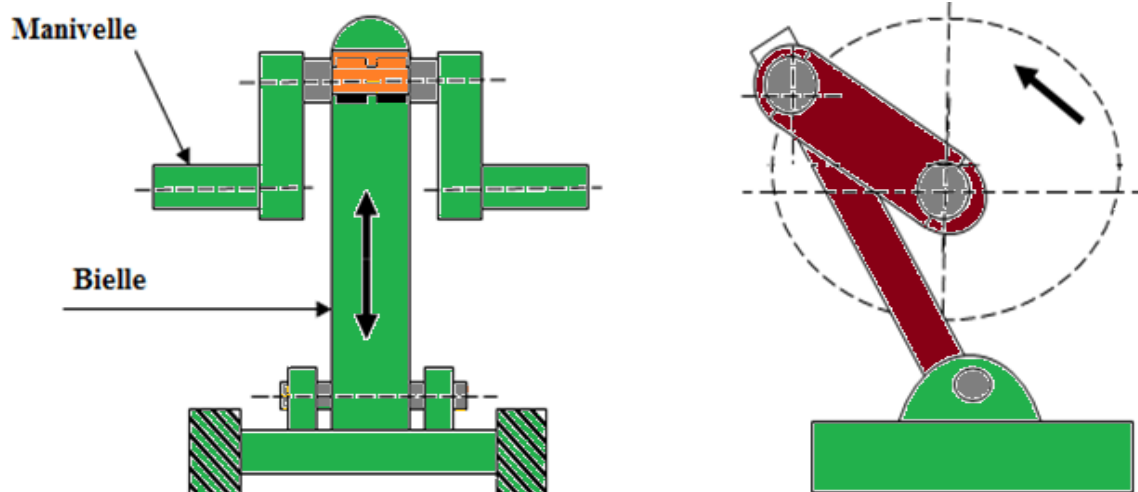


Figure II 3 Système bielle-manivelle

a) 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.

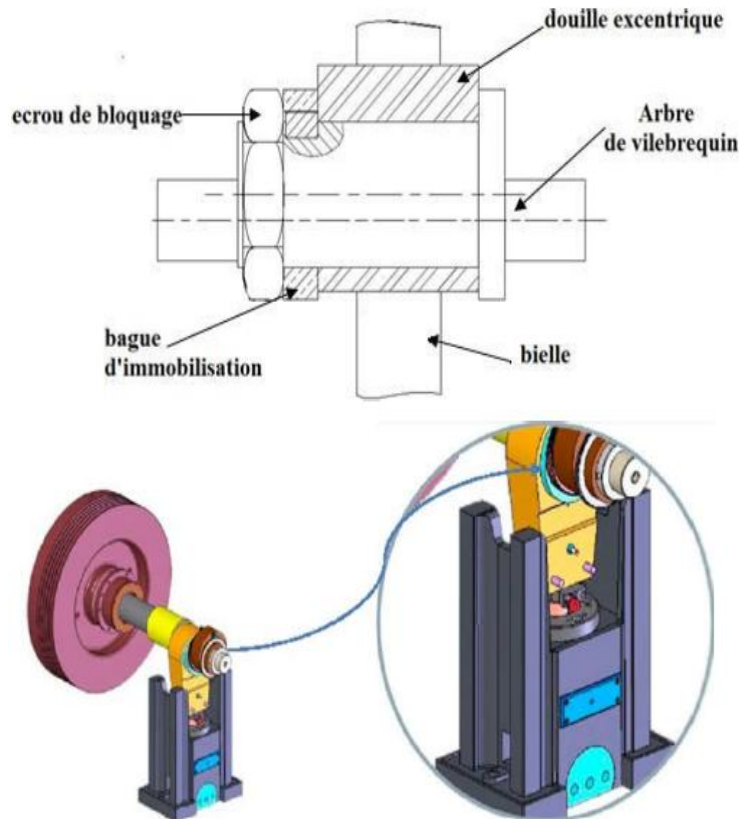


Figure II 4 Système excentrique.

b) Système à came

L'excentrique à came est un système constitué de deux objets, l'un menant, nommé « Came » qui est constitué d'un solide généralement en rotation, et l'autre mené, animé d'un Mouvement alternatif de translation et contraint par le solide menant

La came, autrement nommée solide menant, est couramment de forme vaguement Ovoïde. Son profil est calculé en fonction du mouvement de translation qui sera imprimé au Solide mené. Le solide mené est plaqué contre le profil de la came.

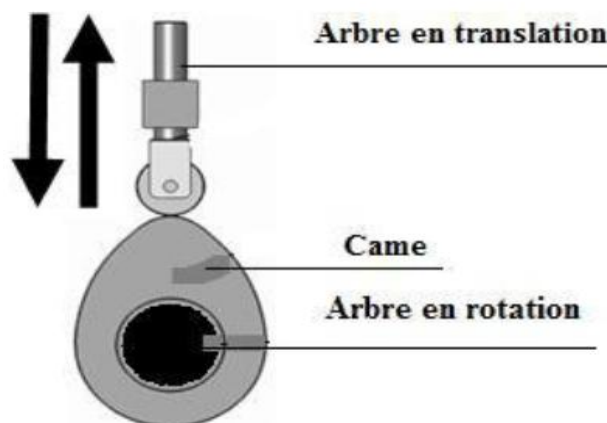


Figure II 5 Système à came.

c) Système à genouillère:

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

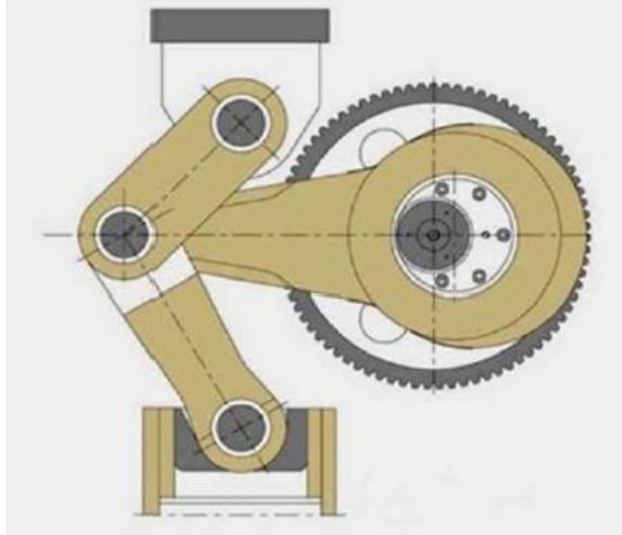


Figure II 6 Système à genouillère.

➤ **Embrayage:**

On distingue trois types d'embrayages:

Embrayage par friction:

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

Embrayage par clavette tournante:

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

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

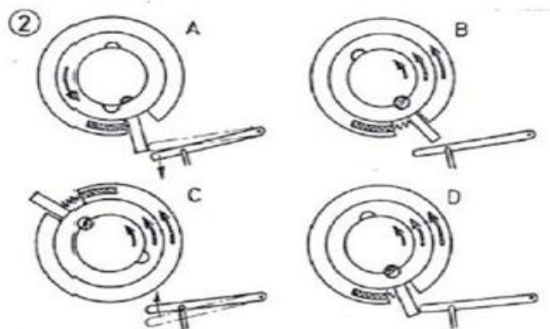


Figure II 7 Embrayage par clavette tournante.

Embrayage par électropneumatique:

Dans cette commande pneumatique, un piston pousse une série de disques de friction, clavetée sur l'arbre, contre le volant, l'embrayage est alors assuré. les ressorts de rappel déplacent les disques dans chaque tour de vilebrequin, par l'intermédiaire d'un système électrique.

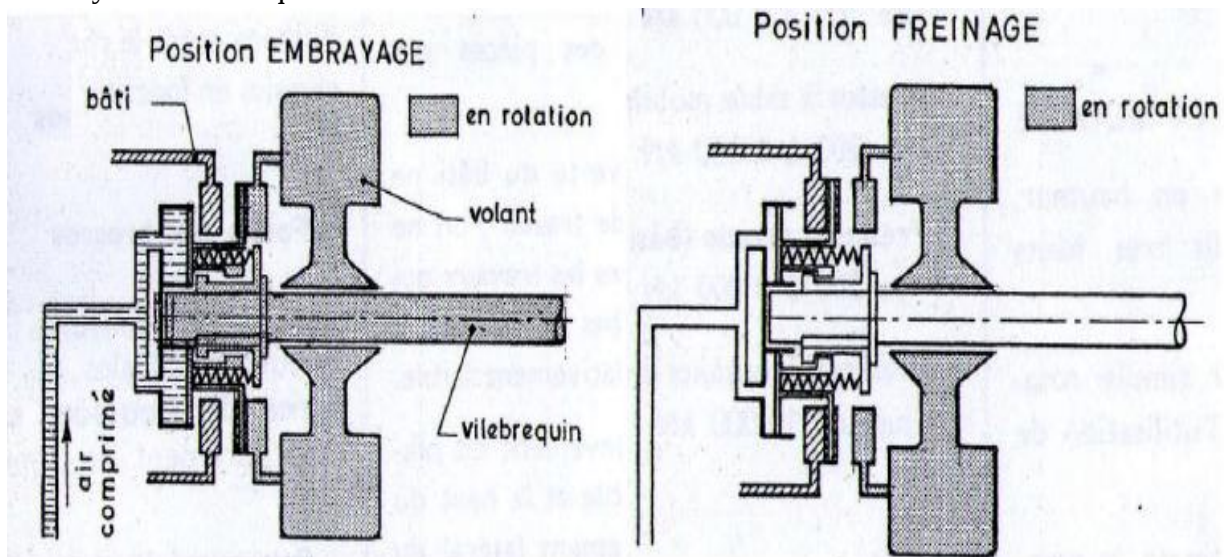


Figure II 8 Embrayage par électropneumatique

3.1.2 Les presses hydrauliques :

Une presse hydraulique est une machine avec un circuit hydraulique qui fournit une grande force de compression. Elle permet de transmettre un effort démultiplié et un déplacement, servant à écraser, déformer un objet ou soulever une pièce lourde. Il est préférable d'utiliser une presse hydraulique plutôt qu'une presse mécanique, lorsqu'il est indispensable de réguler la pression et de la maintenir constante pendant un certain laps de temps.

Ses structures sont comparables à celles des presses mécaniques, ce qui diffère c'est le mode d'action du coulisseau. Elles sont actionnées par la pression d'un liquide (huile) qui entraîne le coulisseau par l'intermédiaire d'un vérin.

Comme toutes les machines hydrauliques, elles offrent par rapport aux machines mécaniques l'avantage d'une plus grande souplesse qui est due aux possibilités de :

Modifier la course du coulisseau.

Avoir de très longues courses.

Régler la pression exercée sur le coulisseau.

Contrôler constamment la pression et la vitesse de descente du coulisseau.



Figure II 9 presse hydraulique

3.2 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.

3.2.1 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 inférieur Logé sous la table qui est destinée à assurer l'effet du serre-flan.



Figure II 10 : presse à simple effet.

3.2.2 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 II 11 presse à double effets.

3.2.3 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 II 12 presses à triple effets

3.3 Les presses selon la forme de bâti

On distingue cinq (05) types :

3.3.1 Presses à col de cygne

Elles sont moins encombrantes à simple ou à double effet, équipée d'un bâti inclinable vers l'arrière de 20°, dégagé sur les trois côtes. Leur puissance varie entre 20 et 130 tonnes force.



Figure II 13 Presse à col de cygne.

3.3.2 Presses à arcade

Sont assemblées sur un bâti monobloc plus rigide que celui à col de cygne et elles sont dotés d'une puissance allant jusqu'à 300 tonne force ; elles peuvent être à simple ou à double effet.



Figure II 14 presse à arcade.

3.3.3 Presses à montant droit

Leurs bâtis sont composés de trois parties, liée entre elles par des tirants en acier (la Table, les montants et le chapiteau), elles ont une puissance de 1000 tonnes force.



Figure II 15 presse à montant droit.

3.3.4 Presses à colonnes

Elles sont très puissantes, jusqu'à 600 tonne force, elles sont équipées de quatre Glissières liant le sommier supérieur et inférieur, elles sont généralement employées pour le Forgeage et le matriçage.



Figure II 16 Presse à colonne.

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. La bigorne permet d'effectuer des poinçonnages latéraux de gros emboutis.



Figure II 17 presse à table mobile et bigorne.

4 Caractéristiques 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 coupe/minute) ;
- La dimension du coulisseau (mm²)
- La hauteur de l'outil fermé (mm).

5 Exigence de choix d'une presse :

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

Type de travail à envisager

L'effort nécessaire (nature de transmission de mouvement)

Dimension de l'outil et de la pièce

Longueur de course des coulisseaux

Cadence nominale de fonctionnement.

Entretien et mise en œuvre.

6 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 :

presses	mécanique	hydraulique
Avantages	- Les presses hydrauliques sont très robustes et fiables. Elles peuvent créer une grande quantité de tonnage pression. - Elles sont idéales pour l'hydroformage qui est une technique de formation des métaux nécessitant la présence d'un agent liquide. - Elles sont lentes ce qui donne suffisamment de temps au métal pour se former. - Le tonnage de la presse est facilement ajusté ce qui permet des opérations avec petit tonnage pour les matrices fragiles. - Destinés pour les travaux de grandes séries	- Un moteur plus puissant que celui de la presse mécanique parce qu'il n'y a pas un volant d'inertie pour stocker l'énergie. - Arrêt du coulisseau à n'importe quelle position de travail. - Modification de la course du coulisseau. - Très souples. - Vitesse de réglage et de travail lente. - Vitesse d'approche et de retour rapide.
Inconvénient	- 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.	-La maintenance de la presse hydraulique est plus difficile que celle de la presse mécanique car les pannes de cette dernière sont facilement détectables. - Cependant, les presses hydrauliques demandent beaucoup de maintenance. L'huile doit toujours être présente à l'intérieur de la presse. - Risque de pannes (joints, pompes...etc..). - Moins rapides dans les cadences élevées.

Tableau II 1 Avantages et inconvénients des presses mécaniques et des presses hydrauliques.

7 La différence entre la presse mécanique et la presse hydraulique

Une presse mécanique est mue par la force musculaire ou avec un moteur électrique et la transmission de l'effort se fait avec une cinématique ex : crémaillère, engrenages, poulies, excentriques.

Les presses hydrauliques peuvent assurer beaucoup de caractéristiques.

Une autre différence c'est que la presse hydraulique demande plus de temps et d'énergie pour la maintenance que la presse mécanique.

Une presse hydraulique est mue par un fluide, eau, huile, avec une pompe soit manuelle soit électrique ou thermique et l'effort est produit par un vérin, ce type de presse permet d'obtenir des efforts plus importants que les systèmes mécaniques. [6]

Les Outils

1 Introduction

L'outil de presse est au cœur des projets de développement des pièces découpées et mises en forme sur presses. Il contient l'essentiel du savoir-faire du métier : gammes de formage, technologies de construction de l'outil, liens avec la pièce fabriquée et la presse sur laquelle il sera monté, mise au point et maintenance de l'outil.

2 Définition

Un outil de presse est une construction mécanique de précision, supposée indéformable et, en général, composée d'une partie mobile supérieure bridée sur le coulisseau et d'une partie inférieure fixe bridée sur la table de la presse. Cet ensemble, parfaitement guidé, permet de travailler la tôle par des opérations successives de découpage, pliage, cambrage,... [7]

3 Les éléments principaux des outils :

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 éléments telles que : Porte poinçon, Serre-flan, semelles ; etc....

On peut classer les outils suivants les opérations auxquels ils sont destinés : découpage, poinçonnage, détournage, etc....

3.1 Poinçon :

Le poinçon est un outil de presse qui permet de donner une forme à un flan découpé.

Cette forme de flan est celle de poinçon. Il est nécessaire de vérifier les poinçons à la compression et au flambement pour déterminer leur longueur.

3.2 Matrice :

3.3 Dépouille :

Aucune dépouille sur le poinçon, il a une section constante pour conserver exactement ses dimensions après affutage.

L'angle de dépouille dépend de la matière qui forme la matrice :

32

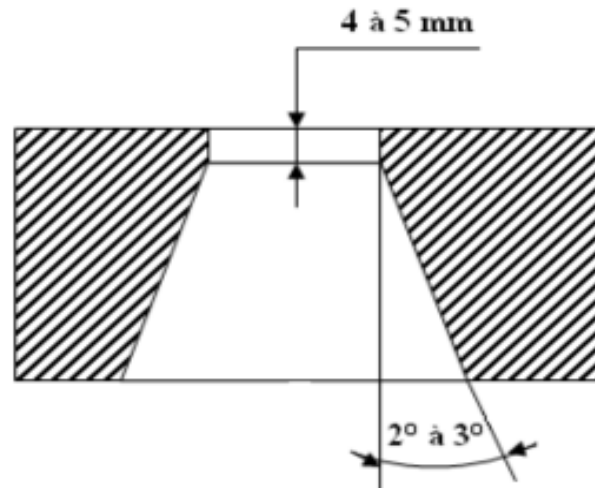


Figure II 20 Angle de dépouille de la matrice de 2° à 3°

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

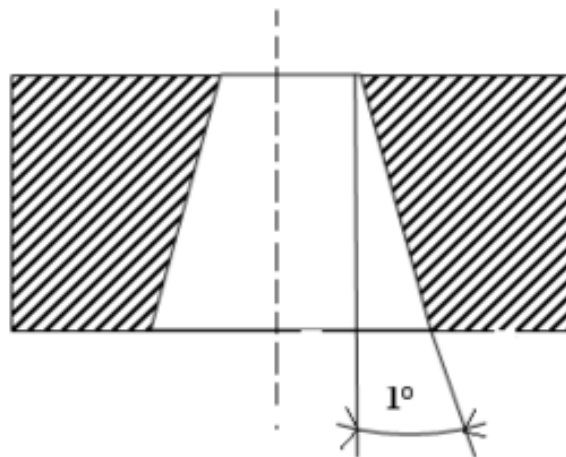


Figure II 21 Angle de dépouille de la matrice de 1°

3.4 Usure des poinçons

L'usure des poinçons est due au mouvement relatif entre l'outil et la pièce à travailler, cette usure se manifeste sur toute la surface du poinçon. Pendant la phase de pénétration, la diminution brutale de l'effort de coupe engendre des vibrations dans la pièce à travailler, et cause un resserrement de la matrice sur les flans du poinçon ce qui favorise l'usure suivant :

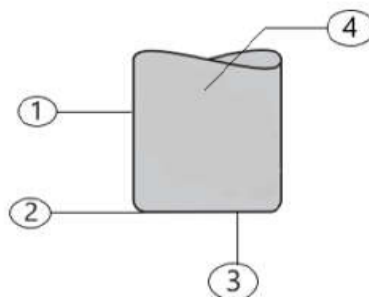


Figure II 22 usure de poinçon.

- 1-usure libre.
- 2-usure des arrêtes de coupe
- 3-usure de la surface de pression
- 4-poinçon.

3.5 Affutage :

Après découpage de nombreuses pièces (de 50 à 200000 pièces pour les outils en acier) les arrêtes coupantes s'émoussent et s'arrondissent.

Après démontage de l'outil, poinçon et matrice sont affutés par rectification plan.

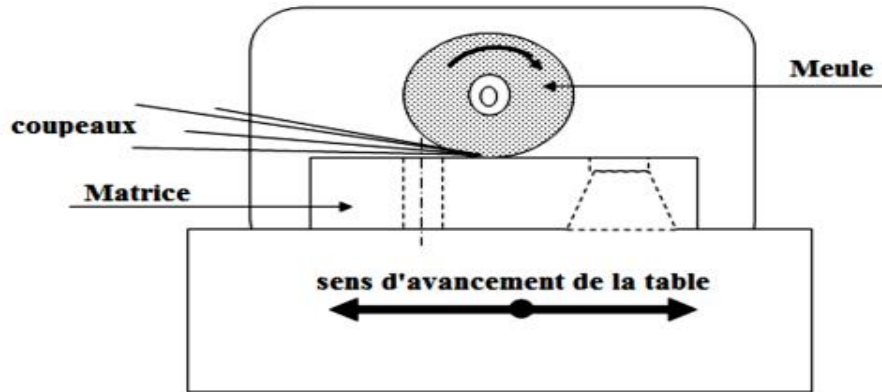


Figure II 23 Affutage de la matrice.

3.6 La lubrification des poinçons et des matrices :

Il est important de garder les poinçons et les matrices dans de bonnes conditions, pour conserver la précision, la qualité de poinçonnage ainsi que leur longévité. Il faut huiler chaque poinçon et matrice lors du montage en tourelle et production. La figure ci-dessous illustre les parties à huiler.

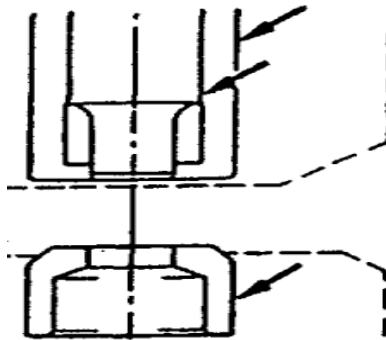


Figure II 24 Lubrification des poinçons et matrices.

4 Différents types d'outil de presse

Il existe plusieurs types d'outil de presse

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

4.1 Outils de découpage :

4.1.1 Outil découvert :

Outil simple découvert :

Ce type d'outil est constitué uniquement d'un poinçon et d'une matrice. Il ne peut être employé dans les travaux de série du fait de la remonter de la bande de tôle avec le poinçon.

En effet, cette bande n'est pas guidée sur la matrice et doit être déplacée à vue après chaque coup de presse.

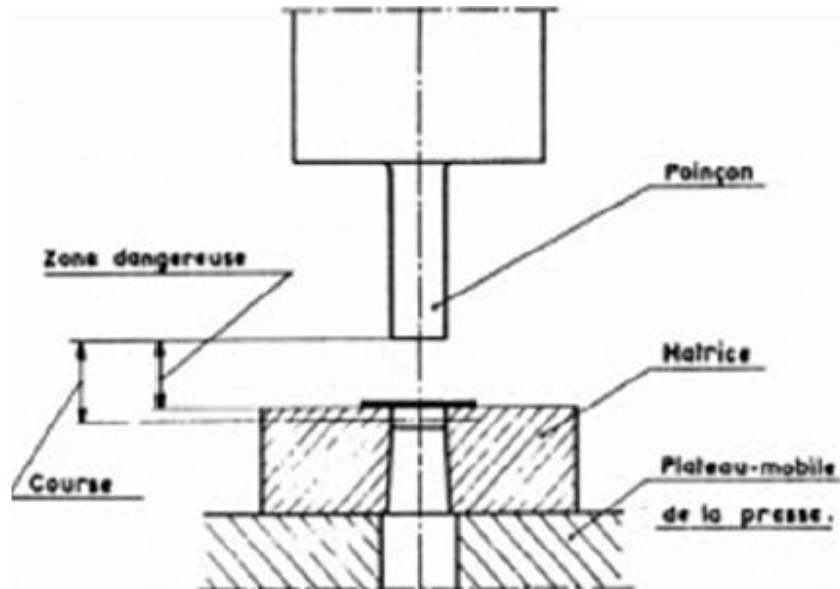


Figure II 25 Outil à découvert simple

Outil découvert à butées :

Utilisé pour les procédés de découpage des flans circulaires, il comporte deux butées pour assurer le guidage de la bande, et l'autre (butées 2) assure le contrôle de l'avance

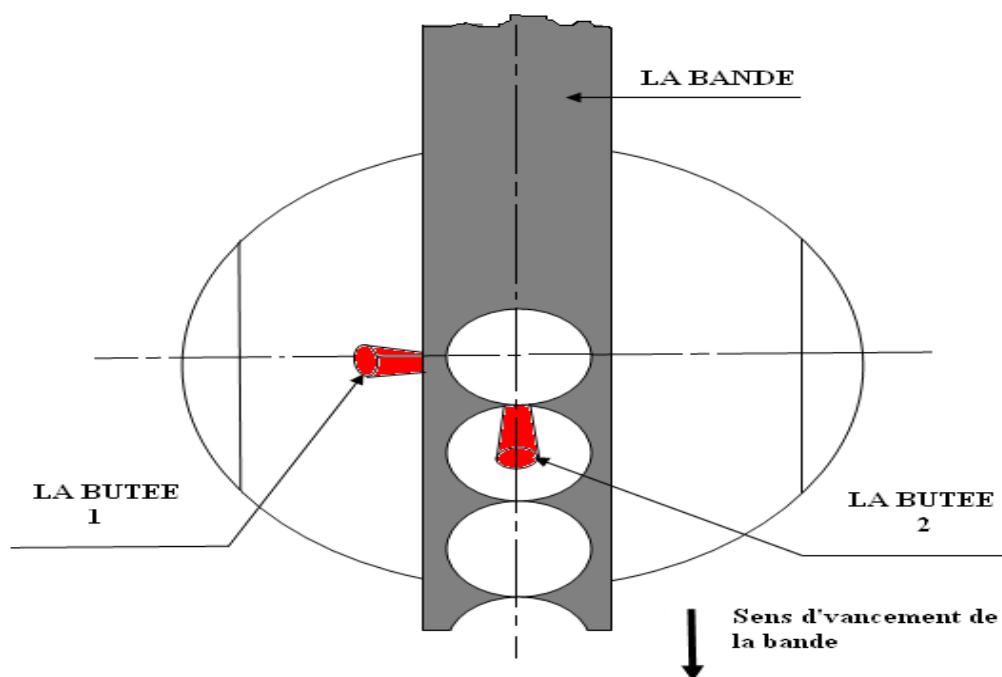


Figure II 26 Outil découvert à butées.

4.1.2 Outil à presse-bande :

Il est appelé aussi outil à colonne, deux à quatre colonnes assurent le guidage de la partie mobile (supérieure) de l'outil.

Dans cet outil, le maintien des tôles pendant les opérations de (découpage, emboutissage...) assurer par la presse-bande ou serre-flan (dévêtisseur), et d'éviter ainsi toute déformation de la pièce.

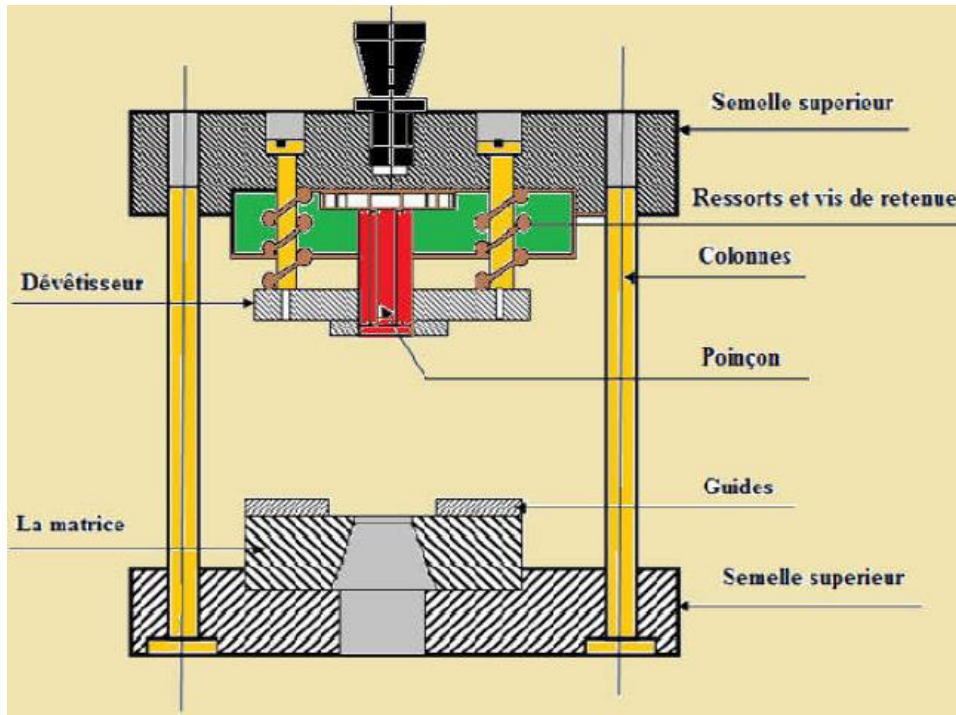


Figure II 27 Outil à presse-bande.

4.1.3 Outil suisse (outil bloc) :

Dans ce type d'outil, la tôle, découpée et poinçonnée simultanément, et la précision des pièces obtenues dépend de la précision de l'outil.

L'outil suisse est un outil à presse-bande mais inversé, le poinçon est sur la partie inférieure, et la matrice sur la partie supérieure. La pièce obtenue reste dans la matrice et elle est extraite en haut de course par un éjecteur.

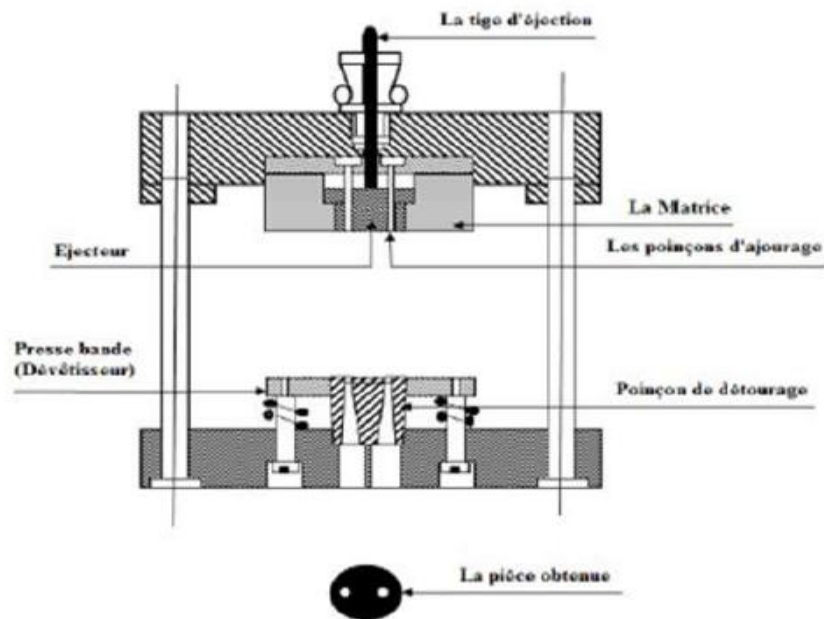


Figure II 28 Schématisation d'un outil suisse.

4.1.4 Outil à contre-plaque :

Utilisé pour les tôles d'épaisseur inférieure à 2mm. Il existe deux types d'outils :

a. À engrenage :

L'avance de flan sur la matrice est assurée par un engrenage. Ce dernier tourne et entraîne avec lui le flan, et pour la bon précision de l'avance, on a limitée La longueur de déplacement de la pièce (pas) par une butée de départ qui met la tôle en position lors du premier coup de presse.

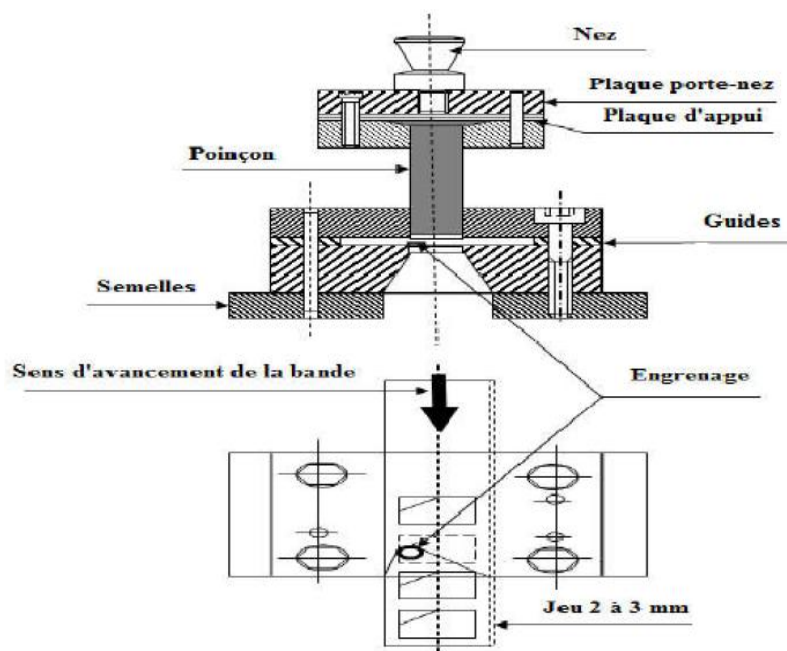


Figure II 29 Outil à engrenage.

b. **À couteau :**

La même conception que l'outil à engrenage, il est équipé d'un couteau à la place de l'engrenage pour le contrôle d'avance de la tôle.

Le couteau, est un poinçon latéral qui coupe sur une largeur de 3 mm, et sa longueur est égale au pas.

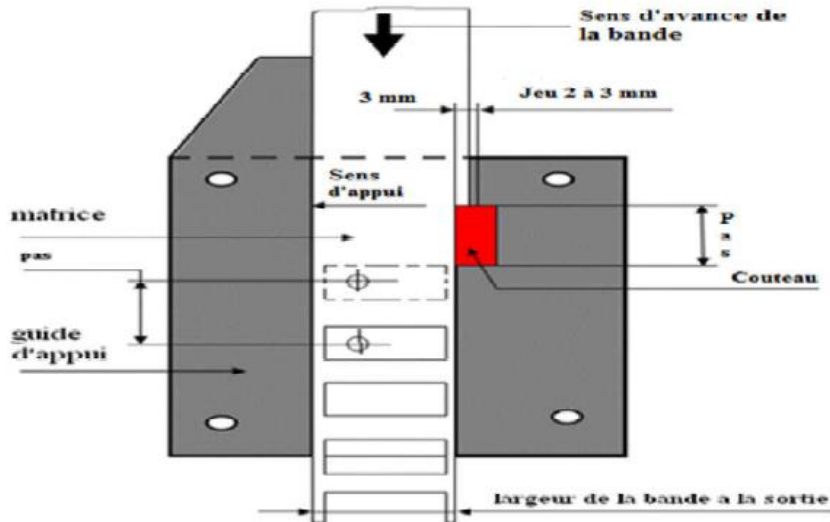


Figure II 30 Outil à couteau

4.1.5 **Outil de détourage :**

Utilisé généralement pour la finition des pièces embouties ou plies, par le découpage de l'excédent bord des pièces obtenues. Il est indispensable de détourer pour obtenir des bords francs.

On distingue trois types d'outils de détourage :

a. **Outil de détourage normal :**

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

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

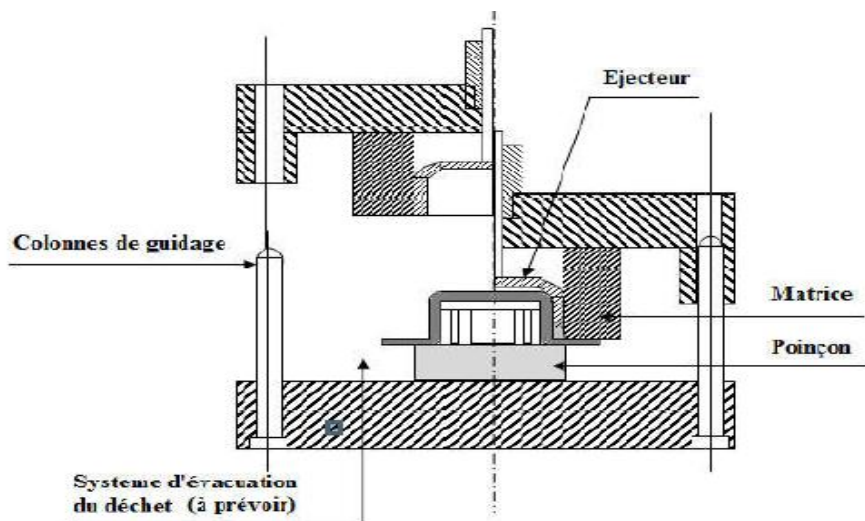


Figure II 31 Outil de détournage normal.

b. Outil de détournage à Ras :

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

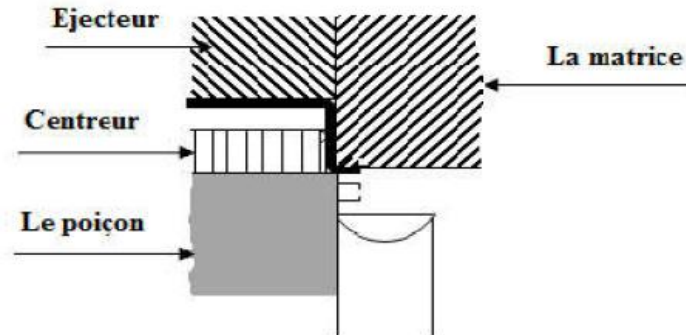


Figure II 32 Outil de détournage à ras

c. Outil de détournage-poinçonnage :

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

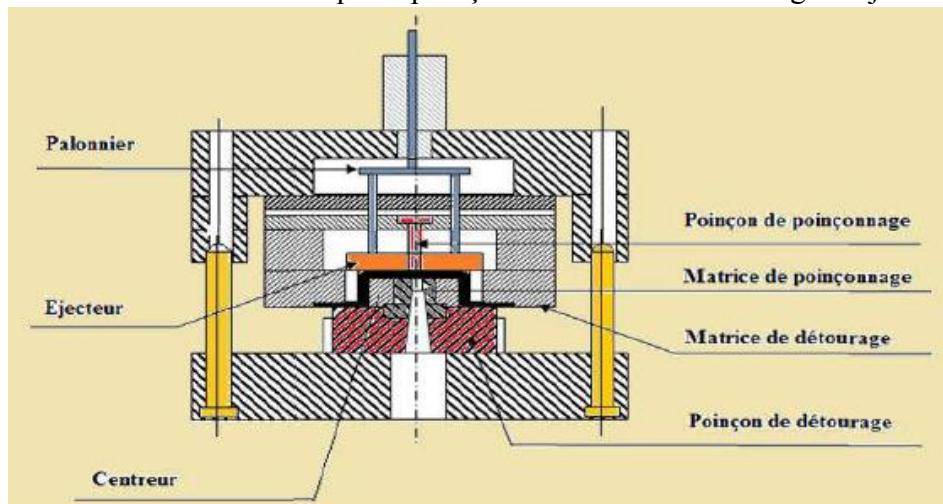


Figure II 33 Outil de détournage-poinçonnage.

4.2 Outil de reprise :

On distingue deux types d'outils :

4.2.1 Outil de poinçonnage à contre-plaque :

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

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

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

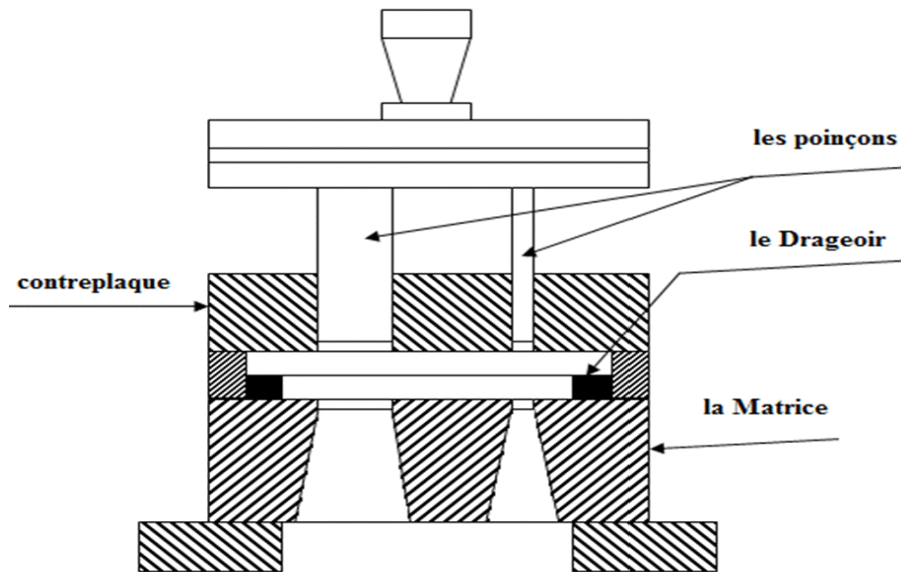


Figure II 34 Outil de poinçonnage à contre- plaque.

4.2.2 Outil de poinçonnage à serre-flan :

Cet outil convient pour les flans de faible épaisseur (inférieure à 1 mm). Comporte des colonnes de guidage pour assurer le centrage des poinçons par rapport à la matrice.

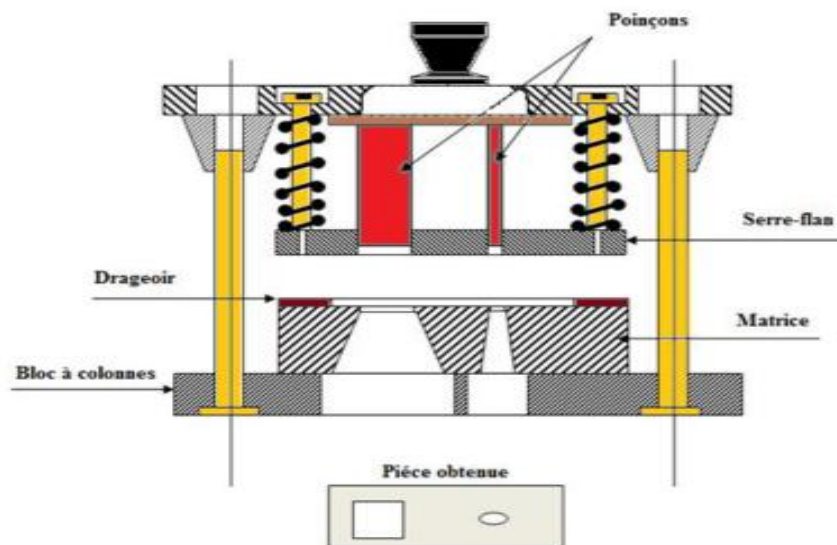


Figure II 35 Outil de poinçonnage à serre-flan.

4.3 Outil combiné :

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

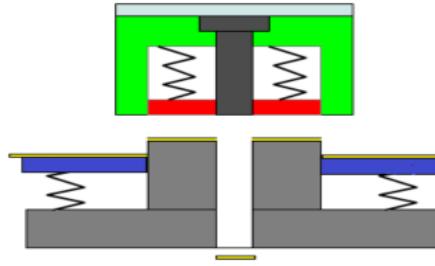


Figure II 36 Outil combiné.

4.4 Outils d'emboutissage :

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

Est généralement composé d'une matrice, un poinçon et d'un serre-flan. Ce dernier est assure le maintien des tôles pendant l'emboutissage.

Dans le cas de montage de l'outil sur une presse à simple effet le serre-flan actionné par des ressorts de rappels, et à la presse à double effets, le serre-flan porté par des coulisseaux extérieurs.

4.4.1 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 entraine la pièce formée à travers la matrice. Au cours de l'opération les parois de l'embouti augmentent légèrement l'épaisseur de la sortie de la matrice. A la remontée du coulisseau de la presse, la pièce est décrochée du poinçon par la face inférieure de la matrice.

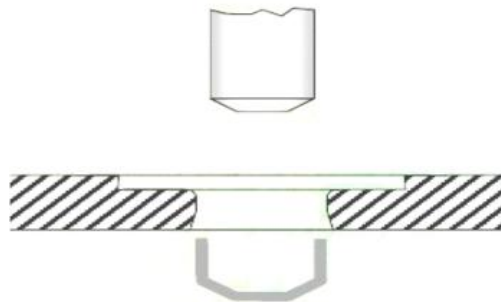


Figure II 37 Outils d'emboutissage sans serre-flan.

4.4.2 Outil à serre-flan :

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

- Outil monté sur presse à simple effet

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

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

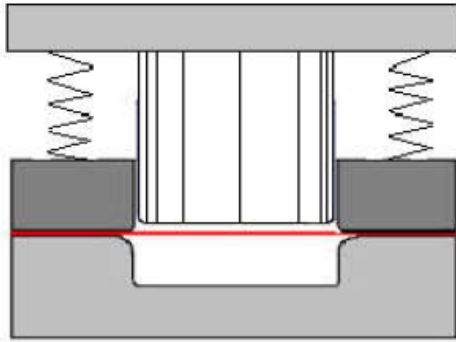


Figure II 38 Outil à serre-flan monté sur presse à simple effet.

4.4.3 Outil monté sur presse à double effets

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

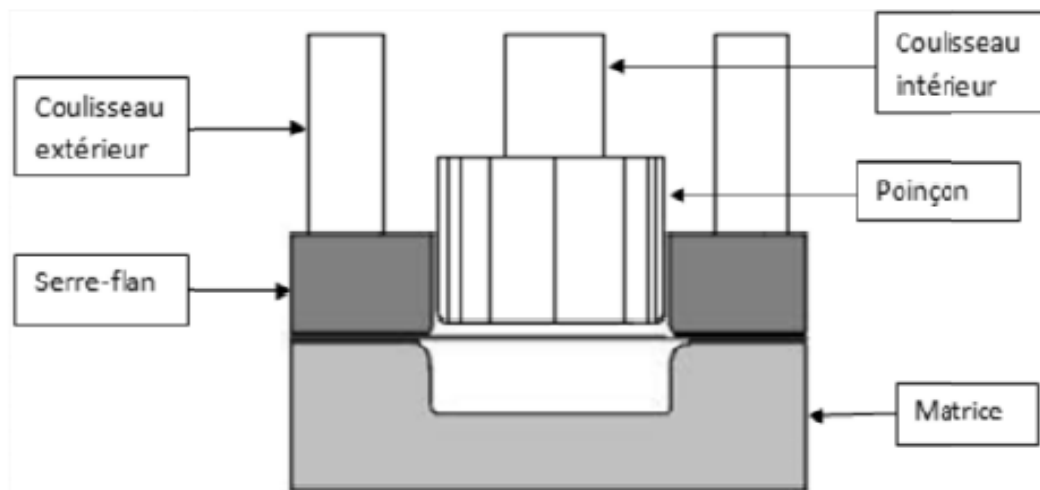


Figure II 39 Outil à serre-flan actionné par coulisseaux.

4.4.4 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.

a. Outil de cambrage en V :

Utilisé pour obtenir des pièces en forme de cornière. L'angle de la pièce à réaliser, est obtenu par la forme «V» de la matrice et de poinçon, et d'un drageoir fixé sur la matrice qui centre le flan à cambrer.

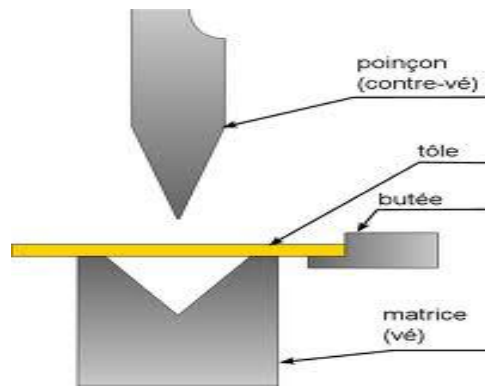


Figure II 40 Outil de cambrage en V.

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 de U et il travaille symétriquement.

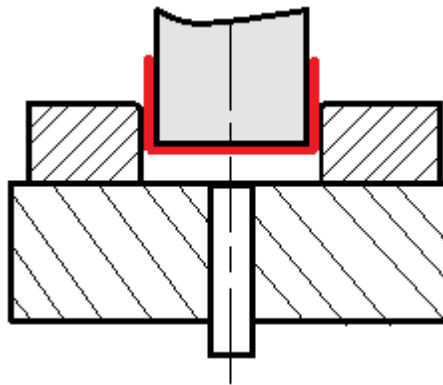


Figure II 41 Outil de cambrage en U.

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.

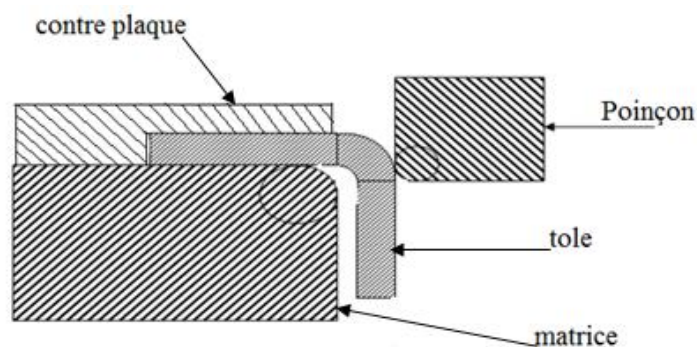


Figure II 42 Outil de cambrage en équerre

4.4.5 Outil à cames :

Dans ce type d'outil, la came est utilisée pour transformer le mouvement vertical du coulisseau en mouvement horizontal, oblique ou verticale en sens contraire.

Elles sont utilisées dans les outils de découpage, pour réaliser des poinçonnages latéraux, et aussi lorsque plusieurs opérations simultanées sont réalisées sur le flan.

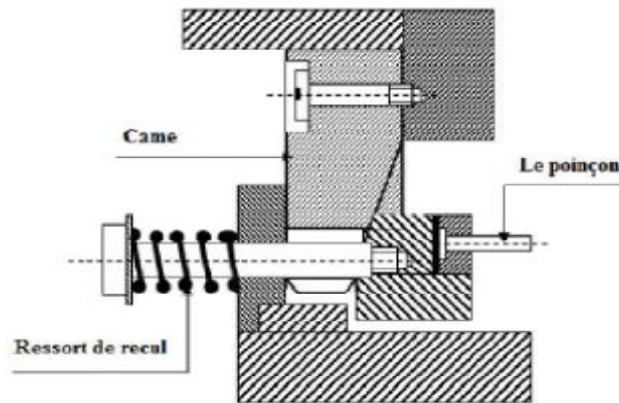


Figure II 43 Outil à came

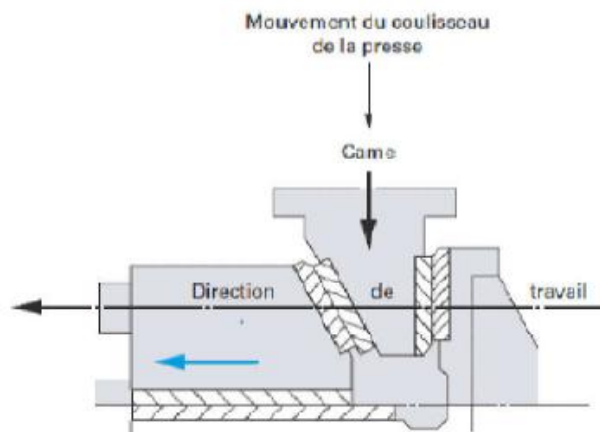


Figure II 44 principe de fonctionnement d'une came dans un outil.

5 Montage des outils sur les presses :

5.1 Petites presses :

- Partie inférieure de l'outil :

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

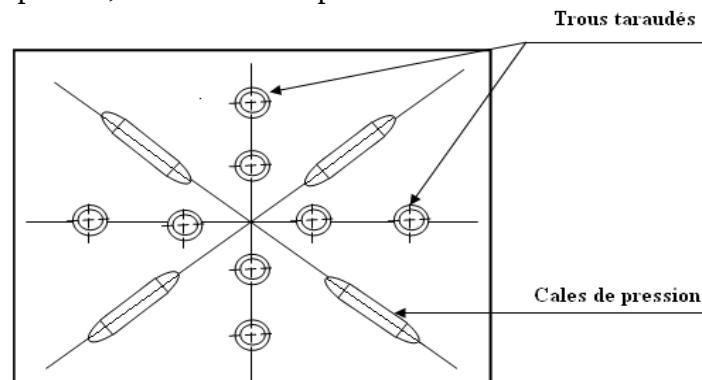


Figure II 45 Plateau de presse.

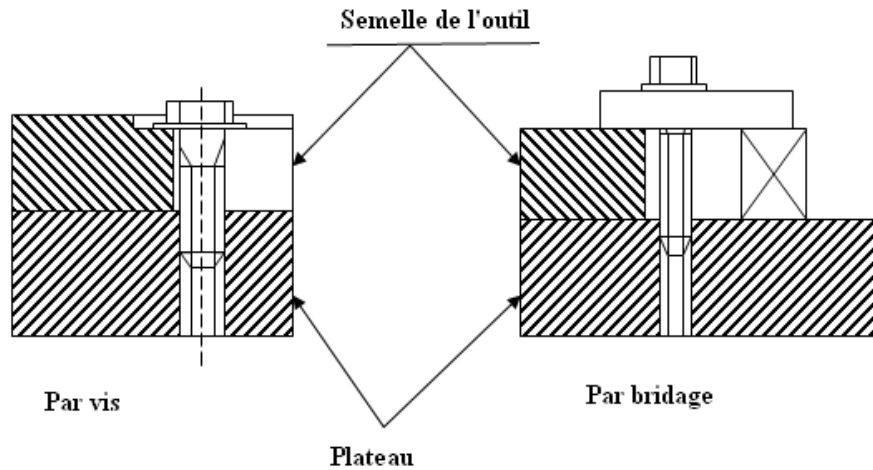


Figure II 46 Système de fixation des semelles sur le plateau.

➤ Partie supérieur 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.

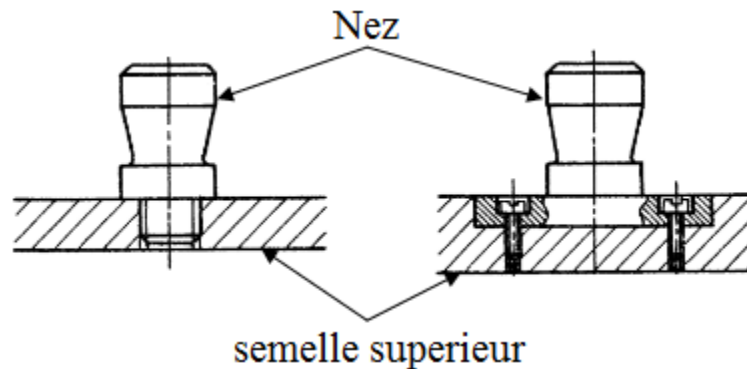


Figure II 47 : Système de fixation de la partie supérieure de l'outil.

5.2 Grosse presse :

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

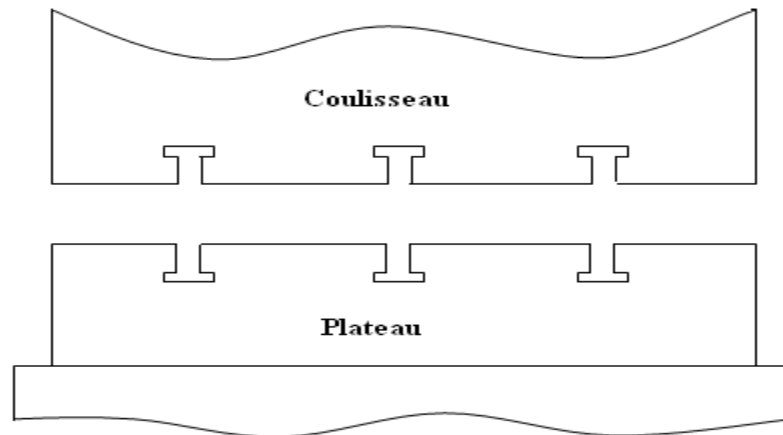


Figure II 48 Système de fixation pour les grosses presses.

6 Monté sur une presse à simple effet :

6.1 Outil direct :

Les outils directs qui se montent sur presses à simple effet.

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

L'effort applique sur le serre-flan est obtenu par ressorts qui se situent au-dessus du serre-flan et la matrice qui occupe la partie inferieur

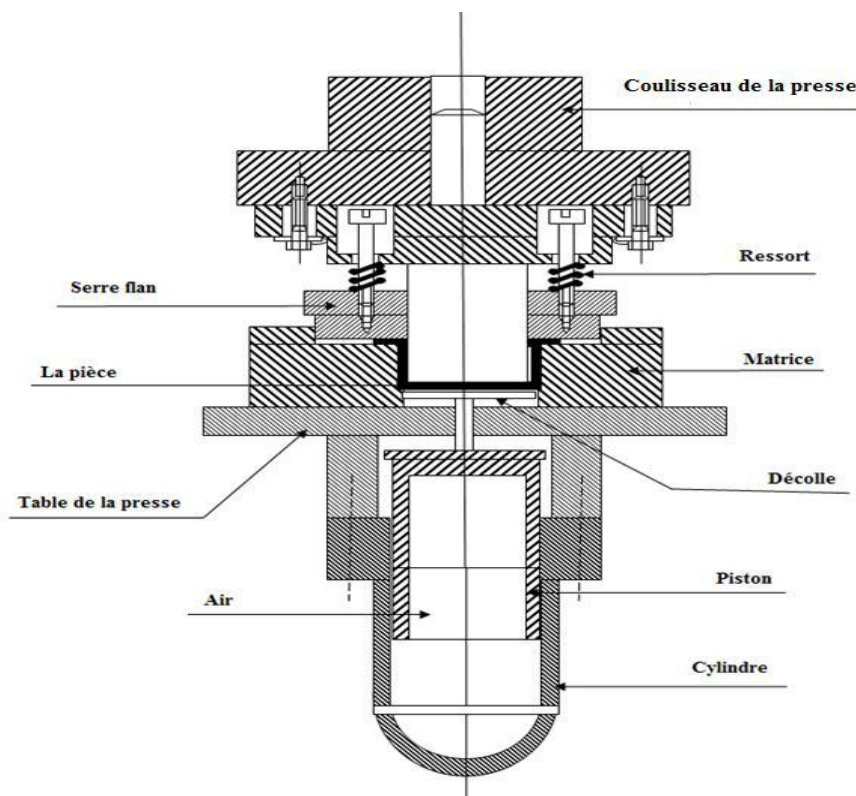


Figure II 49 Outil direct

6.2 Outil inverse :

A l'inverse de l'outil direct. La matrice est placée sur les coulisseaux (partie supérieure) et le poinçon est fixe sur la table (partie inferieure de l'outil), compte au serre-flan. Il est actionne par des chandelles a pression.

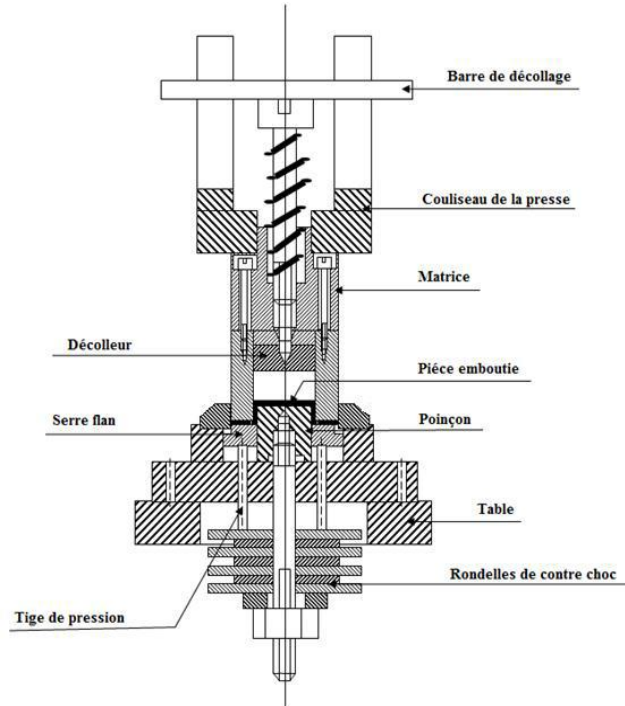


Figure II 50 Outil inverse

7 Conclusion

Ce chapitre nous permet d'avoir un aperçu global sur les différents types de presses, leur principe 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 la conception des outils de presses, aussi l'amélioration des systèmes, et les mécanismes montés dans ces machines.

Les presses peu importe leurs types sont très importantes dans l'industrie et sont largement utilisés pour concevoir beaucoup de produit qu'on utilise quotidiennement.

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

Alors Pour permettre d'atteindre les objectifs de production, le choix d'une presse mécanique est basé sur les besoins spécifiques des applications.

Chapitre III Généralités sur les matériaux

1 Introduction

Lors de la conception d'une pièce, le choix du matériau le constituant est une étape essentielle puisqu'elle va conditionner en partie:

Ses formes,

Ses dimensions,

Les procédés pour sa réalisation.

On compte actuellement plus de 60000 matériaux techniques répartis en 4 grandes familles:

Les métaux

Les céramiques.

Les matières plastiques,

Les composites.

Les Systèmes Automatisés appartenant au domaine de la fabrication unitaire, les composites ou céramiques, qui nécessitent des moyens d'élaboration et de mise en œuvre complexes et donc très onéreux, ne seront jamais utilisés en conception.

Le choix se fera donc entre métaux et matières plastiques qui constituent à eux seuls une gamme très vaste de matériaux, et devra être fait à partir de critères techniques et économiques très précis.

2 Propriétés des matériaux

On peut classer les propriétés des matériaux en trois grandes catégories

Mécaniques :

Les propriétés mécaniques dépendent de la température d'utilisation, de l'état de surface, des conditions d'application des efforts, de la vitesse de déformation. Elles sont déterminées, avec un certain intervalle de précision, au moyen des essais normalisés (traction)

La résistance : caractérise la contrainte maximale que peut supporter un matériau avant de se rompre.

La dureté : résistance d'un matériau à la pénétration.

La ductilité : capacité du matériau à se déformer de manière irréversible avant de rompre.

La rigidité : fonction de l'intensité des liaisons entre atomes ou molécules (module d'Young).

La ténacité : capacité d'un matériau à emmagasiner de l'énergie avant sa rupture.

Physiques :

Thermique : conductivité thermiques, capacité thermiques

Electrique : conductivité électriques, résistance

Magnétique : perméabilité et susceptibilité magnétique

Optiques : réflectivité, indice de réfraction

Chimiques :

Potentiel hydrogène (PH)

Polarité

Réactivité

Résistance à la corrosion

Tension superficielle

Le choix d'un matériau dépend de plusieurs critères :

Caractéristiques mécaniques : limite élastique, masse, dureté, résilience...

Caractéristiques physico-chimiques : comportement à la corrosion, vieillissement...

Caractéristiques de mise en œuvre : usinabilité, soudabilité, trempabilité...

Caractéristiques économiques : prix, disponibilité, expérience industrielle...

3 Définition sur les aciers

Les aciers sont essentiellement des alliages de fer et de carbone, qui contiennent en outre certains autres éléments introduits en faibles quantités au moment de leurs élaboration (dans les aciers alliés, on introduit par exemple des éléments d'alliage dans le but de modifier les propriétés des aciers de base). Dans tous les cas, la teneur en carbone des aciers est inférieure à 1.5%. En fonction du nombre d'élément d'alliage ajoutés au fer et de leur teneur, les aciers présentent un très grand nombre de nuances différentes. On peut classer les divers types d'alliages à base de fer selon leur composition chimique ou selon leur domaine d'utilisation. C'est cette dernière classification que nous adoptons ici et qui nous permet de considérer les quatre familles suivantes :

Les aciers au carbone d'usages général;

Les aciers de traitements thermiques, alliés ou non ;

Les aciers à outils;

Les aciers inoxydables.

Il existe d'autres alliages à base de fer qui ne sont pas des aciers, comme les fontes et les ferroalliages.

Structure des aciers

On distingue trois types d'aciers, selon la teneur en carbone :

- a- L'acier du type hypoeutectoïde : (%C compris entre 0,002% et 0,85%) formé de perlite (ferrite α + cémentite Fe_3C) caractérisée par une structure en lamelles enveloppée dans une phase ferritique.
- b- L'acier du type eutectoïde : (%C = 0,85%) formé de 100% perlite (ferrite α + cémentite Fe_3C) caractérisée par une structure en lamelles □ □

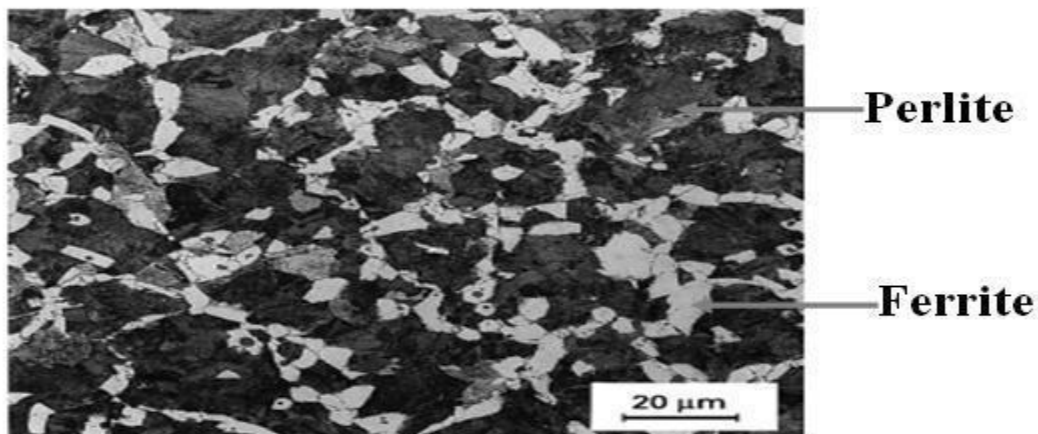


Figure III 1 Microstructure d'un acier hypoeutectoïde

4 Classification des aciers

Les aciers sont classés comme suit

4.1 Classification des aciers selon le diagramme d'équilibre

D'après le diagramme d'équilibre fer-carbone, on distingue trois types d'aciers :

Aciers hypoeutectoïdes, Aciers eutectoïdes, Aciers hypereutectoïdes.

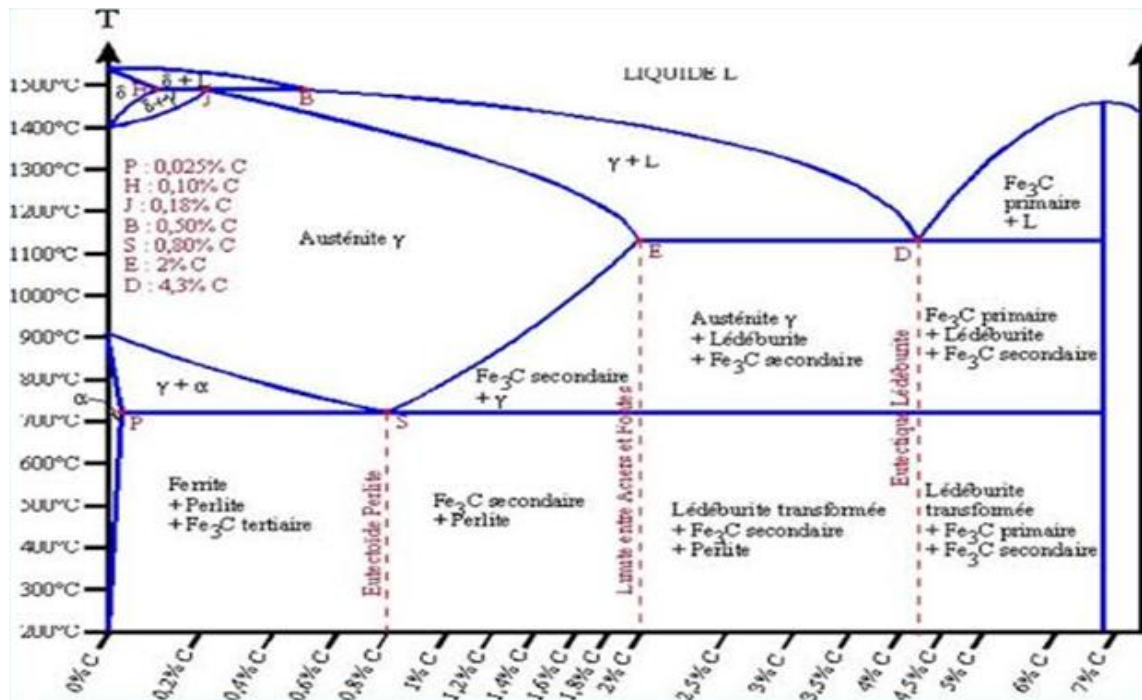


Figure III 2 diagramme fer carbone.

4.2 L'obtention de l'acier :

L'acier est généralement obtenu par une opération de deux phases :

- 1^{ere} phase : introduction et la combustion du minéral de fer dans un haut fourneau jusqu'à la fusion. On obtient la fonte (matériau à plus de 1.7 % de carbone).
- 2^{eme} phase : Conversion de la fonte liquide en acier à une température de 1500°C. Cette opération consiste à décarburer la fonte. L'acier obtenu a un taux de carbone inférieur à 1.7 %.

- A la fin de l'élaboration de l'acier liquide, celui-ci est coulé dans des lingotières (moules en cuivre). On obtient des barres solides, carrées ou rectangulaires.

5 Types d'aciers

Du fait du nombre élevé d'éléments ajoutés au fer, de la gamme entendue de leur teneur, les aciers présentent un nombre assez grand de nuances différentes. On peut les classer alors selon leur composition chimique, ou bien selon leur domaine d'utilisation. C'est cette dernière classification, qui nous permet de considérer les quatre familles suivantes.

5.1 Aciers ordinaires

Les aciers d'usage général ou bien acier ordinaire, sont aussi appelés aciers au carbone.

Ils ont une teneur maximale de 0.25% en masse de carbone, constituant environ 80% de la production des aciers. Ces aciers contiennent des éléments d'addition en faible quantité.

Nuance	Pourcentage de carbone(C)	Résistance R_m (MPa) état recuit	Emplois
Extra- doux	$C < 0.15$	330-420	Tôles pour carrosseries. Feuillards, quincaillerie, pièces de forage
Doux	$0.15 < C < 0.20$	370-460	Charpente métallique, profilés, construction mécanique courante, boulons, fils ordinaires.

Demi-doux	$0.20 < C < 0.30$	80-550	Pièces de machines pour applications mécaniques, pièces de bâtis moulés, pièces forgées.
Demi-dur	$0.30 < C < 0.40$	550-650	Petit outillage, éléments de machines agricoles, organes de transmission
Dur	$0.40 < C < 0.60$	650-750	Pièces d'outillage, d'armement, glissières, rails et bandages, ressort, coutellerie, pièces moulées et traitées.
Extra-dur	$0.60 < C$	>750	Outils d'usinage et découpage, câbles, ressorts

Tableau III 1 Aciers d'usage général.

5.1.1 Propriétés des aciers ordinaires

Les principales propriétés de ces aciers susceptibles d'être améliorées sont, comme suit :

Une résistance mécanique à l'état normalisé ou à l'état recuit ;

La trempabilité ;

Une bonne soudabilité ;

Une tenue à chaud ;

Une résistance à l'usure et à la corrosion ;

Insensible au traitement thermique ;

Amélioration des propriétés par écrouissage ;

Limite d'élasticité intéressante.

5.1.2 Généralité sur l'acier doux

L'acier doux est la forme la plus courante car son prix est relativement faible, et le matériau présente des propriétés compatibles avec de nombreuses applications. Cet acier contient généralement moins de 0,25 % de carbone et une quantité négligeable d'éléments d'alliage.

Le matériau présente une bonne soudabilité, et il est utilisé dans la plupart des applications de fabrication générale et structurelles en acier. Ces Propriétés spécifiées: ténacité, formabilité, grosseur de grain...

a- Aciers extra-doux

Sont des aciers dont la teneur en carbone est comprise entre 0,05 et

0,1%. Ils contiennent uniquement de la ferrite et une faible quantité de perlite et de cémentite tertiaire.

b- Aciers doux

La teneur en carbone de ces aciers est comprise entre 0,1 et 0,25%.

c- Aciers mi- doux

Leurs teneurs en carbone sont comprises entre 0,25 et 0,4%.

5.2 Aciers à outils

Les aciers à outils ont une importance technologique primordiale, aucune étape de la fabrication et quel que soit le procédé employé ne peut se passer d'outil. la production mondiale de ce genre d'acier ne représente qu'un faible pourcentage.

Les caractéristiques d'utilisation de ces aciers sont semblables à celles des aciers alliés, mais elles exigent l'amélioration d'un certain nombre de propriétés : la dureté, la trempabilité, la tenue à chaud, la ténacité, la résistance et la résistance aux chocs thermiques.

Ces aciers sont destinés pour des travaux à froid, des travaux à chaud, ainsi que le formage et l'usinage.

5.2.1 Les principales propriétés des aciers à outils sont :

- Une dureté à l'ambiante supérieure à 60HRC.
- Un maintien d'une dureté et d'une ténacité élevée à chaud addition importante d'éléments carburigènes tels que (W, Mo, V) associés au chrome (qui améliore la trempabilité) et au cobalt.
- Elaboration et traitements thermomécaniques complexes.
- Résistance au frottement, à l'usure, et à la fatigue est améliorée par des traitements superficiels.

5.2.2 Classification des aciers à outils :

Il est intéressant de classer ces aciers selon la température atteinte par la partie active en cours de service, c'est-à-dire d'utiliser comme critère la résistance à l'adoucissement en fonction de la température (ou la dureté à chaud). On range les aciers en quatre classes ;

A- Aciers non alliés pour travail à froid

B- Aciers alliés pour travail à froid

C- Aciers alliés pour travail à chaud

D- Les aciers rapides : Les éléments d'alliage de base sont W, Mo, V, C

5.2.3 Propriétés d'usage

Elles peuvent être séparées en deux catégories:

- *celles qui font l'objet d'une garantie:* R_m , R_e , A, à 20°C, ou la limite élastique à chaud R_p^t , la résilience à température donnée Kc.

- *celles données à titre indicatif:* résistance au fluage (allongement donné, de 0,5 ou 1% à température donnée, en un temps donné : 10000 ou 100000 heures), à la fatigue (limite d'endurance dépendant de nombreux facteurs pour 10⁷ cycles pour les aciers)

5.3 Aciers inoxydables

Les aciers inoxydables comprennent un ensemble de familles d'alliages à base de fer dont la principale propriété est la résistance à la corrosion généralisée. Toutefois, bien qu'on les qualifie d'inoxidables, ces aciers ne sont pas dans tous les cas totalement exempts d'une possibilité de corrosion.

Le chrome est l'élément essentiel qui, à des teneurs supérieures à environ 12% rend l'acier inoxydable en favorisant, en milieu oxydant, la formation d'un film passif à sa surface.

Choix de la nuance des aciers inoxydables

Le choix de la nuance dépend principalement :

Des conditions atmosphériques et environnementales.

De la conception architecturale.

De l'aspect de surface à obtenir.

De la fréquence des entretiens.

5.4 Aciers de Traitement Thermique

Les aciers alliés ou non alliés de traitements thermiques sont définis, en fonction de leur composition chimique. Cette dernière permet de déterminer les traitements qu'on peut leur appliquer en fonction des propriétés recherchées.

Dans cette classification, la désignation indique la teneur en carbone contenu dans l'acier ainsi que la teneur des principaux éléments d'addition dans le cas d'aciers alliés

On distingue 3 familles :

Les aciers Non alliés

Les aciers Faiblement alliés

Les aciers Fortement alliés

5.4.1 Les aciers non alliés

Ils se caractérisent par un ajustement précis de leur composition chimique, par une plus grande pureté ainsi que par une très faible quantité des éléments d'addition (manganèse, chrome, nickel, molybdène). Certains d'entre eux conviennent pour les traitements thermiques (cémentation, trempe).

Leur désignation se compose de la lettre C suivie du pourcentage de la teneur moyenne en carbone multipliée par 100 :

C35 → acier non allié contenant 0,35% de carbone

C45 → acier non allié contenant 0,45% de carbone

Nuance	R_e MPa	R_r MPa	A%
C20	290 à 340	470 à 650	20 à 22
C25	320 à 370	500 à 700	19 à 21
C30	350 à 400	550 à 750	18 à 20
C35	380 à 430	600 à 780	17 à 19
C40	400 à 460	630 à 800	16 à 18
C50	460 à 520	700 à 900	13 à 15
C60	520 à 580	800 à 990	11 à 13

Tableau III 2 exemple aciers non alliés

Grâce à leurs bonnes caractéristiques mécaniques (dureté, limite élastique, résilience, résistance à l'usure), les aciers non alliés ont un domaine d'utilisation très vaste dans le domaine de la construction mécanique :

Arbres, axes, visserie

Engrenages,

Pièces forgées,

Matrices.

5.4.2 Les aciers faiblement alliés

Sont regroupés dans cette catégorie les aciers pour lesquels aucun élément d'addition ne dépasse 5% en masse.

Leur désignation comprend dans l'ordre :

Un nombre entier, égal à 100 fois le % de carbone,

Un ou plusieurs groupes de lettres qui sont les symboles chimiques des éléments d'addition rangés dans l'ordre des teneurs décroissantes,

Une suite de nombre rangés dans le même ordre que les éléments d'addition, et indiquant le pourcentage de chaque élément.

Attention, les teneurs sont multipliées par un coefficient multiplicateur variable en fonction des éléments d'addition selon le tableau ci-contre:

36 Ni Cr Mo 16 acier faiblement allié contenant 0,36% de carbone et 1,6% de nickel du chrome et du molybdène.

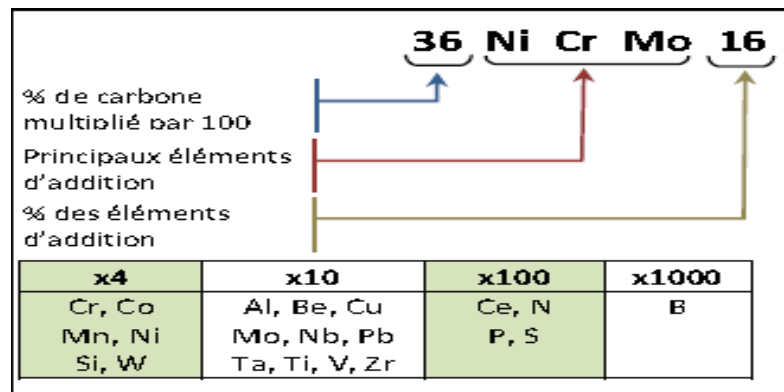


Tableau III 3 acier faiblement allié

Ce sont des aciers à haute résistance dont la plupart acceptent les traitements thermiques et les traitements de surface. Ils sont utilisés pour les pièces mécaniques nécessitant des caractéristiques mécaniques élevées:

Dureté,

Résistance à l'usure

Résistance aux chocs,

Résistance à la rupture.

5.4.3 Les aciers fortement alliés

Ce sont des aciers alliés pour lesquels au moins un élément d'addition dépasse la teneur de 5% en masse.

Leur désignation commence par la lettre X suivie de la même désignation que celle des aciers faiblement alliés, à l'exception des valeurs des teneurs qui sont des % nominaux réels.

X6 Cr Ni Ti 16-11 → acier fortement allié avec 0,06% de carbone, 16% ce chrome et 11% de nickel et des traces de titane (moins de 1%) [8]

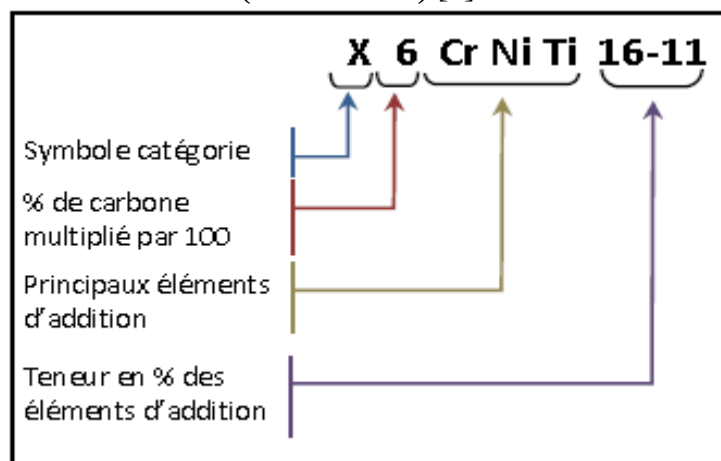


Figure III 3 acier fortement allié

Ce sont des aciers réservés à des usages particuliers comme :

Les aciers très hauts résistance

Les aciers à outil

Les aciers inoxydables dont la teneur en chrome est supérieure à 11%

Les aciers réfractaires

6 Types de traitements thermiques

Afin d'améliorer les caractéristiques des matériaux comme (la dureté, ductilité et la limite d'élasticité), l'acier doit subir des traitements thermiques, qui résident dans un certain nombre de processus combinés de chauffage et de refroidissement.

Il Ya trois types de traitements thermiques sont :

- **La trempe** : c'est la première étape de traitement thermique qui consiste à chauffer une pièce d'acier à une température appropriée (austénitisation), puis la refroidir d'une manière très rapide soit dans l'eau, l'huile ou l'aire dans le but d'obtenir des aciers très durs.

La température de trempe dépend de la teneur en carbone de l'acier.

- **Le revenu** : c'est l'étape qui suit la trempe, c'est-à-dire c'est un traitement qui s'effectue à une basse température (150 à 650 °C) pour éliminer les contraintes et la fragilisation provoquées par la trempe.
- **Recuit** : c'est un traitement thermique destiné à rendre à un acier ses constituants d'équilibre et d'éliminer ou réduire les contraintes résiduelles du métal liées à une action antérieure (déformation, soudure, etc.) ou un traitement thermique antérieur. [9]

7 Propriétés d'usage ou qualité :

Aciers de qualité, aciers spéciaux, (aciers d'usage général, aciers de construction mécanique, aciers pour appareils à pression, aciers à outils, aciers inoxydables).

C'est ainsi que la norme NF EN 10149 distingue selon des classes de qualité définies dans le

Tableau :

Aciers	Non alliés	Alliés
De qualité	Aciers de qualité non alliés	Aciers de qualité alliés
Spéciaux	Aciers spéciaux non alliés	Aciers spéciaux alliés
Inoxydable		Aciers inoxydables

Tableau III 4 Les différentes classes d'aciers

7.1 Caractéristique de l'acier

Acier à haute résistance laminé à chaud

Acier de construction à fins grains, laminé thermo-mécaniquement

Résistance à la traction 480-620 N/mm²

Résistance à l'allongement 420 N/mm²

Planéité et tolérance d'épaisseur selon la norme : NEN-EN 10149-2

Acier à haute résistance, permettant de construire plus légèrement

Excellentes caractéristiques de déformation

Qualités de flexion et de dilatation

Se soude bien

Décapé, huilé avec retrait de la battiture

Pas d'usure de l'outillage et salissure par la battiture

7.2 Désignation [10]

- **Nuances** : E420D
- **Assimilation** : S420MC

- **Norme de référence** : 10149-2 :1995
- **Code numérique** : 1.0890
- **Classement AFNOR** : NF A36-231

7.3 Propriété mécanique

Les principales propriétés mécaniques de l'acier S420MC (E420D), sont les suivantes :

Traction : [11]

Epaisseur=7 mm (6-15)

$$R_{eH} = 420 \text{ N/mm}^2$$

$$R_m = 480-620 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{80\%} \geq 16\%$$

$$A_{5\%} \geq 19\%$$

Température (°C) :-20

Energie d'impact d'entaille (J): ≥ 40

7.4 Composition chimique

La composition chimique principale dans la norme EN 10149-2 S420MC est en acier carton max 0, 12, 0, 50 max. Silicium, le manganèse max 1.6, le phosphore, soufre max 0, 025 0, 015. Des informations plus détaillées à propos de l'acier S420MC, veuillez vous reporter à la table:

Grade	C max	Si max	Mn max	P max	S max.	AL max	Nb max	V max	Ti max
S420MC	0.12	0.50	1.6	0, 025	0, 015	0, 015	0.09	0, 2	0.15

Tableau III 5 composition chimique acier E420D

7.5 Domaines d'application :

Acier très employé en mécanique, de part ses très bonnes qualités de mise en œuvre et sa bonne ténacité.

Ces applications incluent les composants de sièges automobiles, les composants de camions et de remorques, les crochets de remorquage, les silos industriels, ainsi que les machines agricoles, de levage et de terrassement.

8 Conclusion

Dans ce chapitre, on a défini l'acier, et on a constaté qu'il existe plusieurs types d'aciers, ils se différent tout en ajoutant des éléments d'alliage.

Chaque type d'acier dépend de sa composition chimique, ainsi qu'au domaine d'utilisation, en assurant sa durabilité dans les conditions de son emploi, en particulier environnementales.

Notre pièce (plaque), est fabriquée à partir d'acier doux E420D est un acier laminé à chaud, à haute résistance et à basse teneur en alliage. Il est optimisé pour une découpe et une bonne résistance mécanique et ténacité toutes ces caractéristiques nous ont permis de choisir cet acier pour la réalisation de notre plaque.

Cette étude nous a permis de connaître et comprendre le comportement des différentes familles d'acier afin de mieux choisir celui qui convient bien pour chaque application et le bon pour mener à bien notre projet.

Chapitre IV étude et conception de l'outil

1 Introduction

Dans les entreprises industrielles, le rôle du producteur est de réaliser et de fabriquer des pièces mécaniques de bonne précision, et de bonnes finitions pièces ayant le minimum de déchets, en conformité avec le cahier des charges.

Alors pour cela en doit procéder au calcul du flan théorique.

2 Cahier des charges

La pièce à réaliser est «plaque de transfert. TALMA F130 SUR BOITE VITESSE ZF S6-85» dont les caractéristiques sont présentées au dessin de définition de la pièce. Le cahier des charges est fourni par S.N.V.I (centre de T E) est présenté ci-après.

2.1 Dimensions de la pièce

Longueur en (mm)	Largeur en (mm)	Epaisseur en (mm)
490	490	7

Tableau IV 1 Dimention de la piece

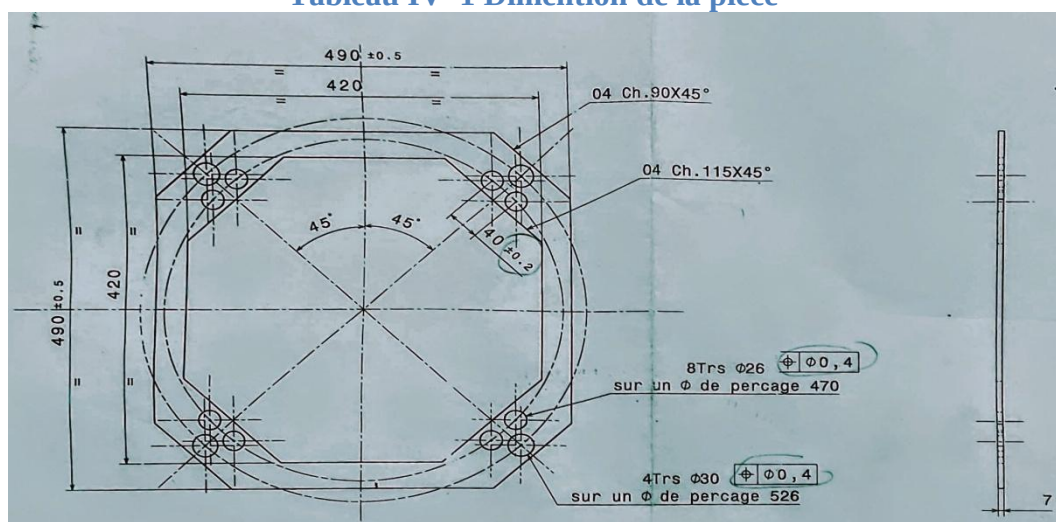


Figure IV 1 plan de la piece

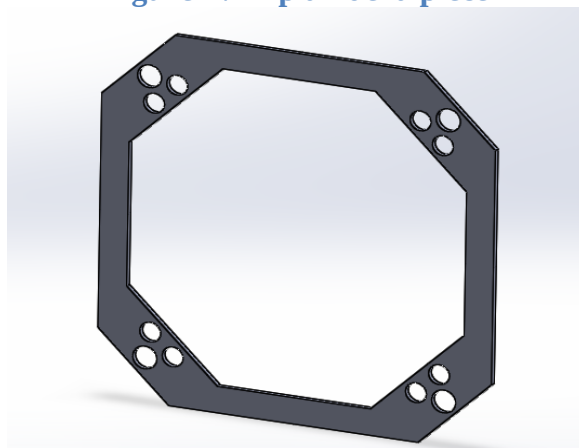


Figure IV 2 la pièce

2.2 Caractéristiques

a-Composition chimique du matériau

Composition Chimique en % (sur max) coulée								
C	Si	Mn	P	S	V	Nb	Ti	Al
0.12	0.5	1.6	0.025	0.015	0.2	0.09	0.15	0.015

Tableau IV 2 Composition chimique du matériau

b-Caractéristiques mécaniques du matériau

Re (N/mm ²)	Rm (N/mm ²)	L ₀ =80mm(%)	L ₀ = 5.65√S ₀ mm(%)	(t)
420	480-620	16	19	0.5

Tableau IV 3 Caractéristiques mécaniques du matériau

2.3 Aspect de surface :

Aspect de surface selon la norme NF EN 101449-2-1995 [12]

3 Dépouille sur matrice

Après le découpage, la pièce ou la chute ne tome d'elle-même dans le couloir d'évacuations ; le parallélisme des faces intérieures de la matrice s'y oppose. L'adhérence de la pièce dans la matrice est estimée à 2% de pente. Toute fois ; pour permettre cette évacuation on donne un angle de dépouille de 3° exécute sur matrice.

4 Détermination des jeux :

Les jeux correspondent la distance séparant poinçon et matrice.
Nous considérons la valeur du jeu s'évalue en fonction de l'épaisseur de la bande comme nous montre la figure ci- dessous.

Jeu sur Ø	
0.5-1.5	0.1
2-3.5	0.6
4 - 6	1.1
7 - 10	1.6

Tableau IV 4 tableau de jeu

5 Calcul des efforts :

5.1 L'effort de poinçonnage :

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

$$F_p = P \times e \times R_c \text{ (daN)}$$

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).

a- Calcul de l'effort de poinçon 1 « F1 » :

Calcul du périmètre

Poinçon ϕ 26

$$P_{P1} = 26 \times \pi$$

$$P_{P1} = 81.68 \text{ mm}$$

$$F_1 = P_{P1} \times e \times R_c$$

$$\text{Tel que } R_c = 46 \text{ daN}$$

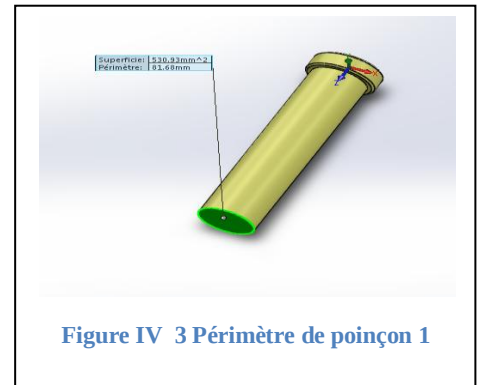


Figure IV 3 Périmètre de poinçon 1

$$F_1 = 81.68 \times 7 \times 46$$

AN:

$$F_1 = 26301.41 \text{ daN } (\times 8)$$

b- Calcul de l'effort de poinçon 2 « F2 » :

Calcul du périmètre

Poinçon ϕ 30

$$P_{P2} = 30 \times \pi$$

$$P_{P2} = 94.25 \text{ mm}$$

$$F_2 = P_{P2} \times e \times R_c$$

$$F_2 = 94.25 \times 7 \times 46$$

AN:

$$F_2 = 30348.5 \text{ daN } (\times 4)$$

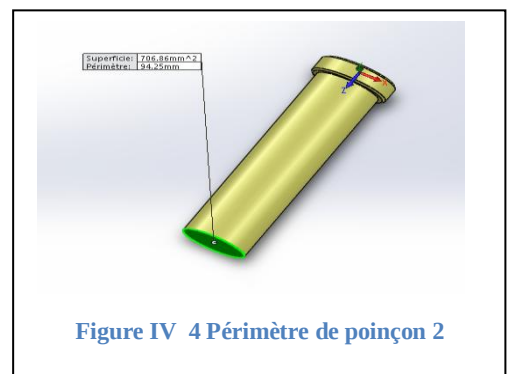


Figure IV 4 Périmètre de poinçon 2

c- Calcul de l'effort de poinçon 3 « F3 » :

Calcul du périmètre

$$P_3 = (L1 \times 4) + (L2 \times 8)$$

$$P_3 = (162.63 \times 4) + (95 \times 8)$$

AN :

$$P_3 = 650.52 + 760$$

$$P_3 = 1410.52 \text{ mm}$$

$$F_3 = P_3 \times e \times R_c$$

$$F_3 = 1410.52 \times 7 \times 46$$

AN:

$$F_3 = 454187.44 \text{ daN}$$

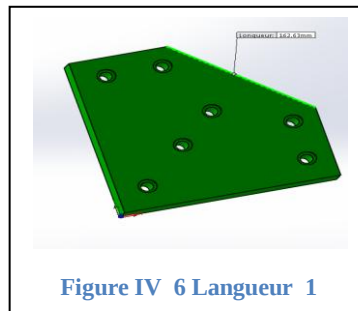


Figure IV 6 Longueur 1

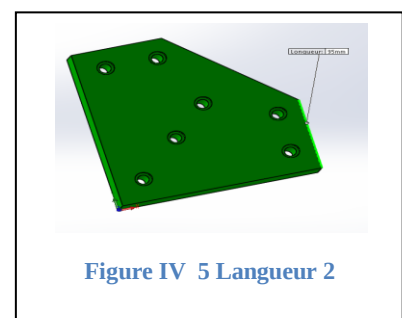


Figure IV 5 Longueur 2

d- Calcul de l'effort de l'encoche « F4 » :

Le périmètre

$$P_4 = 127.28 \text{ mm}$$

$$F_4 = P_4 \times e \times R_c$$

$$F_4 = 127.28 \times 7 \times 46$$

AN:

$$F_4 = 40984.16 \text{ daN} (\times 4)$$

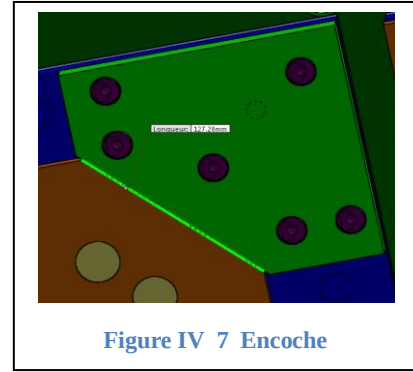


Figure IV 7 Encoche

5.2 L'effort total de coupe :

a- Opération 1

$$F_{T1} = F_1 + F_4$$

$$F_{T1} = (26301.41 \times 8) + (40984.16 \times 4)$$

AN :

$$F_{T1} = 374347.92 \text{ daN} = 374.34792 \text{ tonnes}$$

b- Opération 2

$$F_{T2} = F_2 + F_3$$

$$F_{T2} = (30348.5 \times 4) + 454187.44$$

AN :

$$F_{T2} = 575579.44 \text{ daN} = 575.57944 \text{ tonnes}$$

L'effort total de coupe :

$$F_T = F_{T1} + F_{T2}$$

$$F_T = 949927.36 \text{ daN} = 949.92 \text{ tonnes}$$

5.3 L'effort de dévêsisse :

C'est l'effort nécessaire pour décoller la bande de métal du poinçon. Il varie de 2 à 7% de l'effort de découpage suivant l'importance de la bande entourant le poinçon ou l'encoche. Pour un découpage en pleine tôle, donc avec d'important déchet, l'effort d'extraction est égal à 7% de l'effort de découpage.

$$F_{\text{dévêsisseur}} = 7\% F_{\text{découpage}}$$

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

$$F_{\text{dévêsisseur}} = 2\% F_{\text{découpage}}$$

Dans notre cas on a choisi 7%. Pour la raison de sécurité

$$F_{dév} = 7\% \times F_{\text{découpage}}$$

$$F_{dév} = 7\% \times 949927.36$$

AN:

$$F_{dév} = 66494.92 \text{ daN}$$

5.4 L'effort total que doit fournir la presse (F_{pr}) :

$$F_{pr} > F_d + F_{dév}$$

$$F_{pr} > 949927.36 + 66494.92 \text{ daN}$$

$$\underline{F_{pr} > 1016422.28 \text{ daN} = 1016.42 \text{ tonnes-force}}$$

Avec :

F_{pr} : Effort de la presse, (en daN),

F_d : Effort total de découpage-poinçonnage et pliage, (en daN),

$F_{dév}$: Effort de dévêsse, (en daN),

Donc, le choix de la presse se fait, selon la force suivante :

$$F_{pr} > 1016.42 \text{ tonnes-force}$$

6 Choix de machine et la rehausse :

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.

Notre choix s'est porté sur une presse 'Spiertz' qui répond parfaitement aux exigences suivantes :

Elle fournit une force supérieure à celle que nous avons calculé

Les dimensions du plateau inférieur et supérieur doivent contenir notre outil caractéristiques :

Force nominale1500t

Course maxi du coulisseau900 mm

Distance maxi entre les montants1600 mm(hauteur maxi de l'outil)

Distance entre les montants.....2860 mm

Dimensions de la semelle du coulisseau

Daube droite.....2800 mm

Avant arrière1930 mm

La HOF=700 mm (hauteur outil fermé)

Détermination de la rehausse :

Distance maxi entre table et coulisseau course maxi=Distance mini entre table et coulisseau

$1600-900=700$ mm (PMB MINI)

Avec HOF outil = 477 mm

$700-477=223$

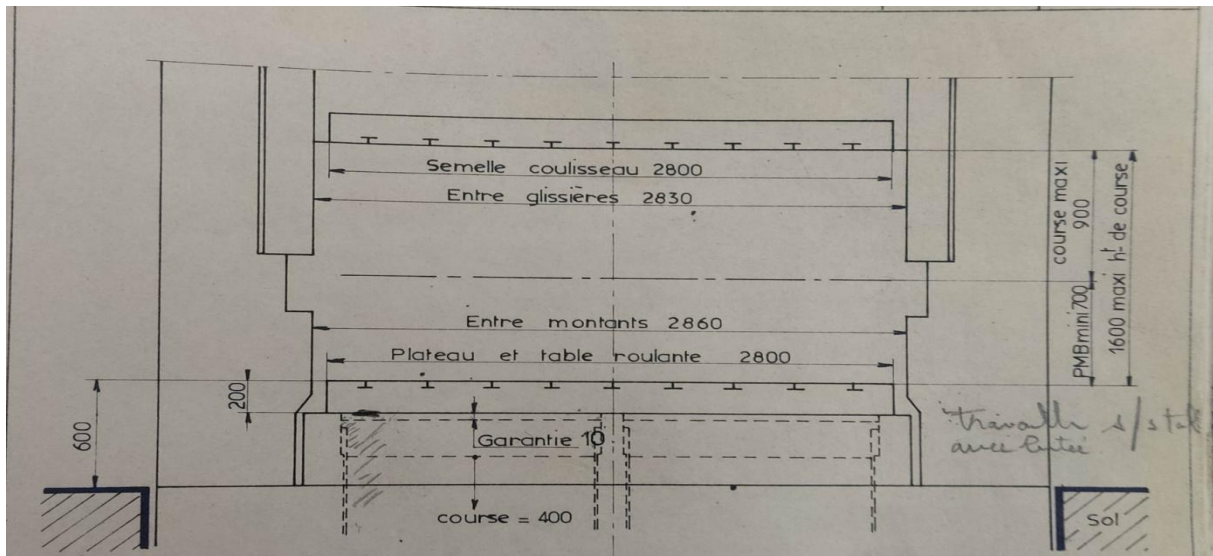


Figure IV 8 distance entre les montants

Donc il faut utiliser notre outil avec rehausse

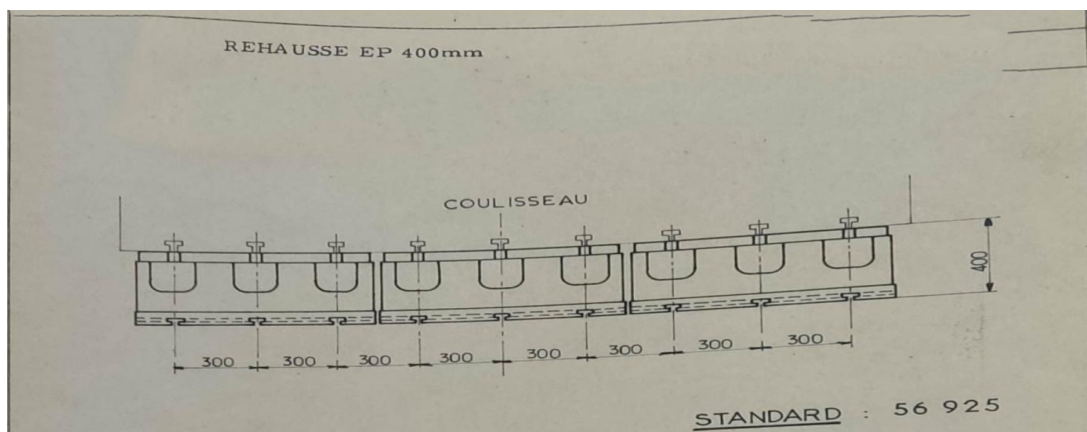


Figure IV 9 rehausse epaisseur 400 mm

7 Choix des ressorts :

7.1 Partie inférieure

-Choix des ressorts élastomères :

Les ressorts élastomères (caoutchouc EFFBE) sont classés par couleur, qui signifie le type de charge.

On distingue deux types de ressorts élastomères :

Ressorts élastomères (chloroprène noir).

Ressorts élastomères (chloroprène rouge).

Pour une bonne résistance en service continu, une compression maximum de 35% de hauteur initiale est recommandée. Pour une sollicitation de 10 alternances par minute les ressorts caoutchouc EFFBE peuvent supporter 40% de compression :

Pour des raisons d'équilibre on utilise 13 ressorts caoutchouc EFFBE (rouge) pour chaque partie.

$$F_{ressort} = \frac{F_{dev}}{N}$$

Avec :

$F_{ressort}$: La force d'un seul ressort, (en daN),

F_{dev} : La force d'extraction des poinçons, (en daN),

N : Le nombre de ressorts (N=13 ressorts).

$$F_{dev} = \frac{575579.44 \times 7}{100} = 40290.56$$

$$F_{dev} = 40290.56 \text{ daN}$$

$$F_{ressort} = \frac{40290.56}{13} = 3099.27$$

$$F_{ressort} = 3099.27 \text{ daN}$$

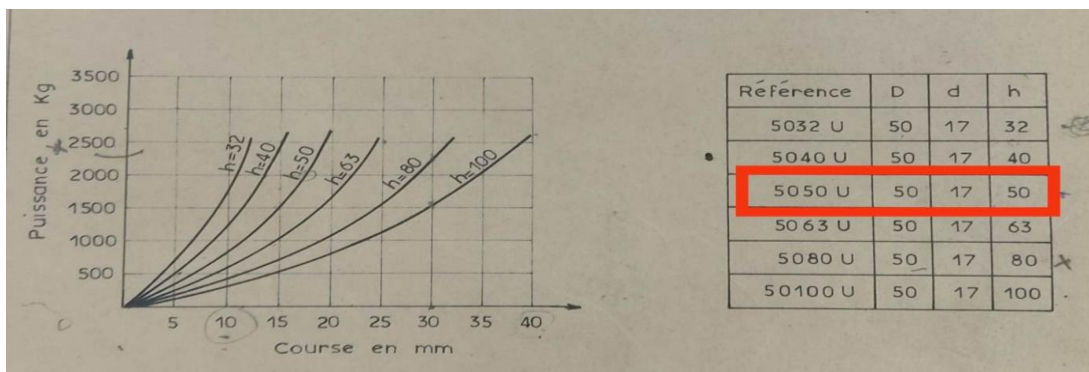


Figure IV 10 Ressort caoutchouc EFFBE Ø 50

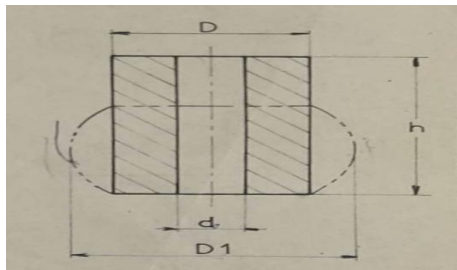


Figure IV 11 ressort comprimé

Caractéristiques de ressort :

D= 50 mm

d=17mm

D1=D+40%D

H₁= 50 mm

X₁= 20 mm (course de ressort élastomère)

$$F_{ressort} = 3099.27 \text{ daN}$$

-Calcul de la raideur de ressort

$$F_{ressort} = K \times X$$

Avec :

K : La raideur du ressort.

x : La course de compression du ressort (x = 20 mm)

$$K = \frac{F_{\text{ressort}}}{x} = \frac{3099.27}{20} = 154.96 \text{ N/mm}$$

7.2 Partie supérieur

La raideur des ressorts doit assurer le dévêtissage, et pour des raisons d'encombrement de l'outil on utilise 12 ressorts

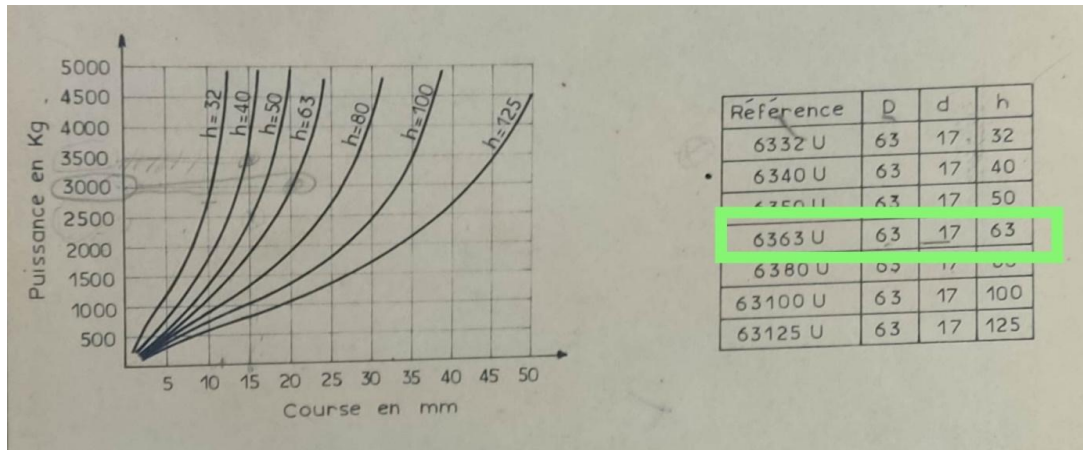


Figure IV 12 Ressort caoutchouc EFFBE Ø 63

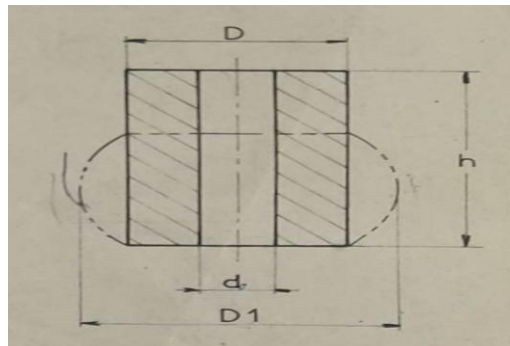


Figure IV 13 ressort comprimé

Caractéristiques de ressort :

D= 63 mm

d=17mm

D1=D+40%D

H1= 63mm

X1= 20 mm (course de ressort élastomère)

$F_{\text{ressort}} = 2183.69 \text{ daN}$ D'Opération 1

$F_{\text{ressort}} = 3357.54 \text{ daN}$ D'Opération 2

a-Opération 1

$$F_{ressort} = \frac{F_{dev}}{N}$$

$$F_{dev} = \frac{374347.92 \times 7}{100} = 26204.35$$

$$F_{dev} = 26204.35 \text{ daN}$$

$$F_{ressort} = \frac{26204.35}{12} = 2183.69$$

$$F_{ressort} = 2183.69 \text{ daN}$$

-Calcul de la raideur de ressort

$$K = \frac{F_{ressort}}{X} = \frac{2183.69}{20}$$

$$K = 109.18 \text{ N/mm}$$

b-Opération 2

$$F_{ressort} = \frac{F_{dev}}{N}$$

$$F_{dev} = \frac{575579.44 \times 7}{100} = 40290.56$$

$$F_{dev} = 40290.56 \text{ daN}$$

$$F_{ressort} = \frac{40290.56}{12} = 3357.54$$

$$F_{ressort} = 3357.54 \text{ daN}$$

On utilise les ressorts pour le maintien de la pièce et aussi pour éviter les vibrations

-Calcul de la raideur de ressort

$$K = \frac{F_{ressort}}{X} = \frac{3357.54}{20}$$

$$K = 167.88 \text{ N/mm}$$

8 Poinçons à la résistance :

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

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

- E : module d'élasticité en (N/mm²)
- I : moment quadratique de la section en (mm⁴)
- F : effort de découpage en (N)

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

$$I = \frac{3.14 \times 26^4}{64} = 22431.75 \text{ mm}^4$$

$$F_1 = 263014.1 \text{ N}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$L \leq \sqrt{\frac{210000 \times 22431.75}{263014.1}}$$

$$L \leq 133.8 \text{ mm}$$

-Calcul du flambement des poinçons

Une poutre longue et rectiligne, est soumise à deux efforts axiaux F, directement opposés, augmentant progressivement.

Le flambement est un phénomène qui se produit pour une certaine valeur de la charge appelée, charge critique F_{cr}.

Si :

► **F < F_{cr}**: Avec une stabilité, la poutre reste rectiligne et ne subit qu'un faible raccourcissement ΔL, dû à la compression.

► **F > F_{cr}**: Avec aucune stabilité, la poutre se déforme et se plie, les déformations deviennent très importantes, et il y'aura une intervention brusque et rapide d'une rupture de cette poutre.

F_{cr}: Charge critique de flambement en (daN), se calcule comme suit

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{L^2}$$

Avec :

F : effort du poinçonnage, (en daN),

E: Module d'élasticité, E = 210.000 N/mm,

I : Moment d'inertie, (en mm⁴),

L: Longueur libre de flambement, (en mm).

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

Longueurs libres de flambage				
Type de liaisons	Encastré en A et libre en B	Liaisons pivotantes en A et en B	Encastré en A et en B	Encastré en A et pivots en B

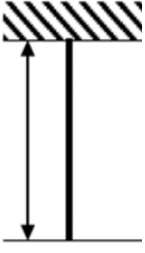
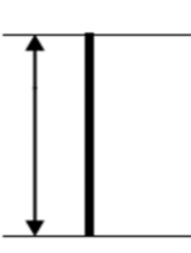
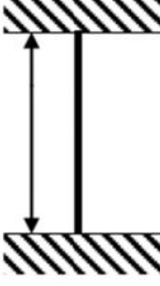
Valeurs de ℓ	 $\ell = 2L$	 $\ell = L$	 $\ell = L/2$	 $\ell = 0,7L$
-------------------------------------	--	---	--	--

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

Dans notre cas les poinçons sont encastrés d'un coté et libre de l'autre, la longueur de flambement est : $\ell = 2L$

On prend le poinçon le plus petit

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

$$F_{cr} = \pi^2 \times 210000 \times 22431.75$$

$$F_{cr} = 64924.704 \text{ daN}$$

$$26301.41 \text{ daN} < 64924.704 \text{ daN}$$

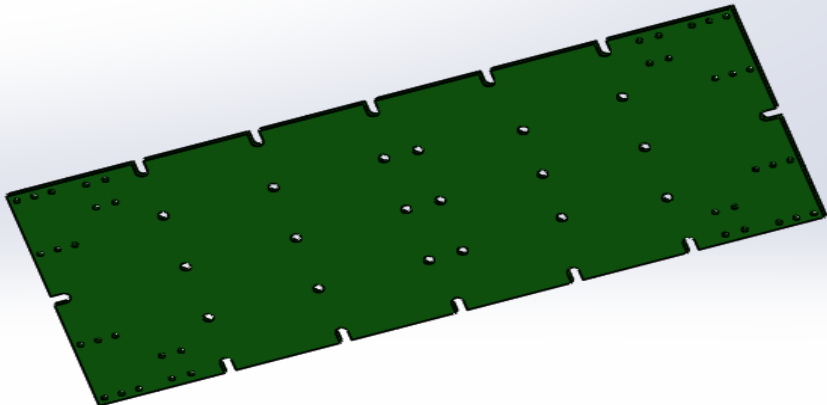
$$F1 < F_{cr}$$

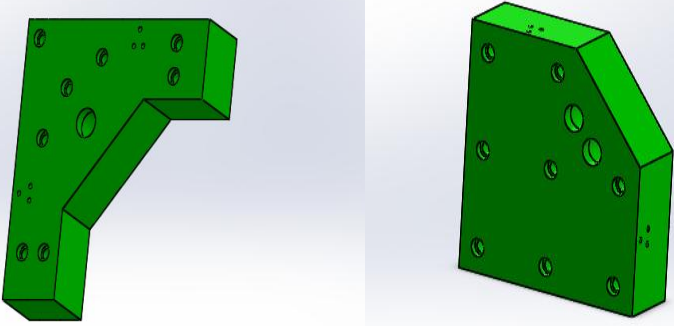
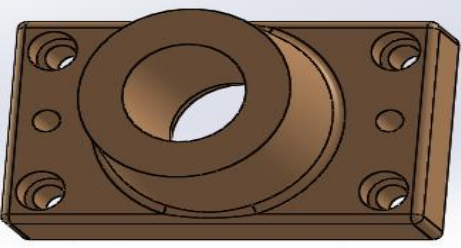
Donc la condition est vérifiée.

9 La conception de l'outil

9.1 Les différents éléments d'outil :

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

différents éléments d'outil	LEURS DESSIN
Semelle inférieure C'est une plaque sur laquelle les matrices sont ajustées ; son épaisseur doit être suffisante pour résister à l'effort de découpage.	 Figure IV 14 Semelle inférieure

La matrice Elle doit résister aux différents efforts tels que le découpage, poinçonnage, et doit être suffisamment épaisse pour supporter l'effort du sert flan et éviter les déformations.	 Figure IV 15 La matrice
Embases inferieur Dans les quelles les colonnes de guidage sont fixées pour le guidage de l'outil.	 Figure IV 16 Embase inferieur
Colonnes de guidage Elles servent à guider l'outil, elles coulissent dans les embases supérieures et fixées dans les embases inferieurs.	 Figure IV 17 Colonnes de guidage

Les butées

Servent à bloquer le déplacement du flan, elles assurent son bon guidage.

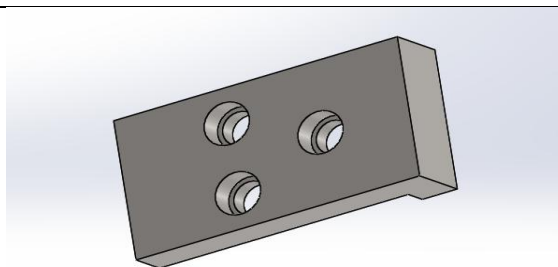


Figure IV 18 butée

Porte matrice :

C'est l'élément sur lequel les matrices sont ajustées.

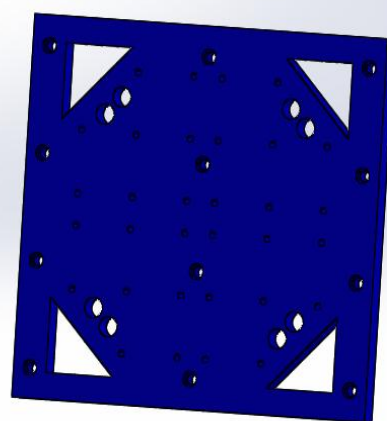
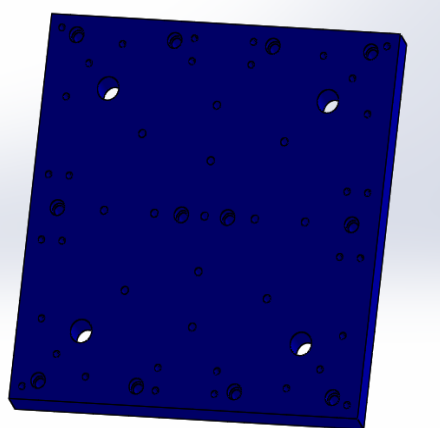


Figure IV 19 Porte matrice

Semelle supérieure

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

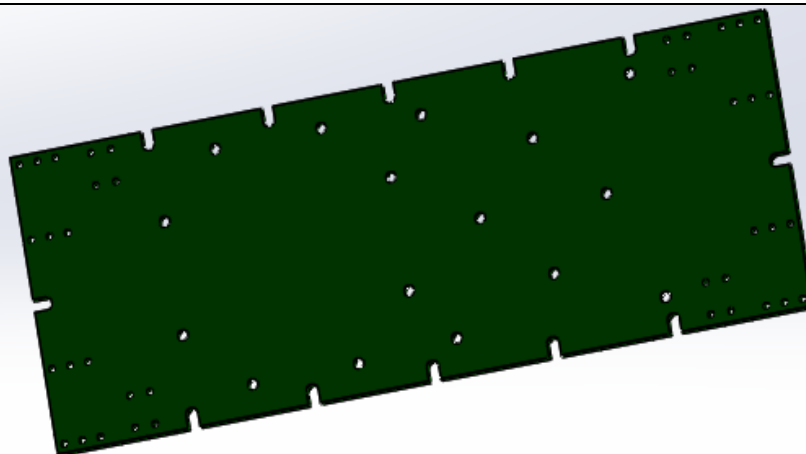
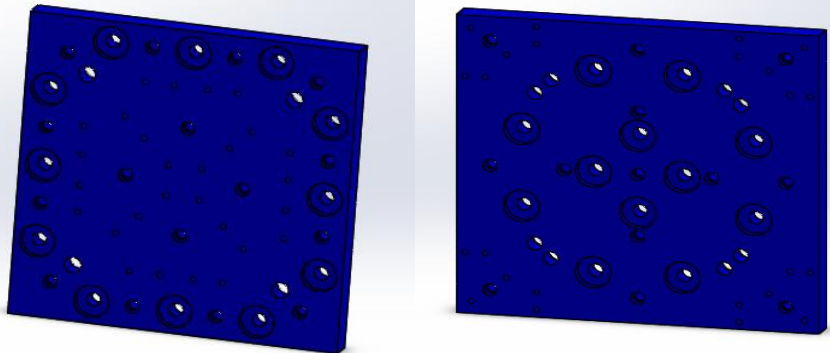
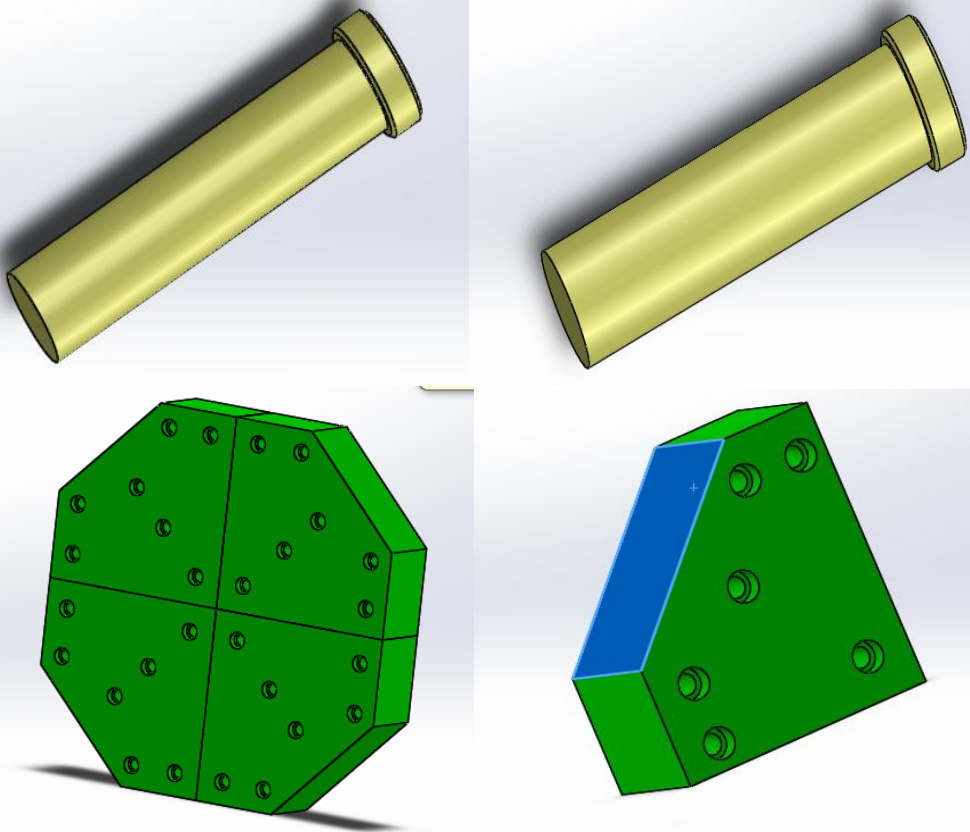
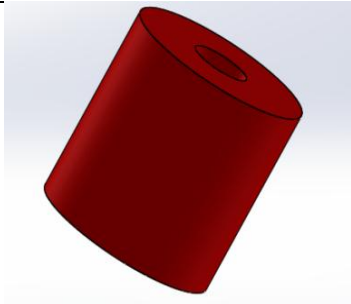


Figure IV 20 Semelle supérieure

Porte poinçons Il sert à fixer les différents poinçons et supporter le serre flan.	 Figure IV 21 Porte poinçons
Les poinçons Ce sont les éléments les plus essentiels dans l'outil, ils permettent de laisser une empreinte sur un flan selon leurs formes géométriques. Pour que les poinçons résistent aux efforts de coupe, on doit vérifier leurs résistances à l'effort de compression et au flambement.	 Figure IV 22 Les poinçons
Les ressorts (Les ressorts élastomères) Ces les éléments qui assurent le dévetissage.	 Figure IV 23 ressorts élastomères

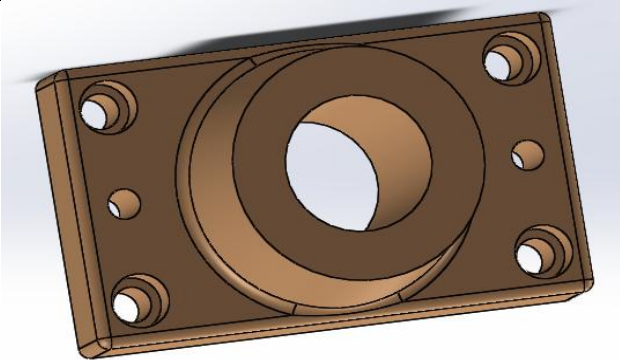
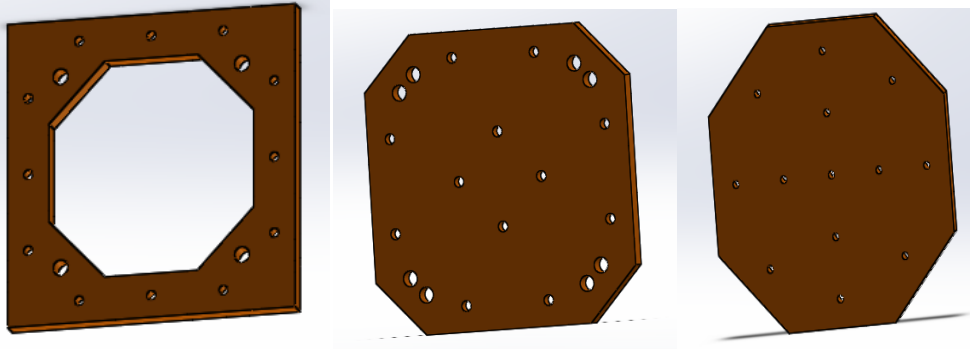
Embases supérieures Dans les quelles les colonnes de guidage glisse dans le but de guider l'outil.	 Figure IV 24 Embase supérieur
Serre flan Utilisé dans le but de serrer le flan qui doit être emboutie et poinçonné, il doit être suffisamment résistant et sa face de contact avec le flan doit être en bon état de surface.	 Figure IV 25 Serre flan

Tableau IV 6 différents éléments d'outil

L'outil encochage poinçonnage complet

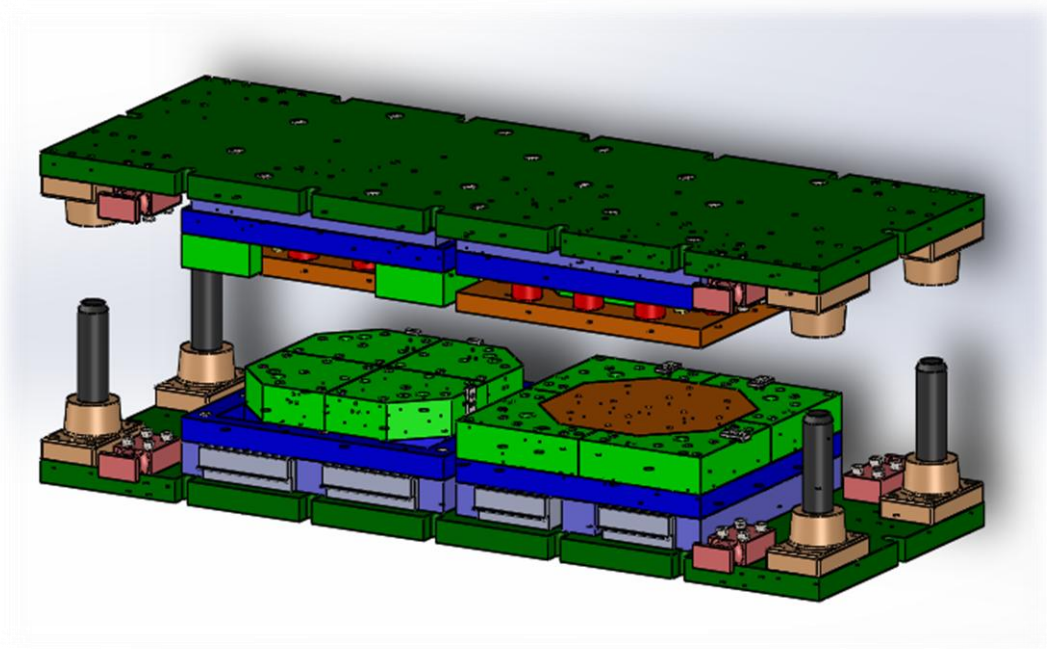


Figure IV 26 Outil poinçonnage encochage

9.2 Les matériaux utilisés :

Pour un choix judicieux des matériaux à utiliser 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 des meilleures conditions.

Les caractéristiques principales :

Résistance à l'usure.

Résistance aux chocs et à la traction.

Aptitude de subir des traitements thermiques et une bonne usinabilité.

Pièces	Matière	Caractéristiques mécaniques
Semelle inférieur Semelle supérieur	A60	Une bonne résistance mécanique ($R_m = 590 / 770 \text{ N/mm}^2$)
Cales Barres	90MV8	Une bonne dureté et ténacité élevée. Sans traitement
Serre flan, flan porte matrice porte Poinçons	XC48 (C45)	Une bonne ténacité aux chocs et une bonne usinabilité ($R_{min} = 75 \text{ daN/mm}$) Une Apte au traitement thermique
matrice Poinçon	Z200C12 (X200Cr12)	Une bonne résistance à l'usure, aptitude à la trempe, et faible déformation en travail. Une bonne résistance aux chocs ($R_{min} = 218 \text{ daN/mm}^2$) HRC = 61-62
Colonnes de Guidage butée	100C6	C'est un extra-dur cémenté une résistante à l'usure et aux efforts interrompus ($R_{min} = 140 \text{ daN/mm}^2$) HRC = 60-63
Embases	FT25	-C'est une fonte à graphite lamellaire. - dureté homogène, excellente usinabilité. -étanchéité aux fluides sous pression
Ressorts	Ressorts caoutchouc (ressorts en élastomères)	Les ressorts en caoutchouc ont une bonne résistance aux sollicitations dynamiques
Les Vis CHC (vis de retenue Vis à six pans)	st	Une bonne ténacité

Tableau IV 7 Les différents matériaux utilisés.

10 Conclusion

Dans ce dernier chapitre, on a réussi à étudier et concevoir un outil encochage-poinçonnage qui sert à fabriquer une plaque de transfert TELMA F130 sur boîte vitesse ZF S6-85

Les différents calculs effectués successivement nous ont permis de faire le choix de la presse et la position adéquate de l'outil sur la table de la presse.

Tous les poinçons de l'outil encochage-poinçonnage résistent au phénomène de flambement.

Conclusion général :

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 préparé pour mieux affronter le domaine professionnel.

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.

Malgré nos efforts pour mener à bien cette étude, Ce travail constitue une collaboration de plus dans le domaine.

En effet il reste ouvert aux critiques dans le sens de son amélioration.

Bibliographie

[1] L'évaluation de la conformité réglementaire par famille de risque mémoire de fin d'étude promotion 2017 Benslimane,Souhila Youbi,Nesrine Université m'hamed bougara - boumerdes

[2] Document de SNVI

[3] <https://huon.fr>

[4_5] www.rocdacier.com

[6] Erdman, A.G., Sandor, G.N.: Mechanism Design: Analysis and synthesis, 1st ed. Prentice-Hall, New Jersey, 1984.

[7] Conception d'un outil de découpage de la bande élastique mémoire de fin d'étude promotion 2018 Addoum Abderrahmane , Bahloul Amir - UMMTO

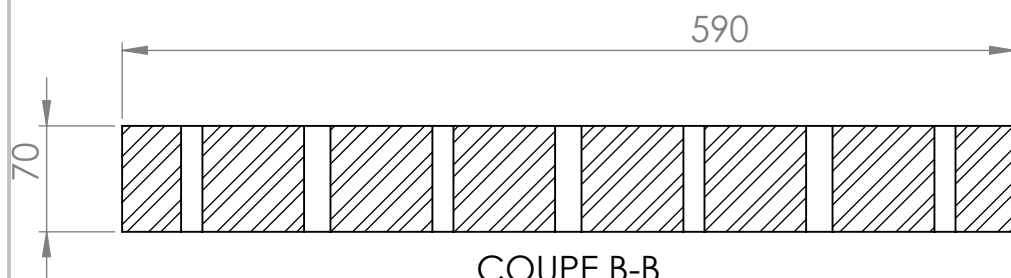
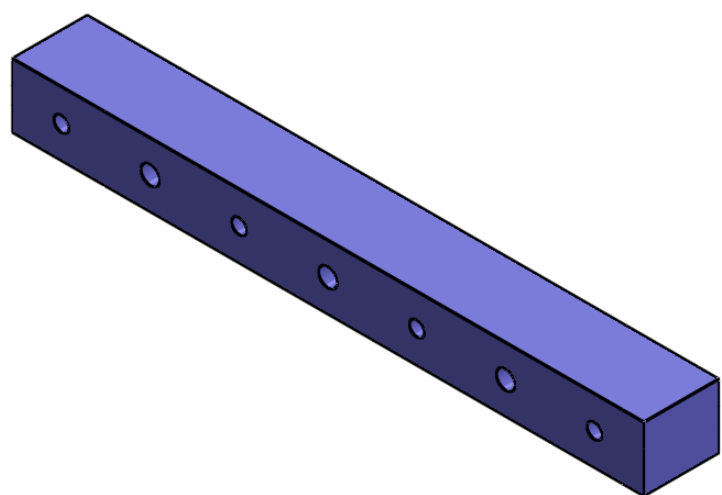
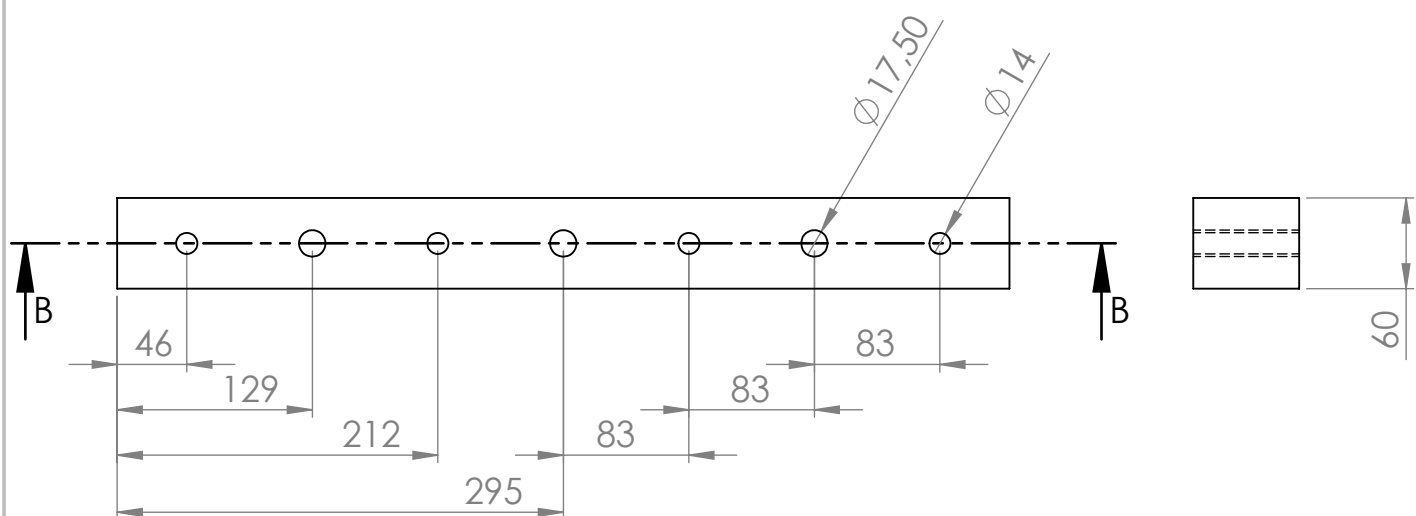
[8]-Choix des Matériaux_V2.docx 1 TS MAI

[9] Chapitre-6-les traitements thermiques-thermochimiques.
www.technologuepro.com

[10] [Fr.scribd.com](http://fr.scribd.com)

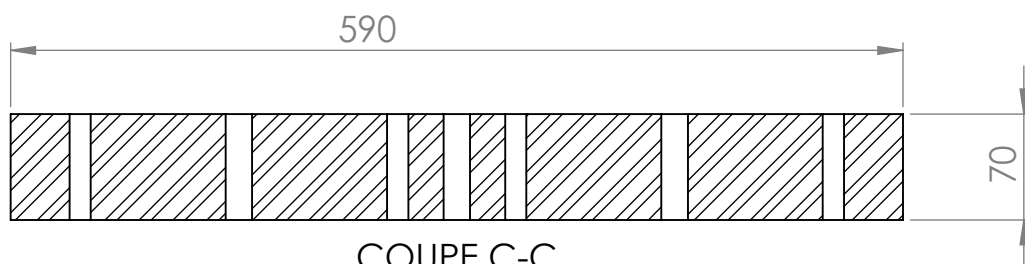
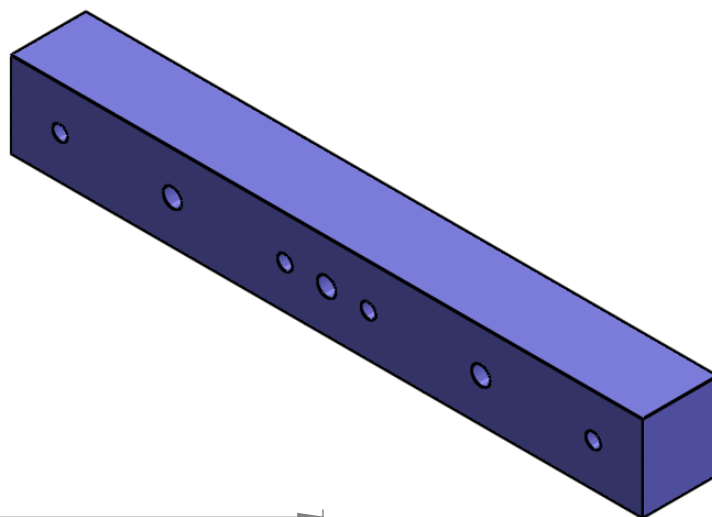
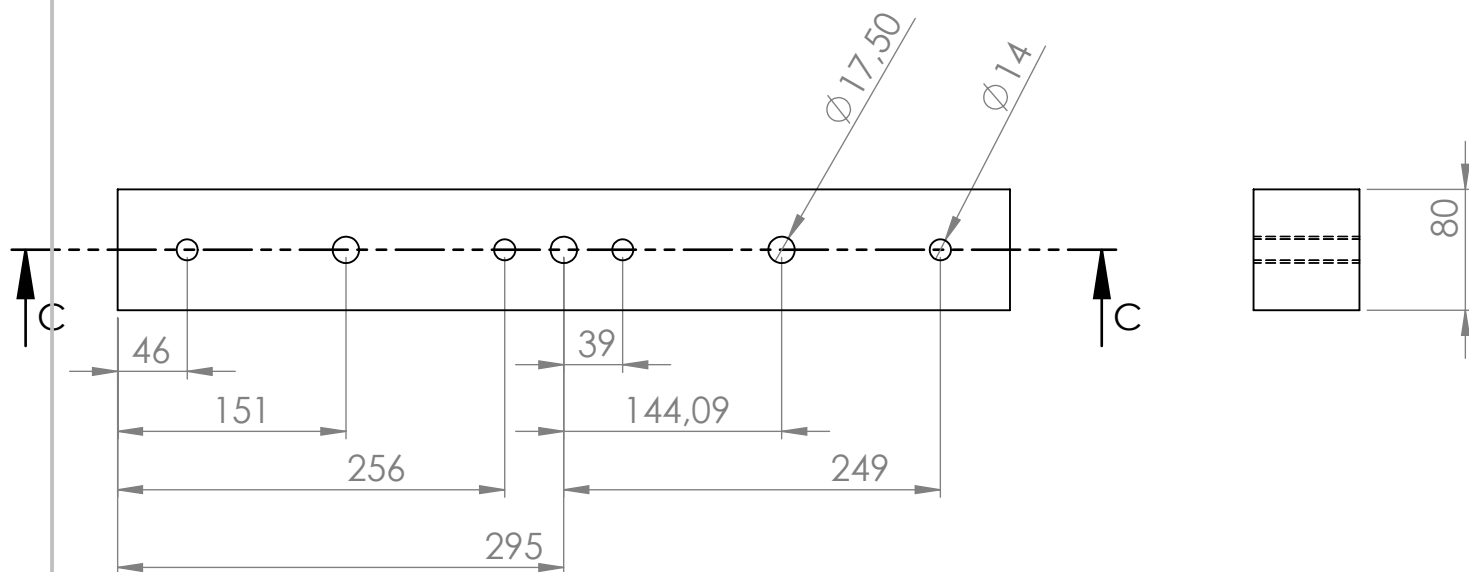
[11] Sidastico.com

[12] www.steelnumber.com



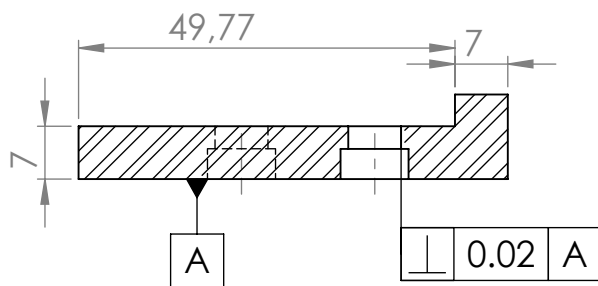
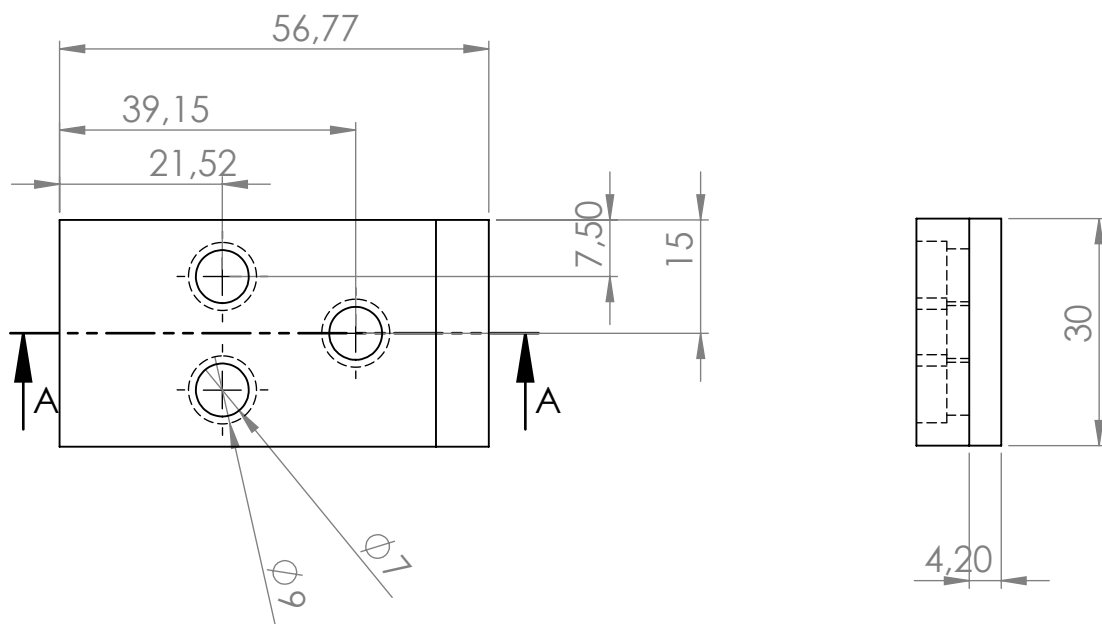
COUPE B-B
ECHELLE 1 : 5

6	2	BARRE 60	XC 48	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE:1:10		OUTIL DE PLAQUE DE TRANSFERT		BACHA . A BELMADANI. M
				Planche N°: 6
A4		Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou		master 2 FMP

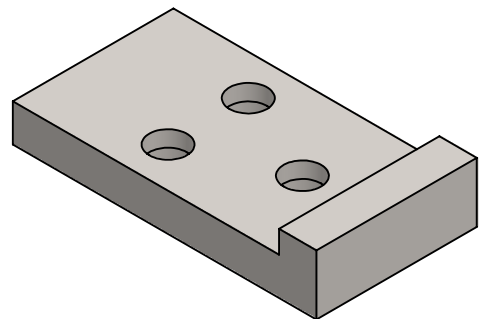


COUPE C-C
ECHELLE 1 : 5

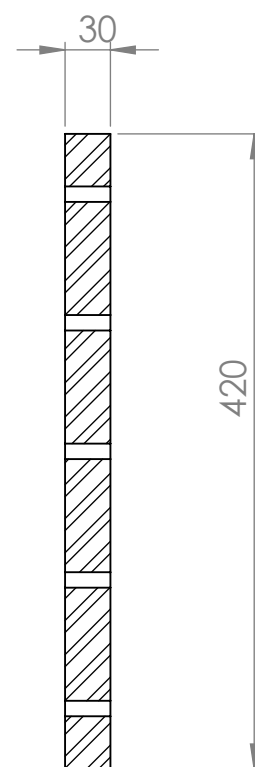
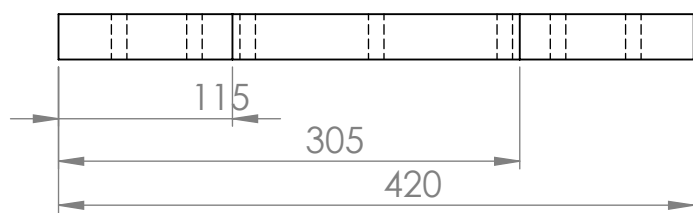
7	1	BARRE 80	XC 48	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE:1:10		OUTIL DE PLAQUE DE TRANSFERT		BACHA . A BELMADANI. M
				Planche N°: 7
A4		Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou		M2 FMP



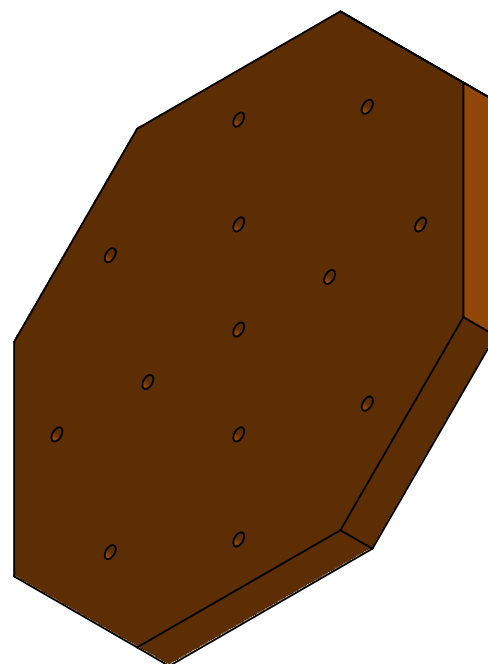
COUPE A-A



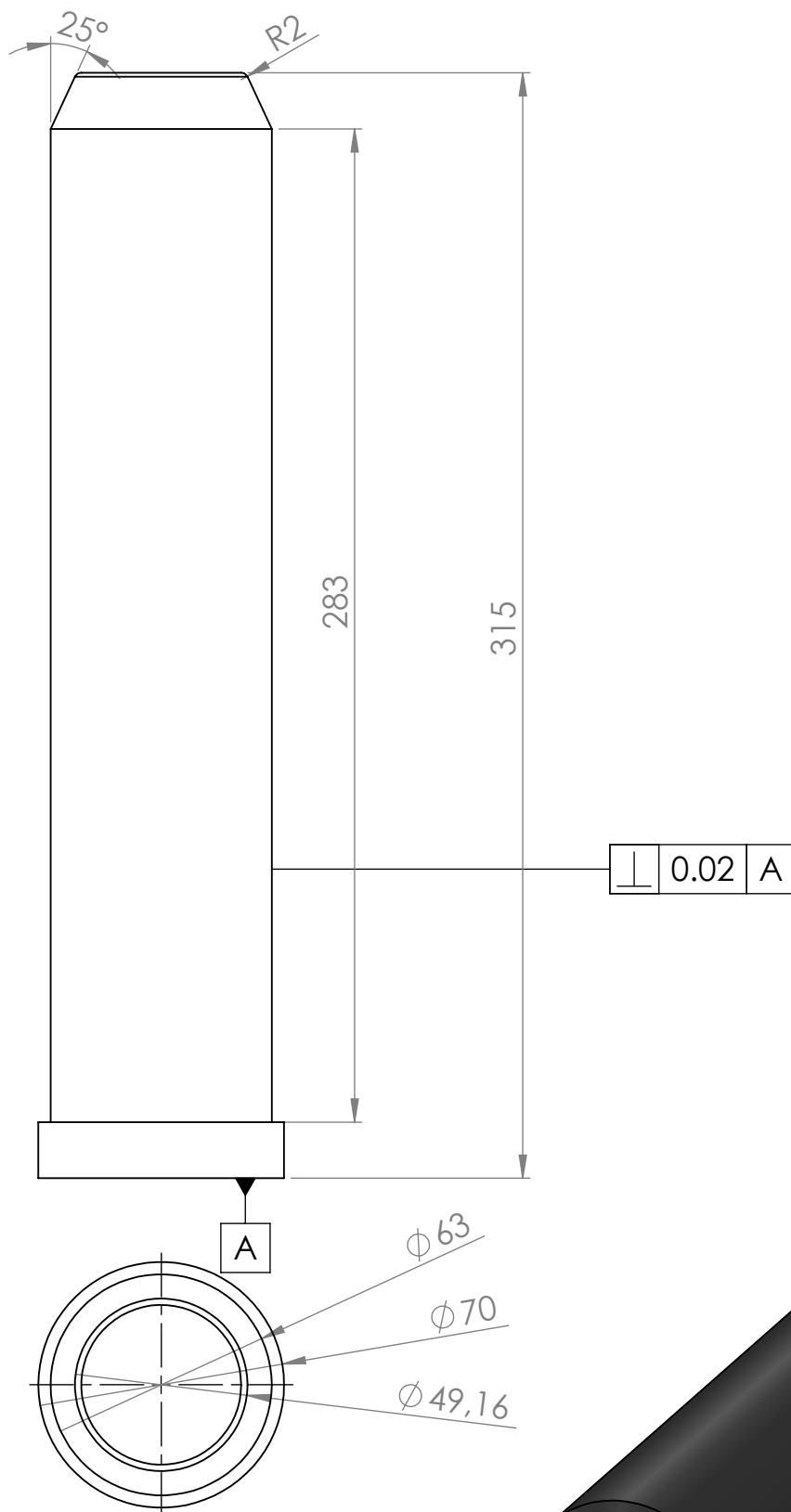
15	6	BUTEE	XC 38	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE:1:1		OUTIL DE PLAQUE DE TRANSFERT		BACHA . A BELMADANI. M
				Planche N°: 15
A4		Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou		M2 FMP



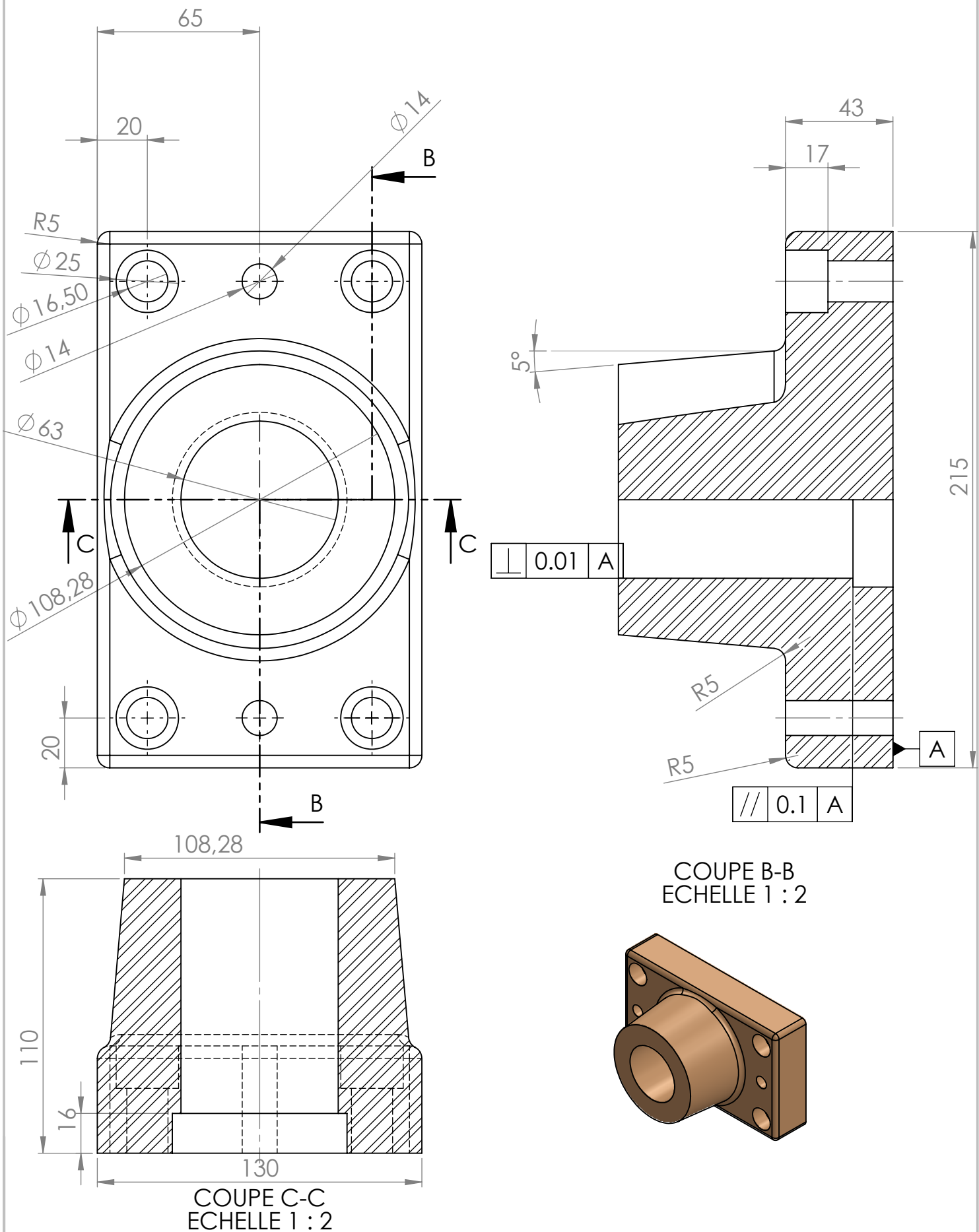
COUPE A-A



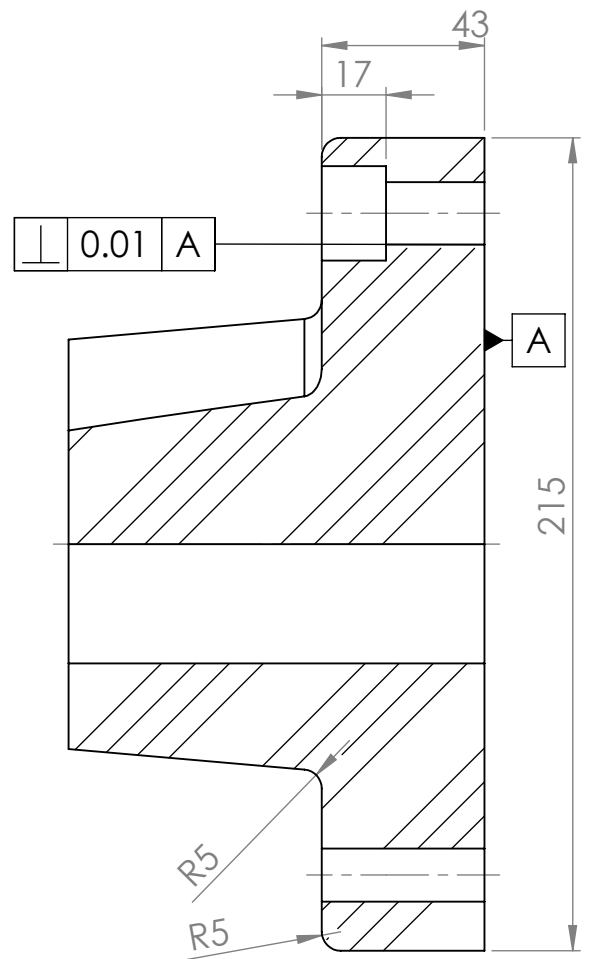
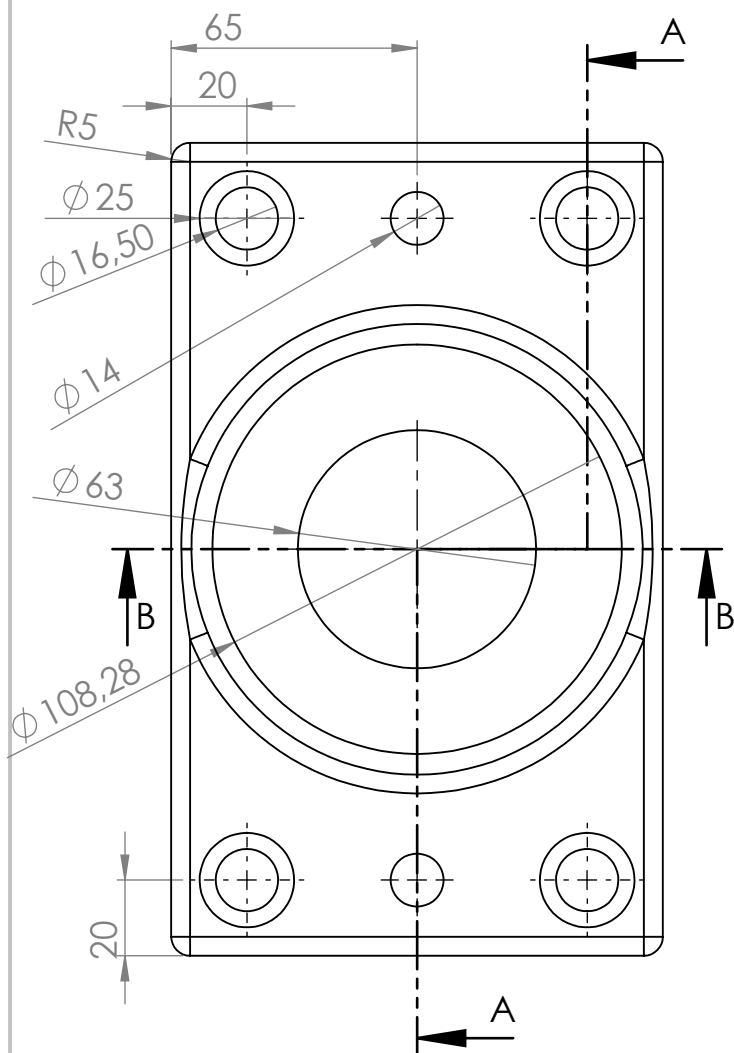
3	1	SERRE FLAN MATRICE 2	XC48	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE:1:5		OUTIL DE PLAQUE DE TRANSFERT		BACHA . A BELMADANI. M
				Planche N°: 3
A4		Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou		M2 FMP



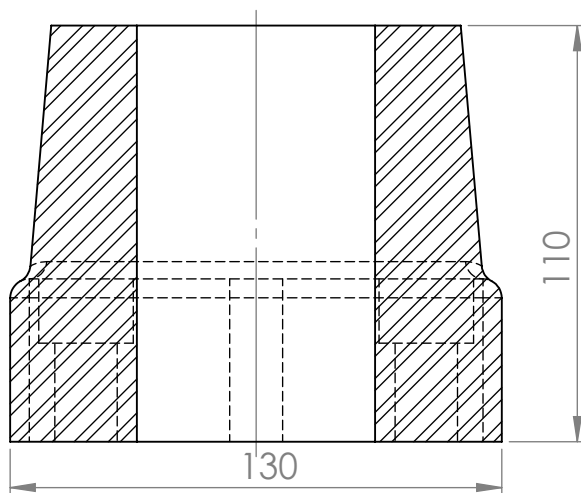
14	4	COLONNE DE GUIDAGE	100 C6	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE:1:2		OUTIL DE PLAQUE DE TRANSFERT		BACHA . A BELMADANI. M
				Planche N°: 14
A4		Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou		M2 FMP



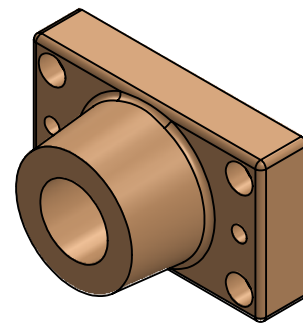
9	4	EMBASSE INF D63	FT 25	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE:1:2		OUTIL DE PLAQUE DE TRANSFERT		BACHA . A BELMADANI. M
				Planche N°: 9
A4		Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou		M2 FMP



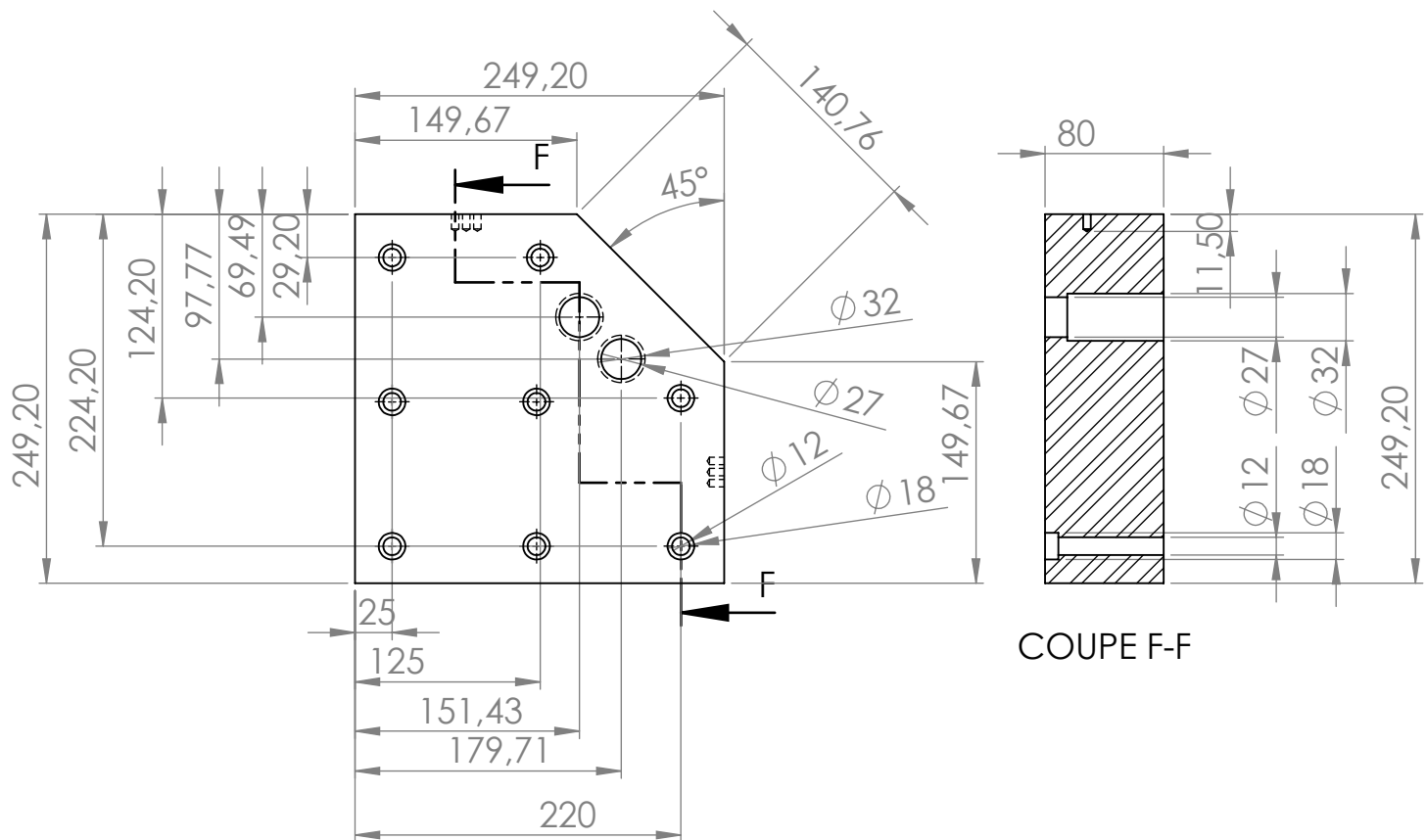
COUPE A-A
ECHELLE 1 : 2



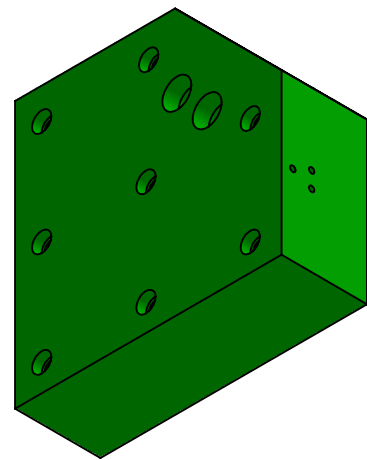
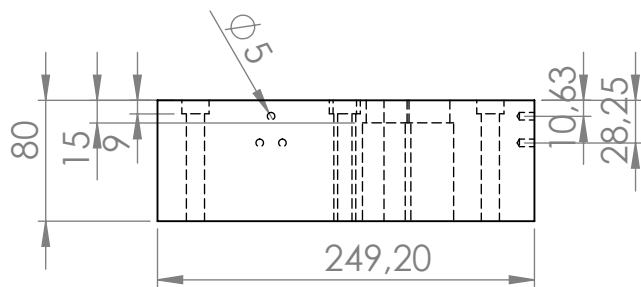
COUPE B-B
ECHELLE 1 : 2



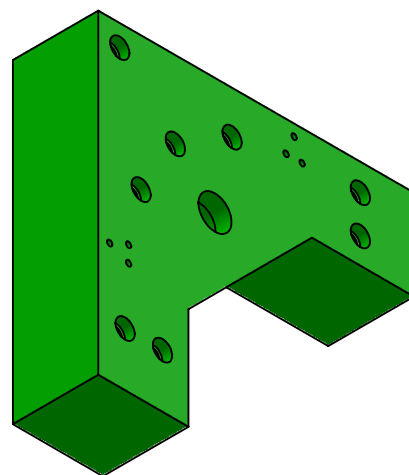
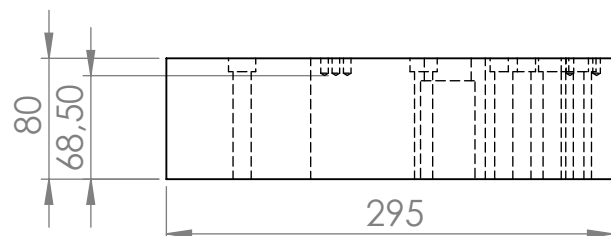
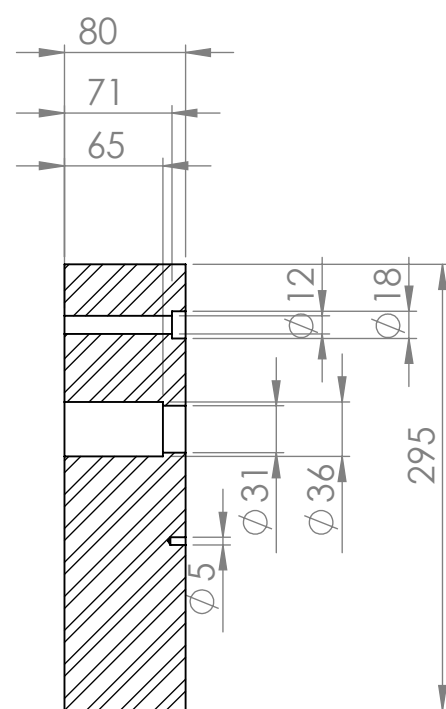
7	4	EMBASE SUP D63	FT 25	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE:1:2		OUTIL DE PLAQUE DE TRANSFERT		BACHA . A BELMADANI. M
				Planche N°: 7
A4		Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou		M2 FMP



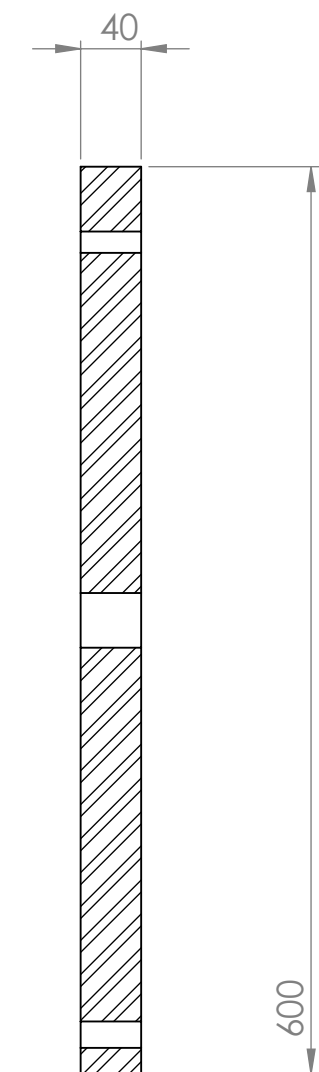
COUPE F-F



1	4	MATRICE 1 inf	Z200 C12	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE:1:5		OUTIL DE PLAQUE DE TRANSFERT		BACHA . A BELMADANI. M
		Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou		Planche N°: 1
A4				M2 FMP

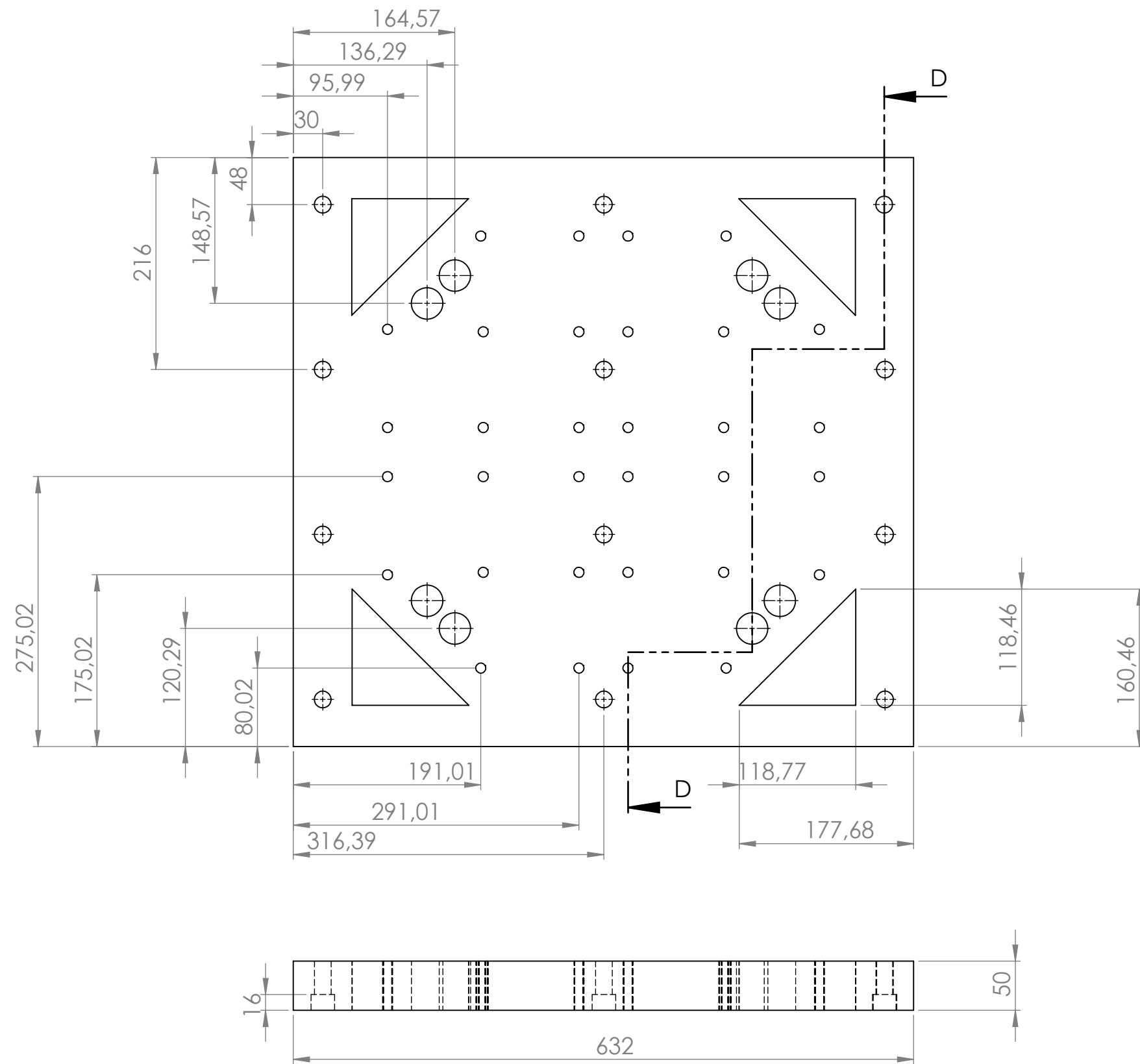


2	4	MATRICE 2 inf	Z200 C12	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE:1:5		OUTIL DE PLAQUE DE TRANSFERT		BACHA . A BELMADANI. M
				Planche N°: 2
A4		Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou		M2 FMP

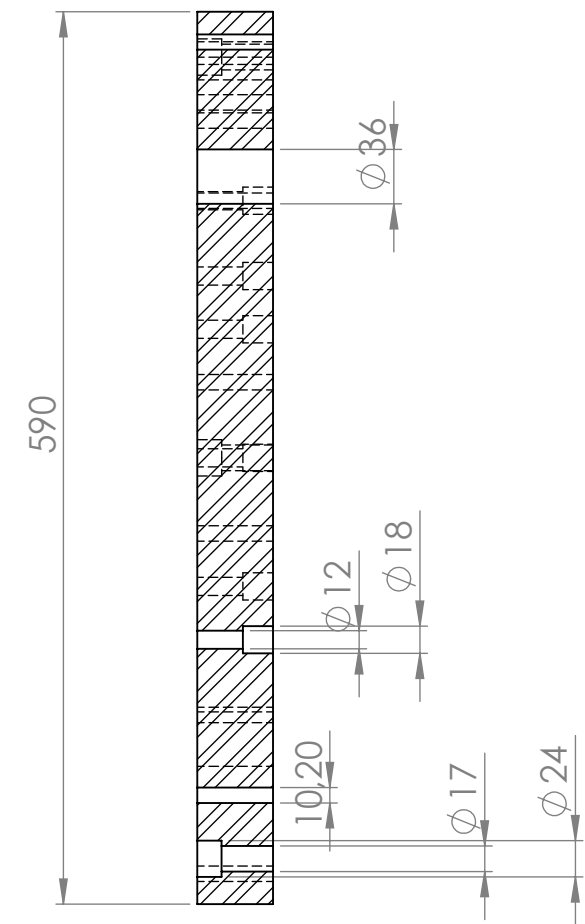
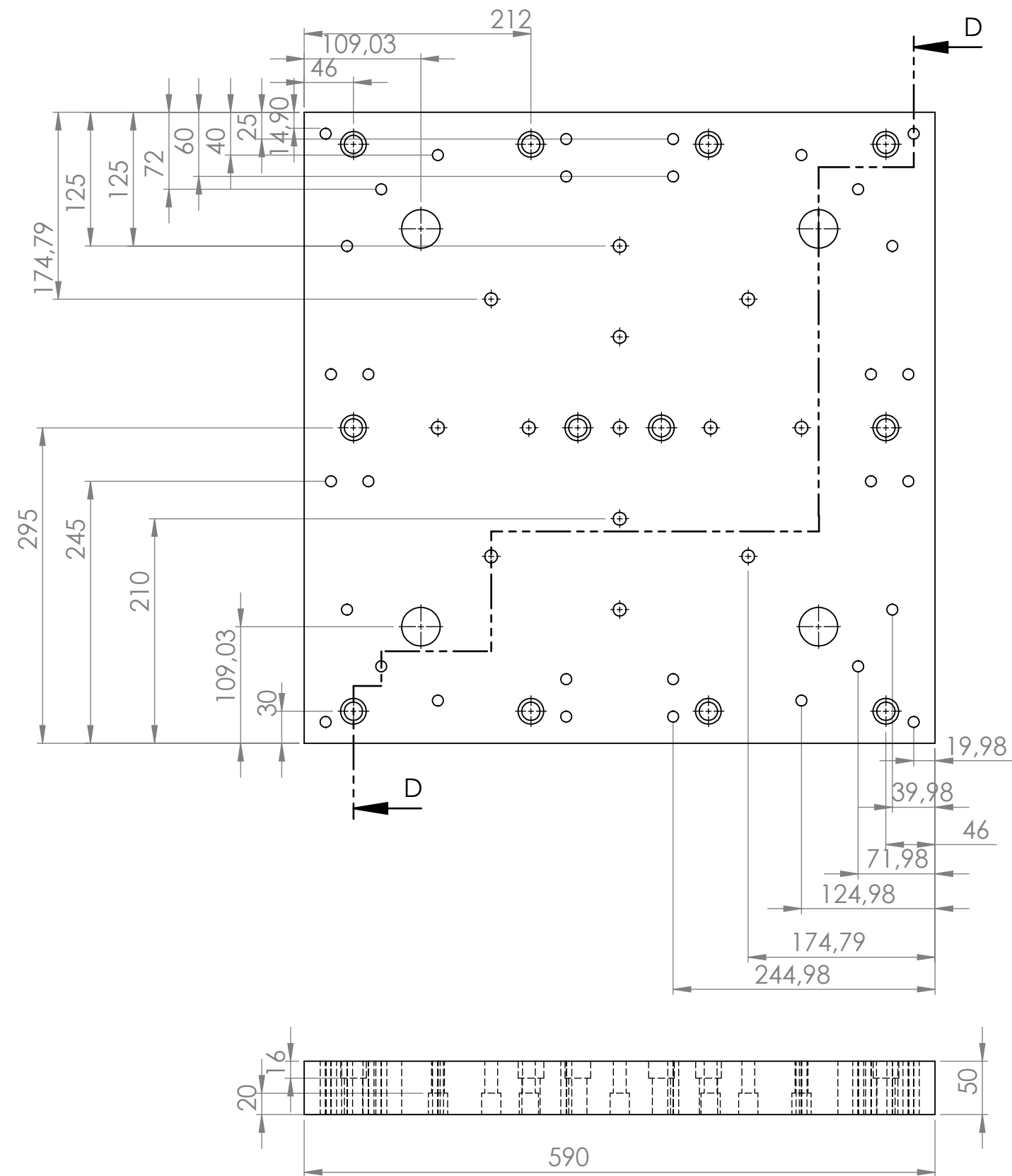


COUPE J-J

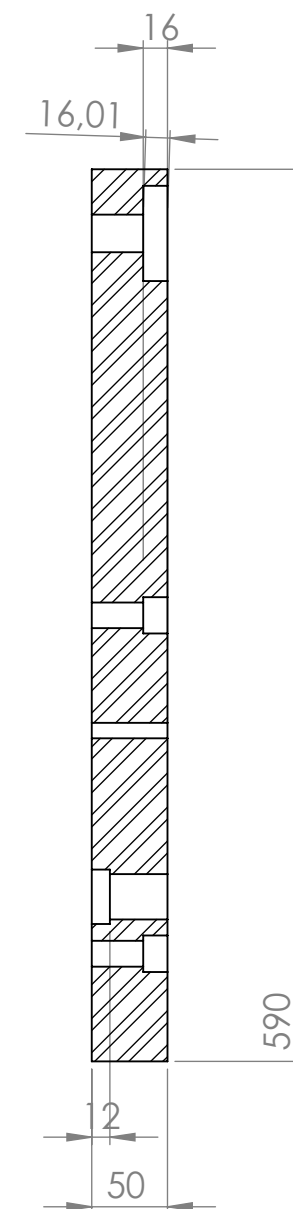
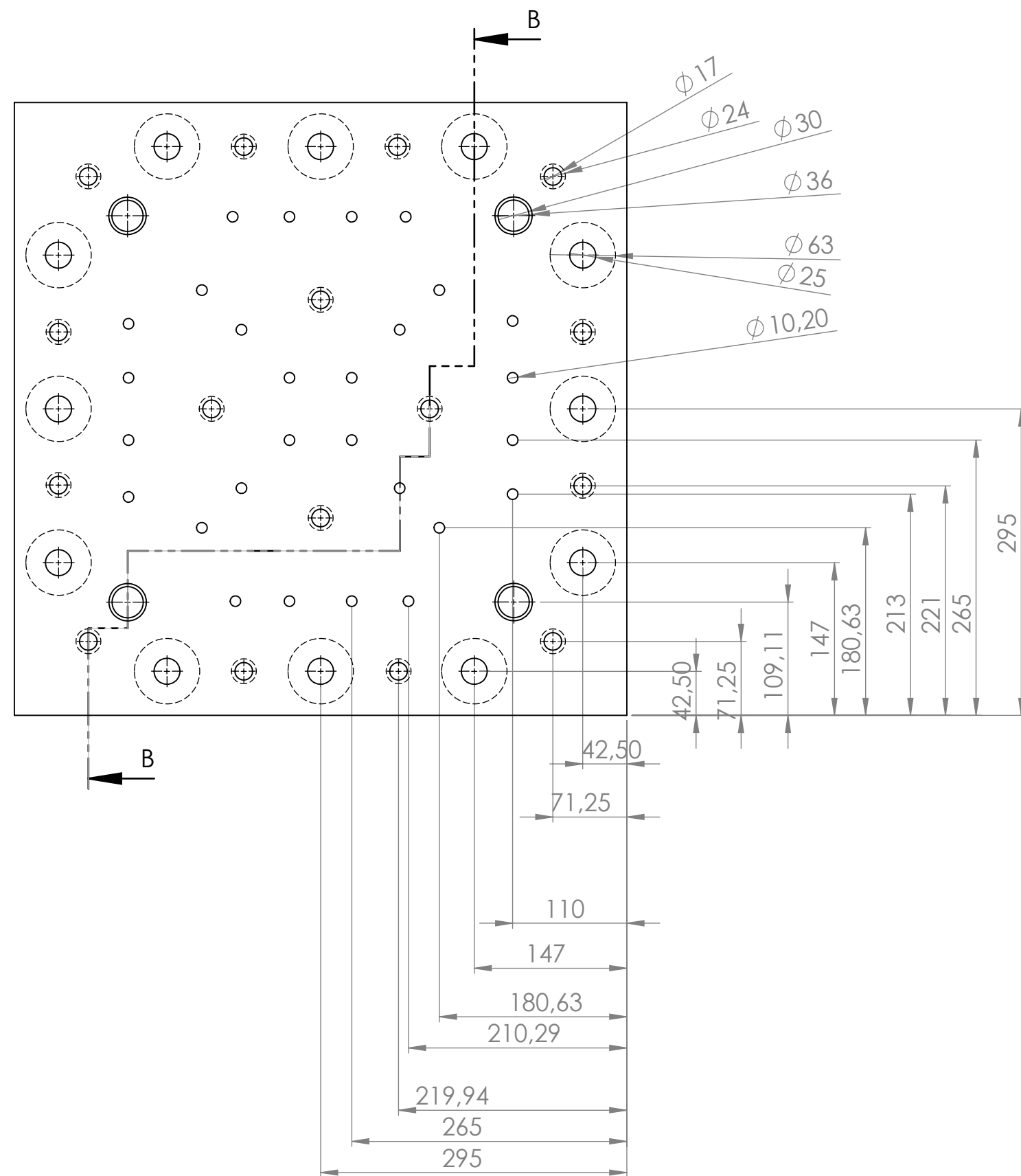
17	1	CALE 1	90MV8	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE:1:5		OUTIL DE PLAQUE DE TRANSFERT		BACHA . A BELMADANI. M
				Planche N°: 17
A3		Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou		M2 FMP



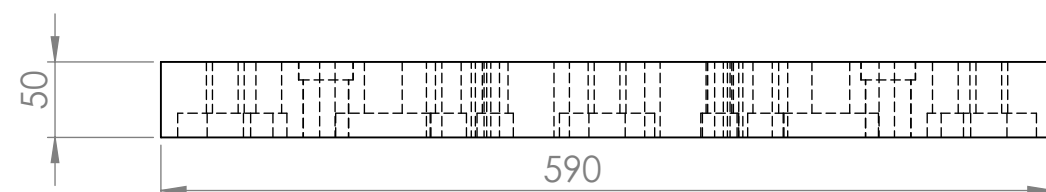
5	1	PORTE MATRICE 1	XC 48	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE:1:5		OUTIL DE PLAQUE DE TRANSFERT		BACHA . A BELMADANI. M
				Planche N°: 5
A3				M2 FMP
		Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou		



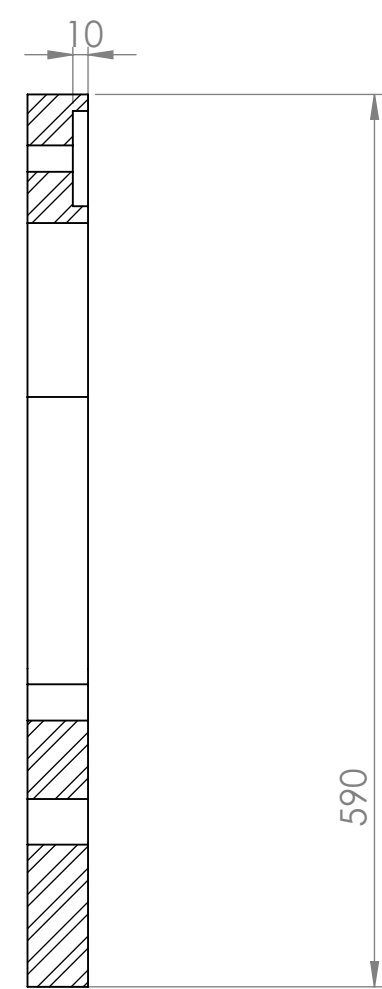
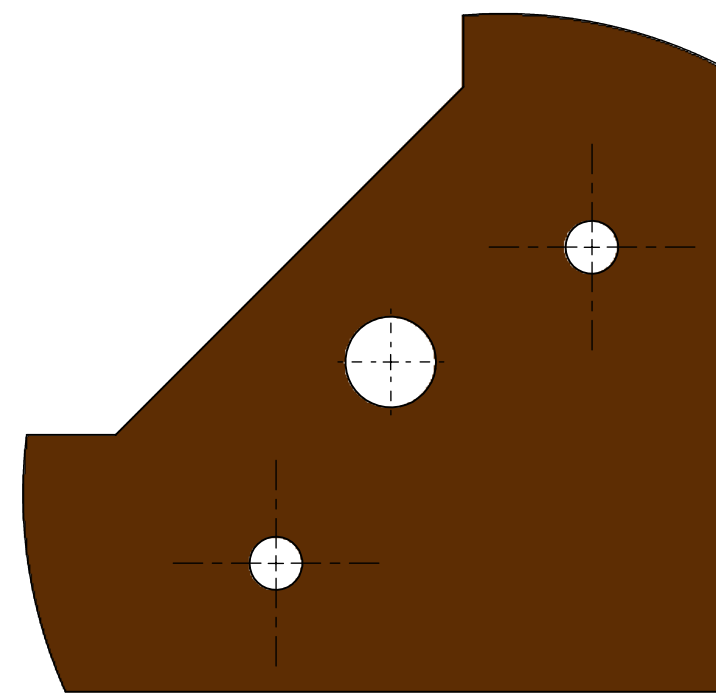
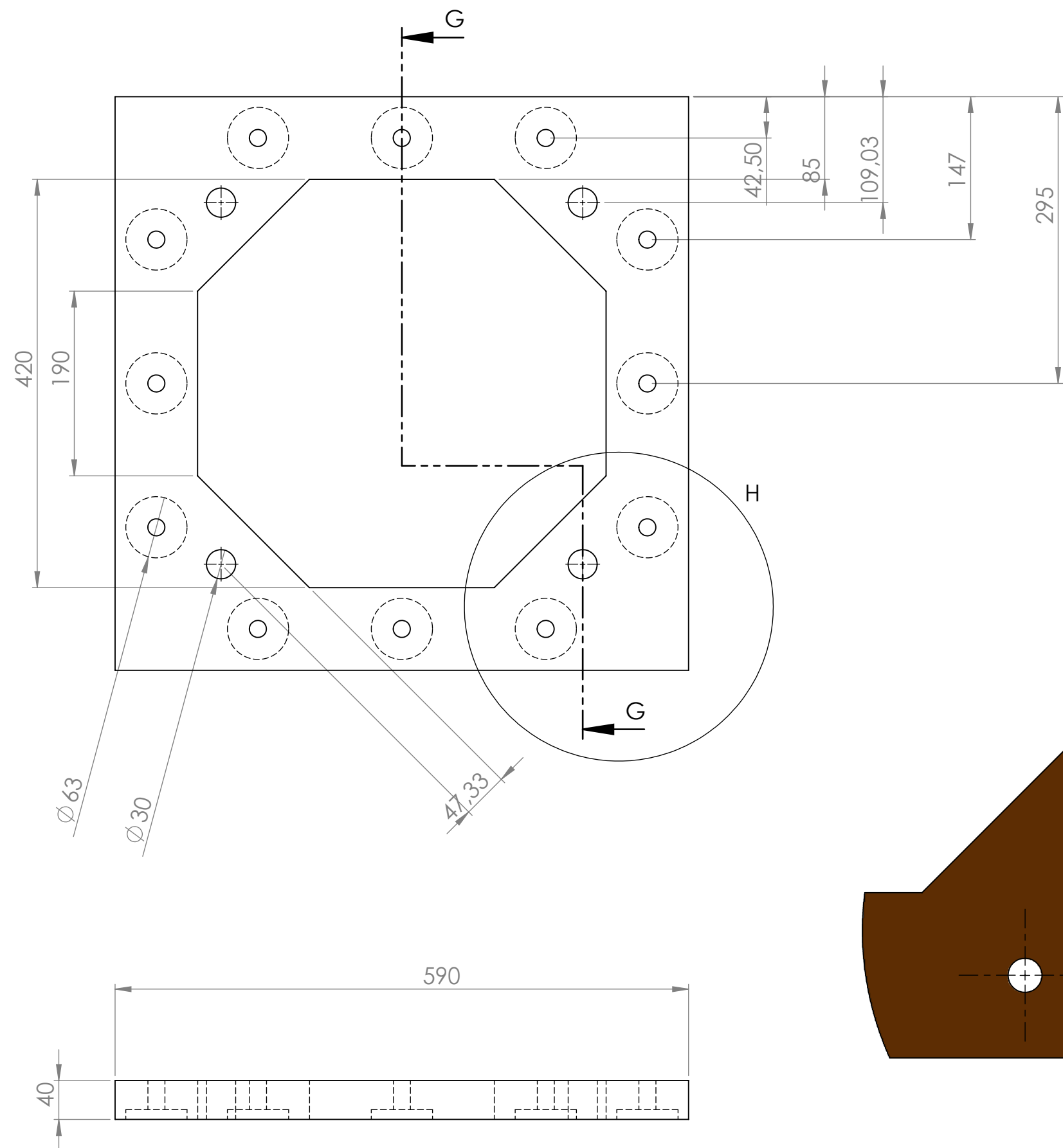
8	1	PORTE matrice 2	XC 48	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE:1:5		OUTIL DE PLAQUE DE TRANSFERT		BACHA . A BELMADANI. M
				Planche N°:8
A3		Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou		M2 FMP



COUPE B-B

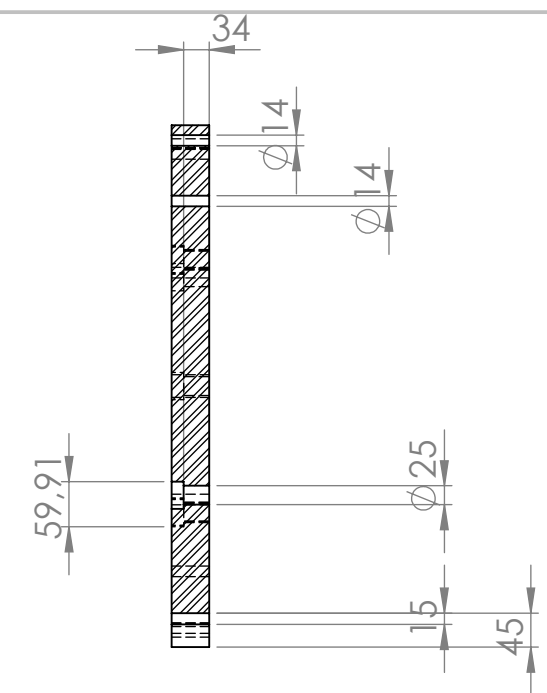
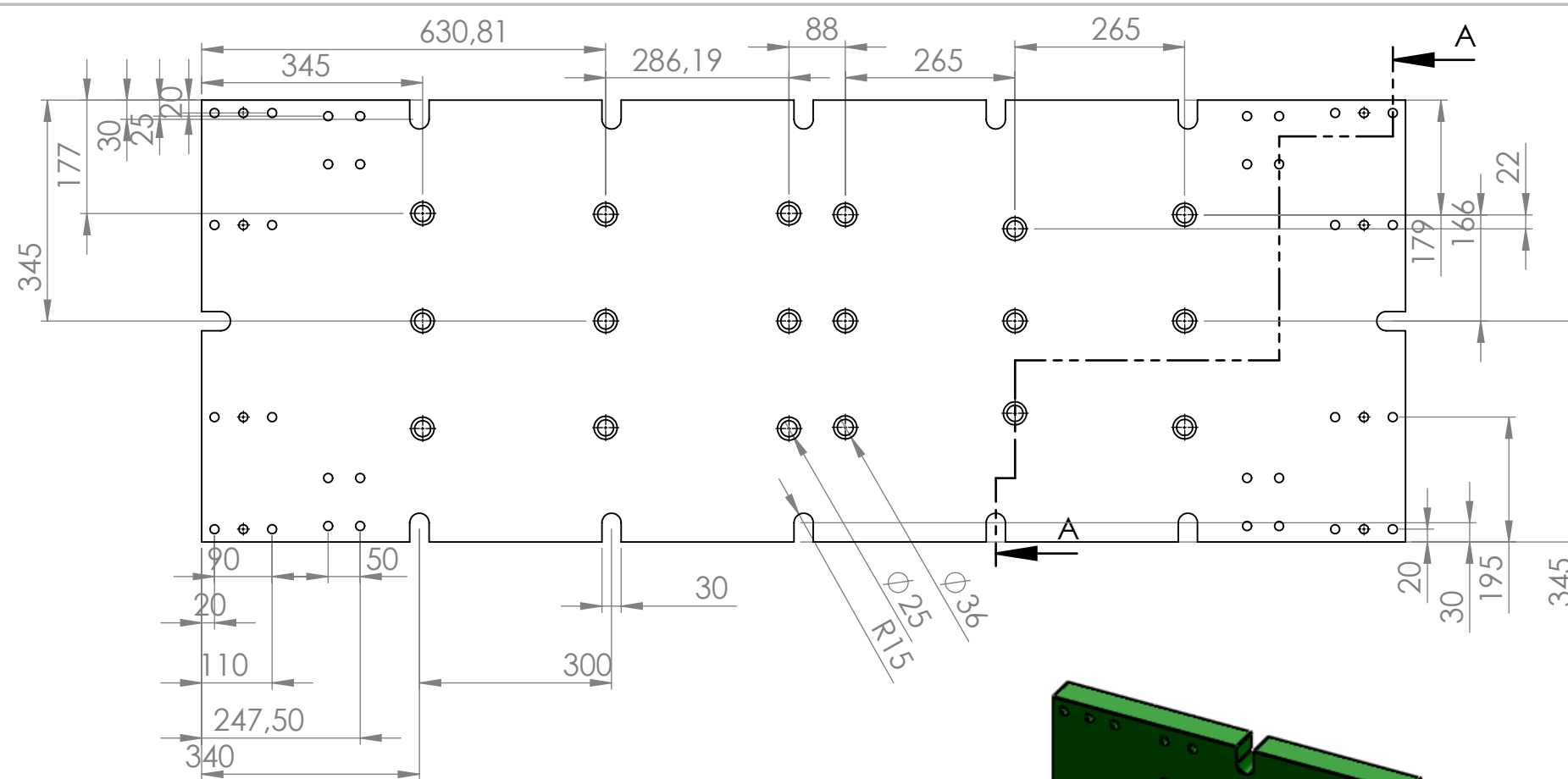


1	1	PORT POINÇON SUP 1	A 60	Observation
Rep	Nbr	Désignation	Matière	BACHA . A BELMADANI. M
ECHELLE:1:5	OUTIL DE PLAQUE DE TRANSFERT		Planche N°:1	
A3	Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou		M2 FMP	

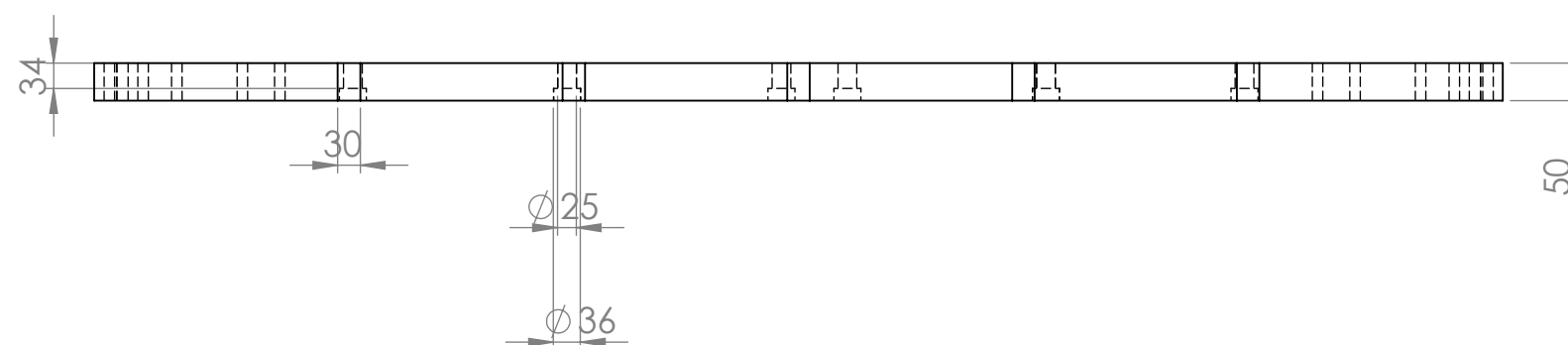
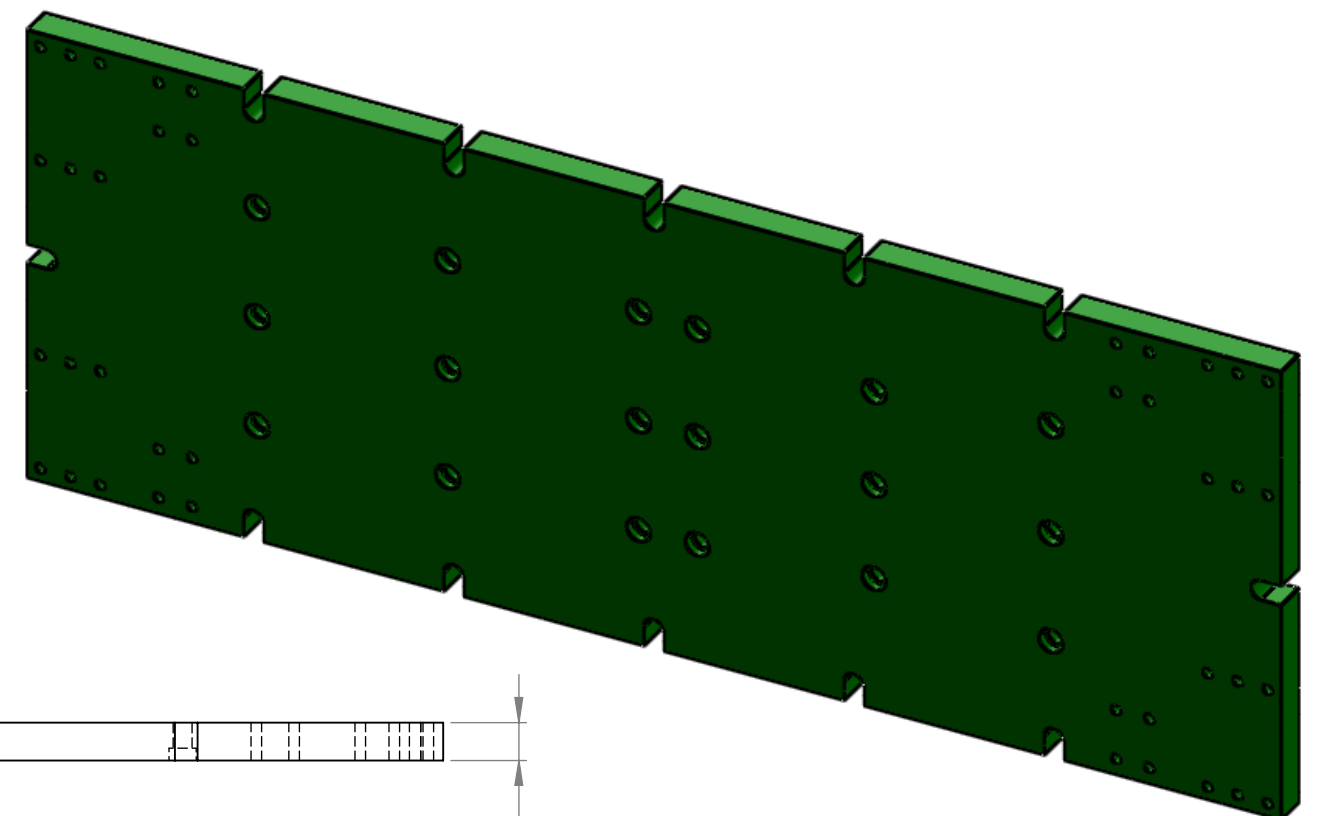


DÉTAIL H
ECHELLE 2 : 5

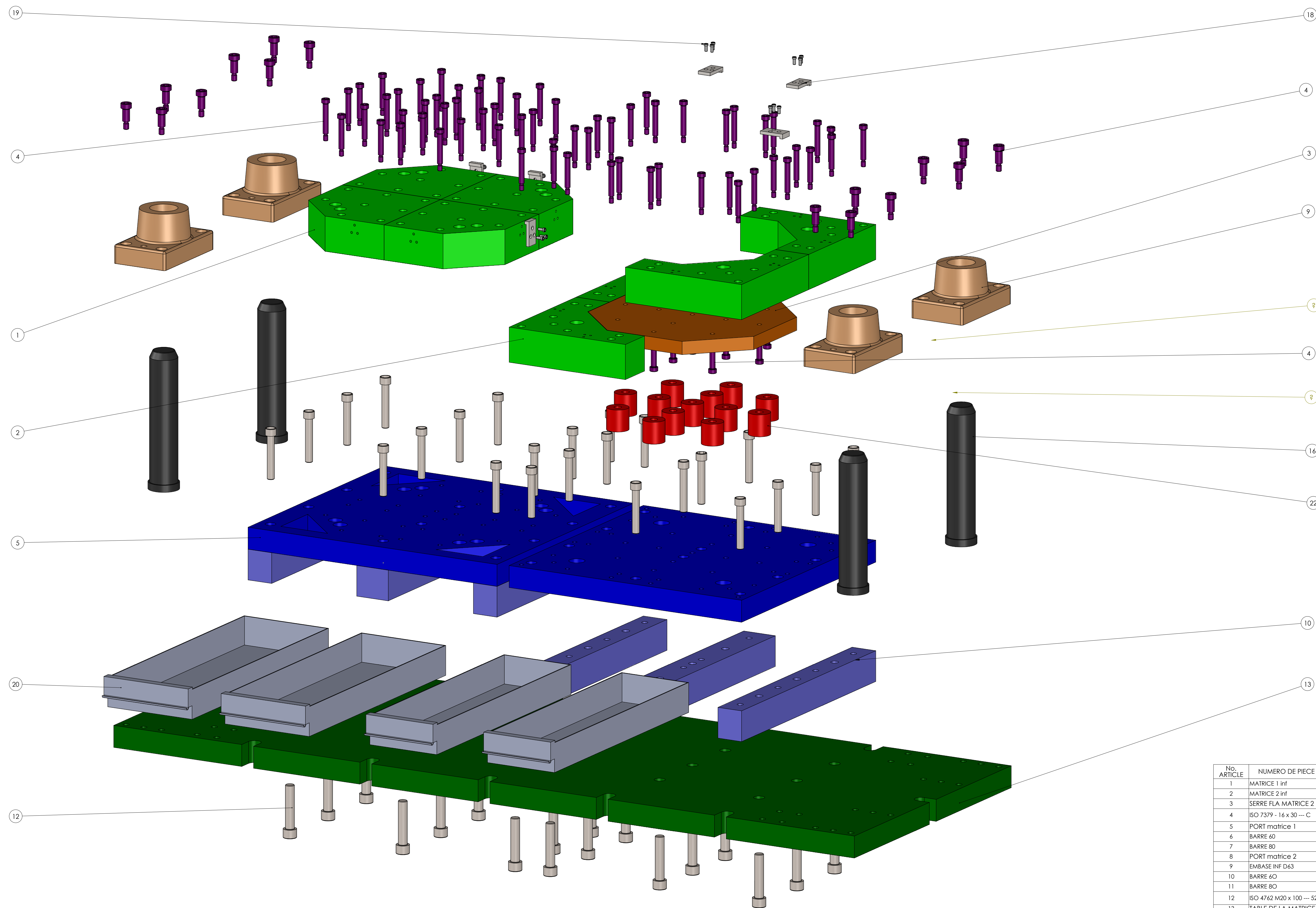
9	1	SERRE FLAN EXT OPER 2	XC48	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE:1:5		OUTIL DE PLAQUE DE TRANSFERT		BACHA . A BELMADANI. M
				Planche N°: 9
A3		Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou		M2 FMP



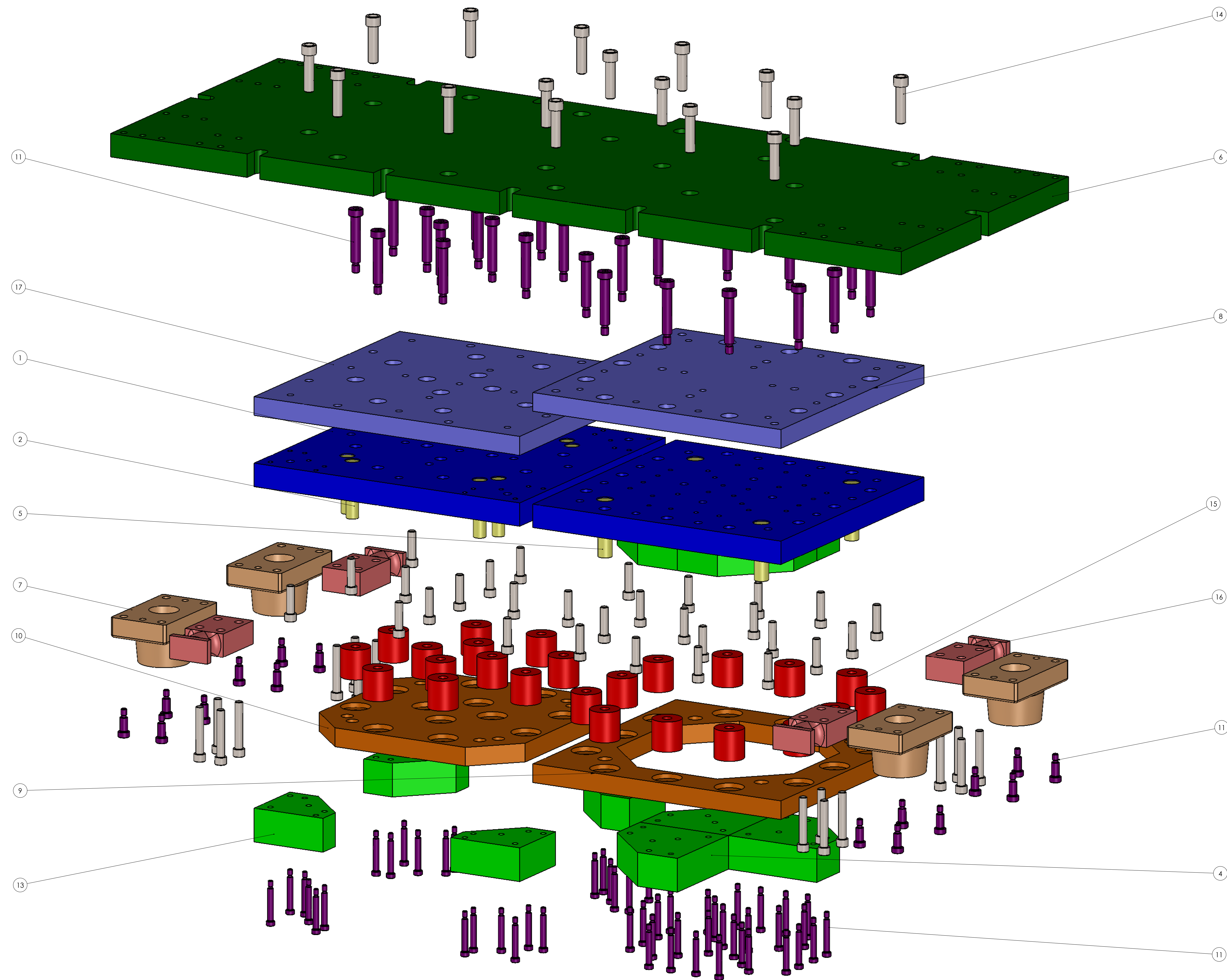
COUPE A-A



13	1	TABLE DE LA MATRICE	A 60	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE:1:10		OUTIL DE PLAQUE DE TRANSFERT		BACHA . A BELMADANI. M
				Planche N°:13
A3		Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou		M2 FMP



No. ARTICLE	NUMERO DE PIECE	DESCRIPTION	QTE
1	MATRICE 1 inf		4
2	MATRICE 2 inf		4
3	SERRE FLA MATRICE 2		1
4	ISO 7379 - 16 x 30 --- C		93
5	PORT matrice 1		1
6	BARRE 60		2
7	BARRE 80		1
8	PORT matrice 2		1
9	EMBASE INF D63		4
10	BARRE 60		2
11	BARRE 80		1
12	ISO 4762 M20 x 100 --- 52C		42
13	TABLE DE LA MATRICE		1
14	COLONNE DE GUIDAGE		4
15	BUTEE		6
16	vis CHC M6 butee		18
17	TIROIR 1		2
18	TIROIR 2		2
19	RESSORT CAOOUTCHOUC		13



No. ARTICLE	NUMERO DE PIECE	DESCRIPTION	QTE
1	PORT POINÇON SUP 1		1
2	poinçon cylindr D 26		8
3	PORT POINÇON SUP 2		1
4	poinçonnage 2 sup		7
5	poinçon cylindr D 30		4
6	TABLE DE LA MATRICE		1
7	EMBASE SUP D63		4
8	CALE		1
9	SERRE FLAN EXT OPER 2		1
10	SERRE FLAN EXT OPER 1		1
11	ISO 7379 - 12 x 70 --- C		92
12	poinçon encouch		2
13	poinçon encouch 3		2
14	ISO 4762 M16 x 100 --- 44C		61
15	RESSORT CAOUTCHOUC SUPERIEUR		24
16	PORT OUTIL		4
17	CALE 1		1