

République Algérienne Démocratique et Populaire
Université De Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou
Faculté De Génie de la construction
Département de génie mécanique



MEMOIRE

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de MASTER 2

Spécialité : génie mécanique

Option : construction mécanique

Thème

**Adaptaion de la charnière supérieure du réfrigérateur modèle
(520L) sur les nouveaux produits FB1 et FB2**

Présenté par :

LASSAL Norredine

YEFSAH Anis

Dirigé par :

Mr A.BEHTANI

Mr M.MAKOUDI

Remerciements

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

*Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements et notre
Gratitude à notre promoteur Mr Bahmani Amar pour ses
Conseils, ses orientations ainsi que sa disponibilité tout au long de
Notre travail.*

*Nous exprimons notre reconnaissance à tout le personnel de
L'unité froid service technique) de l'ENIEM Oued Aissi,
Pour nous avoir dirigé et orienté pendant toute la durée de notre
Stage au sein de l'ENIEM.*

*Nos plus vifs remerciements vont aussi à tous les membres
De jury pour avoir accepté d'honorer par leur jugement notre
Travail. Sans oublier nos parents qui ont sacrifié
Jusqu'aujourd'hui, aussi leurs encouragements incessants tout le
Long de notre parcours.*

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

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

La mémoire de mes grand-mère et mon grand père

A mes chers parents

A mes frères et sœurs

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

Soutenus.

Yefsah anis

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

La mémoire de tous ceux qui nous ont quitter si tôt.

A mes très chers parents qui sont toujours a mes cotés.

A mes frères et seours.

A toute ma famille, et mes amis qui m'ont toujours soutenu.

Norredine.L

Liste des figures

Figure I.1 : La production mondiale d'acier

Figure I.2 : l'acier en état liquide

Figure I.3 : La microstructure du fer à $T < 910^{\circ}\text{C}$

Figure I.4 : La microstructure du fer à $910^{\circ}\text{C} < T < 1394^{\circ}\text{C}$

Figure I.5 : La microstructure du fer à $T < 1394^{\circ}\text{C}$

Figure I.6 : Diagramme fer carbone

Figure II.1.1 : tôle d'épaisseur 3 mm

Figure II.1.2 : laminoir

Figure II.1.3 : laminage à chaud

Figure II.1.4 : laminage à froid

Figure II.1.5 : laminage quarto

Figure II.1.6 : opération de découpage

Figure II.1.7 : Le cisailage

Figure II.1.8 : L'encochage

Figure II.1.9 : Crevage

Figure II.1.10 : Ajourage

Figure II.1.11- : Le détourage

Figure II.1.12 : Le détourage

Figure II.1.13 : Le grignotage

Figure II.1.14 : l'emboutissage

Figure II.1.15 : principe d'emboutissage

Figure II.1.16 : L'emboutissage à froid

Figure II.1.17 : L'emboutissage a chaud

Figure II.1.18 : Variation de l'arrondi sur la matrice

Figure II.1.19 : principe de pliage

Figure II.1.20 : Le pliage en frappe

Figure II.1.21 : Le pliage en air

Figure II.1.22 : pliage en V

Figure II.1.23 : Le pliage en U

Figure II.1.24 : Le pliage en L

Figure II.1.25 : Le pliage en Z

Figure II.1.26 : le pliage en équerre

Figure II.1.27 : Le poinçonnage

Figure II.1.28 : poinçon

Figure II.1.29 : matrice

Figure II.1.30 : les étapes de poinçonnage

Figure II.1.31 : Paramètre de découpage

Figure II.1.32 : le jeu entre le poinçon et la matrice

Figure II.2.1: Organigramme de classification des presses

Figure II.2.2 : presse mécanique

Figure II.2.3 : Système bielle-manivelle

Figure II.2.4 : Système excentrique

Figure II.2.5 : Système à came

Figure II.2.6 : presse hydraulique

Figure II.2.7: presse à simple effet

Figure II.2.8 : presse à double effets

Figure II.2.9 : presses à triple effets

Figure II.2.10: Presse à col de cygne

Figure II.2.11 : presse à arcade

Figure II.2.13: presse à colonne

Figure II.2.12 : presse à montant droit

Figure II.2.14: presse à table mobile et bigorne

Figure III.1 : caractéristiques des ressorts

Figure III.2 : le ressort utilise dans la conception

Figure IV.1 : charnière et armoire

Figure IV.2 : assemblage charnière et armoire

Figure IV.3 : les poinçons

Figure IV.4 : la matrice

Figure IV.5 : les semelles

Figure IV.6 : colonne de guidage

Figure IV.7 : les ressorts

Figure IV.9 : assemblage de l'outil

Figure III.1 : caractéristiques des ressorts

Figure III.2 : le ressort utilise dans la conception

Liste des tableaux

Tableau 1 : technologie étudiés par ENIEM

Tableau I.1 : Caractéristiques du fer

Tableau I.2 : Caractéristiques du carbone

Tableau I.3 : Règles générales de désignation des aciers.

Tableau I.4 : Quelques aciers d'usage général

Tableau I.5 : quelques aciers non alliés

Tableau I.6: Quelques aciers faiblement alliés

Tableau I.7 : Quelques coefficients multiplicateurs

Tableau I.8 : Quelques aciers fortement alliés

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

Tableau III.1 : Longueurs libres de flambage en fonction du type de liaisons.

Tableau III.1 : Longueurs libres de flambage en fonction du type de liaisons.

Tableau IV.1- Cahier de charge de la pièce.

Tableau IV.3- caractéristiques mécaniques du matériau de la pièce.

Tableau IV.3- caractéristiques mécaniques du matériau de la pièce.

Tableau IV.2 : caractéristique des matrices

Tableau IV.3 : caractéristique des semelles.

Tableau IV.4 : dimensions des pièces.

Liste des symboles

R_{min} : Résistance minimale à la rupture par extension (MPa).

Re_{min} : Limite minimale apparente d'élasticité (MPa).

Fe : effort d'emboutissage (daN).

d : diamètre du poinçon (mm).

D : diamètre du flan (mm).

e : épaisseur de la tôle (mm).

Rm : résistance de la tôle à la traction (daN/mm²)

l : longueur de la ligne de pliage.

RC : résistance de la tôle au cisaillement en Rayon minimale de pliage.

Rmin : Rayon minimal de pliage.

e : Épaisseur de la tôle.

A : Allongement après rupture.

Z : Coefficient de striction.

E : module d'élasticité de la tôle (N/mm²).

Re : limite élastique (N/mm²).

R : rayon de la pièce final (mm).

Rp : Rayon de l'outil de pliage (mm).

Fp = effort de poinçonnage (daN)

P = périmètre du poinçon (mm) .

e = épaisseur de tôle (mm) .

j : jeu (mm)

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

F_{pr} : Effort de la presse

F_{CT} : Effort total de découpage-poinçonnage

F_{div} : Effort de dévissage

F_{ressort} : La force d'un seul ressort.

N : Le nombre de ressort.

K : La raideur du ressort.

P_{CR} = est la charge critique qui se calcul comme suite

I : Moment d'inertie.

σ_{com} – Compression d'Effort .

S- poinçon du Section.

Sommaire

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Présentation de l'entreprise

1	Introduction.....	3
2	Situation géographique de L'ENIEM	3
3	Historique.....	4
4	Chiffre d'affaires.....	4
5	Effectif	4
6	Constitution de l'entreprise.....	4
6.1	La direction générale (D.G).....	4
6.2	L'unité froide (U.F)	5
6.3	L'unité cuisson (U. CUIS).....	5
6.4	L'unité climatisation (U.C.L)	5
6.5	L'unité sanitaire (U.S)	5
6.6	La filiale FILAMP	5
7	Objectif de l'ENIEM.....	6
8	Les technologies utilisées par l'ENIEM	6
9	Politique de l'entreprise ENIEM	7
9.1	Engagement de la direction	8
9.2	Politique environnementale de l'ENIEM.....	8

Chapitre I : recherche bibliographique sur les matériaux utilisés

1	Introduction.....	9
2	Définition	10
3	Caractéristique de fer et de carbone	10
3.1	Le fer.....	10
3.1.1	Température inférieur à 910°C.....	11
3.1.2	Température entre 910°C et 1394°C	11
3.1.3	Température inférieur à 1394°C.....	12
3.2	Le carbone	12
4	Diagramme d'équilibre fer-carbone.....	13

5	Lecture dans le diagramme	14
6	Les phases d'acier à partir de diagramme d'équilibre fer-carbone	14
6.1	La perlite α	14
6.2	L'austénite γ	14
6.3	La ledeburite	14
6.4	La cémentite	14
6.5	Le graphite (carbone pur)	14
6.6	la ferrite δ	15
7	Classification des aciers	15
7.1	Classification par emploi	15
7.2	Classification par composition chimique	15
7.2.1	Aciers non alliés	15
7.2.2	Aciers alliés	15
7.3	Désignation des aciers	16
7.3.1	Ancienne désignation	16
7.3.2	Nouvelle désignation	17
7.3.2.1	Classification par emploi	17
7.3.2.2	Classification par composition chimique	18
	a) Aciers non alliés :	18
	b) Aciers faiblement alliés :	19
	c) Aciers fortement alliés	20
8	Principales propriétés mécaniques à considérer	20
8.1	Dureté	20
8.2	Caractéristique de traction	20
9	Influence des éléments d'addition	21
10	Conclusion	21

Chapitre II : procédés de mise en forme des pièces mécaniques et généralités sur les presses

Partie I : procédés de mise en forme des pièces mécaniques

1	Introduction générale	22
2	Obtention et transformation des tôles	22
2.1	Définition	22
3	Le laminage	23

3.1	Définition.....	23
3.2	Le laminoir	23
3.3	Les type de laminage	24
3.3.1	Le laminage à chaud.....	24
3.3.2	Laminage à froid	24
3.3.3	Laminage quarto.....	25
4	Procédés de mise en forme des pièces mécanique	26
4.1	Le découpage	26
4.2	Principe	26
4.3	Différents types de découpage.....	27
4.3.1	Cisaillage.....	27
4.3.2	Encochage	27
4.3.3	Crevage.....	28
4.3.4	Ajourage	28
4.3.5	Détourage	28
4.3.6	Soyage	29
4.3.7	Grignotage	29
4.4	L'emboutissage.....	29
4.4.1	Outillage	30
4.4.2	Fonctionnement.....	31
4.4.3	Les métaux utilisés dans l'emboutissage.....	31
4.4.4	Types d'emboutissages	31
4.4.4.1	L'emboutissage à froid	31
4.4.4.2	L'emboutissage à chaud	32
4.4.5	Paramètre d'emboutissage.....	33
4.4.5.1	Le jeu entre le poinçon et la matrice.....	33
4.4.5.2	Le rayon sur la matrice	33
4.4.5.3	Arrondi sur le poinçon	34
4.4.5.4	L'effort d'emboutissage cylindrique	34
4.4.5.5	Les avantages et les inconvénients de l'emboutissage.....	35
4.5	Le pliage	36
4.5.1	Définition	36
4.5.2	Principe de pliage	36
4.5.3	Différents techniques de pliage	36
4.5.3.1	Pliage en frappe	36

4.5.3.2	Pliage en l'air	37
4.5.3.3	Pliage sur élastomère	37
4.5.4	Outils spéciaux	38
4.5.5	Les différents modes de pliage	38
4.5.5.1	Pliage en V	38
4.5.5.2	Pliage en U	39
4.5.5.3	Le pliage en L	39
4.5.5.4	Pliage en Z	40
4.5.5.5	Pliage en équerre	40
4.5.6	Calcul de l'effort de pliage	41
4.5.7	Le jeu de pliage	41
4.5.8	Rayon minimale de pliage	41
4.5.9	Rayon et Angle du poinçon utilisé en pliage	42
4.5.10	Rayon de poinçon	42
4.5.11	Angle de poinçon	43
4.5.12	Le retour élastique	43
4.6	Le Poinçonnage	43
4.6.1	Définition	43
4.6.2	Principe	44
4.6.3	Les trois types de poinçonnage	44
4.6.4	Les principaux outils de poinçonnage	44
4.6.5	Les différentes étapes de poinçonnage	46
4.6.6	Avantages et inconvénients du poinçonnage	47
4.6.7	Effort de poinçonnage	48
4.6.8	Le jeu de poinçonnage	49
5	Conclusion	49

partie II : généralités sur les presses

1	Introduction	51
2	Les presses	51
2.1	Définition des presses	51
2.2	Classification des presses	51
2.2.1	Les presses selon la nature de transmission d'énergie	52
2.2.1.1	Les presses mécaniques	52
	A. Fonctionnement	53

B. Mécanisme de commande	53
C. Présentation des systèmes	53
a) Système bielle-manivelle.....	53
b) Système excentrique	54
c) Système à came	54
2.2.1.2 Les presses hydrauliques	55
2.2.2 Les presses selon le nombre de coulisseaux.....	56
2.2.2.1 Presse à simple effet	56
2.2.2.2 Presse à double effets	57
2.2.2.3 Presse à triple effets	57
2.2.3 Les presses selon la forme de bâti	58
2.2.3.1 Presses à col de cygne	58
2.2.3.2 Presses à arcade	58
2.2.3.3 Presses à montant droit	59
2.2.3.4 Presses à colonnes	59
2.2.3.5 Presses à table mobile et bigorne.....	60
2.3 Caractéristique d'une presse	60
2.4 Exigences d'une presse.....	60
2.5 Avantages et inconvénients des presses hydrauliques et les presses mécaniques	61
3 Conclusion.....	62

Chapitre III : calculs de dimensionnement et de vérification

1 Introduction.....	63
2 Calcul d'efforts de poinçonnage	63
3 Calcul de périmètre d'un perçage	63
4 Calcul effort total des poinçons	64
5 Calcul de l'effort de grugeage (cisaillement).....	64
6 Calcul des efforts total	64
7 Calcul effort de dévissage.....	64
8 Calcul de l'effort total que doit fournir la presse	65
9 Le choix de la presse a utilisé	65
9.1 Choix de nombre de ressorts a utilisé	66
9.2 Calcul de la raideur des ressorts	67
10 Calcul de résistance des poinçons au flambement	68

11	Calcul de résistance des poinçons à la compression	69
12	Position adéquate de l'outil sur la presse (centre d'inertie)	70
13	Conclusion.....	72

Chapitre IV : conception de l'outil

1	Introduction.....	73
2	Cahier des charges :	73
2.1	Définition.....	73
2.2	Domaine d'utilisation :	73
2.3	Dimension :.....	73
2.4	Caractéristiques :	73
2.4.1	Composition chimique :	73
2.4.2	Caractéristiques mécaniques :	74
2.5	Aspect de surface :.....	74
3	Analyse de la Valeur	74
3.1	Définition.....	74
3.2	Notions fondamentales	74
3.3	Plan de travail de l'analyse de la valeur	75
4	Travail demandé.....	76
4.1	Les conditions exigées.....	77
4.2	La CAO (conception assistée par ordinateur).....	77
5	Application.....	78
5.1	Conception des pièces de l'outil.....	78
5.1.1	Les poinçons.....	78
5.1.2	Les matrices.....	79
5.1.3	Les semelles	80
5.1.4	Colonnes de guidage	81
5.1.5	Les ressorts.....	81
5.1.6	L'assemblage.....	81
5.2	La mise en plans	82
5.3	Dimensionnement des composant de l'outil.....	83
6	Conclusion.....	83
	Conclusion générale.....	84

Introduction générale

1 Introduction générale :

Le monde de l'industrie mécanique ne cesse pas de se développer en matière de nouvelle technique, ces dernières sont toujours mises à jour afin de permettre aux utilisateurs de mieux profiter de cet outil qui devient plus qu'indispensable.

L'entreprise nationale des industries de l'électroménager (ENIEM) se trouve aujourd'hui en concurrence de marché qui est devenu de plus en plus exigeant ; et comme la satisfaction

Durable du client constitue l'objectif principal de cette entreprise, alors elle a mis en œuvre et développé un système de management de qualité conforme au référentiel international ISO 9001/2008, sous cette certification l'entreprise est soumise à des contrôles de qualité, et elle s'engage également à maintenir une amélioration continue de la qualité de sa gamme de produits, en effectuant des changements sur ces derniers.

Cette amélioration ne pourra être réalisée sans la maîtrise des logiciels de conception et de fabrication et surtout la maîtrise des outils technologiques actuels, et aussi l'utilisation des machines à commande numérique.

Au niveau de bureau d'études et de développement de l'unité froid, l'entreprise nous a confié la tâche d'étudier et de concevoir un nouvel outil de poinçonnage-grugeage, pour faire adapter la charnière supérieure du réfrigérateur (520L) sur les nouveaux produits FB1 et FB2, ce qui porte des modifications sur l'emplacement de la charnière sur le nouveau produit.

Ce nouveau modèle il est très pratique et donne une touche de modernité et aussi une belle design et modernité, très confort et pratique à l'utilisation.

certaines exigences comme: la Cette étude et conception de l'outil demande de satisfaire durée de vie, un prix bas de revient et un montage /démontage facile.

Notre travail est planifié comme suite :

Après une introduction générale et la présentation de l'entreprise ENIEM le premier chapitre nous informe sur Les généralités et les caractéristiques des aciers ont été traitées, dans le deuxième chapitre on étudie l'obtention de la tôle et les procédés de mise en forme des pièces mécaniques. Dans la partie deux de ce chapitre on va voir des généralités sur les

Différentes presses et leurs outils. Le chapitre trois si pour les calculs de dimension ou bien de vérification Et enfin le quatrième chapitre qui est consacré à l'étude et la conception de l'outil, les, Différents calculs, le choix de la presse à utiliser pour réaliser notre pièce à partir d'une tôle détournée.

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

Présentation de l'entreprise

1 Introduction

L'entreprise nationale des industries électroménagères ENIEM est née
Après la restriction de l'entreprise mère SONELEC le 02 janvier 1983, dont cette
Dernière a été datée en août 1971.

En 1989, l'entreprise a connu une baisse brusque de production due à la concurrence
du marché. Cette situation a provoqué sa transformation en société

Par action dans le but d'améliorer la recherche et le développement de ses produits à l'échelle
nationale.

Connu aujourd'hui le leader de l'électroménagère en Algérie et ce la dans divers domaines
tels que :

- Climatisation, cuisson, réfrigération et conservation à (Oued Aissi).
- Sanitaire (Miliana).
- Filiale lampe (Mohammedia).

Elle est située à la zone industrielle AISSAT IDIR d'Oued Aissi à 7 Km du chef-lieu
de la wilaya Tizi-Ouzou à la proximité de la route nationale, ce qui facilite son accès. Sa
direction générale est située à la sortie de sud-ouest de la ville de Tizi-Ouzou.

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

2 Situation géographique de L'ENIEM

Le siège social de l'Entreprise nationale des industries électroménagères (ENIEM) se
Situe au chef-lieu de la Wilaya de Tizi-Ouzou dans le nord de l'Algérie. Les unités de
production Froid, Cuisson, et Climatisation sont implantées à la zone industrielle Aissat Idir
d'Oued-Aissi, distante de 7 km du chef-lieu de wilaya.

La filiale sanitaire est installée à Miliana, wilaya d'Ain Defla, et la filiale lampe à
Mohammedia, wilaya de Mascara.

3 Historique

L'ENIEM est une entreprise publique de droit algérien constituée le 02 janvier 1983 mais qui existe depuis 1974 sous tutelle de l'entreprise SONELEC. Son siège social se situe à Tizi Ouzou

4 Chiffre d'affaires

- 2007-2.67 Milliards DA
- 2008- 3.63 Milliards DA
- 2010 5.07 Milliards DA
- 2012- 5.46 Milliards DA

5 Effectif

L'Effectif est cette entreprise il est de 2885 travailleurs repartie dans tous les unités production et les structure administratif.

6 Constitution de l'entreprise

Actuellement, l'entreprise ENIEM est constituée de :

- La direction générale (DG).
- L'unité froid (UF).
- L'unité cuisson (UCuis).
- L'unité climatisation (UCL).
- L'unité prestation technique (UPT).
- L'unité commerciale (UC).
- L'unité sanitaire (US).
- La filiale FILAMP.

6.1 La direction générale (D.G)

Elle exerce son autorité hiérarchique et fonctionnelle sur l'ensemble des directions et des Unités, la direction générale est responsable de la stratégie et du développement de l'entreprise.

6.2 L'unité froid (U.F)

Sa mission est de produire et développer les produits froids domestiques, ses activités sont :

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

6.3 L'unité cuisson (U. CUIS)

Sa mission est de produire et développer la cuisson a gaz électrique ou mixte et tous produits de Technologie similaire, ses activités sont :

- Transformation de la tôle.
- Traitement et revêtement de surfaces (Zingage, Chromage).
- Assemblage.

6.4 L'unité climatisation (U.C.L)

Sa mission est de développer les produits de climatisation, ses activités sont :

- La Transformation.
- Le Traitement de surfaces.
- Assemblage.

6.5 L'unité sanitaire (U.S)

En 2000 l'unité sanitaire de Miliana est acquise par l'entreprise ENIEM, cette unité ne rentre pas dans le champ de certificat de l'entreprise, sa mission est de produire et développer les produits sanitaires (Baignoire, Lavabos...).

6.6 La filiale FILAMP

Démarrer en février 1979, l'unité lampe de Mohammedia (U.L.M.) est devenue une filiale à 100

Présentation de l'entreprise

- ENIEM en 01janvier1997, sa mission est de fabriquer des lampes d'éclairage domestiques
Ainsi que des lampes de réfrigérateurs.

7 Objectif de l'ENIEM

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

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

8 Les technologies utilisées par l'ENIEM

Toutes les technologies de l'ENIEM sont importées dans le cadre de l'exploitation des licences et des copies de fabricants et fournisseurs étrangers. Elle se trouve, en effet, dépendante de l'extérieur en ce qui concerne l'assistance technique qui lui revient très chère. En revanche, l'ENIEM possède comme avantage, l'exploitation des licences de grandes marques étrangères.

Les technologies utilisées dans chaque domaine d'activité de l'entreprise, ainsi que le pays d'origine peuvent être résumés dans le tableau suivant :

Présentation de l'entreprise

Produits de l'ENIEM	Technologies	Technologies
Réfrigérateurs 200 et 240 litres	BOSCH	Allemagne
Congélateurs bahut 350 et 480 litre et réfrigérateur 520 litres	LEMATIC	Liban
Reste des réfrigérateurs	TOSHIBA	Japon
Cuisinières	TECHNOGAZ	Italie
Climatiseurs	AIR WELL	France

Tableau 1 : technologie étudiés par ENIEM

D'après les responsables de l'environnement de l'ENIEM, les technologies utilisées au sein de L'ENIEM sont les mêmes depuis près de vingt ans. Elles n'ont pas été changées car elles répondaient aux normes internationales en matière de qualité et de respect de l'environnement.

Par ailleurs, l'utilisation de la peinture liquide a été substituée par une autre technologie moins Polluante et plus économique, celle de la peinture en poudre. Ce remplacement a été fait durant l'année 2010 et a apporté ses fruits durant les deux années 2011 et 2012.

9 Politique de l'entreprise ENIEM

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

au référentiel La satisfaction durable du client constitue l'objectif principal de l'ENIEM, cette dernière a mis en œuvre et développer un système de management de qualité conforme International ISO 9001/2008.

Cette politique de qualité basée sur l'amélioration continue des processus se manifeste par la Volonté de la Direction Générale à □ Comprendre les besoins présents et futures de ses clients et y répondre efficacement en

Mettant à leur disposition des produits et des services compétitifs.

- Développer le professionnalisme de personnel de l'entreprise et sa culture.

- Améliorer en continu, l'efficacité de système management de la qualité.

9.1 Engagement de la direction

Dans le but de mettre en œuvre la politique de l'ENIEM, la Direction Générale s'engage à :

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

9.2 Politique environnementale de l'ENIEM

La dimension environnementale est de nos jours une question d'actualité. Elle intéresse la Plupart des organismes notamment les entreprises industrielles lesquelles ont un impact environnemental préoccupant (rejets atmosphériques, déchets liquides et solides, etc.).

La mise en place d'un système de management environnemental s'avère une voie royale pour réduire et maîtriser ces impacts. La certification environnementale de type ISO 14001 est le modèle de référence pour l'application du système de management environnemental (SME).

L'ENIEM se base sur la prévention de toute pollution, la préservation des ressources, la sensibilisation et la formation, la responsabilisation et l'implication de son personnel.

Pour cela, elle a décidé de s'engager dans une démarche volontaire d'amélioration continue, en mettant en place un système de management environnemental, selon le référentiel ISO 14001/2004 Cette politique environnementale de l'ENIEM s'inscrit dans le développement durable en intégrant un management proactif dans le domaine de la protection de l'environnement et la direction générale met a disposition, les moyens nécessaire pour la réussite de ce projet.

**Chapitre 1 : Recherche
bibliographique sur les matériaux
utilisés**

1 Introduction

Les matériaux sont des substances d'origine naturelle ou artificielle utilisés par les hommes et par certains animaux pour confectionner des objets, des habitations, etc. et parmi ces matériaux on trouve les aciers. L'acier jouait un rôle majeur dans notre vie quotidienne. Son intérêt et sa demande le qualifie pour qu'il soit à l'origine de toutes les révolutions scientifiques et industrielles.

L'acier a opéré sa révolution technologique pour être aujourd'hui présent dans presque tous les secteurs de l'activité économique. Plusieurs facteurs expliquent cette importance sur le plan mécanique les aciers ont un fort module d'élasticité et une forte limite élastique et à cause de leurs meilleures propriétés aussi physicochimiques que mécanique qu'ils possèdent ils se prêtent facilement à une production en masse. L'acier demeure le seul matériau capable tout à la fois de soutenir des efforts et des charges considérables, de conserver ses vertus à haut et à basse température et résister à la corrosion.

Dans tous les cas, les aciers présentent un très grand nombre de nuances différentes. Les principaux secteurs d'utilisation de l'acier sont :

Le bâtiment 44%.

La construction des machines et des appareillages 22%.

L'automobile 19%.

Les emballages 4% ses utilisations et presque illimite.

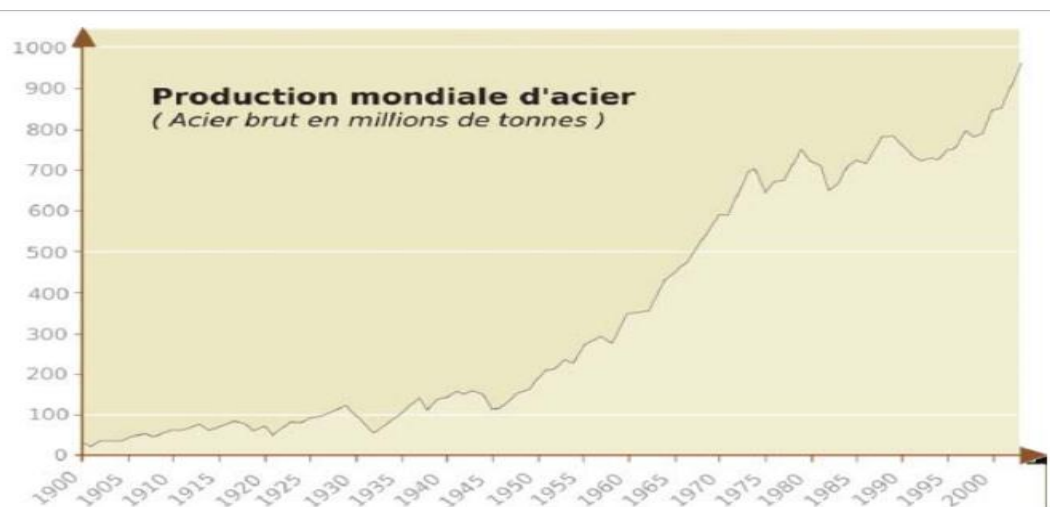


Figure I.1 : La production mondiale d'acier. [1]

2 Définition [2]

Un acier est un alliage à base du fer additionné d'un faible pourcentage du carbone entre 0.008% à 2% en masse, la teneur en carbone confère à l'alliage les propriétés de l'acier (la Dureté et la résistance mécanique), un acier à faible teneur est moins dur et plus malléable et On parle du fer, et l'augmentation de cette teneur en carbone a tendance à améliorer la Résistance et la dureté de l'alliage on parle d'aciers doux, mi- doux, et mi-dur, dur ou extrader.

L'acier contient aussi des petites quantités d'autres éléments ajoutés lors de son élaboration quand appelle les éléments d'addition pour améliorer certaines propriétés spécifiques.



Figure I.2 : l'acier en état liquide [1]

3 Caractéristique de fer et de carbone

3.1 Le fer

L'une des caractéristiques essentielles du fer est de se présente sous deux formes allotropique différente suivant la température : aux chauffages et aux refroidissements, le réseau cristallin du fer change de nature au passage de certaines températures. Le tableau suivant représente caractéristiques du fer :

Symbole	Fe
Nombre atomique	26
Masse atomique	56g /mol
Masse volumique	7.8g/mol
Température de fusion	7.8g/mol Température de fusion 1 538 °C
Formes allotropiques	Jusqu'à 910°C → Fer α de structure cubique centré (cc). De 910-1394 → fer γ de structure cubique à face centrée De 1392-1538°C → fer δ de structure cubique centrée

Tableau I.1 : Caractéristiques du fer.

3.1.1 Température inférieur à 910°C

Les atomes de fer à une température inférieure à 910°C s'arrangent et prennent une forme cube ayant un atome à chaque coin et un dernier au centre on dit alors un réseau cubique centré (CC), et on appelle ce fer le fer α , et l'association de ce fer avec le carbone donne la ferrite.

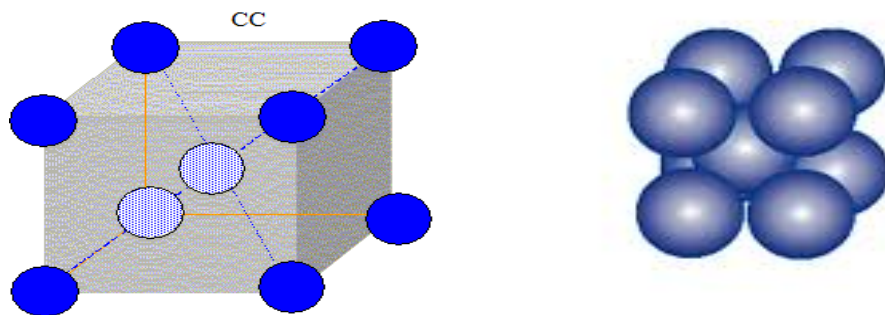


Figure I.3 : La microstructure du fer à $T < 910^\circ\text{C}$. [2]

3.1.2 Température entre 910°C et 1394°C

D'une température de 910°C jusqu'à 1394°C, Les atomes de fer prennent un arrangement cubique à face centrées (CFC) centré, et on appelle ce fer le fer γ , et l'association de ce fer avec le carbone en solution donne l'austénite.

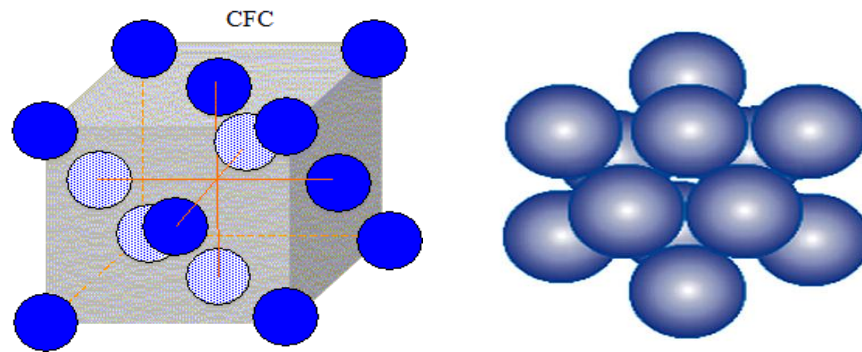


Figure I.4 : La microstructure du fer à $910^{\circ}\text{C} < T < 1394^{\circ}\text{C}$. [2]

3.1.3 Température inférieure à 1394°C

Les atomes de fer à une température supérieure à 1394°C prennent à nouveau une structure cubique centrée (CC), mais à ce stade on l'appelle le fer δ .

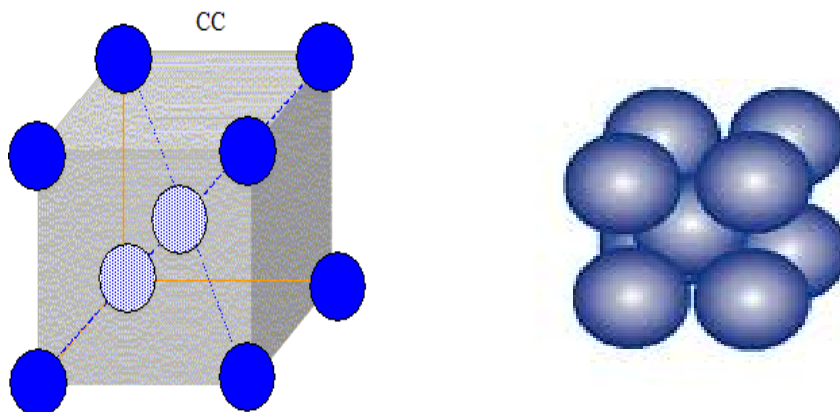


Figure I.5 : La microstructure du fer à $T < 1394^{\circ}\text{C}$. [2]

3.2 Le carbone

C'est un élément non métallique très abondant (0.1% en masse dans l'écorce terrestre). Il est rare à l'état libre, on le rencontre à l'état combiné dans toutes les substances végétale et animale comme dans le pétrole, le charbon, le bois, la houille etc.

Le carbone dont le point de fusion est supérieur à 3500°C est soluble dans le fer et peut se cristalliser à l'état pur en formant le graphite ou se combiner avec le fer en formant une phase intermétallique Fe_3C appelée cémentite ou carbone de fer.

Symbole	C
Nombre atomique	6
Masse atomique	12
Masse volumique	2.5 g/cm ³
Température de fusion	3500 C°
Variétés cristallines	Graphite et diamant, noir de fumée.

Tableau I.2 : Caractéristiques du carbone.

4 Diagramme d'équilibre fer-carbone

C'est le diagramme d'équilibre Fer-carbone métastable. Très utile pour comprendre les aciers, les fontes et les traitements thermiques. Il représente l'étendue des domaines de stabilité de différents types d'acier et de fonte blanche en fonction de la variation de la composition chimique et la température. Il est limité à droite par la cémentite (6,67 % C, matériau fragile, cassant, très dur) et fait apparaître les deux grandes familles de métaux ferreux : les aciers (entre 0,008 et 2,1 % C) et les fontes (de 2,1% à 6,67 %C). Il existe aussi l'autre type de diagramme (Fe-C) c'est le diagramme (Fe – graphite) qui correspond à un système stable.

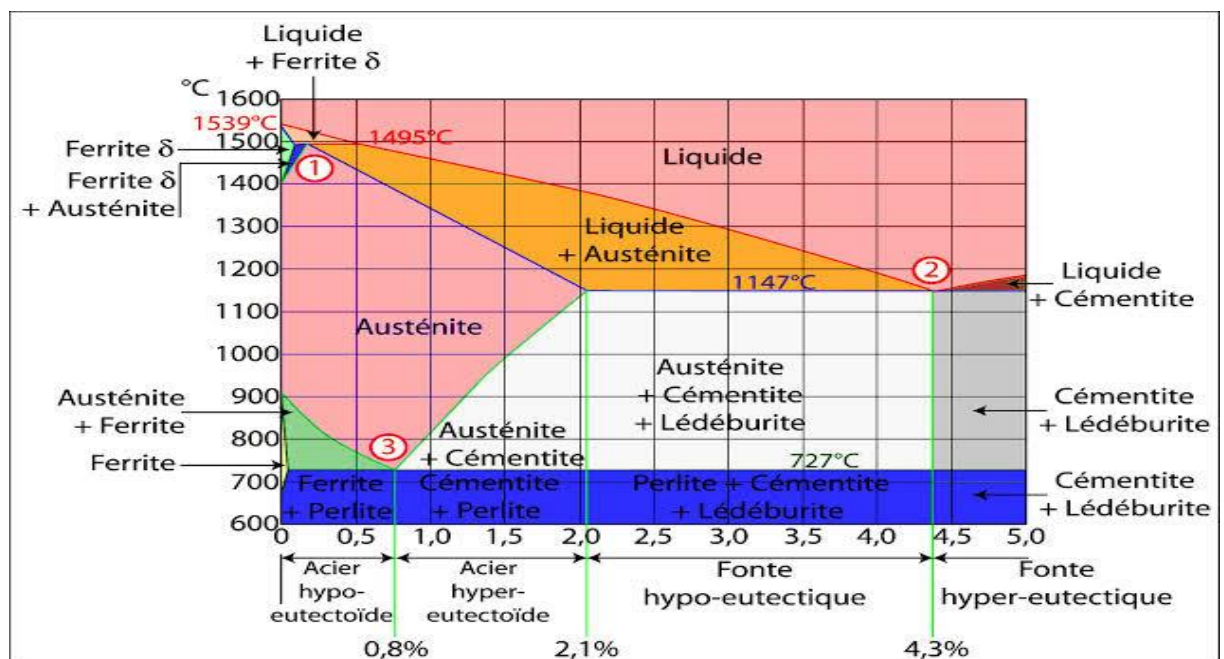


Figure I.6 : Diagramme fer carbone. [2]

5 Lecture dans le diagramme

-Ligne A1 (727°C)

Elle marque la fin de la transformation de la perlite, mixture de fer contenant 0,77 % C, en austénite ; au-dessus de 727 °C la perlite n'existe plus.

- Ligne A3

Au-dessus de cette ligne transformation de la ferrite en austénite.

-Ligne Acm

Elle indique la fin de la dissolution, après dissociation, de la cémentite dans l'austénite lorsque celle-ci existe. A partir du diagramme Fe teneur en carbone.

6 Les phases d'acier à partir de diagramme d'équilibre fer-carbone

6.1 La perlite α

Formée d'agrégat intimes de ferrite et cémentite dont la composition est 87.6% de ferrite et de 12.4% cémentite.

6.2 L'austénite γ

C'est une solution solide d'insertion de carbone dans le fer δ ; elle se cristallise dans un réseau cubique à faces centrées.

6.3 La ledeburite

Les alliages dont la teneur en carbone excède 2.06%, donne naissance au refroidissement à un eutectique, mélange de cémentite et d'austénites correspondant à une teneur en carbone de 4.3%, c'est la ledeburite.

6.4 La cémentite

C'est un composé chimique de dureté élevée, elle représente différents modes de formation (cémentite primaire, cémentite secondaire, cémentite tertiaire).

6.5 Le graphite (carbone pur)

Le graphite est la forme stable de la phase riche en carbone il remplace la cémentite

Chapitre 1 : Recherche bibliographique sur les matériaux utilisés

dans le diagramme fer-carbone, et il se cristallise le système hexagonal et aussi à partir de graphite fer-carbone on définit les aciers suivant teneur en carbone.

- a. Eutectoïde avec 0.77 % C.
- b. Hypereutectoïde avec (0.77% à 2.11%)c
- c. Hypoeutectoïde avec (0.008% à 0.77%)c

6.6 la ferrite δ

C'est une solution solide d'insertion du carbone dans le fer δ , dont la solubilité maximale est de 0.16%C à la température 1931°C.

7 Classification des aciers [2]

Les aciers sont classés généralement en deux grandes familles :

7.1 Classification par emploi

La désignation commence par la lettre S pour les aciers d'usage général et par E pour les aciers de construction mécanique.

7.2 Classification par composition chimique

Cette catégorie est composée des :

7.2.1 Aciers non alliés

Dans ce cas la nature des phases et leurs domaines d'existence peuvent être établis par le diagramme d'équilibre Fe-Fe₃C.

7.2.2 Aciers alliés

Ce sont des alliages Fer Carbone auxquels on ajoute des éléments en vue d'améliorer les propriétés mécaniques. Dans ce cas on recourt aux diagrammes ternaires Fe-C-M ou aux coupes pseudo-binaires de ces mêmes prises à diverses teneurs en éléments d'alliage. Ces aciers se subdivisent en deux catégories :

- Aciers faiblement alliés (dont la teneur de chaque élément d'alliage inférieure à 5%).
- Aciers fortement alliés (dont la teneur d'au moins un élément d'alliage supérieur ou égale à 5%).

Le diagramme d'équilibre fait apparaître trois types d'aciers à savoir :

- Aciers hypoeutectoïdes : dont la teneur en carbone ne dépasse pas 0.77%.

Chapitre 1 : Recherche bibliographique sur les matériaux utilisés

- Aciers eutectoïdes : dont la teneur en carbone est égale à 0.77%.
- Aciers hypereutectoïdes : dont la teneur en carbone est supérieure à 0.77% et inférieure à 2.11%.

7.3 Désignation des aciers

7.3.1 Ancienne désignation : Le tableau suivant indique l'ancienne désignation de quelques types d'aciers.

Aciers d'usage général		
1-Acier de construction mécanique	1-lettre A 2-Valeur égale au dixième de la valeur de la résistance à la traction 3-Indice de qualité (1à4)	A33
2-Acier de construction métallique	1-lettre E 2-Valeur égale au dixième de la limite apparente d'élasticité 3-indice de qualité (1à4)	E24
Aciers pour traitement thermique		
1-Aciers non alliés de qualité courante	1-lettres CC 2-nombre entier égal à 100 fois la teneur en carbone 3-éventuellement lettre S (soudabilité)	CC15
2-Aciers non alliés de construction serrée	1-lettres XC 2-nombre entier égal à 100 fois la teneur en carbone 3-éventuellement lettre S (soudabilité)	XC48 XC38

3-Aciers faiblement alliés (la teneur de chaque élément d'addition est inférieure à 5%)	1-nombre entier égal à 100 fois la teneur en carbone 2-série de lettres indiquant les éléments présents dans l'ordre décroissant des teneurs 3-nombre indiquant la teneur du principal élément. Multiplie par 4 pour C, K, M , N et S, multiplie par 10 pour les autres éléments. 4-nombre donnant la teneur du second élément d'addition	42CD4
4-Aciers fortement alliés (lorsqu'une teneur en élément est supérieure ou égale à 5%)	1-lettre Z 2-nombre entier égal à 100 fois la teneur en carbone 3-série de lettres indiquant les éléments présents dans l'ordre décroissant des teneurs. 4-Série de nombre indiquant les teneurs respectives des éléments	Z160CDV12

Tableau I.3 : Règles générales de désignation des aciers.

7.3.2 Nouvelle désignation

7.3.2.1 Classification par emploi

La désignation commence par la lettre S pour les aciers d'usage général et par la lettre E pour les aciers de construction mécanique.

Le nombre qui suit indique la valeur minimale de la limite d'élasticité en Mpa.

S'il s'agit d'un acier moulé, la désignation est précédée de la lettre G comme GE 295.

Aciers d'usage général		
Nuance	R min	Re min
S185 (A33)	290	185
S235 (E24)	340	235
Moulage	GS235, GS355	
R min : Résistance minimale à la rupture par extension (MPa)		
Re min : Limite minimale apparente d'élasticité (MPa)		
La désignation entre parenthèses correspond approximative avec l'ancienne désignation.		

Tableau I.4 : Quelques aciers d'usage général.

7.3.2.2 Classification par composition chimique

a) Aciers non alliés :

La désignation se compose de la lettre C suivie du pourcentage de la teneur moyenne en carbone par 100 et la tenue manganèse <1%.

Exemple : C45

45 :0.45% de carbone

S'il s'agit d'un acier moulé, La désignation est précédée de la lettre G comme GC25.

Aciers non alliés		
Nuance	R min	Re min
C35	570	335
C45	660	375

Tableau I.5 : quelques aciers non alliés.

b) Aciers faiblement alliés :

La teneur en Mn est $\geq 1\%$ et la teneur de la somme d'éléments d'alliages est $< 5\%$.

La désignation comprend :

- Un nombre entier égal à 100 fois le pourcentage de la teneur moyenne en carbone.
- Un ou plusieurs groupes de lettres qui sont les symboles chimiques des éléments d'addition rangés dans l'ordre de teneur décroissant.
- Une suite de nombres rangés dans le même ordre que les éléments d'alliage et indiquant le pourcentage de la teneur moyenne de chaque élément.
- Les teneurs sont multipliées par un coefficient multiplicateur variable en fonction des éléments d'alliage.

Aciers faiblement alliés		
Nuance	Rmin	Remin
42CrMo4 (42CD4)	1080	850
60SiG7 (60SC7)	1130	930
La désignation entre parenthèses correspond à l'ancienne désignation		

Tableau I.6: Quelques aciers faiblement alliés.

Coefficients multiplicateurs	
Eléments d'alliage	Coefficient
Cr, Co, Mu, Ni, Si, W	4
Al, Be, Cu, Mo, Nb, Ta, Ti, V, Zr	10
Ce, N, P, S	100
B	1000

Tableau I.7 : Quelques coefficients multiplicateurs.

c) Aciers fortement alliés

Teneur d'au moins un élément d'alliage est supérieur à 5%.

La 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 pourcentages nominaux réels comme X30 Cr 13 avec 0.3% de carbone, 13% de Chrome.

Aciers fortement alliés		
Nuance	Rmin	Remin
X2CrNi 19-11 (Z3CN19-11)	460	175
X6CrNiMoTi 17-12 (Z6CNDT 17-12)	540	215
Les désignations entre parenthèses correspondent à l'ancienne désignation.		

Tableau I.8 : Quelques aciers fortement alliés.

8 Principales propriétés mécaniques à considérer

8.1 Dureté

La dureté caractérise la résistance à la déformation : elle peut se mesurer par différentes méthodes, mais nous parlerons principalement des essais de pénétration qui sont les plus importants. Ils consistent à imprimer dans la pièce à essayer un pénétrateur et à mesurer sa pénétration. Trois méthodes de ce type sont normalisées par l'AFNOR :

- Essai de dureté (brinell de l'acier)
- Essai de dureté (Rockwell de l'acier)
- Essai de dureté (Vickers de l'acier)

8.2 Caractéristique de traction

Par ailleurs, il est également possible de passer de la dureté à la résistance à la traction en utilisant la norme AF A03-173 mais il convient de rappeler qu'il ne s'agit que d'une approximation.

Chapitre 1 : Recherche bibliographique sur les matériaux utilisés

Pour avoir une valeur correcte de cette dernière caractéristique, il convient de la mesure, en utilisant la méthode décrite dans la norme AF 03-15.

9 Influence des éléments d'addition

Les éléments addition sont en générale des métaux surtout dans les aciers mais ce peut être non métaux ou des gaz

Les éléments d'addition ajoutés à l'acier, jouent un rôle primordial sur la caractéristique générale, et leur introduction aboutis à des modifications très importantes du diagramme d'équilibre fer –carbone. Dans le fer pur, le passage de fer α au fer γ se produit à une température définie comme on 'a vu dans les paragraphes précédents. La présence d'un élément d'addition entraîne l'apparition d'un domaine plus au moins dans lequel les deux variétés allotropiques du fer (CC) et (CFC) peuvent coexister en équilibre, les éléments d'addition sont nombreux, ces éléments ont une action spécifique dans les aciers.

10 Conclusion

Ce chapitre est consacré à la recherche et le choix des matériaux utilisés dans le travail a réaliser, et on a étudier les différents types des aciers.

Les types d'aciers sont largement divers, on compte pour les classer sur leur composition chimique, leur teneur en carbone et leurs domaines d'utilisation, et chaque famille d'acier a sa désignation conforme à des normes internationales.

Un bon choix de l'acier à utiliser pour une application spécifique, dépends de la microstructure de cet acier, son mode d'élaboration, les traitements thermique et thermomécanique afin d'assurer une bonne fonctionnalité ainsi une longue durée de vie au produit à réaliser.

Chapitre II : procédés de mise en forme des pièces mécaniques et généralités sur les presses

Chapitre II : Procédés de mise en forme des pièces mécanique et généralités sur les presses.

Partie I: Procédés de mise en forme des pièces mécanique

1 Introduction générale

L'objectif premier de la mise en forme des métaux est de conférer à une pièce métallique des dimensions situées dans une fourchette de tolérance donnée. Les principaux procédés de mise en forme des métaux sont apparus progressivement, donnant naissance par la suite à diverses variantes, parfois très nombreuses. Les formes modernes des divers procédés sont le plus souvent apparues récemment pour assurer la production en grande série de pièces à faible coût. Il existe trois voies principales de mise en forme selon l'état de départ du matériau métallique (le moulage, le façonnage et le frittage).

Ce chapitre est devisé en deux parties, dans la première partie nous présentons l'obtention de la tôle et le passage de produit plat au produit final qui est une pièce et dans la deuxième partie on verra les différentes techniques des procédés de mise en forme des pièces mécanique cités dans le paragraphe précédent.

2 Obtention et transformation des tôles

2.1 Définition [3]

Les tôles sont des produits plats tirés des brames par laminage à chaud, C'est-à-dire que les plaques d'acier, issues de la coulée, sont réchauffées entre 800 et 1200°C puis écrasées par un passage successif entre deux rouleaux jusqu'à obtention de l'épaisseur voulue. Elles sont conditionnées en bobines, en bandes refendues ou en feuilles. Les dimensions varient en fonction de l'acier (nuance et type), de l'épaisseur et des revêtements appliqués :

• Suivant leur épaisseur

1. Les tôles fines (< 3 mm).
2. Les tôles fortes (> 3 mm).

• Suivant leur finition

1. La tôle noire dont les faces ont un fini brut, sans revêtement.
2. La tôle galvanisée, pour sa part, elle dotée d'un revêtement anticorrosion au niveau de ses deux faces.

Chapitre II : Procédés de mise en forme des pièces mécanique et généralités sur les presses.

3. La tôle pré laquée qui présente une surface anticorrosion comme chez la galvanisée, en-dessus de laquelle on ajoute une/des couches de peinture.



Figure II.1 : tôle d'épaisseur 3 mm. [1]

3 Le laminage

3.1 Définition [3]

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

3.2 Le laminoir

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

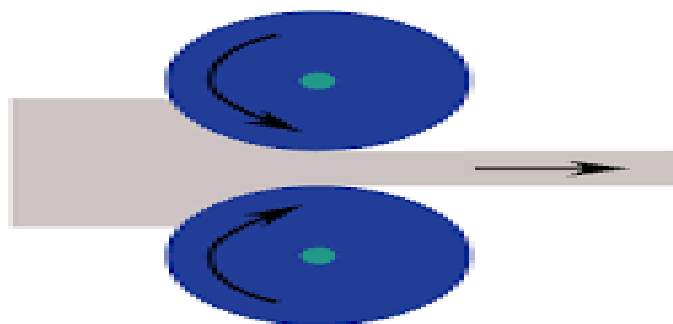


Figure II.2 : principe de laminage.

Chapitre II : Procédés de mise en forme des pièces mécanique et généralités sur les presses.

3.3 Les type de laminage

Il existe plusieurs types de laminage :

3.3.1 Le laminage à chaud

S'impose pour deux raisons capitales : - la première est que la résistance à chaud du métal décroît très rapidement avec la température, la seconde est d'ordre métallurgique. La brique est acheminée à travers différentes cages successives équipées de cylindres de laminage, de façon à obtenir une large bande, à l'issue de la dernière cage, la bande est refroidie par un processus d'arrosage, puis enroulée sur une bobineuse de façon à former une bobine. La bobine est ensuite déroulée sur une ligne de déroulage, redressée, planée et coupée à la longueur souhaitée, pour obtenir des tôles. Cette technique s'applique couramment à des largeurs allant jusqu'à 2150 mm et des épaisseurs jusqu'à 25 mm. La tôle laminée à chaud non décapée est souvent qualifiée de tôle "noire". Les bobines laminées à chaud non décapées jusqu'à une épaisseur et une largeur données. Le décapage (traitement chimique) élimine la calamine et les impuretés de la surface du produit pour éviter la corrosion de la surface traitée, une couche protectrice est appliquée (généralement un mince film d'huile) la norme EN10051 reprend les tolérances sur les dimensions et la forme des bobines et des tôles à chaud décapées ou noires.



Figure II.3 : laminage à chaud. [1]

3.3.2 Laminage à froid

Il provoque un écrouissage du métal, le laminage ne peut se poursuivre au-delà de la limite de rupture, par ailleurs l'écrouissage peut entraîner un dépassement des capacités de puissances du système de laminage à froid. Le laminage à froid est ensuite nécessaire pour

Chapitre II : Procédés de mise en forme des pièces mécanique et généralités sur les presses.

obtenir les caractéristiques géométriques et mécaniques adéquates, ainsi qu'un bon état de surface. Le laminage à froid est généralement réalisé sur des laminoirs réversibles multicylindre, où plusieurs cages se succèdent, il s'agit d'un train de laminage, ou nous avons deux bobineuses sont disposées de chaque côté des cages pour assurer la traction de la bande. Le laminage s'effectue sous film d'huile minérale afin de faciliter l'écoulement du métal, éliminer la chaleur produite par le laminage et lubrifier les équipements internes de la cage de laminage.

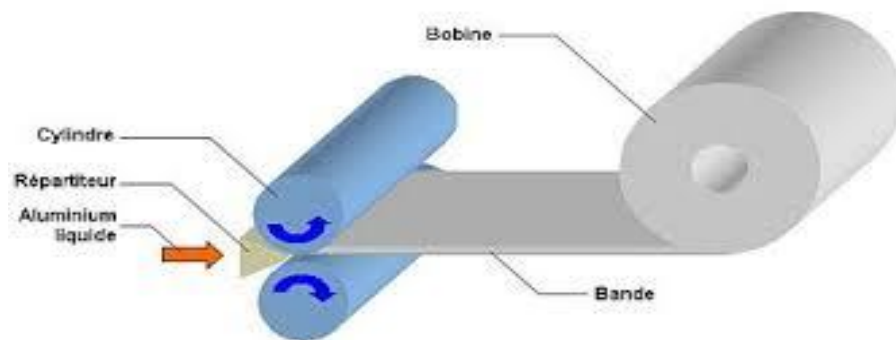


Figure II.4 : laminage à froid. [1]

3.3.3 Laminage quarto

Dans le laminoir quarto, la brame est laminée dans deux cages quarto (constituée de quatre cylindres), une dégrossisseuse et une finasseuse, jusqu'à obtenir l'épaisseur voulue la plaque ainsi obtenue est refroidie et aplanie. Cette technique permet de laminer des plaques plus larges et/ou plus épaisses que dans un laminoir à chaud de train à bandes, selon la qualité demandée, les propriétés mécaniques de la tôle quarto sont souvent améliorées après le laminage par des traitements thermiques comme la normalisation. La norme EN 10029 précise les tolérances sur les dimensions et la forme de la tôle quarto. Les cages des laminoirs sont généralement quarto, composées de deux cylindres de travail de faible diamètre (de l'ordre de 10 cm), assurant le laminage, et de deux d'appuis de diamètre plus grand, comme schématisé dans la (figure 3) différents actionneurs de la cage « vis de serrage, vérins, etc. », permettent de régler l'épaisseur correcte en sortie d'emprise.

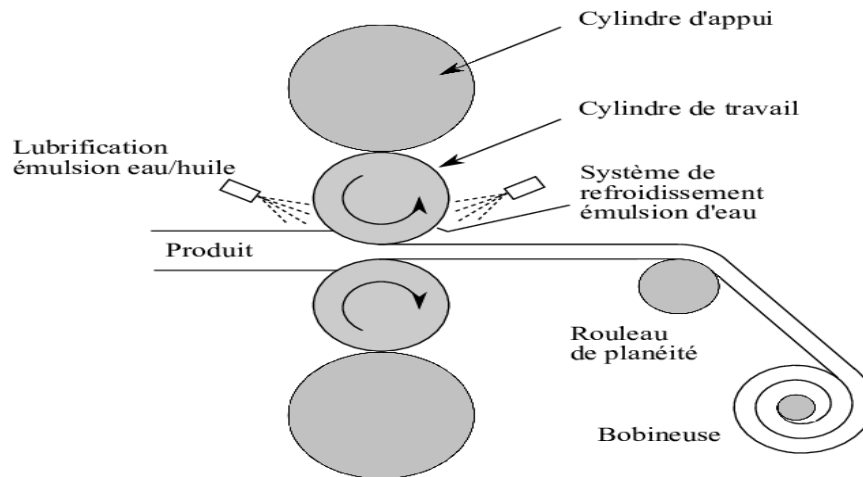


Figure II.5 : laminage quarto. [3]

4 Procède de mis en forme des pièces mécanique

4.1 Le découpage

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

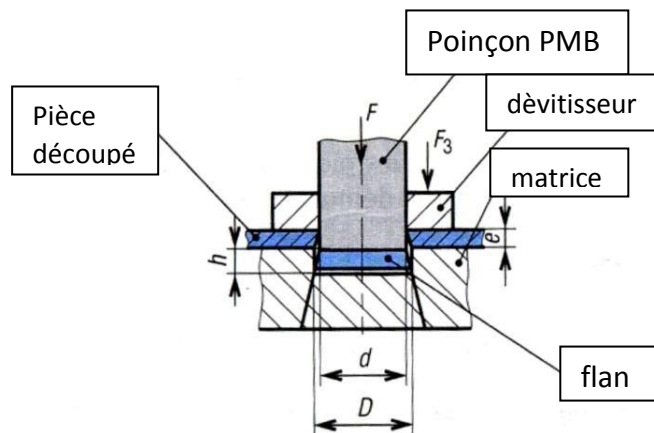


Figure II.6 : opération de découpage. [4]

4.2 Principe

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

La matrice : Correspond à la forme de découpe souhaitée.

Chapitre II : Procédés de mise en forme des pièces mécanique et généralités sur les presses.

Le poinçon : il est d'une forme complémentaire, il est animé d'un mouvement de translation.

La tôle ou la bande de matière à découper.

Un serre flan ou revêtisseur son rôle est de maintenir la bande lors de découpage

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

4.3 Différents types de découpage

4.3.1 Cisailage

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

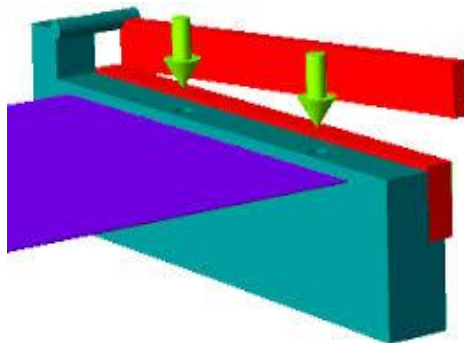


Figure II.7 : Le cisailage. [1]

4.3.2 Encochage

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

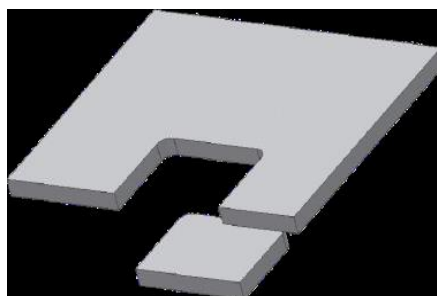


Figure II.1.8 : L'encochage. [1]

4.3.3 Crevage

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

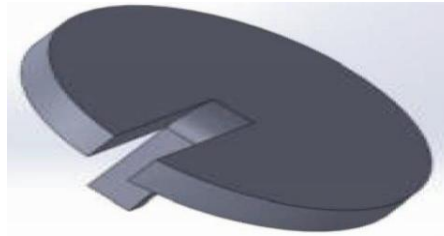


Figure II.9 : Crevage. [4]

4.3.4 Ajourage

L'ajourage est une technique de découpage qui consiste à réaliser des trous de grand diamètre et des formes dans la bande ou dans un flan avant d'engager d'autres opérations de pliage ou d'emboutissage.

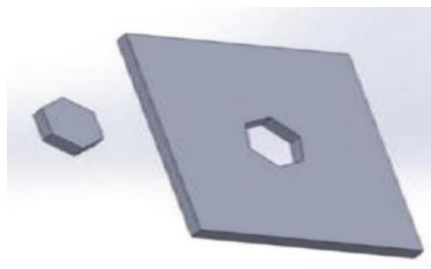


Figure II.10 : Ajourage. [4]

4.3.5 Détourage

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

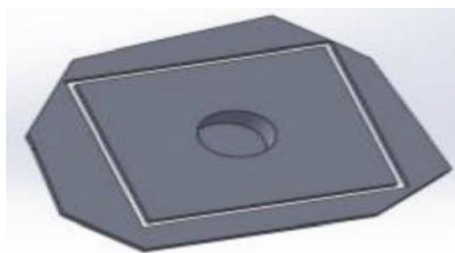


Figure II.11: Le détourage. [4]

4.3.6 Soyage

Consiste à former un collet (relevage des bords d'un trou) soit par un perçage de la tôle par un poinçon de forme pointue, soit par un profil déjà formé

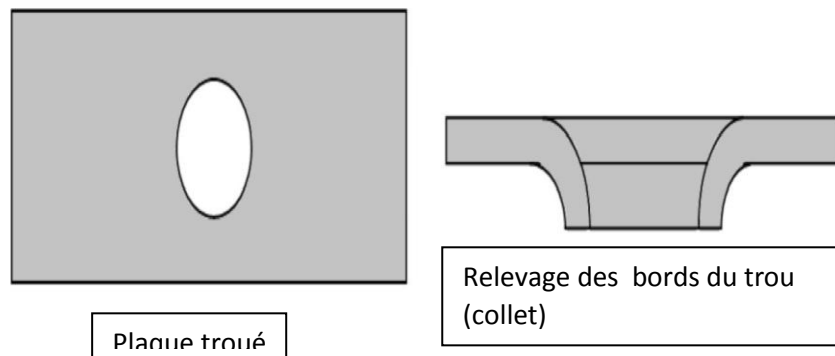


Figure II.12 : Le détourage. [3]

4.3.7 Grignotage

C'est une technique de découpage appliquée sur des tôles minces, elle consiste à enlever de petites quantités de matière suivant un signé dont la largeur est égale à celle du poinçon, la découpe se fait suivant un tracé précis.

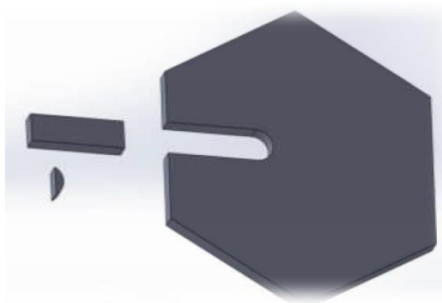


Figure II.13 : Le grignotage. [4]

4.4 L'emboutissage

L'emboutissage est un procédé de formage par déformation plastique des métaux, cette déformation consiste en un allongement ou un rétrécissement local de la tôle, cette technique de fabrication transforme une feuille de tôle mince appelée flan en une pièce de

Chapitre II : Procédés de mise en forme des pièces mécanique et généralités sur les presses.

forme bien minée à l'aide d'un outillage simple (un poinçon, une matrice et un serre flan) et avec une application d'une pression métrisée

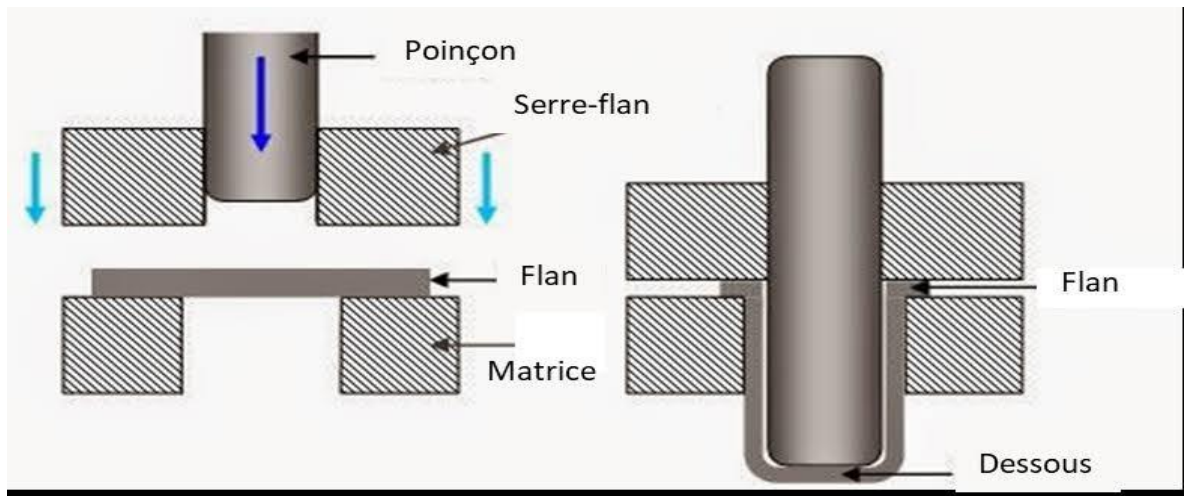


Figure II.14 : l'emboutissage. [1]

4.4.1 Outillage

L'emboutissage se pratique à l'aide de presses à emboutir de forte puissance munies d'outillages spéciaux qui comportent trois pièces principales :

- Une matrice en creux : épouse la forme extérieure de la pièce.
- Un poinçon en relief : épouse sa forme intérieure en gardant l'épaisseur de la tôle.
- Une serre flan : entoure le poinçon et il s'applique contre le contour de la matrice et il sert à coincer la tôle pendant l'application du poinçon. Des jons sont parfois utilisés pour freiner le glissement de la tôle. L'entrée de la matrice doit être très arrondie et polie pour éviter toute déchirure du métal et pour optimiser le comportement des zones de rétreint, aucun angle ne doit être vif et un parfait état de surface est primordial, la mise au point de tels outils est une opération très spécialisée et très coûteuse notamment sur les pièces d'aspect (exemple : plusieurs mois pour l'extérieur d'une portière, capot, etc.).

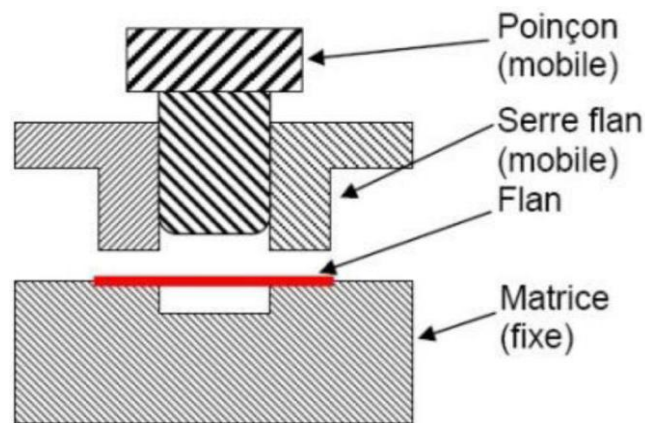


Figure II.15 : principe d'emboutissage. [3]

4.4.2 Fonctionnement

L'opération d'emboutissage :

- Phase 1 : poinçon et serre-flan sont relevés. La tôle, préalablement graissée, est posée sur la matrice
- . Phase 2 : le serre-flan est descendu et vient appliquer une pression bien déterminée, afin de maintenir la tôle tout en lui permettant de glisser
- Phase 3 : le poinçon descend et déforme la tôle de façon plastique en appliquant contre le fond de la matrice. Phase 4 : le poinçon et le serre-flan se relèvent : la pièce conserve la forme acquise. Phase 5 : on procède au détournage des pièces, c'est-à-dire à l'élimination des parties devenues inutiles.

4.4.3 Les métaux utilisés dans l'emboutissage

L'opération d'emboutissage nécessite l'utilisation d'un métal très ductile, l'acier est le plus employé par suite de son bas prix et sa haute résistance et les possibilités actuelles du métal protégé contre l'oxydation par de différents procédés comme le cuivrage, chromage...etc.

4.4.4 Types d'emboutissages

4.4.4.1 L'emboutissage à froid

Cette technique consiste à former une pièce à température ambiante. Elle est principalement utilisée sur un outillage double effet mais peut aussi l'être sur un outillage simple effet dans le cas où les embouties sont peu profondes ou s'ils nécessitent peu d'effort de

Chapitre II : Procédés de mise en forme des pièces mécanique et généralités sur les presses.

serrage. Ce type de formage permet d'obtenir une meilleure précision dimensionnelle, limite les couts et évite la formation d'oxyde. Néanmoins l'épaisseur des tôles à emboutir ainsi que les caractéristiques mécaniques sont à l'origine des limitations de cette technique, en effet, il devient nécessaire pour les rands épaisseurs d'effectuer l'emboutissage en plusieurs passes. A ceci, il faut ajouter d'une part l'effet de l'écrouissage apparaissant lors de la mise en forme et se traduisant par un durcissement structural et une baisse de la ductilité. D'autre part, la création de contraintes résiduelles au sein des pièces finies en limite ses applications (risque de rupture fatigué).

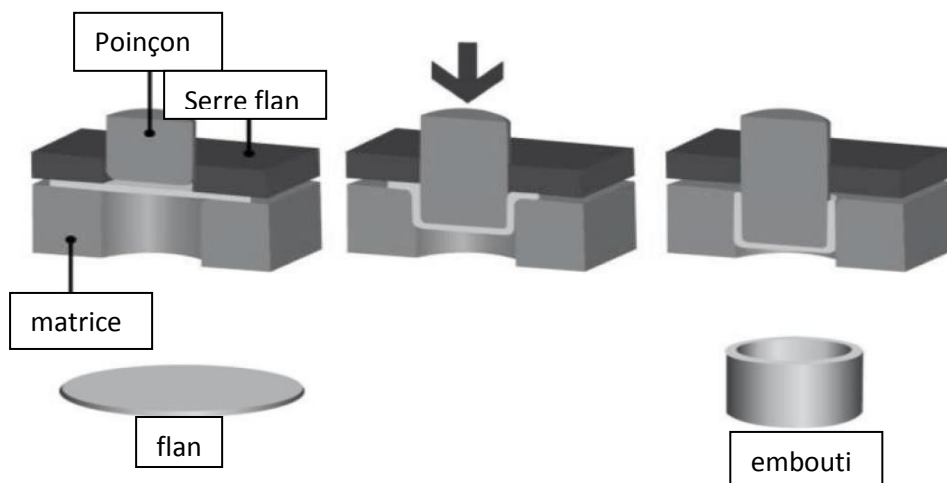


Figure II.16 : L'emboutissage à froid. [4]

4.4.4.2 L'emboutissage à chaud

Il est principalement utilisé sur presses hydrauliques simple ou double effet, le formage de fonds de réservoir en acier est le plus important domaine d'application. Cette technique facilite la déformation du matériau. Permet l'emboutissage de des pièces profonds par chauffage du flan et de la matrice et évité l'écrouissage et la formation de Contraintes résiduelles. Les cadences de production de l'emboutissage à chaud sont moins élevées que celles de l'emboutissage à froid du fait de l'inertie de chauffage. de plus les pièces finies sont de moins bonne qualité. Que ce soit au niveau de l'état de surface ou du dimensionnement. Enfin, cette technique nécessite des mises au point de la sécurité plus importantes.

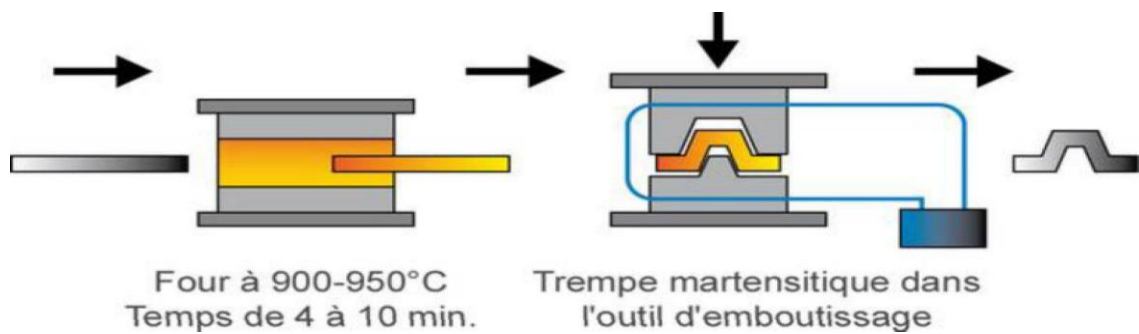


Figure II.17 : L'emboutissage à chaud. [1]

4.4.5 Paramètres d'emboutissage

4.4.5.1 Le jeu entre le poinçon et la matrice

Lorsque l'espace entre le poinçon et la matrice est théoriquement égale à l'épaisseur de la tôle, il se produit une augmentation de l'épaisseur de la paroi. L'augmentation de ce jeu a une influence sous l'effet du poinçon mais entraîne certains inconvénients tels que :

- 1. La détérioration du profil de la paroi.
- 2. Déviation du poinçon entraînant la formation de languettes sue le bord de l'embouti.
- 3. Apparition de plis sue la paroi de l'embouti.

Inversement si l'épaisseur de flan est plus grande que l'espace existant entre le poinçon et la matrice. Il se produit un écrasement et un amincissement indésirables de la paroi. Il est courant d'utiliser des tables donnant le jeu en fonction de l'épaisseur du flan et de la matrice. Elles sont basées sur les formules suivantes :

- Pour l'acier $W=e+0.07 \times (10 \times e)^{1/2}$
- Pour l'aluminium $W=e+0.02 \times (10 \times e)^{1/2}$
- Pour les métaux ferreux $W=e+0.04 \times (10 \times e)^{1/2}$

4.4.5.2 Le rayon sur la matrice

Ce paramètre a une très grande importance autant pour la qualité de l'embouti que pour la répartition des forces. En effet, on comprend parfaitement que dans les deux cas extrêmes dessous. L'emboutissage n'est pas viable.

On observera pour

Chapitre II : Procédés de mise en forme des pièces mécanique et généralités sur les presses.

• $r=0$: un déchirement du flan.

• $r=(D-d)$: la formation de plis.

Afin de déterminer le rayon efficace, on utilise cette relation :

Pour l'acier $r=0.8 \times [(D-d) \times e]^{1/2}$ —

Pour l'aluminium $r=0.9 \times [(D-d) \times e]^{1/2}$

Avec :

- D : diamètre du flan (mm).
- d : diamètre de l'embouti (mm).
- e : épaisseur du flan (mm).

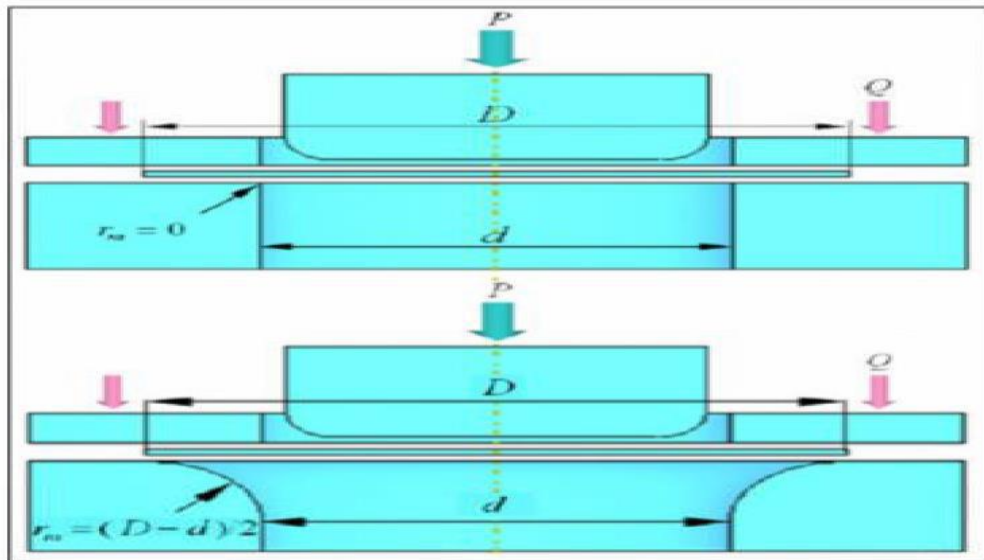


Figure II.18 : Variation de l'arrondi sur la matrice. [3]

4.4.5.3 Arrondi sur le poinçon

La partie de la tôle qui se trouve en contact avec la surface inférieure du poinçon subit l'action des forces de frottement qui empêchent la matière de bouger. L'effort du poinçon se transmet aux parois de l'embouti. Le poinçon ne doit contenir un arrondi pour ne pas percer le flan. Généralement, on prend le rayon de poinçon inférieure à celui de la matrice.

4.4.5.4 L'effort d'emboutissage cylindrique

L'effort nécessaire pour emboutir des pièces cylindriques dépend tout d'abord des diamètres de l'embouti et du flan primitif. De l'épaisseur et de la qualité de la tôle .il dépend

Chapitre II : Procédés de mise en forme des pièces mécanique et généralités sur les presses.

également de la pression de serre-flan, de la vitesse d'emboutissage. Il est difficile de tenir compte de tous ses facteurs dans la détermination de la pression du poinçon, c'est pourquoi il est commun d'employer les formules simplifiées suivantes :

$$F_e = \pi \times d \times e \times R_m \times k \text{ (daN)}$$

Avec :

F_e : effort d'emboutissage (daN).

d : diamètre du poinçon (mm). D : diamètre du flan (mm).

e : épaisseur de la tôle (mm).

R_m : résistance de la tôle à la traction (daN/mm²)

4.4.5.5 Les avantages et les inconvénients de l'emboutissage

- Les avantages de l'emboutissage

- L'emboutissage est un procédé permettant d'obtenir des pièces de surface non développable à partir de feuille de tôle mince. C'est-à-dire qu'il est possible d'obtenir des formes très variées impossible à obtenir avec un tour ou une fraise.
- L'état de surface d'une pièce brute d'emboutissage est nettement meilleur que celui d'une pièce coulée. L'esthétique des pièces embouties en est donc bien supérieure.
- Cette technique de mise en œuvre offre un bas prix de revient et permet des cadences de production très élevée.

- Les inconvénients fréquemment rencontrés en emboutissage

Les zones d'étirement subissent un amincissement (qui doit rester limité pour éviter la rupture) et les zones de retournement (compression) subissent une combinaison d'épaississement et de plissement.

- Le retour élastique, lorsque le poinçon se retire après la phase de mise en forme, la pièce ainsi formée n'est plus soumise à la force de maintien. Il se produit alors un retrait de la matière. Afin d'atténuer ce phénomène, il est courant de recourir à certains artifices tels que la frappe de rayon, l'étirage en U ou le maintien prolongé du poinçon

4.5 Le pliage

4.5.1 Définition [3]

Le pliage est une opération de conformation à froid qui consiste à déformer une tôle plane en changeant la direction de ces fibres de façon brusque suivant un angle. Il existe plusieurs techniques pour plier une pièce

- Pliage en l'air dans une presse-plieuse
- Pliage en frappe, pliage sur plieuse a sommier ou universelle ...

4.5.2 Principe de pliage

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

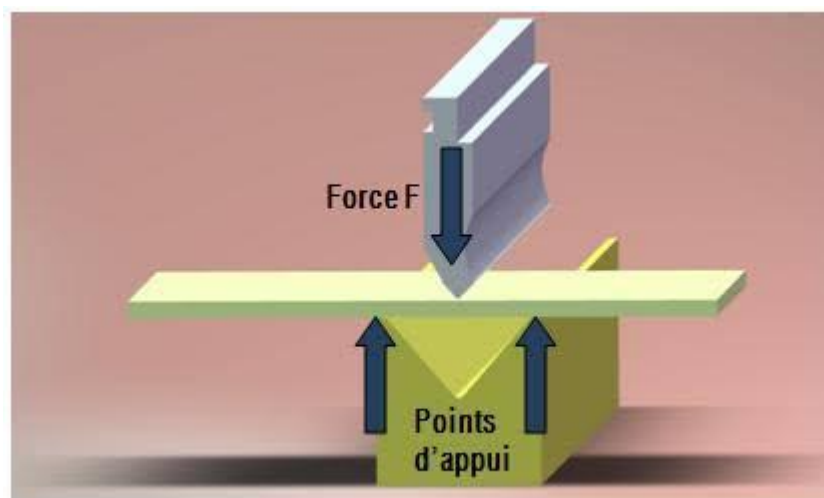


Figure II.19 : principe de pliage [3]

4.5.3 Différents techniques de pliage

4.5.3.1 Pliage en frappe

Le poinçon entraîne les deux branches libres du pli jusqu'au contact des faces intérieures de la matrice, il en résulte un écrouissage de la zone pliée et l'angle obtenu est sensiblement égale à celui du vé. Cette technique permet d'obtenir des pièces précises, mais

Chapitre II : Procédés de mise en forme des pièces mécanique et généralités sur les presses.

elle nécessite des efforts de pliage importants (environ $30T/m/mm$ d'ép.). Il faut un outillage pour chaque angle et il est limité aux tôles jusqu'à 2 mm d'épaisseur. Le fait de matricer l'intérieur du pli permet d'obtenir des angles très précis ($\pm 0,5^\circ$).

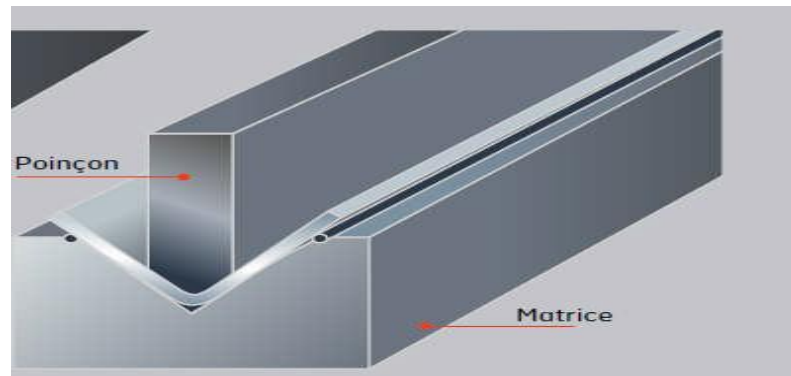


Figure II.1.20 : Le pliage en frappe. [1]

4.5.3.2 Pliage en l'air

Les branches libres du pli ne viennent pas au contact des faces intérieures du vé. La Limitation de la descente du poinçon et l'écartement du vé, permettent d'obtenir les plis aux angles désirés. Ce mode de pliage est couramment utilisé car les forces appliquées sont environ 5 fois moins importantes que pour du pliage en frappe.

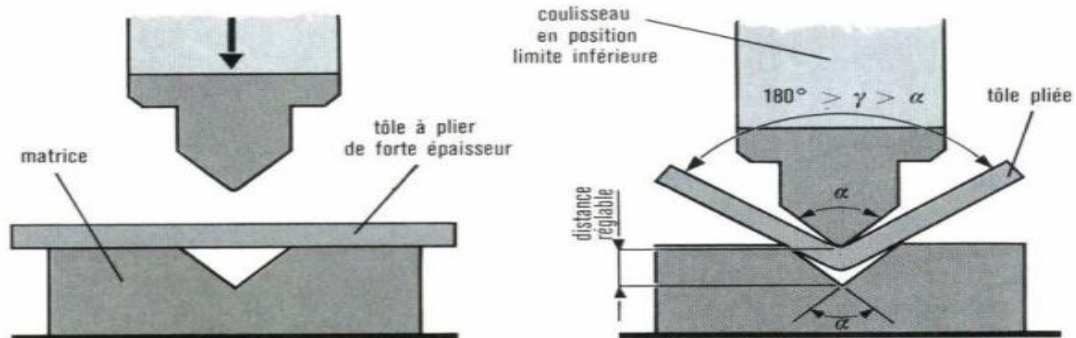


Figure II.21 : Le pliage en air. [3]

4.5.3.3 Pliage sur élastomère

Ce procédé consiste à remplacer la matrice en métal par un coussin élastique en caoutchouc enchâssé dans un support métallique. Le pliage à l'aide d'un outil élastique convient particulièrement à la mise en œuvre des tôles minces ayant reçues un traitement

Chapitre II : Procédés de mise en forme des pièces mécanique et généralités sur les presses.

Superficiel. Cette technique a l'avantage de ne jamais marquer la tôle, et nécessite des efforts très importants.

4.5.4 Outils spéciaux

Les outils utilisés pour le pliage sont en acier traité, et ils sont classés en deux catégories :

- Outils simples : de formes très varié, ils sont les plus utilisés en tôlerie, chaudronnerie.
- Outils combinés : ils peuvent effectuer plusieurs opérations simultanées (plusieurs plis, des poinçonnages, découpages...). Ces outils sont très spécialisés et coûteux.

4.5.5 Les différents modes de pliage

- Suivant la géométrie des poinçons et les matrices, cinq types de pliage sont distingués :
- V, U, L, Z, équerre

4.5.5.1 Pliage en V

Outillage simple, le poinçon est fixé sous le coulisseau de presse, la matrice sur la table. Un éjecteur facilite la récupération de la pièce et drageoir positionne le flan sur la matrice.

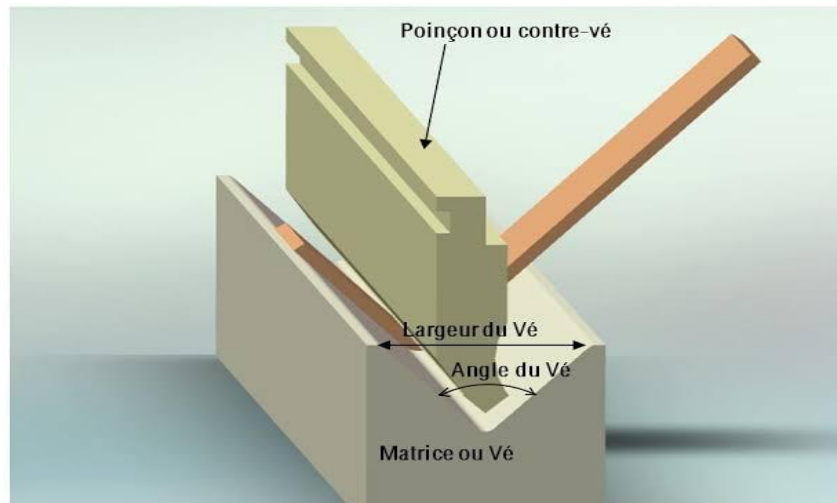


Figure II.22 : pliage en V. [4]

4.5.5.2 Pliage en U

A. Pliage avec ailes extérieures : limité aux faibles hauteurs, si est importante la pièce est réalisée en deux passes.

B. Pliage avec ailes intérieures : réalisé en deux opérations ou en une opération avec un outil à cames mais longueur de pièce limitée.

C. Pliage fermé : l'ébauche est faite en deux opérations, frappée ensuite sur mandrin intérieur pour obtenir des cotes précises.



Figure II.23 : Le pliage en U. [4]

4.5.5.3 Le pliage en L

On l'appelle aussi le pliage en tombé de bord, le principe de ce type consiste à plier un Flan en porte-à-faux à 90° maintenu entre la matrice et le serre-flan.

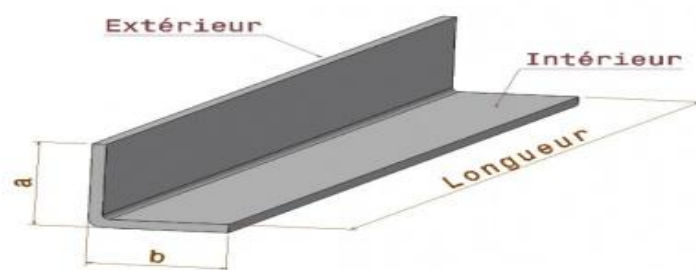


Figure II.24 : Le pliage en L. [1]

4.5.5.4 Pliage en Z

L'outil utilisé est simple et peu coûteux mais fournissant des pièces peu précises. L'outil est présenté en fin de course. Les ressorts sont calculés pour qu'au cours de la descente, le pliage s'effectue en premier lieu en (a) sur l'arête de l'éjecteur, puis en (b) lorsque la serre flan vient en butée sur son support. Les parties flottantes sont rapportées en acier dur.

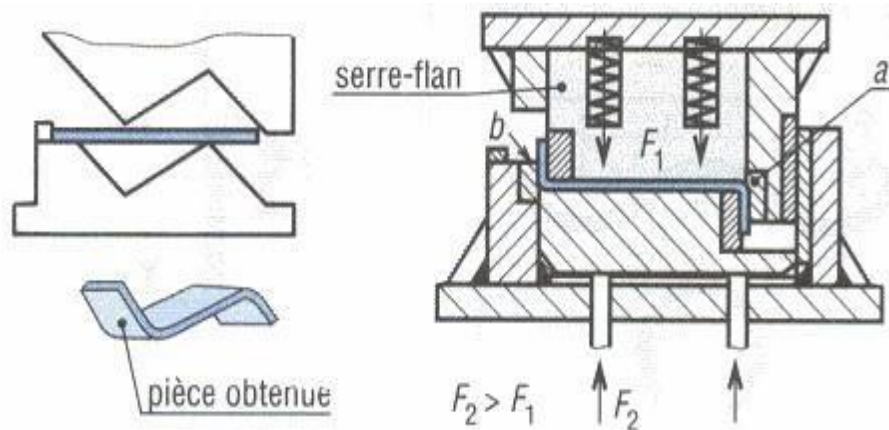


Figure II.25 : Le pliage en Z. [1]

4.5.5.5 Pliage en équerre

La zone pliée produit un effet de chasse qui doit être compensé par une surface de réaction. L'aile la plus courte qui celle qui doit être relevée.

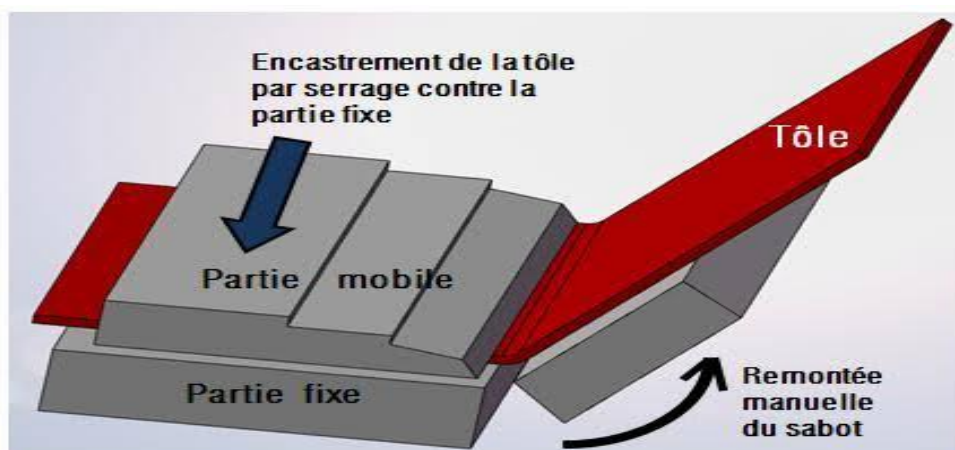


Figure II.26 : le pliage en équerre. [1]

Chapitre II : Procédés de mise en forme des pièces mécanique et généralités sur les presses.

4.5.6 Calcul de l'effort de pliage

La connaissance de l'effort à fournir dans le pliage est utile pour le choix de la presse, pour cela on utilise les formules expérimentales ou les abaques. L'effort de pliage dépend de plusieurs facteurs englobant :

- Le matériau (la résistance, l'épaisseur).
- La forme de la pièce (en V, Z, U, ...).
- La façon d'exécution du pliage (pliage avec poinçon et matrice ou avec plaque Pivotante).
- Le frottement entre le demi-produit et l'outillage.
- La vitesse de déformation.....etc.

L'effort nécessaire pour former un pli est égale au dixième de l'effort nécessaire pour cisailier la section de la tôle à cet endroit.

$$p_{cr} = \frac{e \cdot l \cdot RC}{10} \quad [4]$$

e : épaisseur de la tôle en mm

l : longueur de la ligne de pliage

RC : résistance de la tôle au cisaillement en Rayon minimale de pliage.

4.5.7 Le jeu de pliage

Le jeu de pliage est entre l'arête verticale extérieur du poinçon et l'arrête intérieur de la matrice, ce jeu doit être égale à l'épaisseur de la tôle plus une tolérance maximale.

4.5.8 Rayon minimale de pliage

Sur la zone pliée on constate des déformations tel que les fibres intérieures sont comprimées alors que celles de l'extérieur subissent un étirement, le rayon de pliage est en fonction de l'ouverture du V utilisé, plus il est petit plus les déformations constatés sont grandes

Chapitre II : Procédés de mise en forme des pièces mécanique et généralités sur les presses.

Le rayon minimal de pliage est le plus petit rayon pour lequel il n'y a pas apparition de fissures lors du pliage. Il dépend de :

- La nature et de l'état du métal (recuit, écroui).
- L'angle du pliage : Pour une épaisseur donnée le rayon de pliage croît avec l'angle de pliage.
- L'épaisseur.

Le rayon minimal peut être déterminé par la formule suivante :

$$\frac{R_{min}}{e} = \frac{1}{\left[\frac{1-Z}{100-Z}\right] * \left[\frac{1-Z}{(100-Z)} + 2\right]}$$

Avec :

- R_{min} : Rayon minimal de pliage.
- e : Épaisseur de la tôle.
- A : Allongement après rupture.
- Z : Coefficient de striction.

(Le tableau 4) ci-dessous donne le rayon minimal de pliage en fonction de la matière et de l'épaisseur de la tôle.

4.5.9 Rayon et Angle du poinçon utilisé en pliage

Pendant l'opération de pliage et sous l'action du poinçon, la tôle est pliée d'un angle α_1 . Lorsque le poinçon se relève l'angle s'ouvre légèrement jusqu'à un angle α_2 différent de α_1 . Ce phénomène, appelé retour élastique, est dû à un relâchement des contraintes élastiques. On appelle angle de retour élastique $\alpha = \alpha_2 - \alpha_1$.

4.5.10 Rayon de poinçon

Pour obtenir des pièces à des cotes précises, il faut tenir compte du retour élastique au moment de la conception de l'outillage. D'où le rayon du poinçon à utiliser en pliage

$$\frac{R_p}{e} = \frac{\frac{R_e}{e}}{1 + 3 * \frac{R * R_e}{E * e}}$$

Chapitre II : Procédés de mise en forme des pièces mécanique et généralités sur les presses.

Remarque : Cette formule est valable que pour les grands rayons de pliage

$$\frac{R_{int}}{e} > 10$$

- Avec

E : module d'élasticité de la tôle (N/mm²).

- e : épaisseur de la tôle (mm).

- Re : limite élastique (N/mm²).

- R : rayon de la pièce final (mm).

- Rp : Rayon de l'outil de pliage (mm).

4.5.11 Angle de poinçon

La fibre neutre de la tôle garde une longueur constante au cours du pliage et au cours du retour élastique, on a

$$a_0 * R_{f0} = a * R_f \text{ donc } \frac{a - R_f}{a_0 * R_{f0}} = k$$

Avec a_0 angle de l'outil de pliage, angle à obtenir. La valeur de K dépend du rapport ($\frac{R_f}{R_{f0}}$) et du matériau à plier.

4.5.12 Le retour élastique

Le retour élastique est un phénomène qui dépend de la résistance de matériaux utilisé lors de pliage et de rayon de pliage et l'épaisseur de la tôle.

4.6 Le Poinçonnage

4.6.1 Définition [3]

Le poinçonnage est une opération de découpage qui consiste à exécuter un trou dans le métal à l'aide d'un poinçon qui enlève la matière en totalité d'un seul coup. Le poinçonnage est selon le corps de métier, une marque ou poinçon laissés sur un objet ou une perforation

Chapitre II : Procédés de mise en forme des pièces mécanique et généralités sur les presses.

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

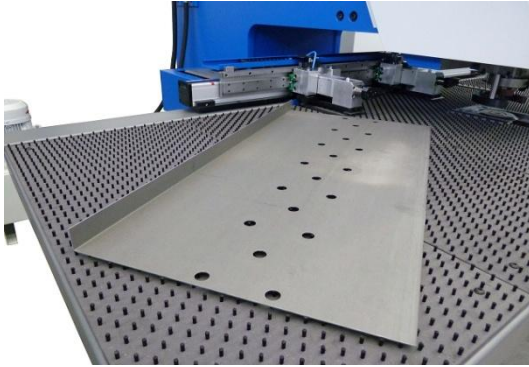


Figure II.27 : Le poinçonnage. [1]

4.6.2 Principe

On appelle le poinçonnage, le cisailage sur un contour fermé, effectué par un poinçon agissant sur une matrice. Le principe reste le même que pour le cisailage. La rupture s'effectue donc après un effort de traction. Généralement, le poinçonnage est utilisé en tôlerie pour réaliser des trous et découper des flancs de formes complexes parfois non rectangulaires, donc difficiles ou impossibles à réaliser par cisailage.

4.6.3 Les trois types de poinçonnage

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

4.6.4 Les principaux outils de poinçonnage

Le poinçon :

Composé de plusieurs parties :

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

Chapitre II : Procédés de mise en forme des pièces mécanique et généralités sur les presses.

- **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.

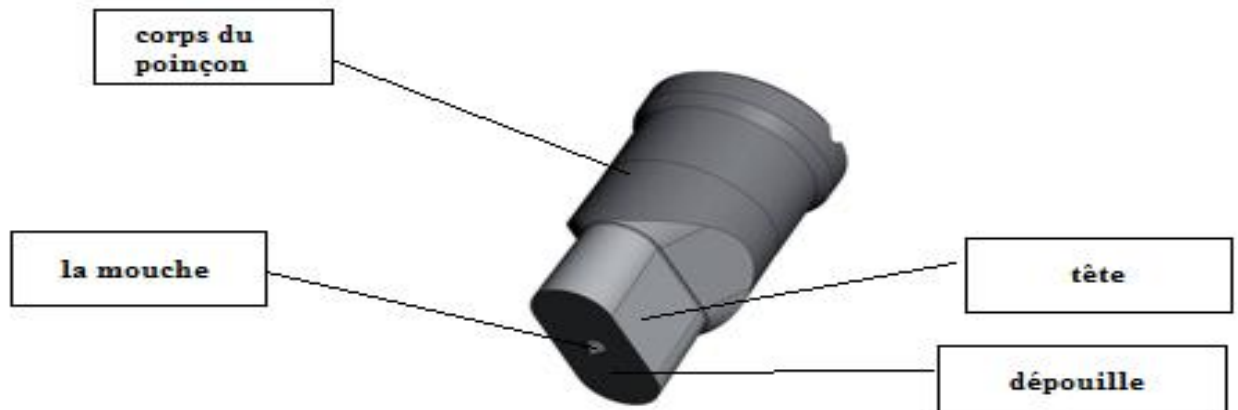


Figure II.28 : poinçon. [4]

Remarque : Sur les presses et les grignoteuses, les outils ne possèdent pas forcément l'angle de dépouille.



La matrice :

La matrice est le « support d'empreinte » du poinçon et la partie inférieure de l'outil, à son axe elle comporte un trou aux formes et dimensions du poinçon, auquel on ajoute un jeu de quelques dixièmes de millimètres. La matrice est conçue pour créer la forme de la pièce en un travail de série de façon à satisfaire les demandes de production.



Figure II.29 : matrice. [4]

4.6.5 Les différentes étapes de poinçonnage

Comme nous venons de le présenter, le poinçonnage à la presse suit un mécanisme identique au procédé de découpage, qui engage un cisaillement de la tôle. Ce cisaillement est provoqué par l'action de deux lames de découpage dont l'une agit en opposition au mouvement de l'autre et dont le jeu entre les arêtes de coupe détermine l'intensité des contraintes de cisaillement. Le poinçonnage se fait à plusieurs étapes :

1. **L'impact** : Provoque un gonflement dans la surface de la pièce. (**Figure II.30.A**),
2. **Pénétration** : Fibres superficielles coupées et Fibres internes en extension. (**Figure II.30.B**),
3. **Découpage** : Forte contrainte de compression, dépassement de la limite élastique donne naissance à des fissures de la tôle entre le poinçon et la matrice (**Figure II.30.C**),
4. **Séparation** : Rupture par extension des fibres. (**Figure II.30.D**),
5. **Fin de course** : L'enfoncement du déboucheur et du poinçon dans la matrice, le déboucheur s'enfonce vers le cœur de la pièce puis se retire lentement (**Figure II.30.E**),
6. **Le retrait** : En fin de course, le poinçon recule en surmontant la friction qui est due à serrage de la pièce qui l'entrouvre (déboucheur) (**Figure II.30.F**).

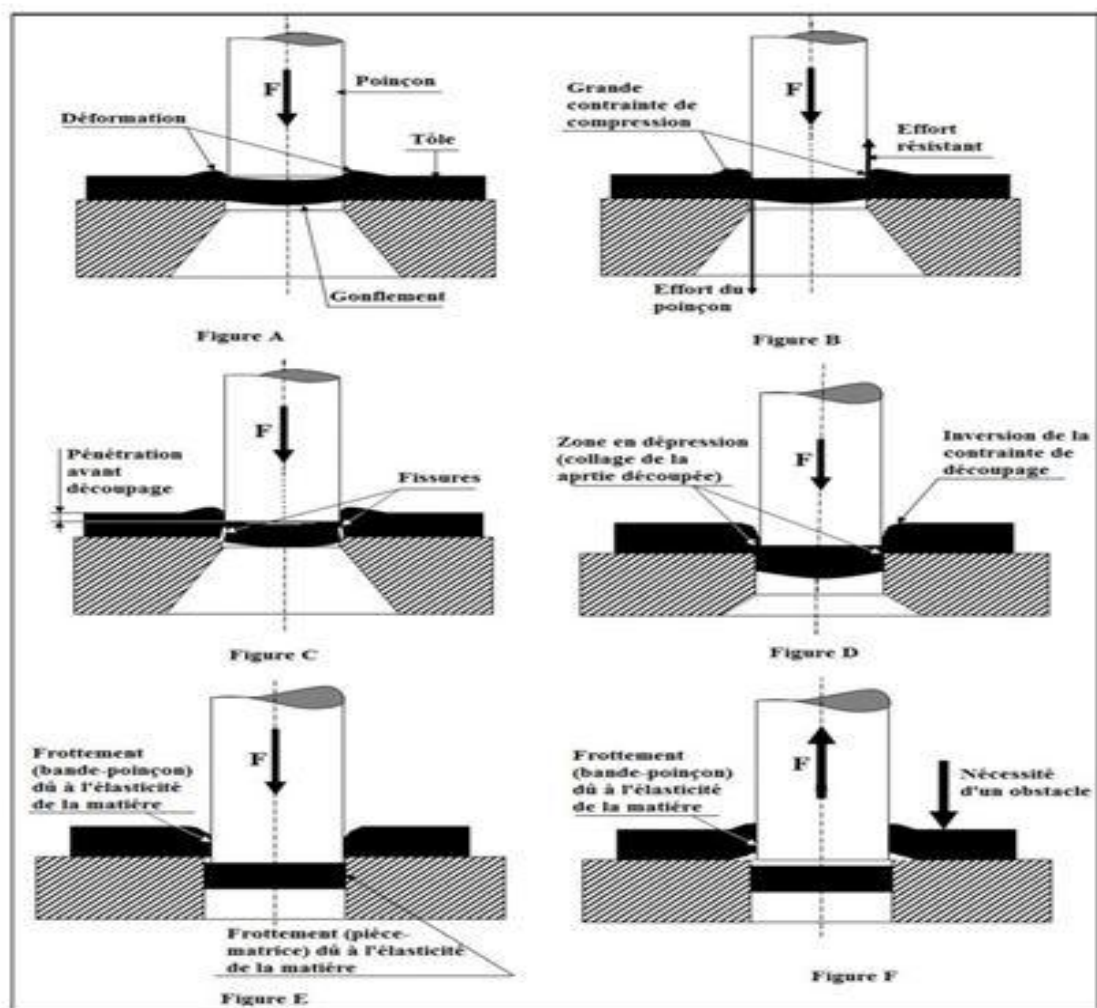


Figure II.30 : les étapes de poinçonnage. [3]

4.6.6 Avantages et inconvénients du poinçonnage

Comme tous les procédés de mise en forme le poinçonnage présente aussi des avantages et des inconvénients

Avantage

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

Chapitre II : Procédés de mise en forme des pièces mécanique et généralités sur les presses.

commande numérique permet de changer de série en minimisant les couts d'outillages, de découper de grands formats, et d'utiliser des outils simples.

Inconvénient

L'inconvénient que présente ce procédé c'est qu'il est Limité dans les épaisseurs à poinçonner et Section minimale du poinçon limitée.

4.6.7 Effort de poinçonnage

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

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

Tels que :

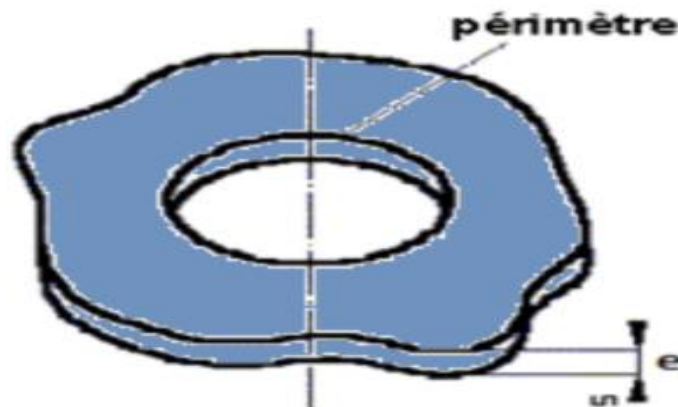
F_p : effort de poinçonnage (daN)

P : périmètre du poinçon (mm) ;

e : épaisseur de tôle (mm) ;

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

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



Chapitre II : Procédés de mise en forme des pièces mécanique et généralités sur les presses.

Figure II.31 : le périmètre de poinçonnage. [4]

4.6.8 Le jeu de poinçonnage

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

Efforts de poinçonnage de la zone poinçonnée. Ce jeu de poinçonnage sera proportionnel à L'épaisseur poinçonnée et dépendra de la résistance du métal, il permet également de garantir Une coupe naitre et franche.

Donc :

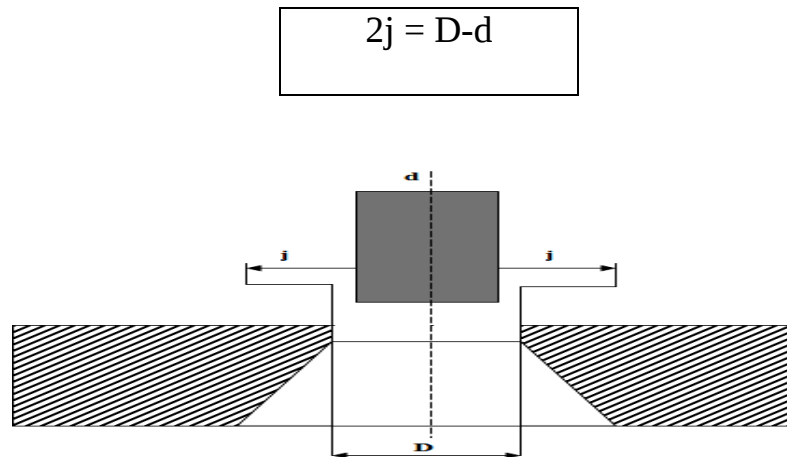


Figure II.32 : le jeu entre le poinçon et la matrice. [4]

Le jeu entre le poinçon et la matrice

Tels que :

j : jeu (mm)

D : diamètre de la matrice (mm)

d : diamètre du poinçon (mm)

Pour le découpage le jeu est à prendre sur le poinçon.

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

5 Conclusion

Chapitre II : Procédés de mise en forme des pièces mécanique et généralités sur les presses.

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

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

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

Partie II : Généralités sur les presses

1 Introduction

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

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

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

2 Les presses

2.1 Définition des presses [5]

Les presses, sont des machines destinées aux travaux des métaux en feuilles et d'autre matériaux plans (plastiques, cuir...etc.)

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 mouvements rectilignes alternatifs perpendiculaires à la table solidaire au bâti.

Elles sont aussi caractérisées par :

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

2.2 Classification des presses

Les presses sont classées suivant plusieurs paramètres :

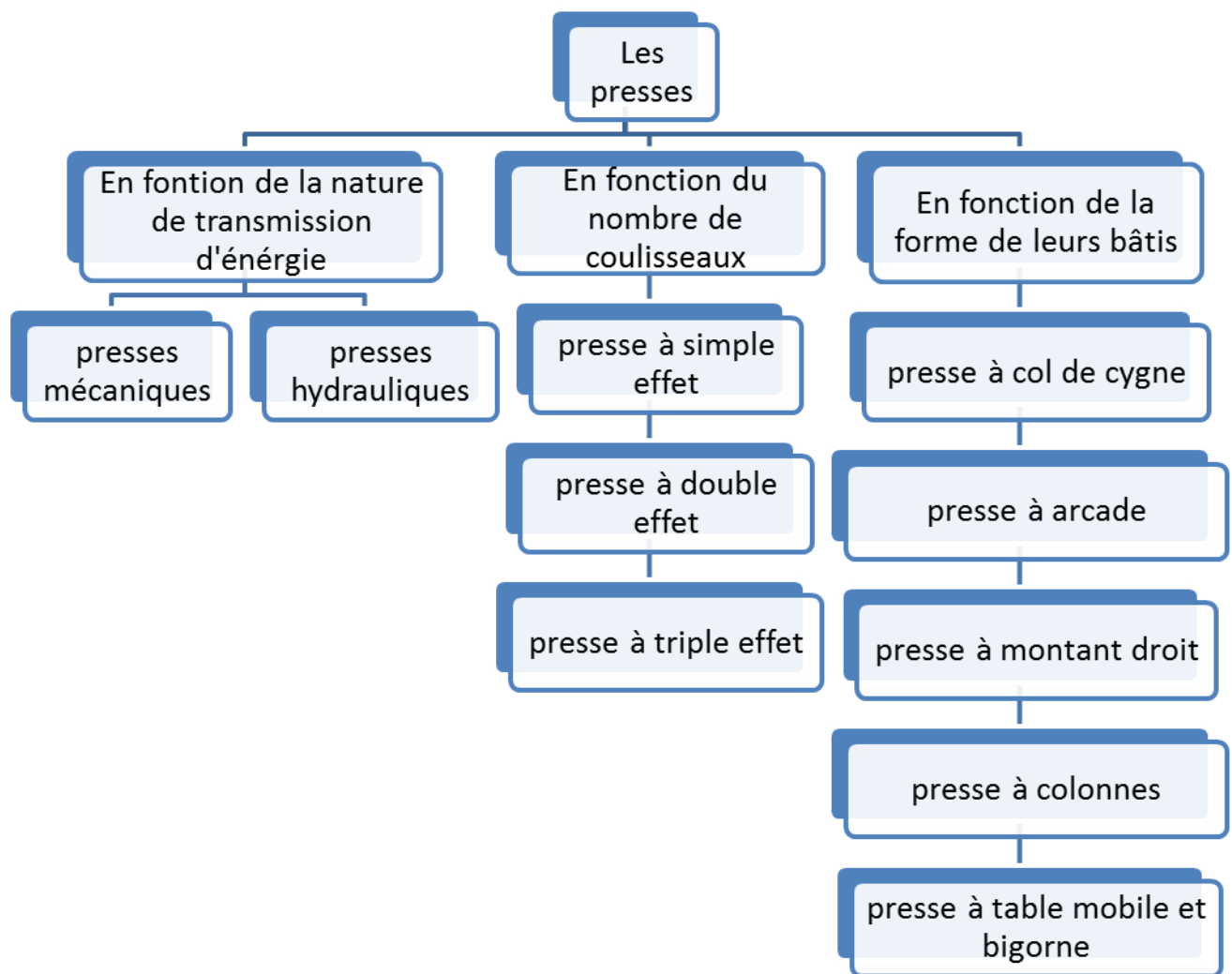


Figure II.33: Organigramme de classification des presses. [5]

2.2.1 Les presses selon la nature de transmission d'énergie

On distingue deux types :

Les presses mécaniques et les presses hydrauliques.

2.2.1.1 Les presses mécaniques

Dont les mouvements sont commandés mécaniquement, l'énergie fournie par le moteur est emmagasinée dans un volant d'inertie sous forme d'énergie cinétique, cette énergie est ensuite transmise au coulisseau en un mouvement de translation. Elles sont moins coûteuses, plus souples et plus rapides car elles permettent de parvenir à un rythme de travail élevé.



Figure II.34: presse mécanique. [5]

A. Fonctionnement

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.

B. Mécanisme de commande

Il permet de transformer le mouvement circulaire uniforme de moteur en un Mouvement rectiligne alternatif du coulisseau par un :

- a) Système bielle manivelle.
- b) Système excentrique.
- c) Système de came.
- d) Système à vis.

C. Présentation des systèmes

Il existe plusieurs systèmes

a) 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.

La manivelle et le coulisseau constituent les deux pièces d'entrée et de sortie du

Chapitre II : Procédés de mise en forme des pièces mécanique et généralités sur les presses.

Mécanisme. La transformation du mouvement est due à la rotation continue de la manivelle Autour de son axe ce qui donne un mouvement rectiligne alterné pour le coulisseau.

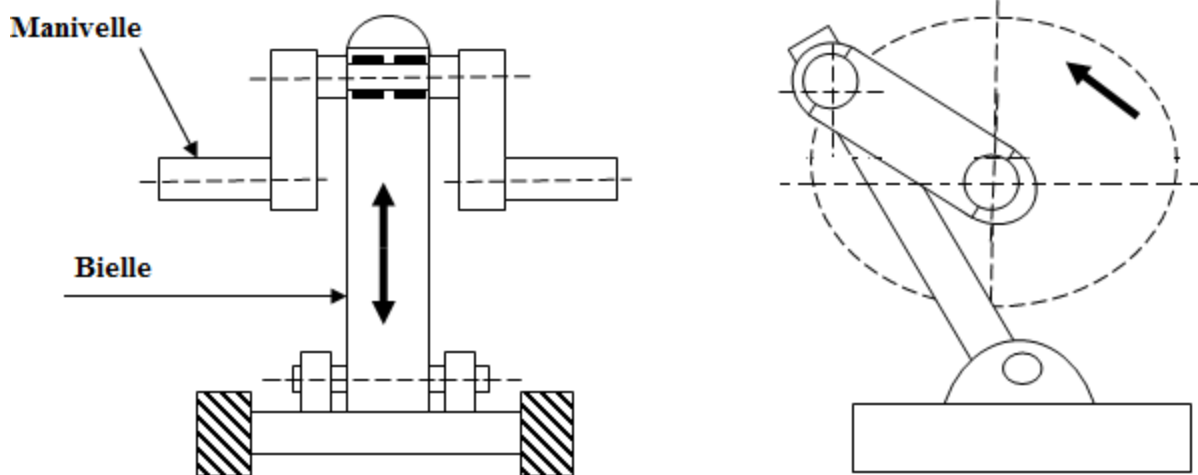


Figure II.35 : Système bielle-manivelle. [6]

b) 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.

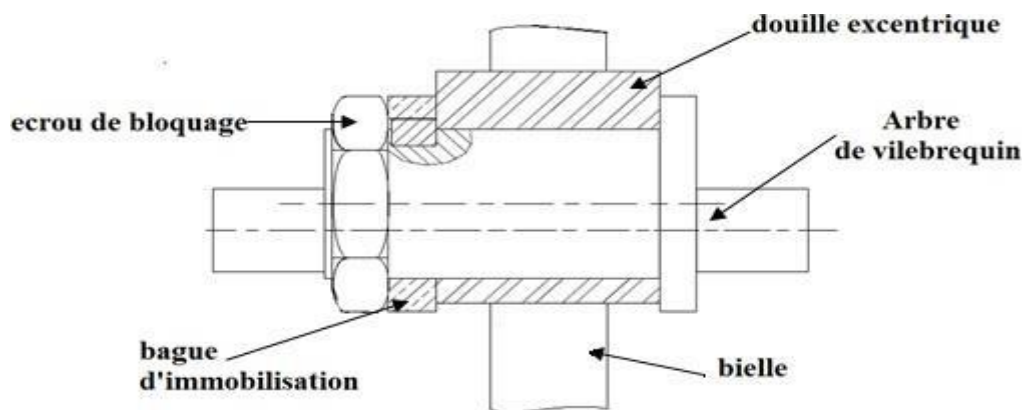


Figure II.36 : Système excentrique. [6]

c) 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

Chapitre II : Procédés de mise en forme des pièces mécanique et généralités sur les presses.

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.

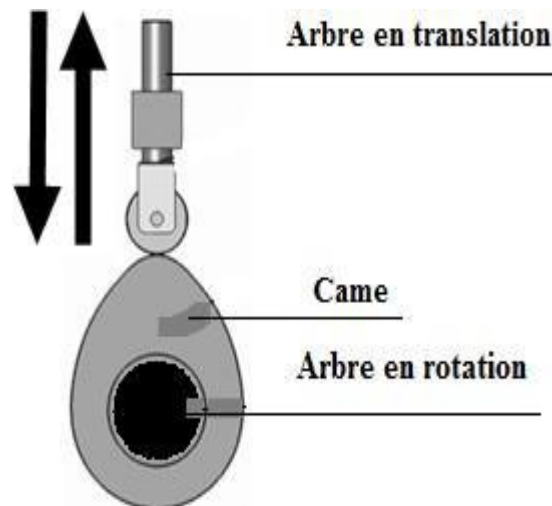


Figure II.37 : Système à came. [5]

2.2.1.2 Les presses hydrauliques

Dont les mouvements sont générés par la circulation d'huile sous pression dans un Circuit tubulaire ; elles fournissent un effort allant jusqu'à 4000 tonnes.

Les presses hydrauliques offrent les possibilités suivantes :

- Réglage continue de la vitesse de translation ;
- Transmission de grands efforts d'une distance importante de la commande ;
- Mouvement réguliers et sans chocs ;
- Facilité de la réalisation de cycles automatique de travail ;
- Facilité d'inversion de sens de marche même à grande vitesse.



Figure II.38 : presse hydraulique. [7]

2.2.2 Les presses 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.

2.2.2.1 Presse à simple effet

Ce type de presse comporte un seul coulisseau actionné par une ou plusieurs bielles.

Elles sont spécifiquement destinées aux opérations de reprise équipées d'un coussin inférieur Logé sous la table qui est destinée à assurer l'effet du serre-flan.



Figure II.39 : presse à simple effet. [7]

2.2.2.2 Presse à double effets

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

Le coulisseau qui porte le serre-flan entre en contact en premier avec la tôle pour assurer le serrage avant que le poinçon amorce sa descente. Il doit rester immobile durant tout le travail de poinçonnage. Les deux coulisseaux sont actionnés par le même arbre moteur à l'aide d'un mécanisme

Complexe qui procure deux cinématiques différentes.



Figure II.40 : presse à double effets. [5]

2.2.2.3 Presse à triple effets

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

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



Figure II.41 : presses à triple effets.[5]

2.2.3 Les presses selon la forme de bâti

On distingue cinq (05) types :

2.2.3.1 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.42 : Presse à col de cygne. [5]

2.2.3.2 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.43 : presse à arcade. [7]

2.2.3.3 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.44: presse à montant droit. [7]

2.2.3.4 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.45: Presse à colonne. [5]

Chapitre II : Procédés de mise en forme des pièces mécanique et généralités sur les presses.

2.2.3.5 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.46 : presse à table mobile et bigorne. [5]

2.3 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).

2.4 Exigences 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 ;

Chapitre II : Procédés de mise en forme des pièces mécanique et généralités sur les presses.

- Cadence nominale de fonctionnement.

2.5 Avantages et inconvénients des presses hydrauliques et les presses mécaniques

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

Presses	Mécaniques	Hydrauliques
Avantages	-Les presses sont très fiables. Elles peuvent créer une grande quantité de Tonnage pression. -Elles sont idéales pour l'hydroformage - Qui est une technique de formation des Métaux nécessitant la présence d'un agent Liquide, et elles sont lentes ce qui donne Suffisamment de temps au métal pour se Former. -Le tonnage de la presse est facilement Ajusté ce qui permet des opérations avec Petit tonnage pour les matrices fragiles. -Destinés pour les travaux de grandes	-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.

Chapitre II : Procédés de mise en forme des pièces mécanique et généralités sur les presses.

	séries.	
Presses	Mécaniques	Hydrauliques
Inconvénients	-La presse ne peut pas être Surchargée car le système est protégé par Deux soupapes de décharge séparément Ajusté. - Difficulté d'arrêt du coulisseau en cas De danger. - Réglage d'approche du coulisseau difficile.	-La maintenance de la presse hydraulique Est plus difficile que celle de la presse Mécanique car les pannes de cette Dernière sont facilement détectables. - Les presses hydrauliques demandent beaucoup de maintenance : Risque de pannes (joints, pompes...etc.). L'huile doit toujours être présente à l'intérieur de la presse. -Lentes dans les cadences élevées.

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

Conclusion

Une fabrication économique nécessite l'utilisation de moyens de production adéquats. L'utilisation des presses mécaniques est souvent la solution la plus économique, surtout lorsqu'il s'agit de petites séries.

Dans ce chapitre, nous avons fait un aperçu global sur les différents types de presses Utilisées dans l'industrie, leur classification, leur principe de fonctionnement, les différents Mécanismes de commande.

Chapitre III : calcul de dimensionnement et de vérification

1 Introduction

Dans ce chapitre on s'intéresse aux calculs de vérification et dimensionnement des différents constituants de l'outil, ce qui permet d'obtenir le bon choix de ce dernier.

2 Calcul d'efforts de poinçonnage [1]

Le calcul des efforts pour ce procédé se fait selon la loi suivante :

$$F_p = K \cdot P \cdot e \cdot R_c$$

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

e = 6mm (épaisseur de la tôle)

$R_c = 27 \text{ daN/mm}^2$ (Résistance au cisaillement de la tôle)

3 Calcul de périmètre d'un perçage

pour calculer le périmètre des différents perçages on a la loi suivante :

$$P = \pi \times d$$

En calcule le périmètre de trou a réalisé :

On a diamètre de poinçonne il est de **8.5 mm**

$$P = 3.14 \times 8.5 = 26.69 \text{ mm}$$

En calcule l'effort d'un seul poinçonne :

$$F_P = 1 \times 26.69 \times 6 \times 27 = 4323.78 \text{ daN}$$

$$F_P = 4323.78 \text{ daN}$$

4 Calcul de l'effort total des poinçons

On doit réaliser 3 trous de diamètre de 6.5mm

$$F_{tp} = 4323.78 \times 3 = 12971.34 \text{ daN}$$

5 Calcul de l'effort de grugeage (cisaillement) [1]

$$F_g = K \cdot P \cdot e \cdot R_c$$

$K=1$

$e=6\text{mm}$

$RC=27\text{dan}$

Calcule de périmètre :

On le trouve

$P=232.38\text{mm}$

$$F_g = 1 \times 27 \times 6 \times 232.38 = 37645.56 \text{ daN}$$

6 Calcule des efforts total

Ce calcul nous permet de trouver les efforts total entre les poinçons et le cisaillement

$$F_T = F_p + F_g$$

$$F_T = 12971.34 + 37645.56 = 50616.9 \text{ daN}$$

7 Calcul effort de dévissage [1]

C'est l'effort nécessaire pour dégager les pionçons du bond après découpage ou poinçonnage, il est égal, en général, à 7% de F_t

$$F_{div} = 7\%F_T$$

$$F_{div} = 7\% \times 50616.9 = 3543.183N$$

8 Calcul de l'effort total que doit fournir la presse

La force fournie par la presse est :

$$F_{pr} > F_T + F_{div}$$

Avec :

F_{pr} : Effort de la presse

F_T : Effort total de découpage-poinçonnage

F_{div} : Effort de dévitissage

$$F_{pr} > 50616.9 + 3543.183$$

$$F_{pr} > 54160.083 \text{ daN}$$

9 Le choix de la presse a utilisé [6]

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

- L'effort de la presse doit être supérieur aux efforts utilisés,
- La longueur et la largeur de la table, suffisamment supérieur à celle de l'outil,
- La hauteur libre entre la table et le coulisseau doit être supérieur à la hauteur de l'outil fermé.
- La nature des opérations à réaliser.

Pour notre cas, il s'agit de découpage, poinçonnage. Une presse hydraulique la mieux indiquée et utilisé dans le ce travail elle a les caractéristiques suivantes :

Source d'entraînement : pression hydraulique maxi elle est de 140kg/cm²

Alimentation de la presse : 2 convoyeurs à rouleaux de mg

Monte et décente (vitesse) : cylindre pneumatique de 25 à 30 m/min

Fixation de position : système de posse. Fixation de position par deux cylindre pneumatique appuyant contre le côté de base (verre les deux sens)

9.1 Choix de nombre de ressorts a utilisé

L'effort nécessaire au revêtisseur est fourni par les ressorts est doit être légèrement supérieur à l'effort de dévissage pour assurer l'extraction de la pièce.

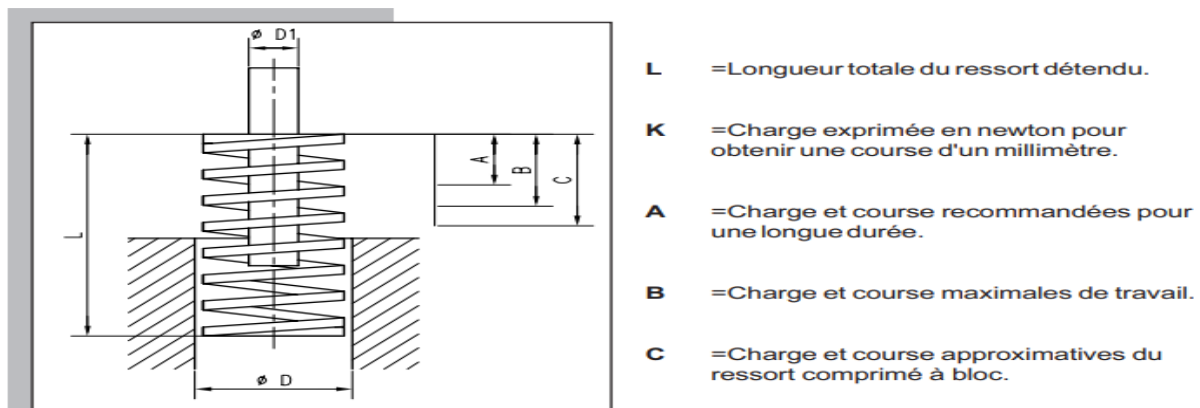


Figure III.1 : caractéristiques des ressorts. [8]

A- Les équations

$$F_{RESSORT} = \frac{F_{div}}{N}$$

Avec :

F ressort : La force d'un seul ressort.

Fdiv : La force d'extraction des poinçons.

N : Le nombre de ressort.

Le calcule :

$$F_{ressort} = 8857.96N$$

$$F_{ressort} = 35431.83/4 = 8857.96N$$

9.2 Calcul de la raideur des ressorts [1]

$$K = F_{\text{ressort}} / x$$

Avec :

K : La raideur du ressort.

X : La course de compression du ressort (x=12mm)

-Calcul de rigidité des ressorts

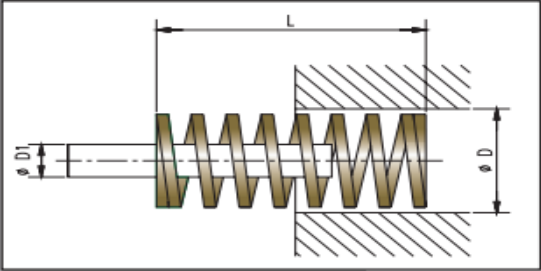
$$K = \frac{F_{\text{RESSORT}}}{X} \quad k = \frac{8857.96}{12} = 738.16$$

K : Raideur de ressort

Le ressort qui il faut utilise c'est des ressort hyper fort

RESSORT CHARGE HYPER FORTE COULEUR BRONZE

RESSORT CHARGE HYPER FORTE COULEUR BRONZE
RECTANGULAR WIRE DIE SPRING BRONZE COLOUR HYPER LOAD
SYSTEM-DRUCKFEDER, BRONZE



REF. 359

REF. 359 D=25 L=64 → 359-25-64

GAMME DISPONIBLE								REF. 359
D	D1	L	K	A 10 %		C Comprimé à bloc approx.		
mm	mm	mm	N/mm	N	mm	N	mm	
25	12,5	44	1158	5095	4,4	9264	8	
		51	933	4758	5,1	9330	10	
		64	644	4122	6,4	8372	13	
		76	556	4226	7,6	8896	16	
		89	462	4112	8,9	9240	20	
		102	390	3978	10,2	8970	23	
		115	360	4140	11,5	9360	26	
		127	326	4140	12,7	9128	28	
		152	255	3876	15,2	8670	34	
		178	230	4094	17,8	8970	39	
		203	202	4101	20,3	9090	45	
		305	136	4148	30,5	8568	63	

Section du fil
5,7 x 7,4

Figure III.2 : le ressort utilise dans la conception. [8]

Avec :

D=25mm

D1=12.5mm L=44mm

10 Calcul de résistance des poinçons au flambement [6]

Le flambage est un phénomène qui intervient lorsqu'une poutre droite de grande longueur se déforme sous l'action de deux forces axiales opposées dirigées l'une vers l'autre.

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

On a :

F_p = force de poinçonnage

P_{CR} = est la charge critique qui se calcul comme suite

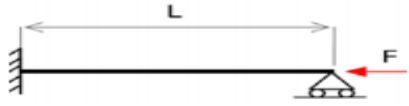
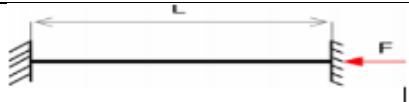
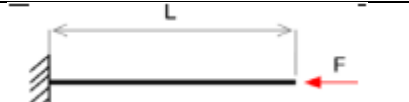
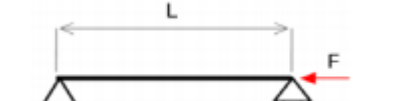
$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{L}$$

Avec :

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

I : Moment d'inertie.

l : Longueur libre de flambement.

Type de liaisons	Figure	Valeur de l
Encastré – Pivot		$l=0.7L$
Encastré des deux cotés		$l=0.5L$
Encastré – Libre		$l=2L$
Pivot des deux cotés		$l=L$

Tableaux III.1 : Longueurs libres de flambage en fonction du type de liaisons.

Chapitre III : Calcul de dimensionnement et de vérification

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

Sachant que la longueur l soumise au flambement est la même pour tous les poinçons

$L=60\text{mm}$.

-Les calculs

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

Avec $d=$

$$I = \frac{3.14 \cdot 8.5^4}{64} = 256.10 \text{mm}^4$$

$$I = 256.10 \text{mm}^4$$

$$P_{cr} = \frac{(3.14)^2 \times 21000 \times 256.1}{4 \times (60)^2}$$

Et on a d'après les calculs précédents

11 vérification a la compression

L'effort de compression se calcul comme suite

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

$$R_e > \sigma_{com}$$

Avec

σ_{com} : Compression d'Effort

F : Effort de poinçonnage

S : section du poinçon

La condition de résistance à la compression est

Chapitre III : Calcul de dimensionnement et de vérification

Re : La limite élastique des matériaux **Z200C12** qui est 750Mpa

Avec :

σ_{com} : Compression de d'Effort

F- Effort de poinçonnage

S- poinçon du Section

$$S = \frac{3.14 \cdot (8.5)^2}{4} = 56.72 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{com} = \frac{4323.78}{56.72} = 76.23 \text{ N/mm}^2$$

La condition de résistance à la compression est

$$Re > \sigma_{com}$$

La condition elle est vérifiée

Avec :

Re : La limite élastique des matériaux **Z200C12** qui est 750Mpa.

12 Position adéquate de l'outil sur la presse (centre d'inertie)

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

Soient (X1, Y1), (X2, Y2), (X3, Y3), (X4, Y4), respectivement les coordonnées des centres d'inerties des positions G1, G2, G3, G4

Le centre d'inertie des efforts de poinçonnage s'écrit comme suit :

$$X_G = \frac{\sum_{i=1}^4 F_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^4 F_i}$$

$$Y_G = \frac{\sum_{i=1}^4 F_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^4 F_i}$$

Gi	Xi (mm)	Yi (mm)	Fi (N)
G1	66.27	151.03	43237.8
G2	102.27	151.03	43237.8
G3	84.27	179.03	43237.8
G4	145.35	75.02	376455.6

Tableau III.2 : centre d'inertie des efforts de poinçon.

Pour les abscisses :

$$F_1 \cdot X_1 = 43237.8 \times 66.27 = 2865369.006 \text{ N.mm}$$

$$F_2 \cdot X_2 = 43237.8 \times 102.27 = 4421929.806 \text{ N.mm}$$

$$F_3 \cdot X_3 = 43237.8 \times 84.27 = 3643649.406 \text{ N.mm}$$

$$F_4 \cdot X_4 = 376455.6 \times 145.35 = 54341365.86 \text{ N.mm}$$

$$\sum_{i=1}^4 F_i \cdot X_i = 65272314.078 \text{ N.mm}$$

$$X_G = \frac{65272314.078}{506169} = 128.953 \text{ mm}$$

$$X_G = 128.953 \text{ mm}$$

Pour les ordonnées :

$$F_1 \cdot Y_1 = 43237.8 \times 151.03 = 6530204.934 \text{ N.mm}$$

$$F_2 \cdot Y_2 = 43237.8 \times 151.03 = 6530204.934 \text{ N.mm}$$

$$F_3 \cdot Y_3 = 43237.8 \times 179.03 = 7740863.334 \text{ N.mm}$$

$$F_4 * Y_4 = 376455.6 \times 75.02 = 28241699.112 \text{ N.mm}$$

$$\sum_{i=1}^4 F_i \cdot Y_i = 49042972.314 \text{ N.mm}$$

$$Y_G = \frac{49042972.314}{506169} = 96.890 \text{ mm}$$

$$Y_G = 96.890 \text{ mm}$$

L'axe du coulisseau de la machine passe par les coordonnées suivant :

$$X_G = 128.953 \text{ mm}$$

$$Y_G = 96.890 \text{ mm}$$

13 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons réussi à faire une étude approximative pour l'outil que nous avons engagé en effectuant Les différents calculs successivement, ça nous ont permis d'avoir la capacité de la presse à utiliser, la résistance des poinçons au flambement et à la compression, le jeu de découpage, les ressorts qui conviennent. Et à la fin une petite description pour cet outil.

Chapitre IV : Conception de l'outil

1 Introduction

Dans le monde de l'industrie moderne, il existe une grande diversité de presse. Par conséquence, le concepteur d'outils de presse est contraint à chaque fois, lors d'une étude sur des outils, de chercher les presses qu'il faut pour les différentes opérations de son travail en tenant compte surtout des efforts que doit fournir la presse, aussi important soit-il, sans risques et le moins cher possible.

2 Cahier des charges

2.1 Définition [6]

Le cahier des charges est un document essentiel à l'élaboration et la réalisation d'un projet par la précision et la définition de ses objectifs son contexte et sa finalité. Il permet de formaliser les attentes et les besoins du donneur d'ordre (ou de la maîtrise d'ouvrage) de exhaustive.

2.2 Domaine d'utilisation :

La tôle d'acier laminée à froid est utilisée pour la réalisation des pièces en tôlerie des réfrigérateurs électrique

2.3 Dimension :

N-code	Epaisseur (mm)	Largeur (mm)
100 780	0.45	620 -+0.5

Tableau IV.1- Cahier de charge de la pièce.

2.4 Caractéristiques :

La tôle doit être conforme à la norme NF NE 130-DC 03A

2.4.1 Composition chimique :

Les valeurs sont en %

C	P	S	Mn	Ti
0.10	0.035	0.035	0.45	-

Tableau IV.2- composition chimique du matériau de la pièce

2.4.2 Caractéristiques mécaniques :

Re (N/mm ²)	Rm (N/mm ²)	A ₈₀ %min	r ₉₀ min	n ₉₀ min
140/240	270/370	34	1.3	-

Tableau IV.3- caractéristiques mécaniques du matériau de la pièce.

2.5 Aspect de surface :

Aspect de surface A selon la norme NF EN 10130

3 Analyse de la Valeur

3.1 Définition [1]

L'Analyse de la Valeur permet de concevoir ou reconcevoir un produit, un service, un procédé, ou un processus en vue d'augmenter l'efficacité et la compétitivité. Il s'agit de mettre en évidence les services à rendre par le produit pour assurer la satisfaction de l'utilisateur. Il s'agit d'une logique progressive de raisonnement, de bon sens organisé et de mettre en place un groupe de travail pluridisciplinaire.

Cette démarche très structurée a pour objectif d'éliminer les coûts inutiles et

D'améliorer la qualité en ne s'attachant qu'aux fonctions utiles à remplir.

L'analyse de la valeur peut s'appliquer dans tous les secteurs d'activité, dans toutes les entreprises et à des fins très diverses.

3.2 Notions fondamentales

- Besoin : Exigence fondamentale qui nécessite la création du produit : c'est l'expression du juste nécessaire.
- Fonction : est définie comme rôle caractéristique d'un produit ou par les services qu'il rend. Peut s'exprimer par les services que le produit rend à son utilisateur en répondant à son besoin.
- Cout : le cout d'un produit est l'ensemble des dépenses engendrées pour l'obtenir (production) et pour le vendre (distribution). L'analyse de la valeur s'intéresse essentiellement au premier.

- Valeur : la notion de valeur ne répond pas uniquement à la valeur d'échange que possède l'argent. Par exemple, pour un utilisateur elle est déterminée par son degré d'utilité (valeur d'usage) ou sa qualité en fonction de l'utilisation (valeur utile).

3.3 Plan de travail de l'analyse de la valeur

-Phase 1 : Orientation de l'action : C'est en cette phase que se fixe le problème à traiter. S'il s'agit d'un produit, il en indique les principales fonctions et le situe sur le marché, fixe les objectifs économiques et stratégiques ainsi que l'intérêt et la rentabilité du projet, fixe les limites de l'action indiquée, les contraintes à respecter, les délais et les moyens disponibles pour le projet.

- Phase 2 : Recherche de l'information : Cette recherche visera tout d'abord le besoin et les fonctions à assurer par le produit, qui peut-être auront fait l'objet d'un cahier de charges fonctionnel. Un soin particulier est attaché en analyse de la valeur à cette phase d'information, dont la responsabilité incombée au responsable de projet. Bien sûr, nous ne devons pas lui consacrer un temps et une énergie déraisonnables ; mais trop souvent, de mauvaises orientations sont prises, ce qui impose des retours en arrière ; cela allonge et rend plus coûteux le développement ou bien, par méconnaissance, nous n'exploitons pas des possibilités avantageuses.

-Phase 3 : analyse des fonctions et des coûts, validation des besoins et des objectifs : Le besoin étant définie, il reste à le traduire en fonctions de service spécifiées de façon précise, et ce que nous avons recueilli dans la phase précédente devra être largement complété et approfondi. Il s'agira, en outre, d'ordonner ces fonctions, éventuellement de les hiérarchiser. Cette analyse fonctionnelle est une partie essentielle du cahier de charges fonctionnel. –

-Phase 4 : Recherche d'idées et de voies de solutions : Pour un problème, les principes, les dispositions générales, ou les solutions du détail que, selon le stade d'avancement de l'étude, nous retiendrons pour examen, pourront être proposés par ceux dont ce n'est pas la spécialité, et leur point de vue particulier, leur expérience ou leur créativité les amènera souvent à remettre des idées prometteuses. Une démarche créative sera adoptée, souvent constituée de courtes séances successives de brainstorming. Les démarches rationnelles ne

Ne Seront cependant pas négligées : exploitation de l'information préalablement réunie, consultation d'experts, transposition de technologie, etc.

-**Phase 5** : étude et évaluation des solutions : Dans cette phase, les services opérationnels classiques de l'entreprise réalisent les travaux, qui sont de leur compétence, nécessaires pour mettre en formes et en détail les idées identifiées précédemment, explorent les axes imaginés, et apprécient les solutions qui peuvent être élaborées. Il s'agit bien sûr de conception, de dessin, de recherche de fournisseurs, de réalisations des maquettes et d'essais, d'estimations, etc.

- **Phase 6** : réalisation, suivi et bilan : La réalisation, c'est-à-dire la mise en œuvre des solutions retenues, et le lancement du produit étudié, sont en général le fait des services opérationnels de l'entreprise, la coordination nécessaire entre eux, devant évidemment, être assurée. Il n'apparaît pas normalement à l'animateur d'intervenir sensiblement dans cette mise en œuvre, mais il doit la suivre pour que des déviations soient évitées, et pour rendre compte au décideur. Ensuite lorsque l'application est réalisée, il est indispensable qu'un bilan réel final soit établi, souvent par le chef de projet, c'est en conservant ces éléments d'information et de comparaison que nous serons, dans l'avenir, mieux à même de décider des actions à entreprendre et de les ajuster aux contextes rencontrés.

4 Travail demandé

Le travail demandé est d'étudier et concevoir un outil de poinçonnage et grugeage afin d'adapter une charnière supérieure du modèle du réfrigérateur (520l) sur les nouveaux produits FB1 et FB2.

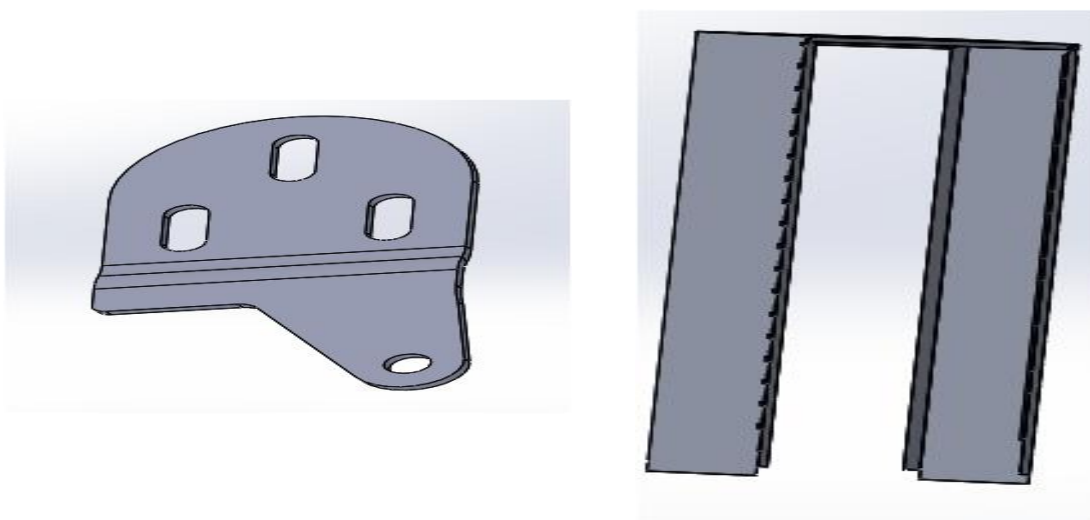


Figure IV.1 : charnière et armoire

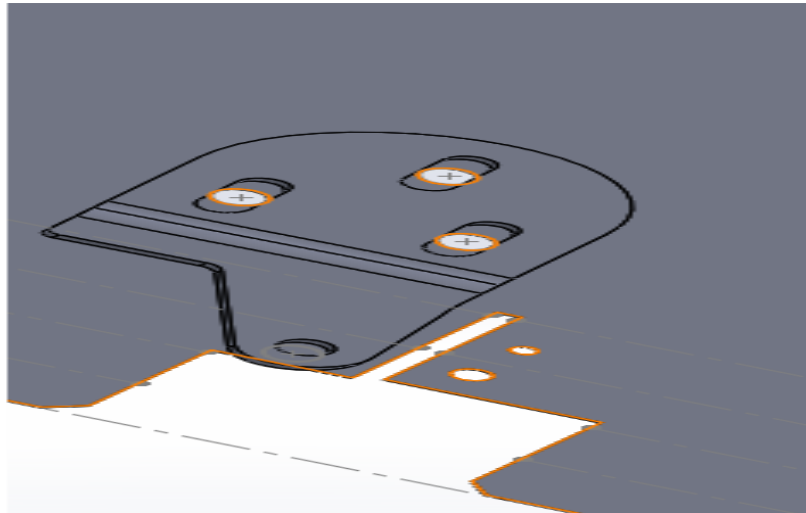


Figure IV.2 : assemblage charnière et armoire.

4.1 Les conditions exigées [6]

On doit faire une conception d'un outil poinçonnage et de grugeage pour une presse du Modèle japonais qui porte le nom du constructeur << YOTAKA SEIKO >>

Les conditions qu'on a :

- 1-la hauteur maxi de l'outil elle est de 188mm (hauteur ouverte).
- 2-la course maxi du vérin de cette presse elle est de 33mm.

4.2 La CAO (conception assistée par ordinateur)

La conception assistée par ordinateur (CAO) comprend l'ensemble des logiciels et des techniques de modélisation géométrique permettant de concevoir, et de tester virtuellement des produits.

Lorsqu'un système est affecté d'un nombre trop grand de paramètres, il devient difficile de tout contrôler. La CAO permet de concevoir des systèmes dont la complexité dépasse la capacité de l'être humain, et d'apprécier globalement le comportement de l'objet créé avant même que celui-ci n'existe. En CAO, on ne dessine pas, on construit virtuellement un objet capable de réagir dans son espace réel selon des lois régies par le logiciel. Le résultat, appelé maquette numérique qui constitue alors un véritable prototype évolutif. Durant notre conception nous avons utilisé le logiciel de conception appelé « SolidWorks »

5 Application

5.1 Conception des pièces de l'outil

En premier lieu nous avons utilisé les commandes du logiciel SolidWorks tel que : Esquisses, fonctions pour concevoir les différentes pièces de l'outil. Parmi les pièces les plus importante nous a avons :

5.1.1 Les poinçons [9]

Pièce d'outillage	Observation	Matière
Les Poinçons	-C'est un acier fortement allié à 2% de carbone et de 12% de chrome. -Une bonne résistance à l'usure, aptitude à la trempe, et faible déformation en travail. -Une bonne résistance aux chocs ($R_m = 218 \text{ daN/mm}^2$) HRC = 61-62	X200Cr12 Z200C12

Tableau IV.1 : caractéristique des pionçons

On a 3 poinçon pour faire de trou de type M6 et un poinçon pour faire une grugeage de forme complexe

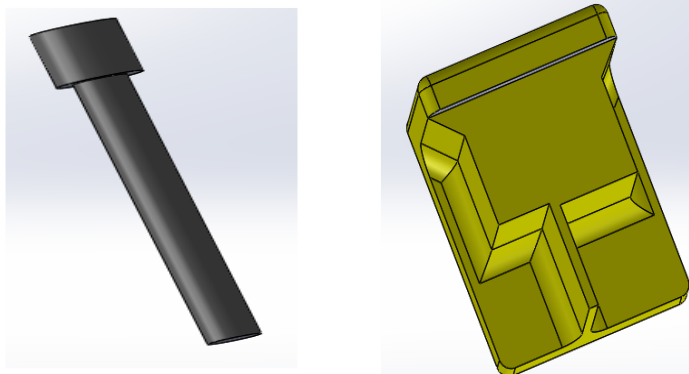


Figure IV.3 : les poinçons.

5.1.2 Les matrices [9]

C'est le « support d'empreinte » du poinçon et la partie inférieure de l'outil, comporte des chambres où des canons seront logés, elle doit être suffisamment épaisse pour supporter l'effort de serre flan.

Pour avoir cette matrice ont trouvé d'abord le repère des poinçons sur la tôle puis on a pu réaliser cette matrice

Pour la matière de réalisation si pareille avec celle des poinçons

Pièce d'outillage	Observation	Matière
Les matrices	C'est un acier fortement allié à 2% de carbone et de 12% de chrome. -Une bonne résistance à l'usure, aptitude à la trempe, et faible déformation en travail. -Une bonne résistance aux chocs ($R_m = 218 \text{ daN/mm}^2$) HRC = 61-62	X200Cr12 Z200C12

Tableau IV.2 : caractéristique des matrices

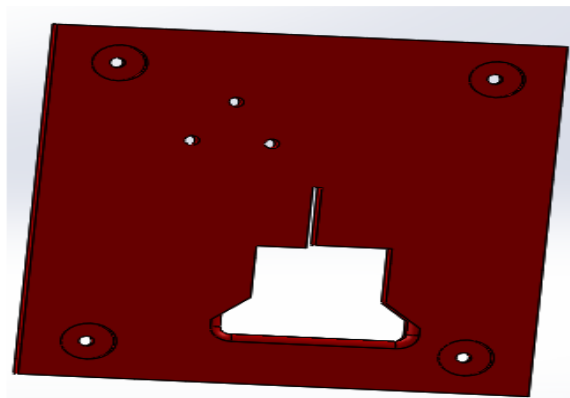


Figure IV.4 : la matrice.

5.1.3 Les semelles [9]

Il Ya deux semelles supérieure et inférieure elle serre pour la fixation sur les presse

➤ **Semelle inferieure**

C'est une plaque sur laquelle la matrice inferieur sera fixé avec des vises, son épaisseur doit être suffisante pour résister aux efforts de poinçonnage et emboutissage.

Pièce d'outillage	Observation	Matière
Les Semelles	Acier à la limite d'élasticité dont $R_e = 235 \text{ N/mm}^2$ Une bonne ténacité ($R_m = 34 \text{ daN/mm}^2$)	S235 (E 24)

Tableau IV.3 : caractéristique des semelles.

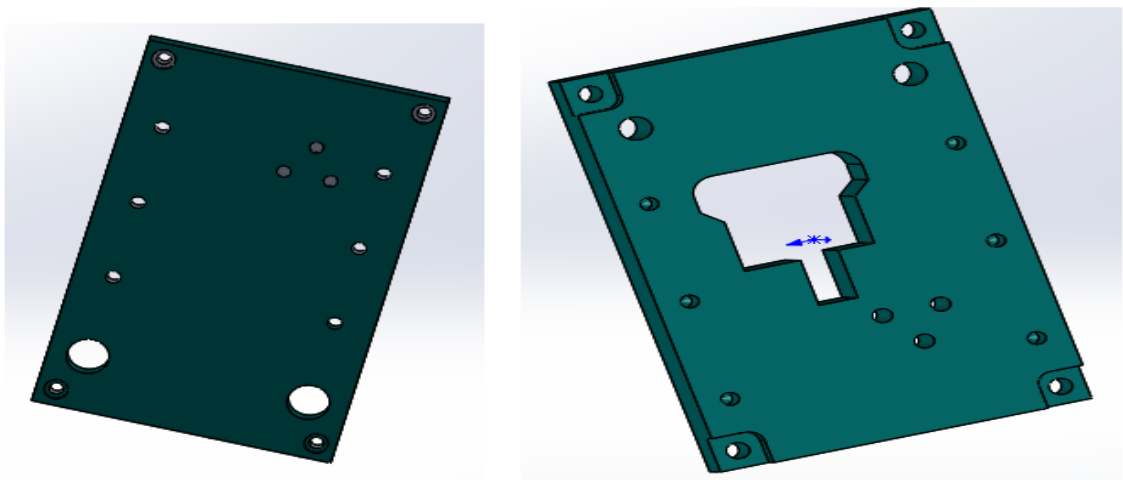


Figure IV.5 : les semelles.

5.1.4 Colonnes de guidage [9]

Elles servent à guider l'outil, elles coulissent dans les embases supérieures et fixées dans les embases inférieures.

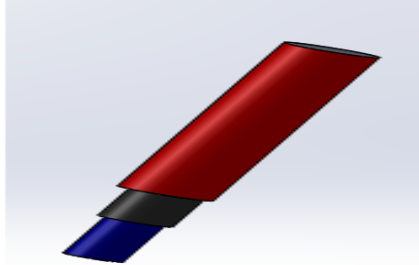


Figure IV.6 : colonne de guidage

5.1.5 Les ressorts [9]

Ces les éléments qui assurent le dévissage. Il Ya 4 ressort dans notre conception

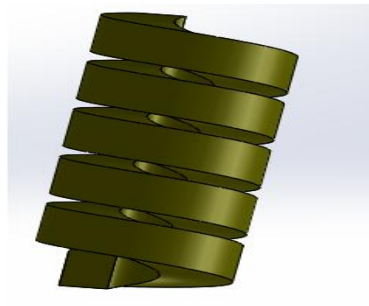


Figure IV.7 : les ressorts.

5.1.6 L'assemblage

L'utilisation de la commande assemblages nous a permis d'effectuer le montage de Toutes les pièces en formant l'outil complet et la détection des interférences qui peuvent Exister entre les pièces assemblées le poinçon et la matrice au complet.

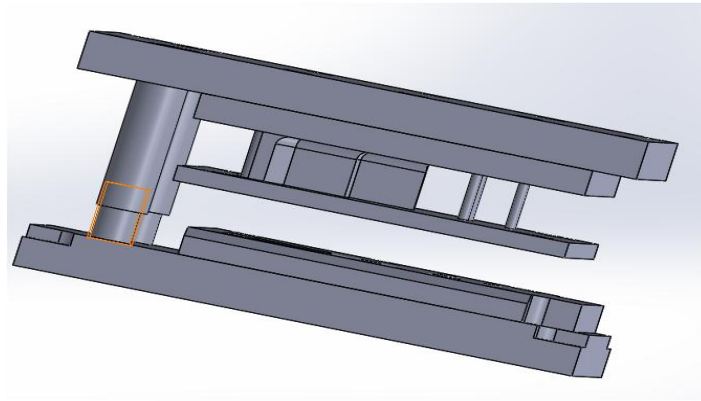


Figure IV.9 : assemblage de l'outil

5.2 La mise en plan

Les mises en plan concernent à la fois les pièces (dessin de définition) ou les assemblages (dessin d'ensemble). Pour aboutir à un plan fini d'une pièce on peut estimer mettre 2 fois moins de temps qu'avec un outil DAO (temps de conception et exécution du dessin). En effet, en DAO, chaque trait est indépendant, et c'est au dessinateur de savoir quelles entités graphiques sont concernées par une modification. Le logiciel 3D ne fait qu'une projection de l'objet. Les modifications éventuelles sont opérées sur l'objet représenté, et ne concernent pas directement le plan.

➤ Vues

Le logiciel SolidWorks nous permet de définir les plans de chaque pièce, Les vues en coupes, Les vues partielles, perspectives, sont exécutées d'un simple clic.

➤ Cotation

La cotation regroupe l'ensemble des spécifications géométriques définissant la pièce. Bien sûr, les paramètres déclarés des esquisses en font partie. Ils peuvent être automatiquement Intégrés, de manière équilibrée, à la mise en plan. À ce niveau, il est encore possible de Modifier la pièce en changeant la valeur des côtes.

➤ Fond de plan

SolidWorks par défaut propose ses propres fonds de plan. Mais il est possible de les faire soi-même.

➤ Nomenclature

Chapitre IV : Conception de l'outil

Le fichier assemblage contient chacune des pièces qui composent l'assemblage, on peut

Donc sortir de façon automatique la nomenclature appartenant à la maquette 3D.

5.3 Dimensionnement des composent de l'outil

Pièce	Epaisseur (mm)	Mâtereaux	Caractéristique mécanique
Semelle inferieure	33mm	S235	-
Semelle supérieure	30mm	S235	-
Porte poinçon	20mm	S235	-
Matrice	22mm	Z200c12	-
Revêtisseur	12mm	S235	-

Tableau IV.4 : dimensions des pièces.

6 Conclusion

Cette conception est faite d'une manière à faciliter la réalisation et la maintenance de l'outil et assurer une longue durée de vie avec un bas prix de revient.

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

Conclusion générale :

Le procédé de fabrication des pièces en tôlerie dans l'industrie est connu depuis longtemps et qui ne cesse pas de s'agrandir au fil des dernières années parce que sa nécessité est toujours croissante .Il permet d'obtenir un produit en grande série et à des prix de revient abordables. Après l'étude théorique sur le travail des tôles en général, nous sommes passés à la conception de l'outil .Cette dernière est réalisée en utilisant le logiciel de conception assisté par ordinateur (CAO) qui nous a permis d'avoir les caractéristiques dimensionnelles et géométriques des différents composants de l'outil. La conception de cet outil nous a permis de faire un travail de recherche sur les outils de presses et de mise en œuvre de nos connaissances théoriques acquises durant notre formation à l'université. Malgré nos efforts pour mener à bien cette étude, nous ne prétendons jamais que ce travail est parfait, par conséquent il reste ouvert à la critique et à la proposition allant dans le sens de son éventuelle amélioration.

Bibliographie :

- [1] : A. Lyes et D. Ahmed, mémoire de fin d'étude, Etude et conception d'un outil de pliage pour la réalisation d'une pièce de réfrigérateur ENIEM
- [2] : F. BOUNAB, Evolutions microstructurales Lors des traitements thermiques imposés à un acier faiblement allié (53MnSi4), Thèse d'ingénieur, Université Med Khider Biskra, Année 2013.
- [3] : M. JERBI, Procédés de mise en forme, Support de cours, Institut supérieur des études technologiques de Nabeul, Année universitaire 2017-2018.
- [4] : L.AIT AMRANE, DJERDI.A, Étude et conception d'un outil de pliage pour la réalisation D'une pièce de réfrigérateur ENIEM, Thèse d'ingénieur, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, année 2016.
- [5] -BELHOCINE Zohra Etude et conception d'un outil de détournage et poinçonnage d'une pièce (autonettoyant) pour la cuisinière ENIEM.
- [6] -Documents E.N.I.E.M.
- [7] -BOUCHA Athman Etude et réalisation d'un outil à poinçonner pour les plaques signalétiques et plaquettes de graissages.
- [8] -Composants standard pour moule et outillage, Rabourdin industrie.
- [9] - Guide de dessin industriel « Chevalier », 2004.

LISTE DES PLANCHES

Planche 1 : Semelle supérieure

Planche 3 : Supporte de la semelle supérieure

Planche 5 : Porte poinçons

Planche 6 : Colonne de guidage femelle

Planche 7 : Graisseur

Planche 8 : Serre flan

Planche 10 : Ressort.

Planche 11 : poinçon M6

Planche 12 : Poinçon pour grugeage

Planche 14 : Butée

Planche 15 : Semelle inferieure

Planche 17 : Supporte de la semelle inferieure

Planche 19 : Matrice.

Planche 20 : Coussinet

Planche 21 : Colonne de guidage malle

Planche 22 : Ejecteur

Planche 23 : calle

Planche 25 : Canon 6.5 mm

Planche26 : Assemblage semelle supérieure +porte poinçon

Planche 27 : Assemblage porte poinçon+ sert flan

Planche 28 : Assemblage semelle inférieure +matrice

Pour ces repères dans les assemblages représenté :

2-vis CHC M 10

4-Vis hexagonale M14

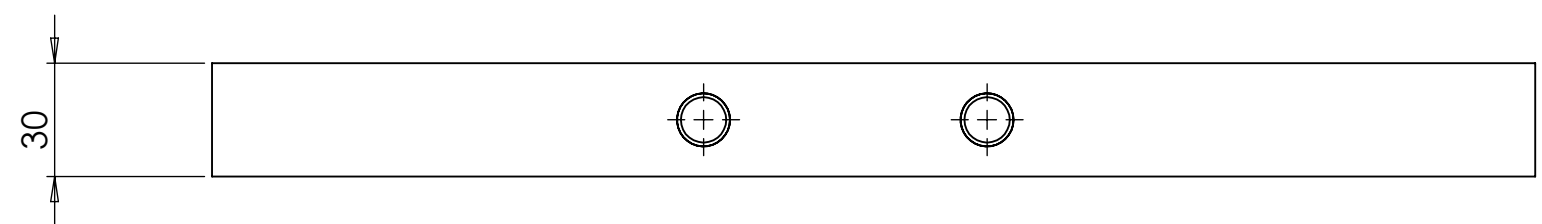
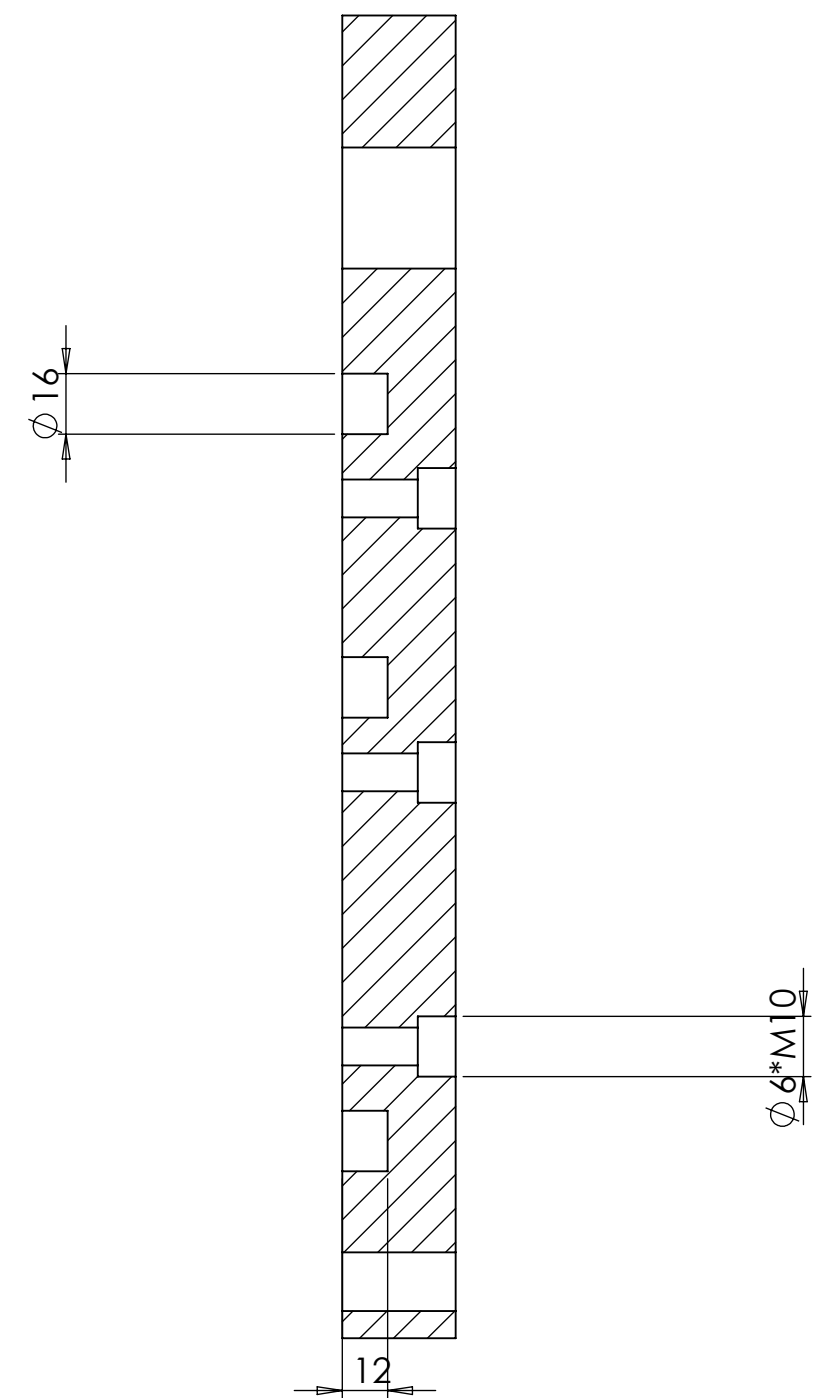
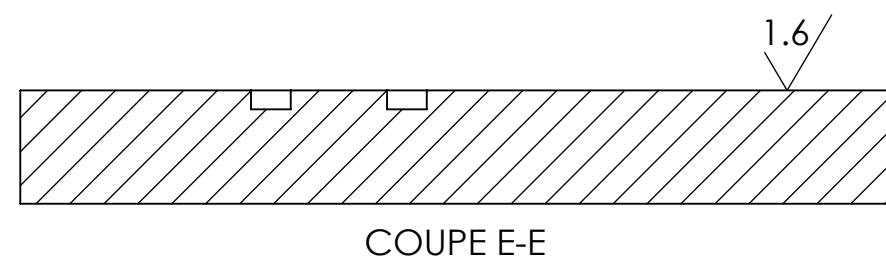
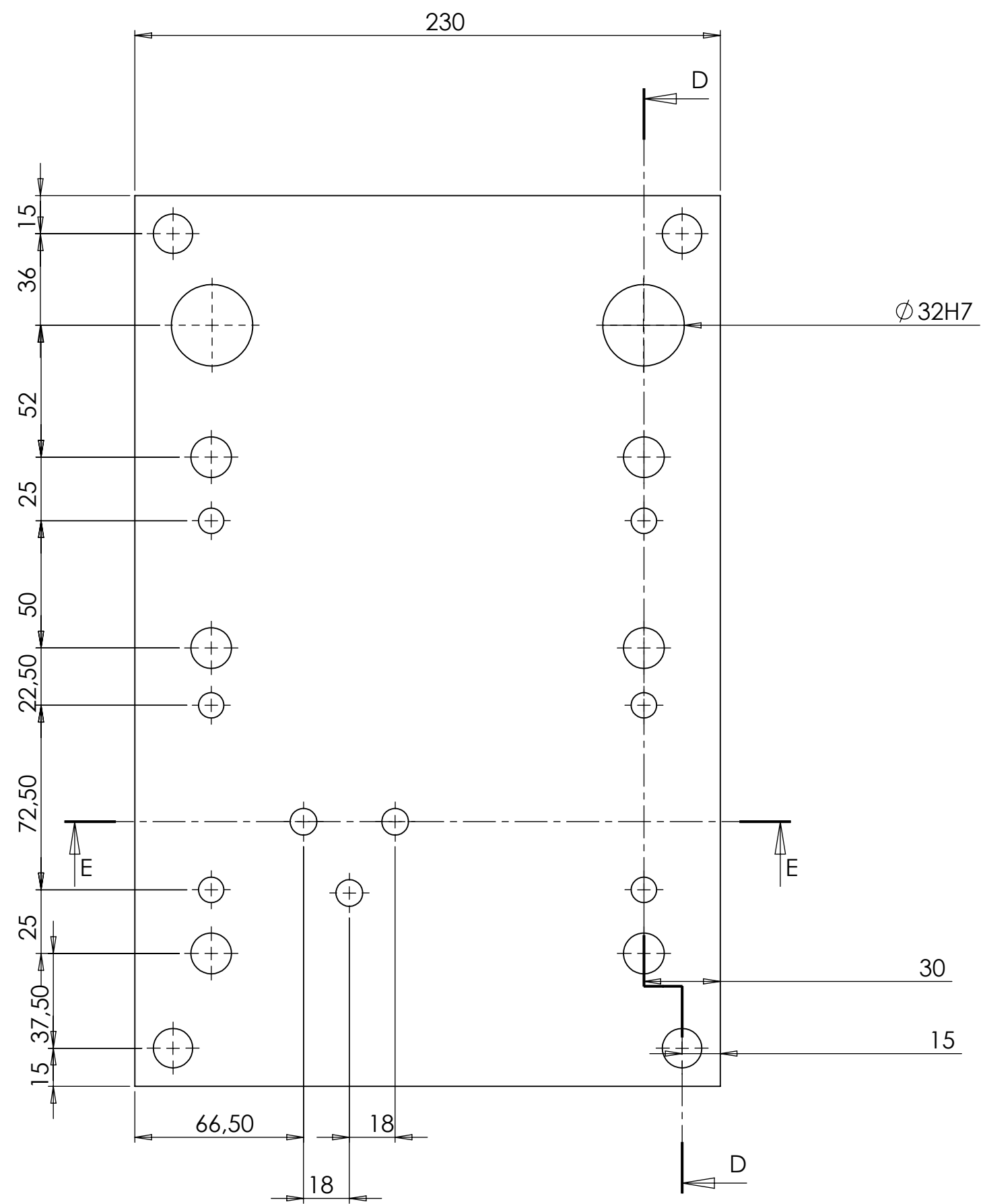
9- vis d'écartement

13- vis CHC M8

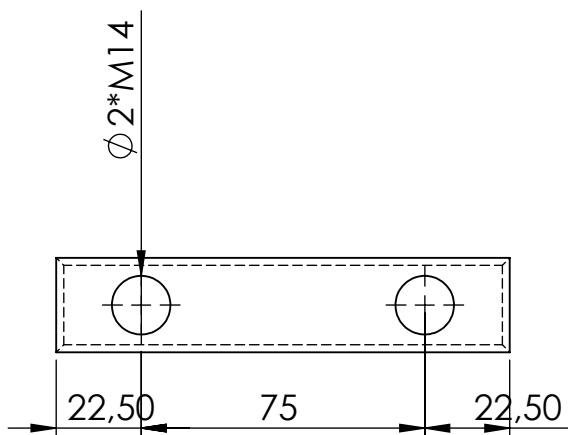
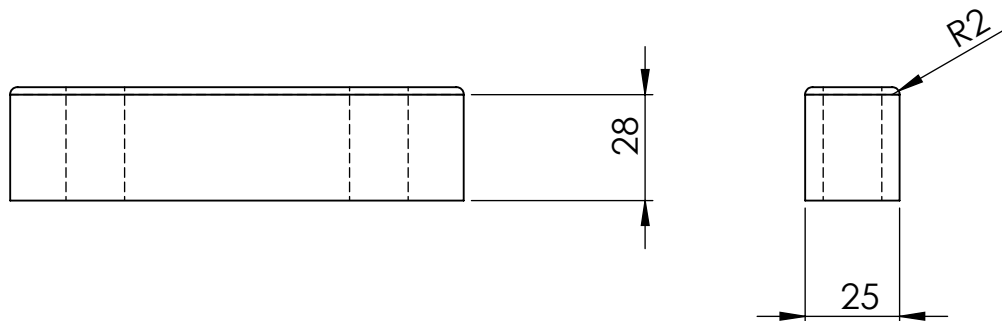
16- vis CHC M10

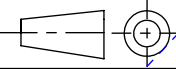
18- Vis hexagonale M14

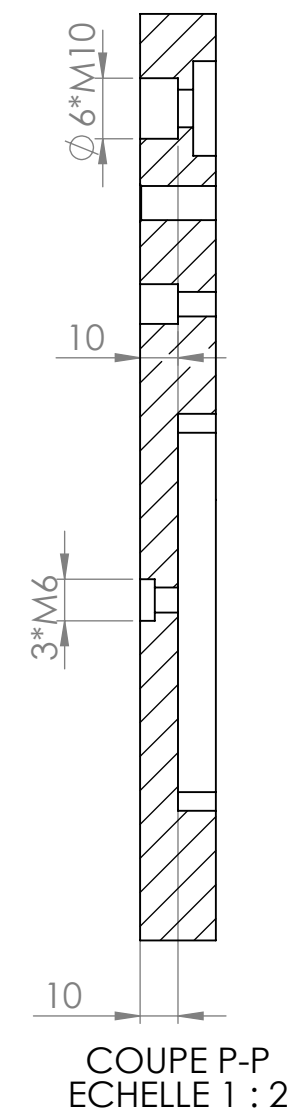
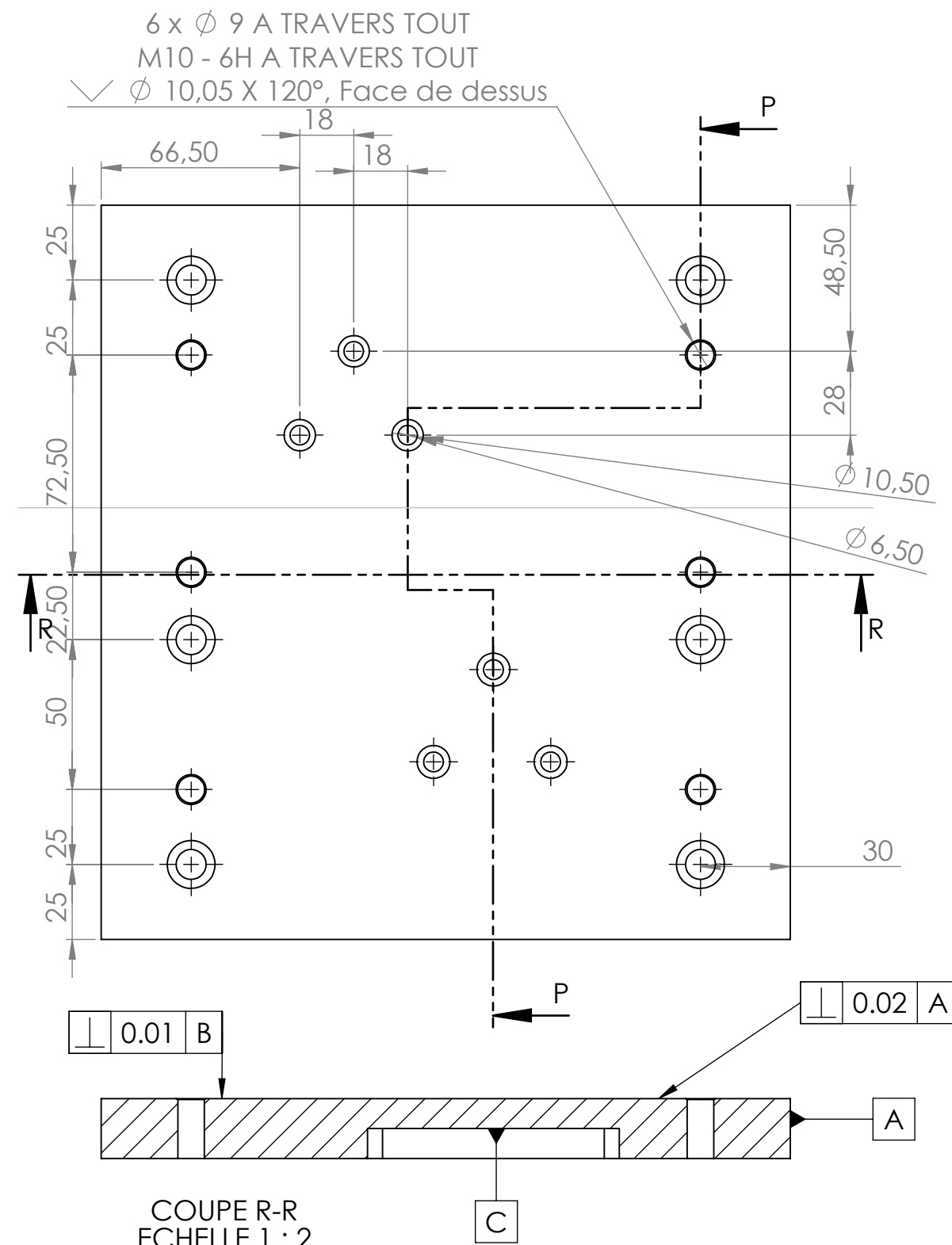
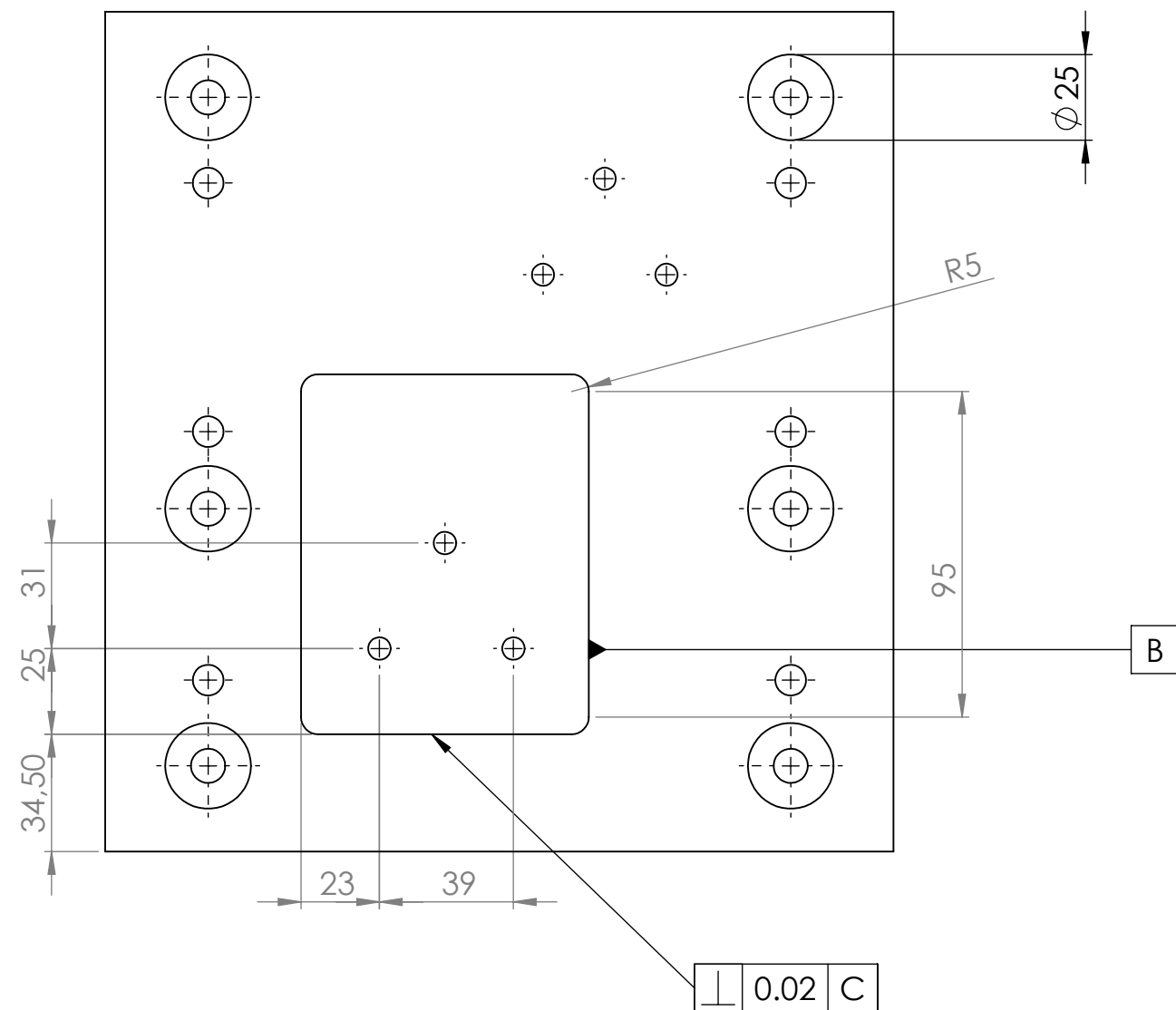
24- Vis d'écartement



Nbr	1	Semelle superieure	E24		
Rep	1	Désignation	Matiere	Observations	
LASSAL-N YEFSAH -A		OUTIL DE POINCONNAGE-GRUGEAGE			
A2		FGC UMMTO		Echel:1/2	

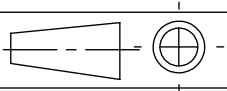


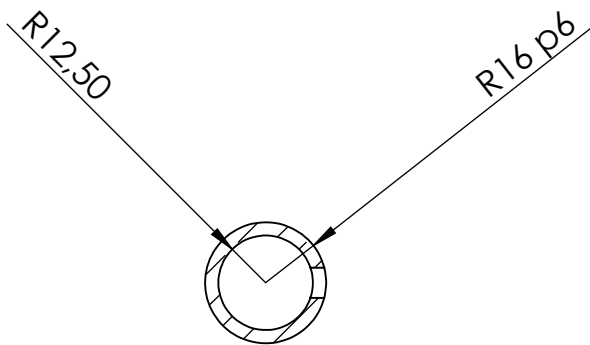
Rep	3	Supporte de la semelle supérieure	GS 60	
Nbr	2	Désignation	Matiere	Observations
Echelle:1/2	OUTIL DE POINCONNAGE-GRUGEAGE			LASSAL-N
				YEFSAH .A
A4	FGC UMMTO			M2 CM



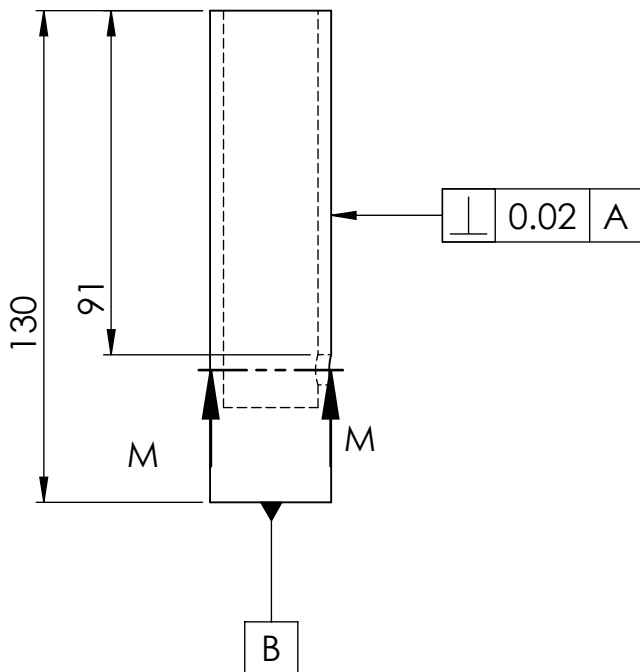
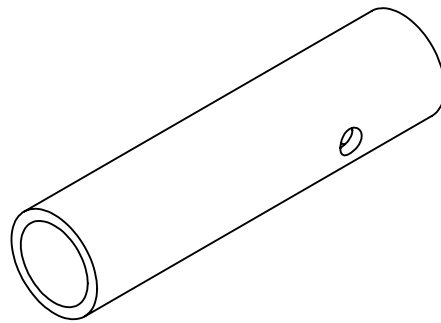
COUPE R-R
ECHELLE 1 : 2

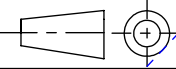
COUPE P-P
ECHELLE 1 : 2

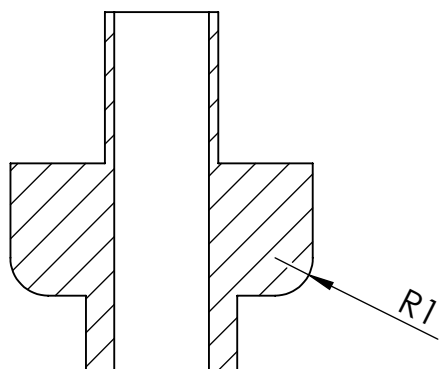
Rep	5	Porte poinçons	Z200C12	trempé
Nbr	1	Désignation	Matiere	Observations
Echelle: 1/2		OUTIL DE POINCONNAGE-GRUGEAGE		LASSAL-N
				YEFSAH-A
A3				M2 CM
		FGC UMMTO		



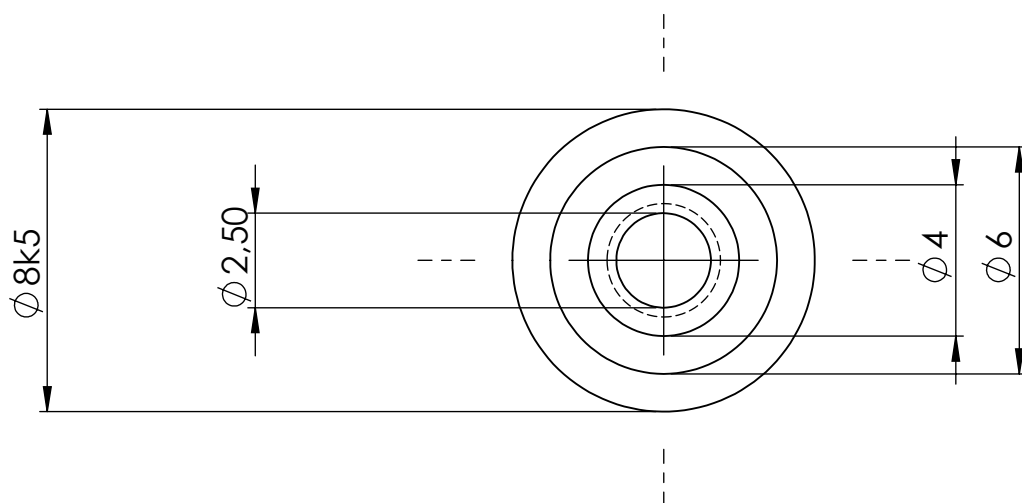
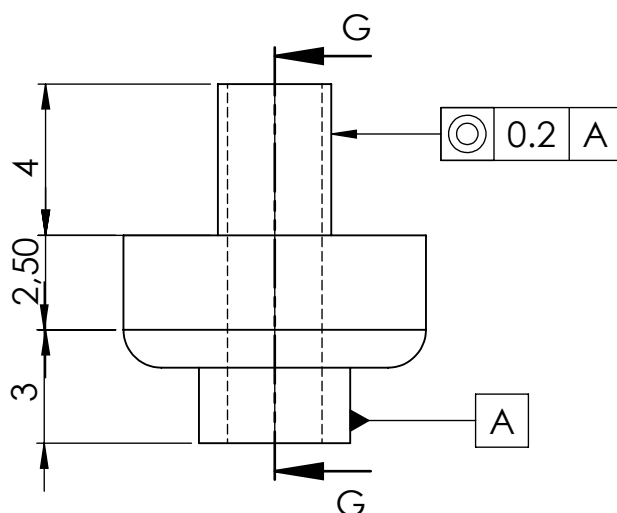
COUPE M-M

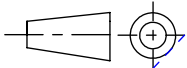


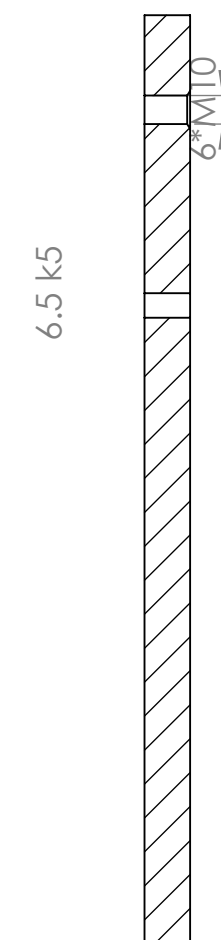
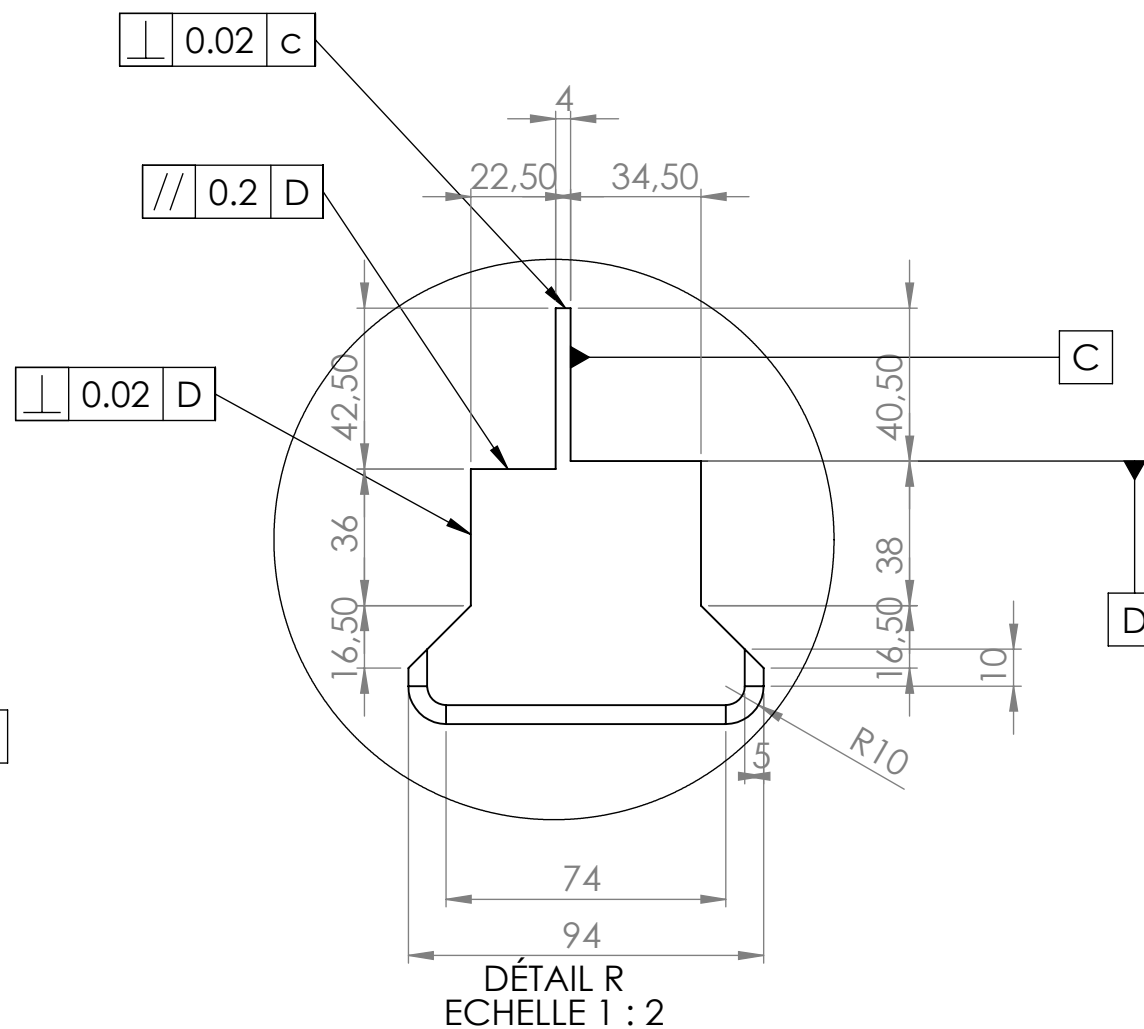
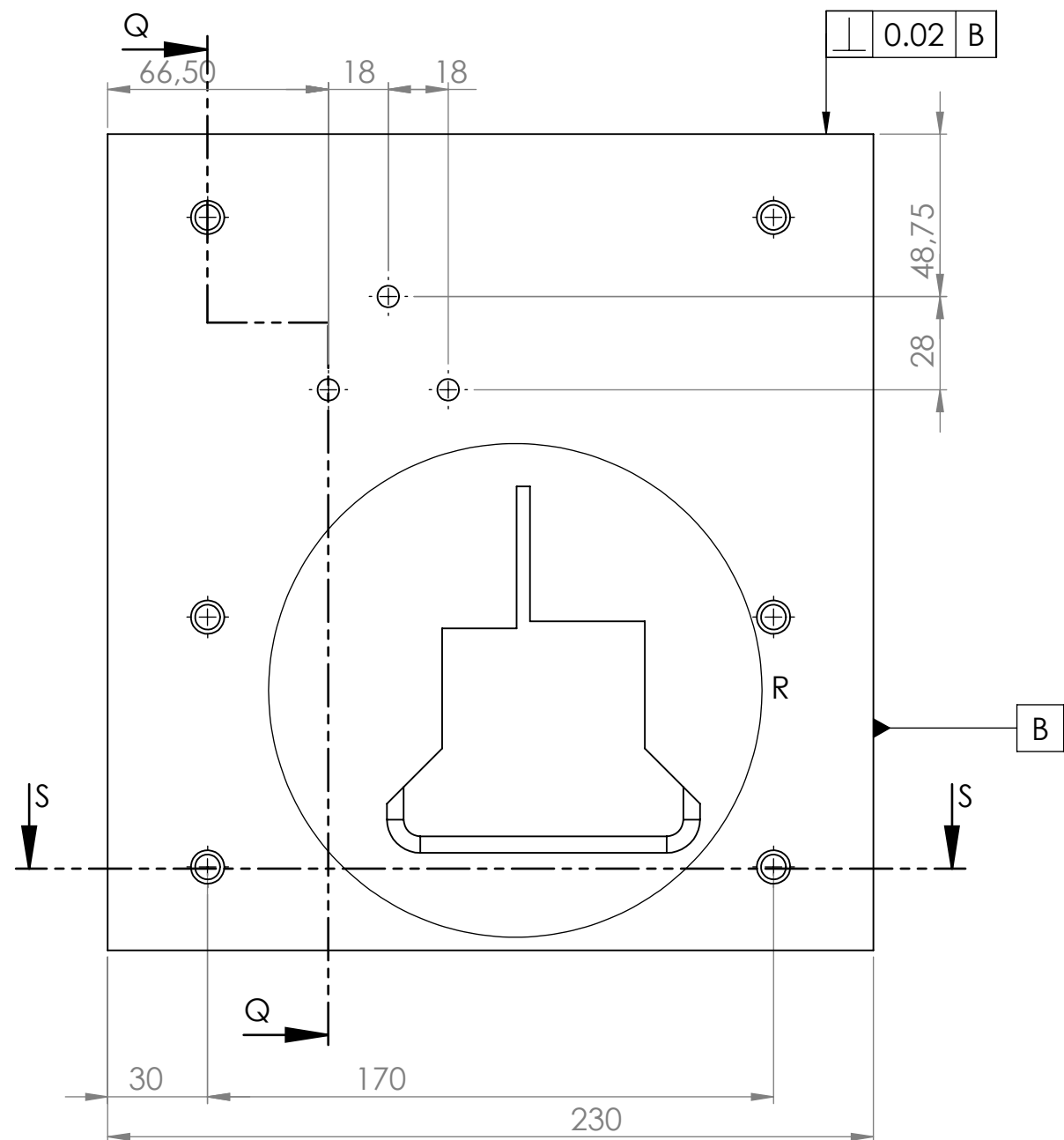
Rep	6	Colonne de guidage femelle	XC65	Traitée
Nbr	2	Désignation	Matiere	Observations
Echelle:1/1	OUTIL DE POINCONNAGE-GRUGEAGE			LASSAL-N
				YEFSAH .A
A4	FGC UMMTO			M2 CM



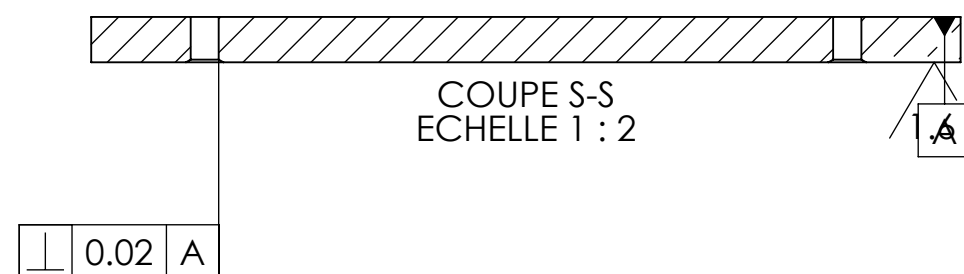
COUPE G-G
ECHELLE 5 : 1



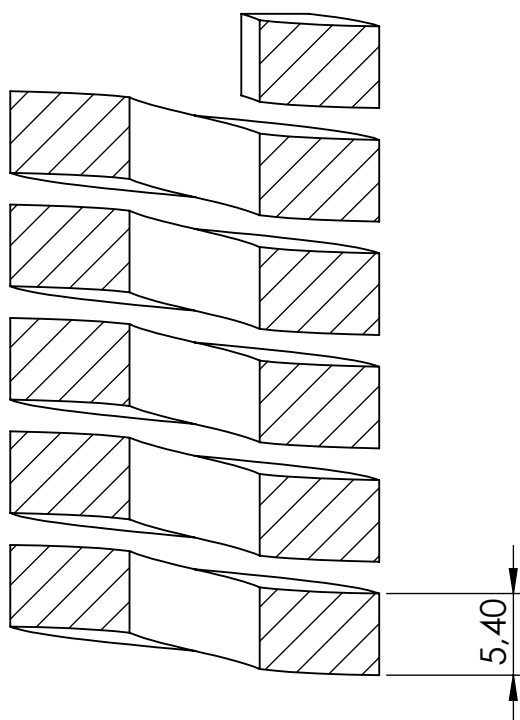
Rep	7	Graisseur	E24	
Nbr	2	Désignation	Matiere	Observations
Echelle:5/1	OUTIL DE POINCONNAGE-GRUGEAGE			LASSAL-N
				YEFSAH .A
A4	FGC UMMTO			M2 CM



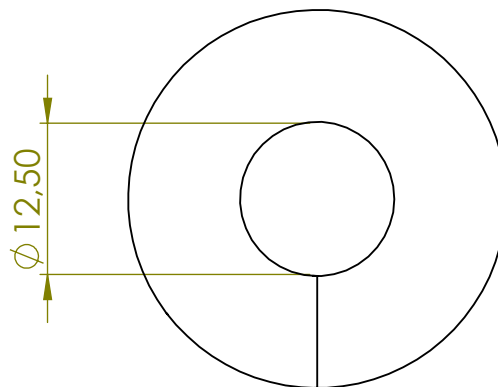
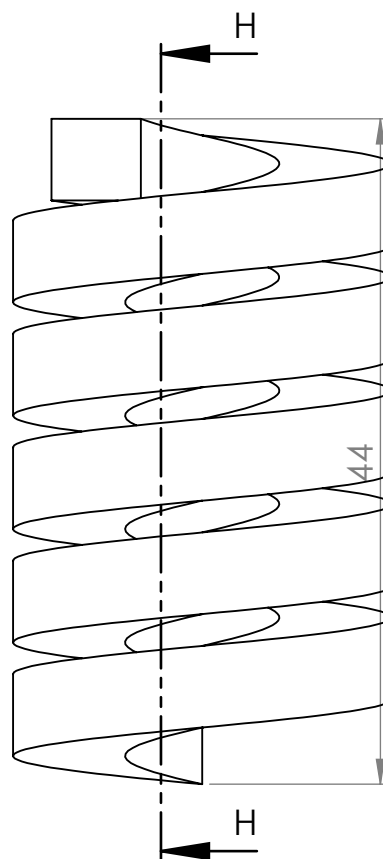
COUPE Q-Q
ECHELLE 1 : 2

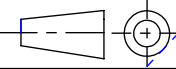


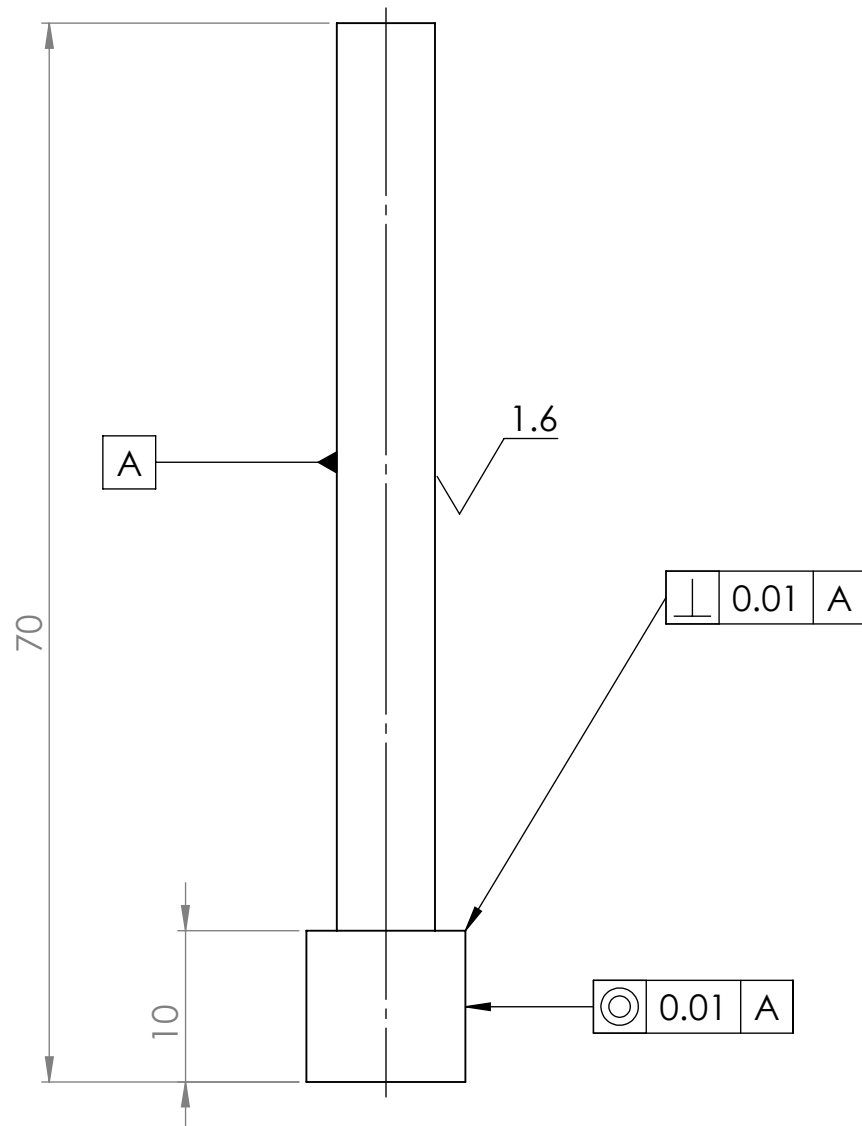
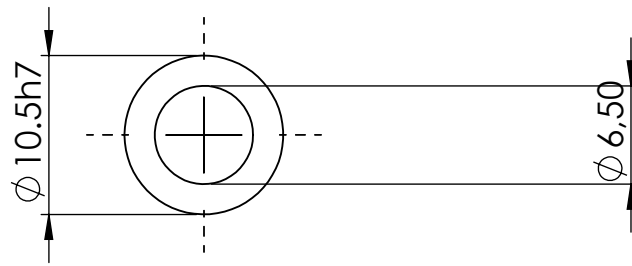
Rep	8	Serre flan	E24	
Nbr	1	Désignation	Matiere	Observations
Echelle: 1/2		OUTIL DE POINCONNAGE-GRUGEAGE		LASSAL-N
				YEFSAH - A
				M2 CM
A3		FGC UMMTO		

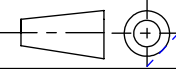


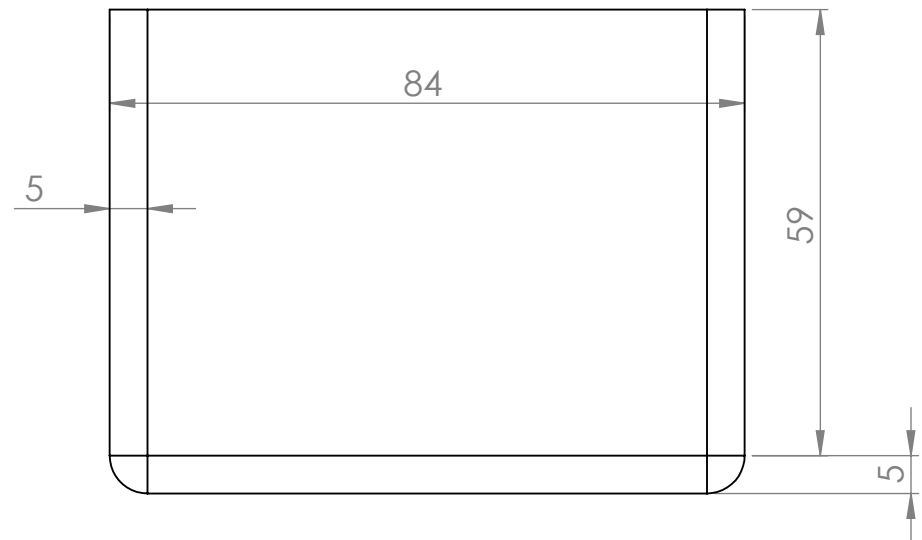
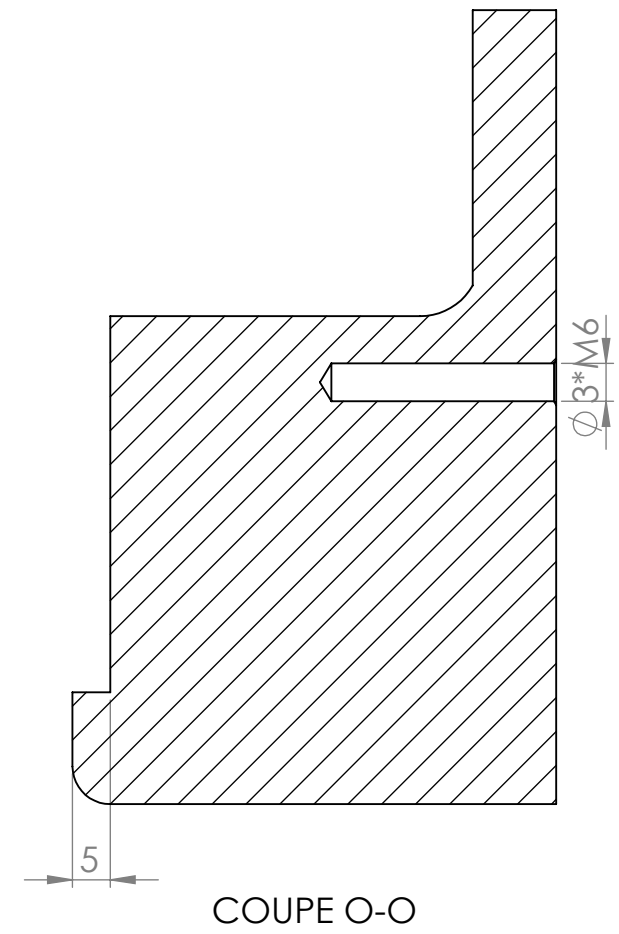
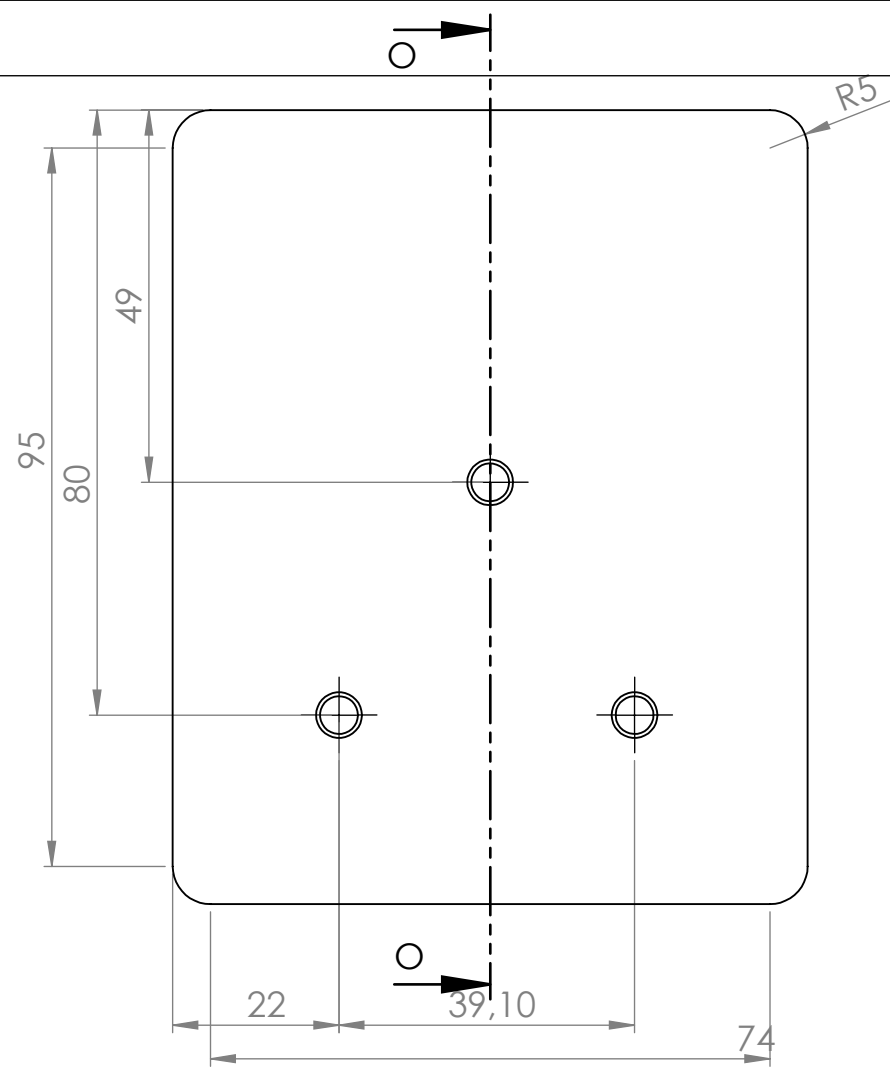
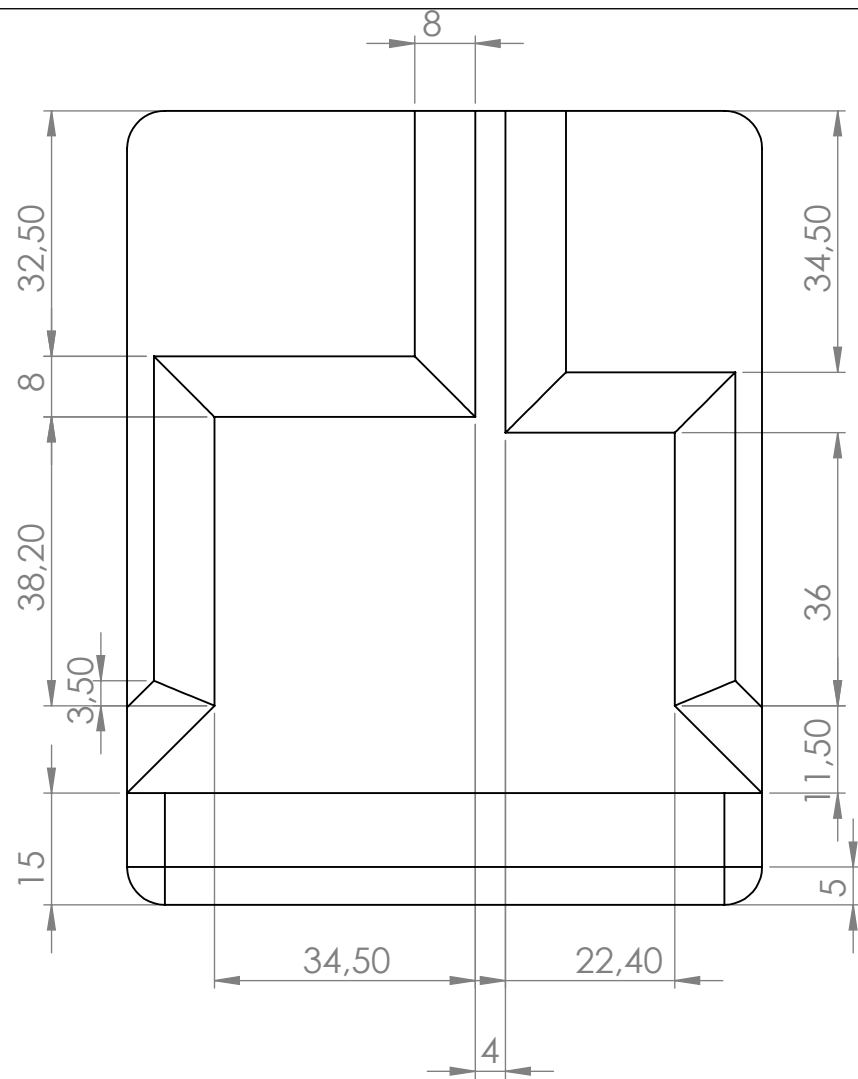
COUPE H-H
ECHELLE 2 : 1

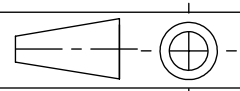


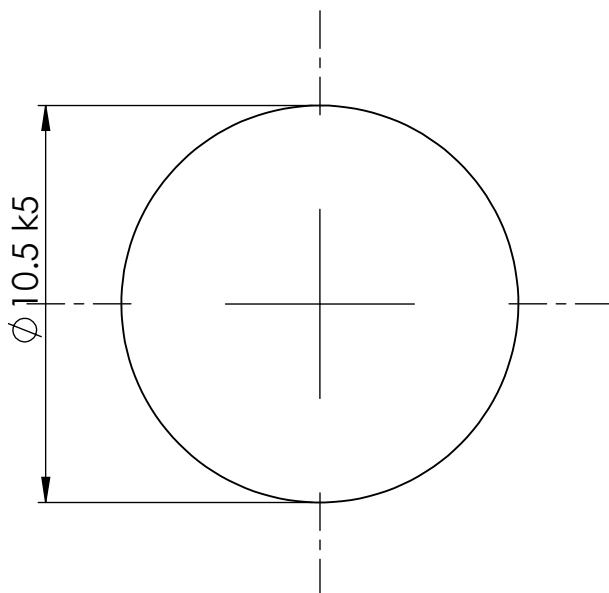
Rep	10	Ressort	51Si7	
Nbr	6	Désignation	Matiere	Observations
Echelle:2/1	OUTIL DE POINCONNAGE-GRUGEAGE			LASSAL-N
				YEFSAH .A
A4	FGC UMMTO			M2 CM

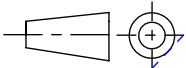


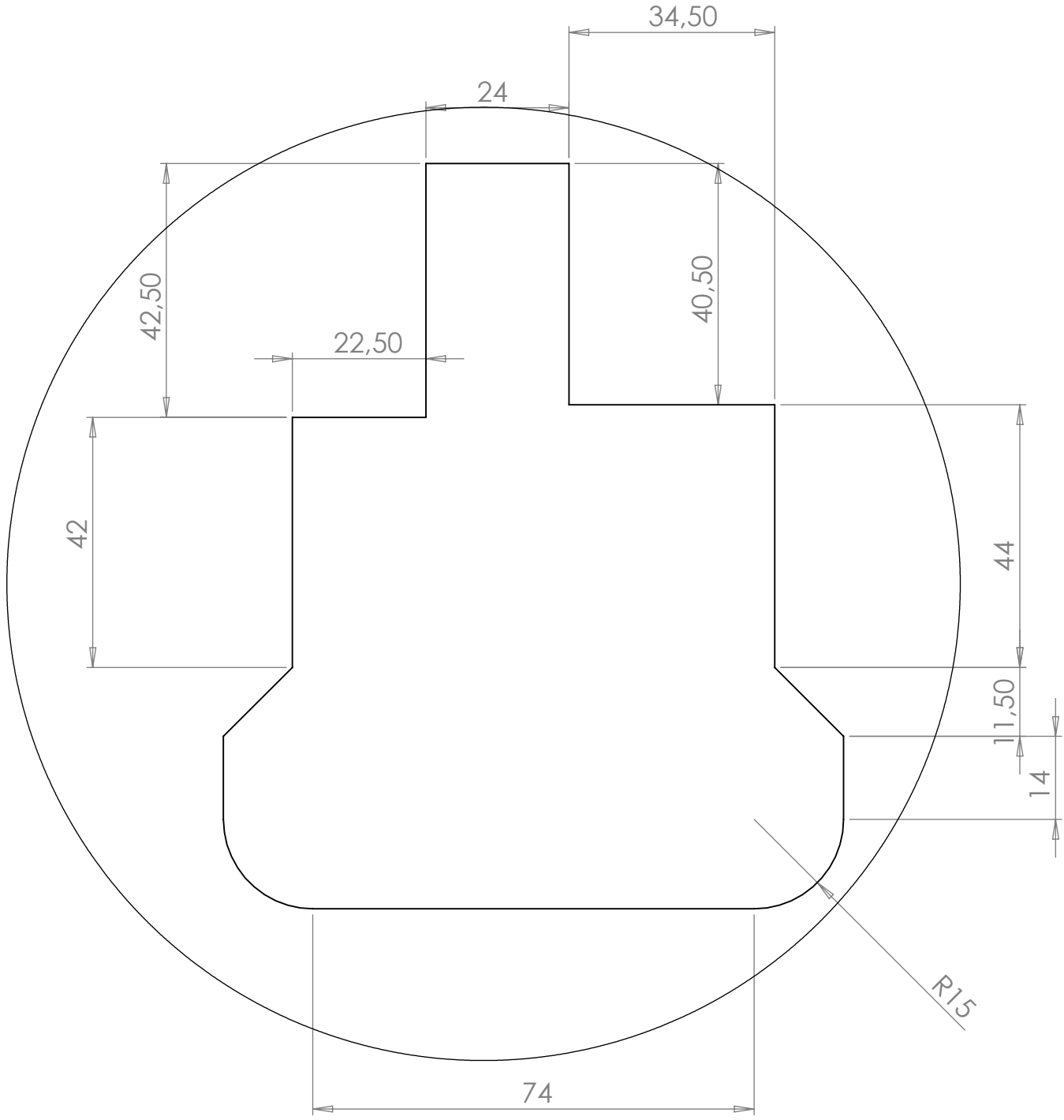
Rep	11	poinçon M6	Z200C12	Trempé
Nbr	3	Désignation	Matiere	Observations
Echelle:2/1	OUTIL DE POINCONNAGE-GRUGEAGE			LASSAL-N
				YEFSAH .A
A4	FGC UMMTO			M2 CM



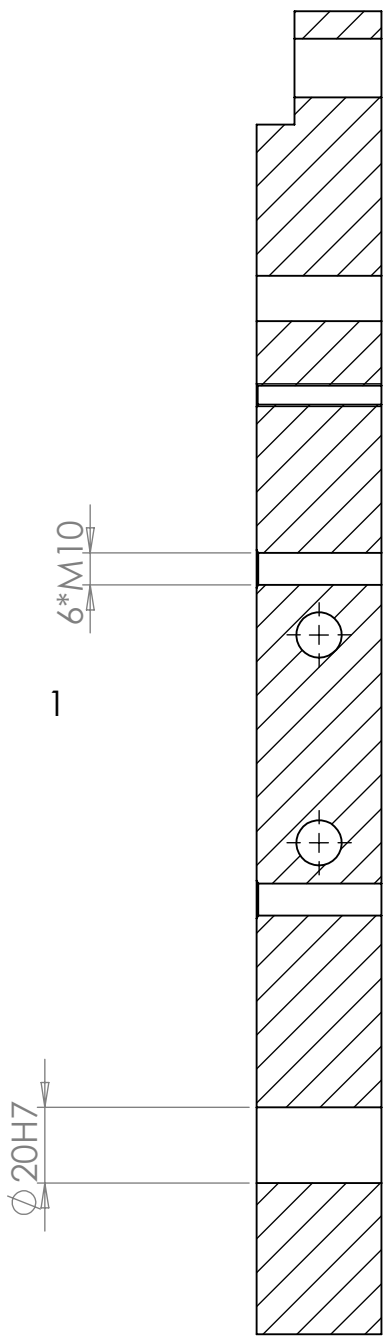
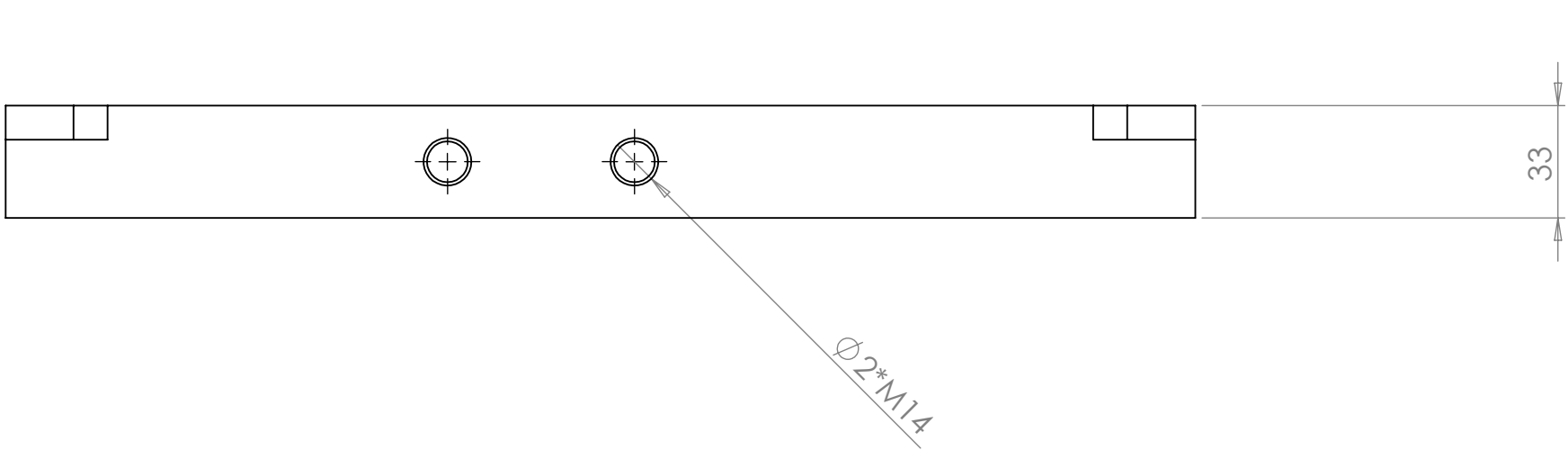
Rep	12	Poinçon pour grugeage	Z200C12	Trempé
Nbr	1	Désignation	Matiere	Observations
Echelle: 1/1		OUTIL DE POINCONNAGE-GRUGEAGE		LASSAL-N YEFSAH -A
				M2 CM
A3		FGC UMMTO		



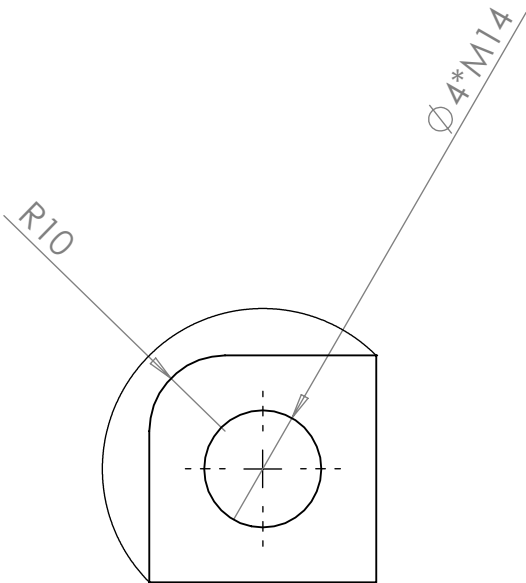
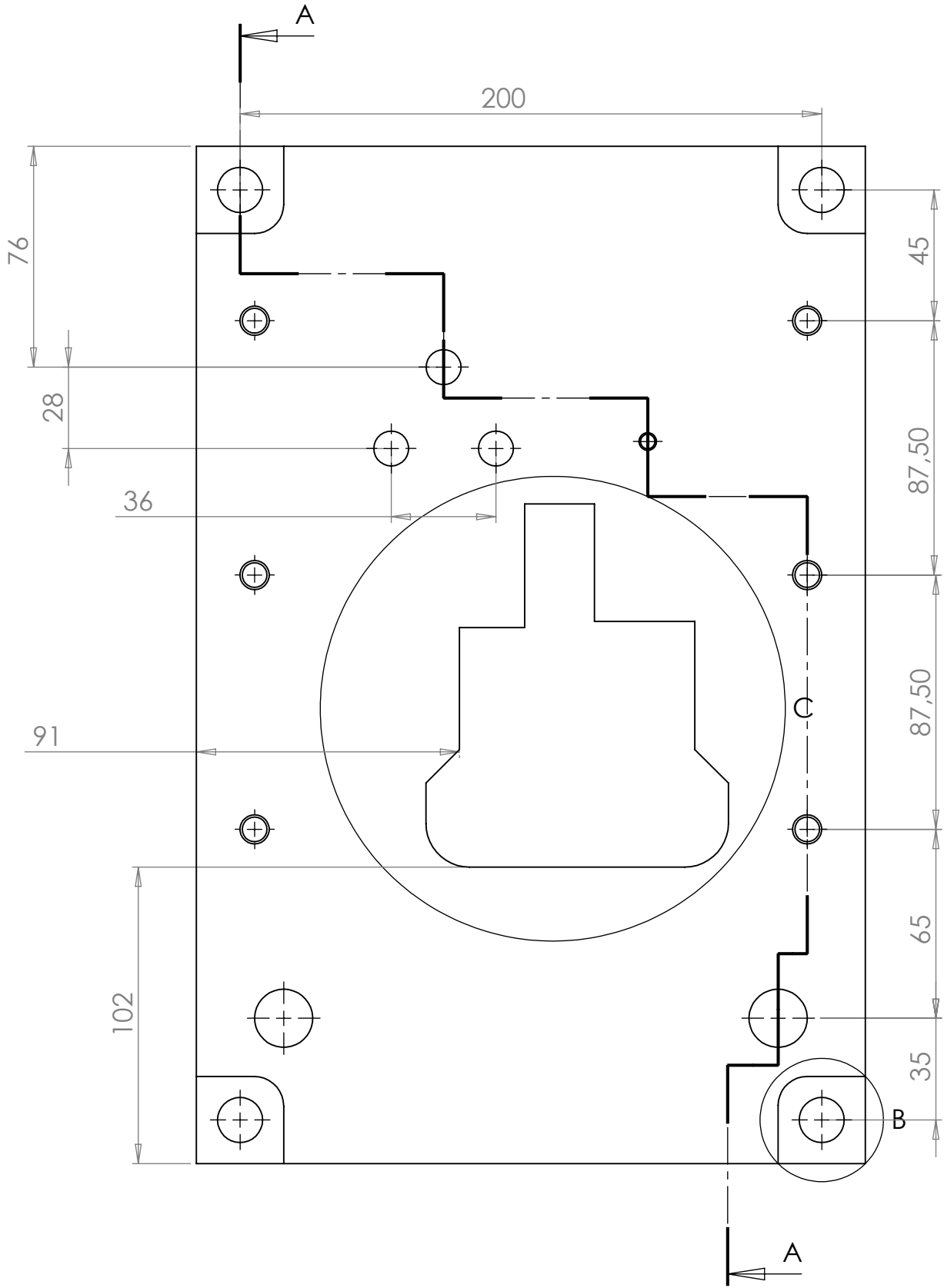
Rep	14	Butée	Z200C12	
Nbr	3	Désignation	Matiere	Observations
Echelle:5/1	OUTIL DE POINCONNAGE-GRUGEAGE			LASSAL-N
				YEFSAH .A
A4	FGC UMMTO			M2 CM



DÉTAIL C
ECHELLE 1 : 1

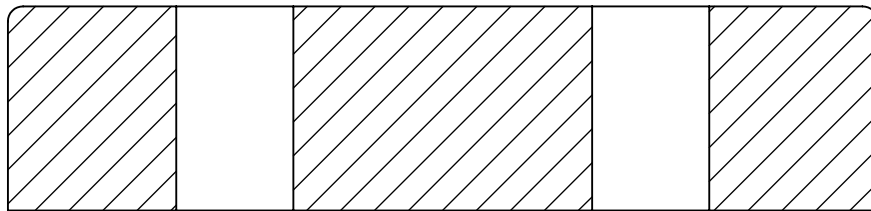
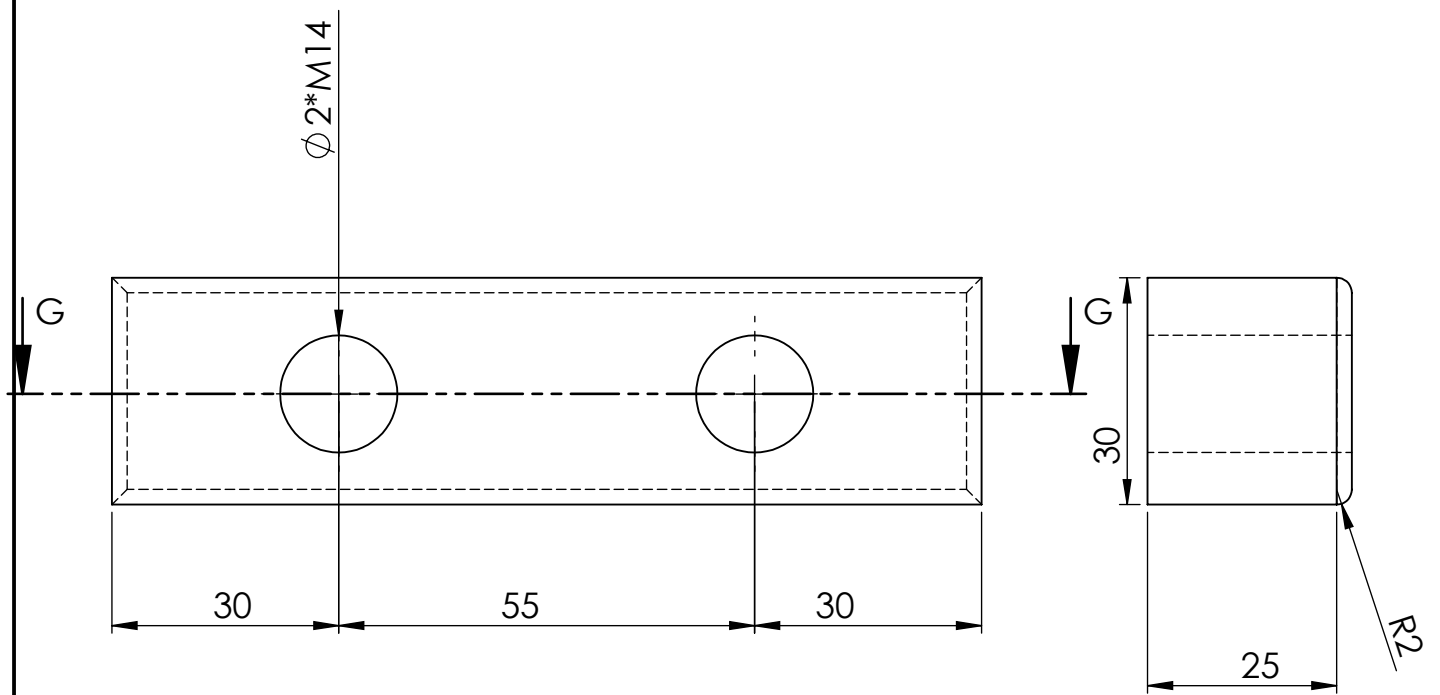


COUPE A-A

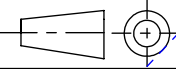


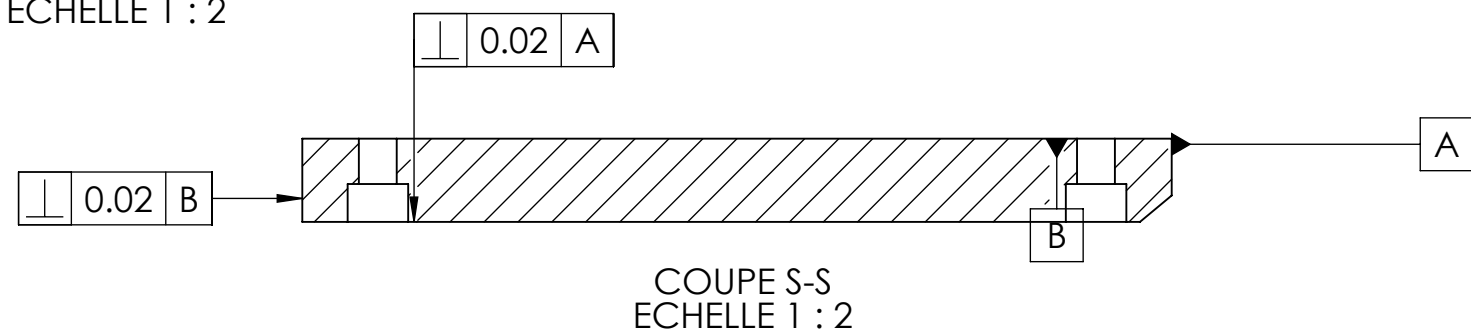
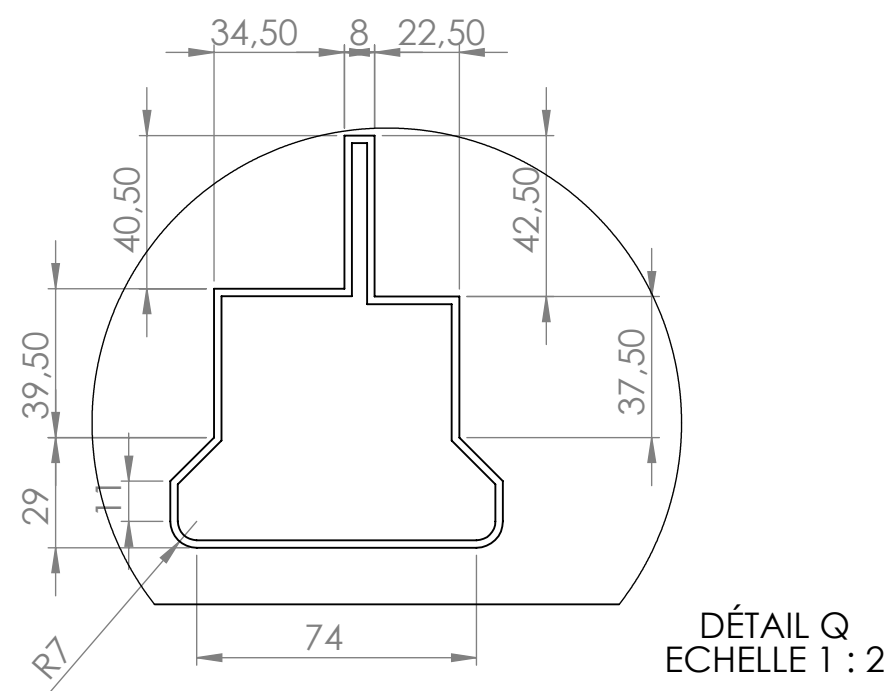
DÉTAIL B
ECHELLE 1 : 1

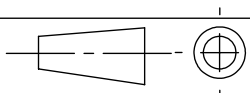
Nbr	1	Semelle inferieure	E24		
Rep	15	Désignation	Matiere	Observations	
LASSAL-N YEFSAH -A		OUTIL DE POINCONNAGE-GRUGEAGE			
A3		FGC UMMTO			echel:1/2

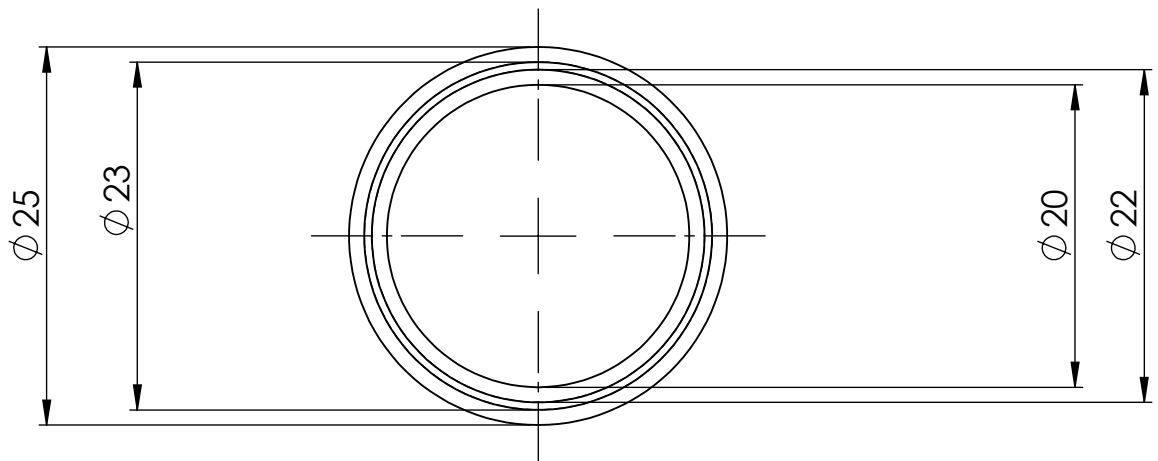
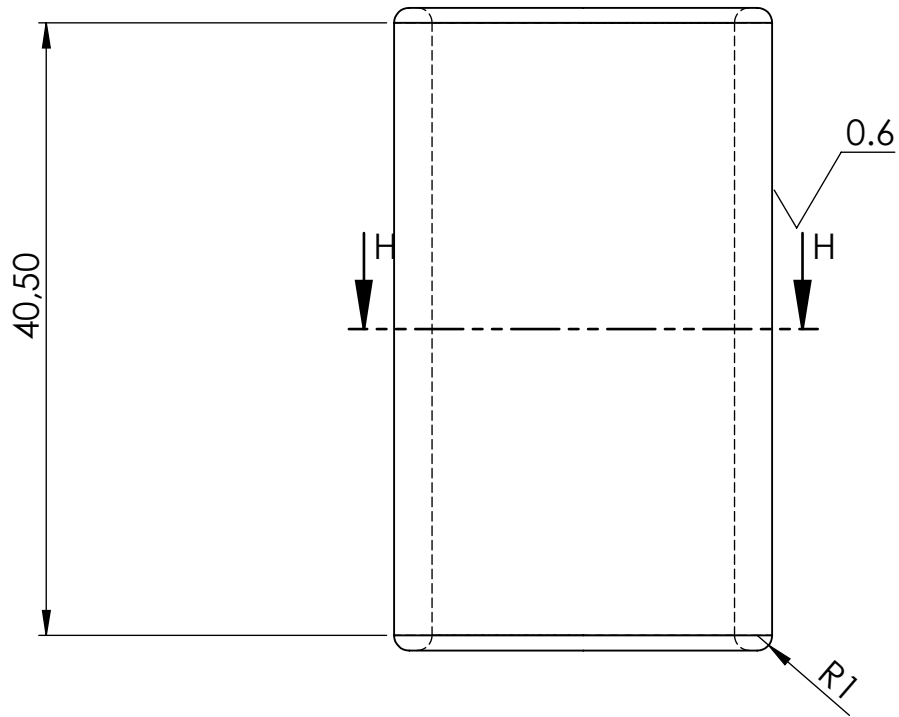


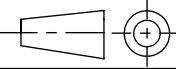
COUPE G-G
ECHELLE 1 : 1

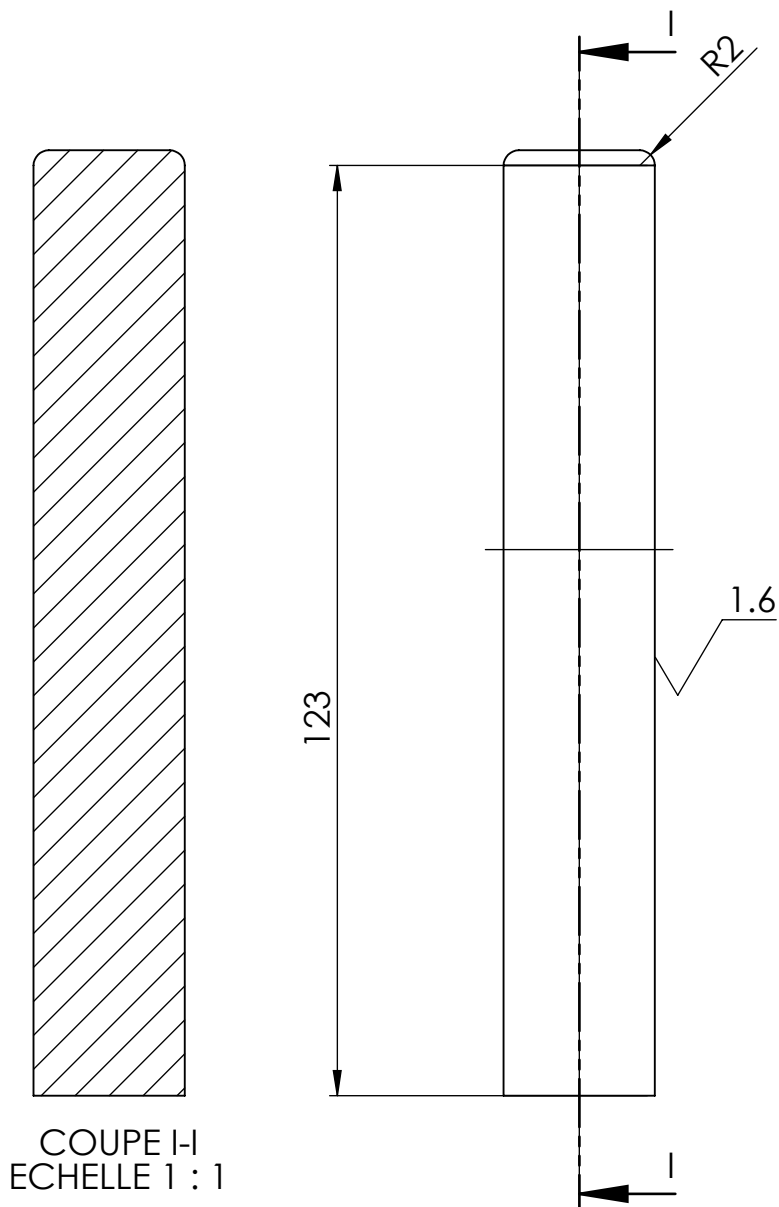
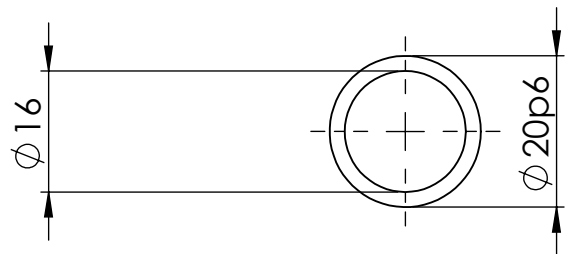
Rep	17	Supporte de la semelle inferieure	GS 60	
Nbr	2	Désignation	Matiere	Observations
Echelle:2/1	OUTIL DE POINCONNAGE-GRUGEAGE			LASSAL-N
				YEFSAH .A
A4	FGC UMMTO			M2 CM



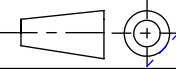
Rep	19	Matrice	Z200C12	trempe
Nbr	1	Désignation	Matiere	Observations
Echelle: 1/2		OUTIL DE POINCONNAGE-GRUGEAGE		LASSAL-N YEFSAH-A
				M2 CM
A3		FGC UMMTO		

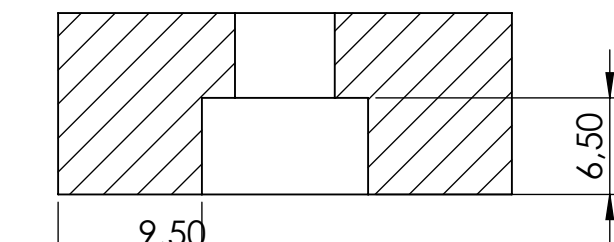
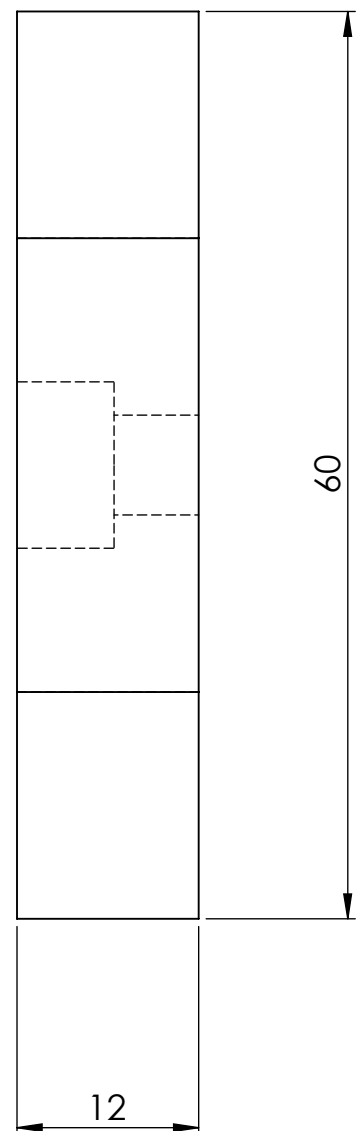
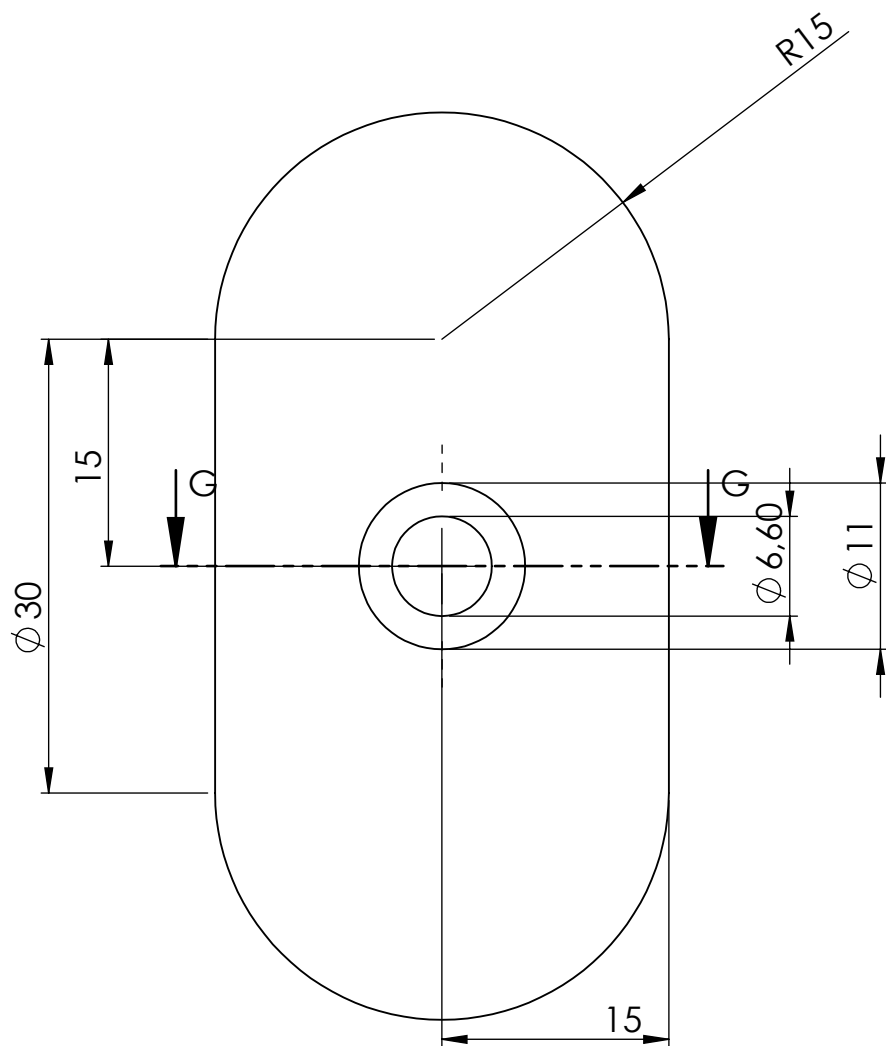


Rep	20	Coussinet	Graphite de carbone	
Nbr	2	Désignation	Matiere	Observations
Echelle:2/1	OUTIL DE POINCONNAGE-GRUGEAGE			LASSAL-N
				YEFSAH .A
A4	FGC UMMTO			M2 CM

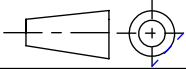


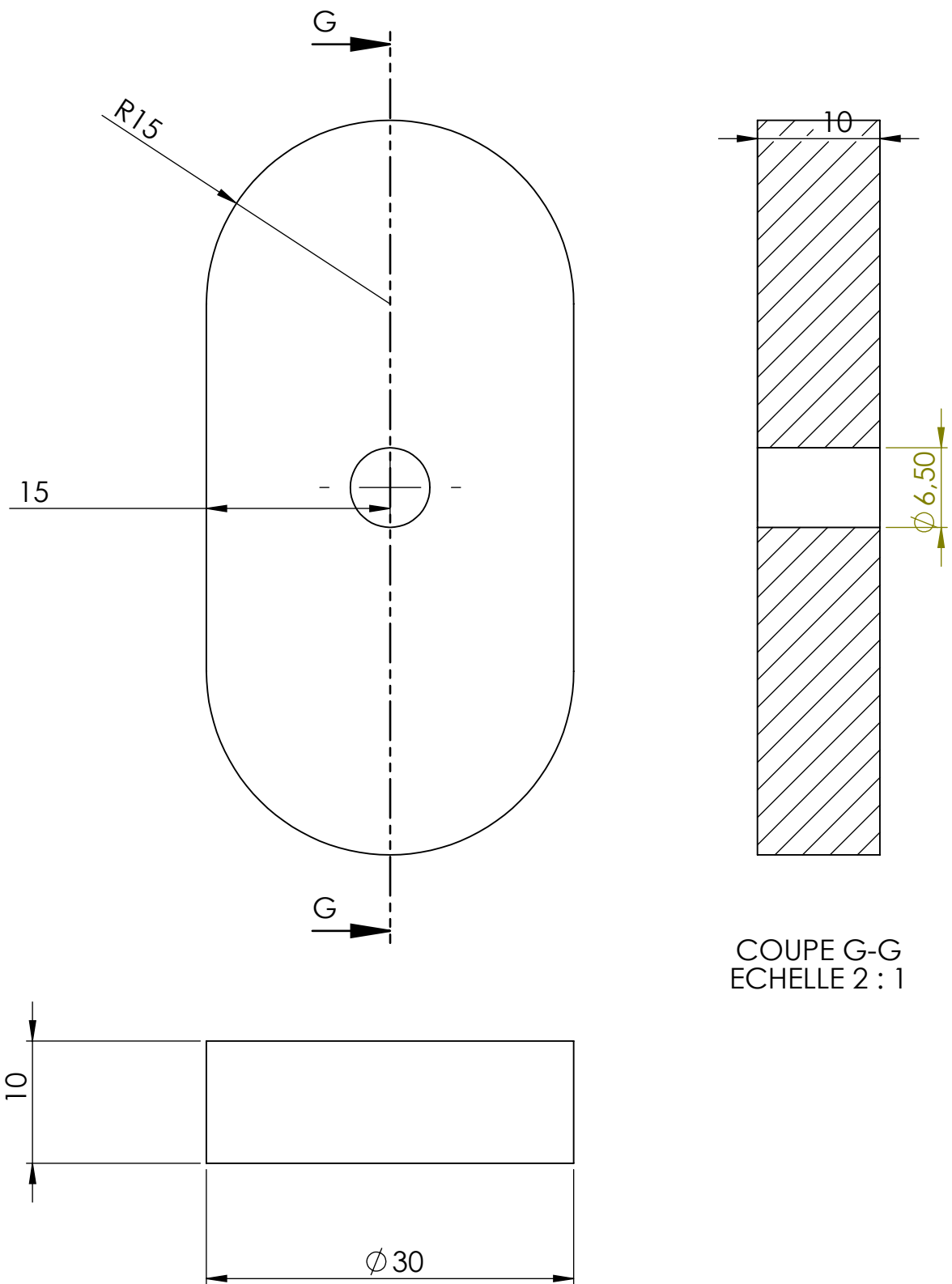
COUPE I-I
ECHELLE 1 : 1

Rep	21	Colonne de guidage malle	XC65	traité
Nbr	2	Désignation	Matiere	Observations
Echelle:1/1	OUTIL DE POINCONNAGE-GRUGEAGE			LASSAL-N
				YEFSAH .A
A4	FGC UMMTO			M2 CM

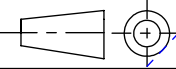


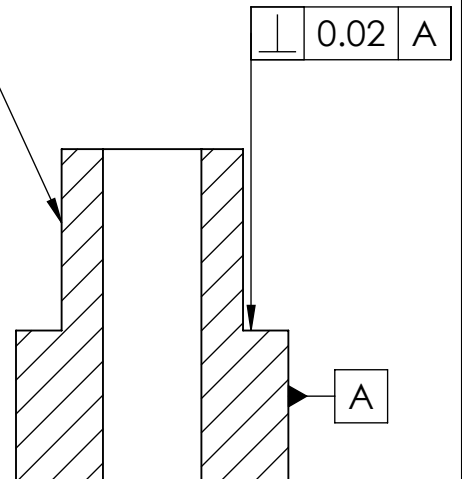
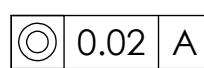
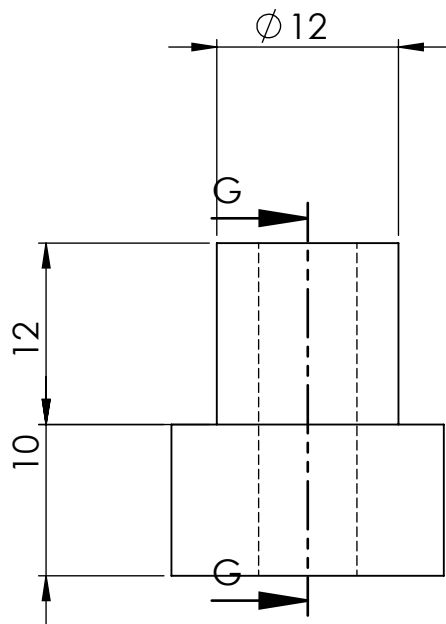
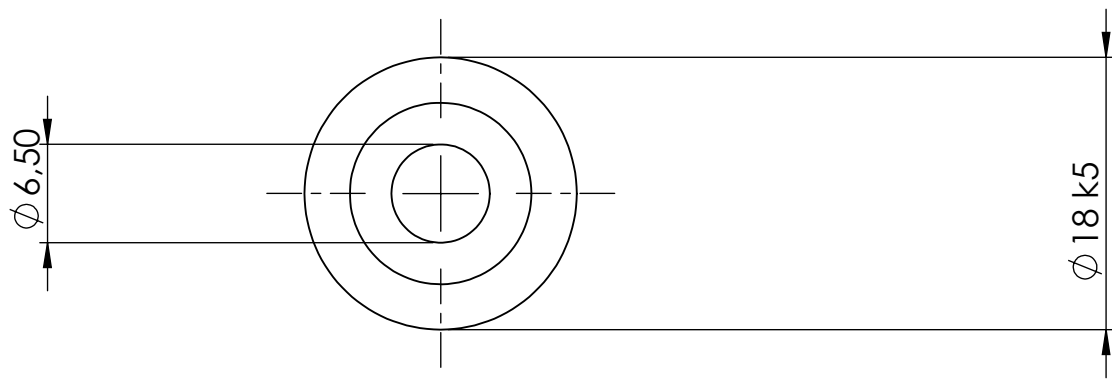
COUPE G-G
ECHELLE 2 : 1

Rep	22	Ejecteur	Z200C12	trempe
Nbr	3	Désignation	Matiere	Observations
Echelle:2/1	OUTIL DE POINCONNAGE-GRUGEAGE			LASSAL-N
				YEFSAH .A
A4	FGC UMMTO			M2 CM

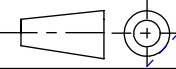


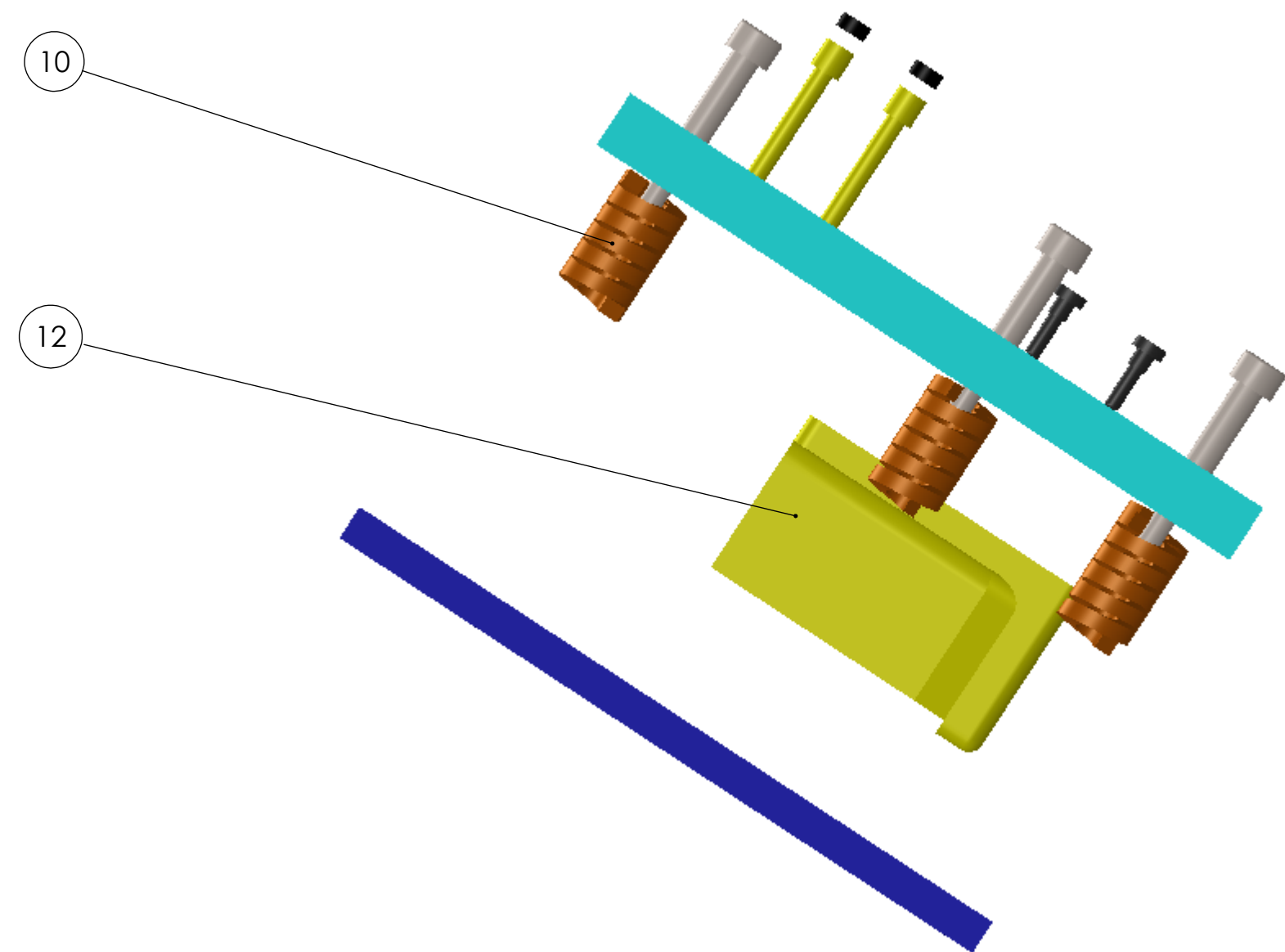
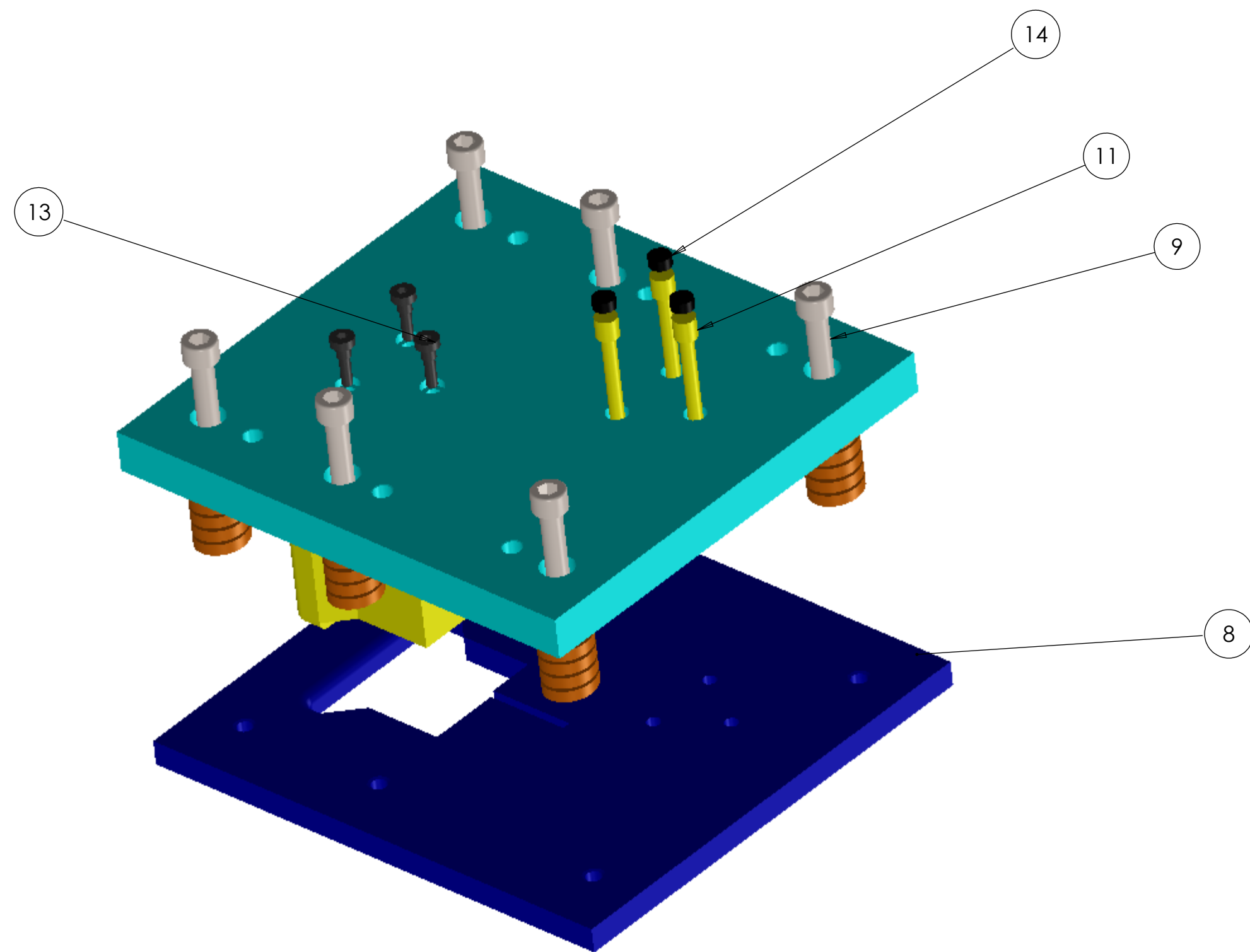
COUPE G-G
ECHELLE 2 : 1

Rep	23	calle		
Nbr	1	Désignation	Matiere	Observations
Echelle:2/1	OUTIL DE POINCONNAGE-GRUGEAGE			LASSAL-N
				YEFSAH .A
A4	FGC UMMTO			M2 CM

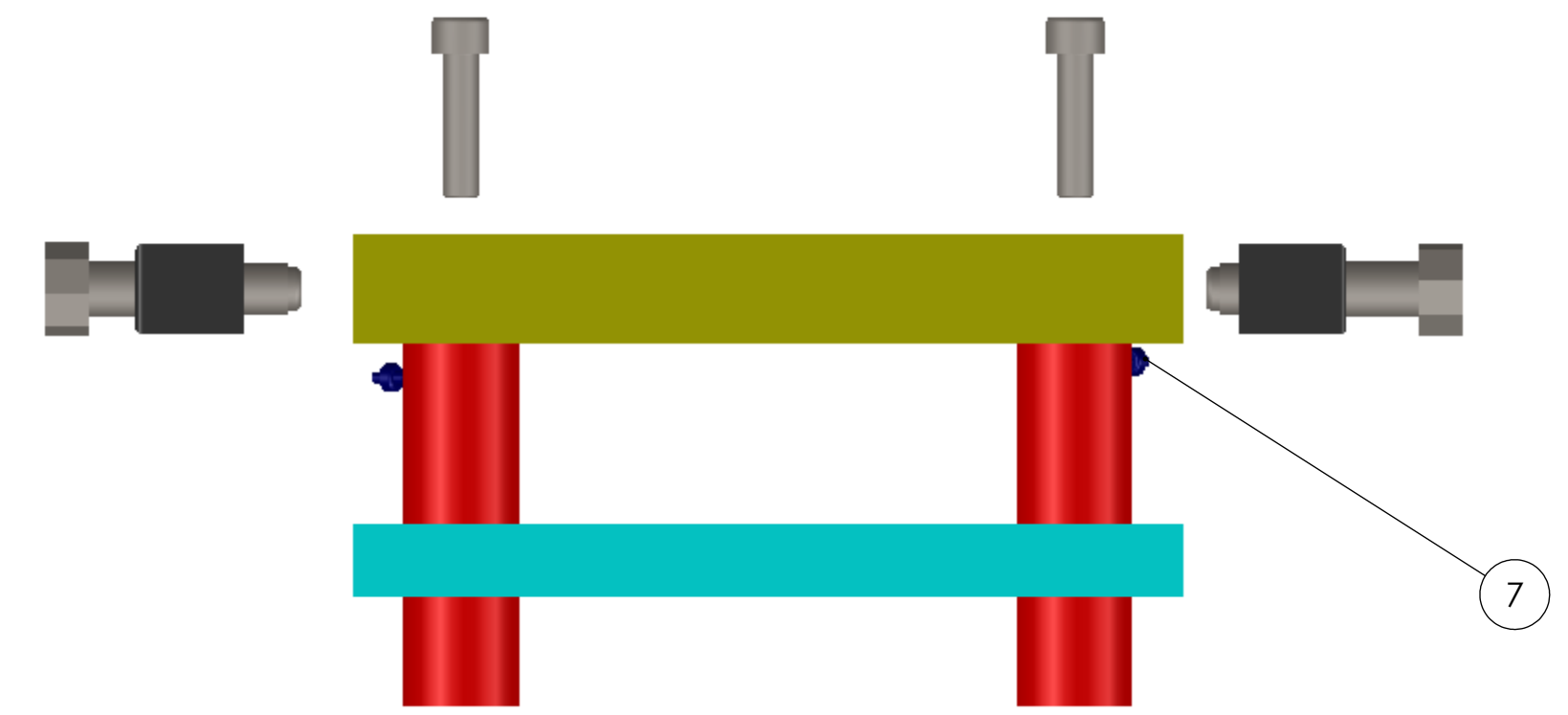
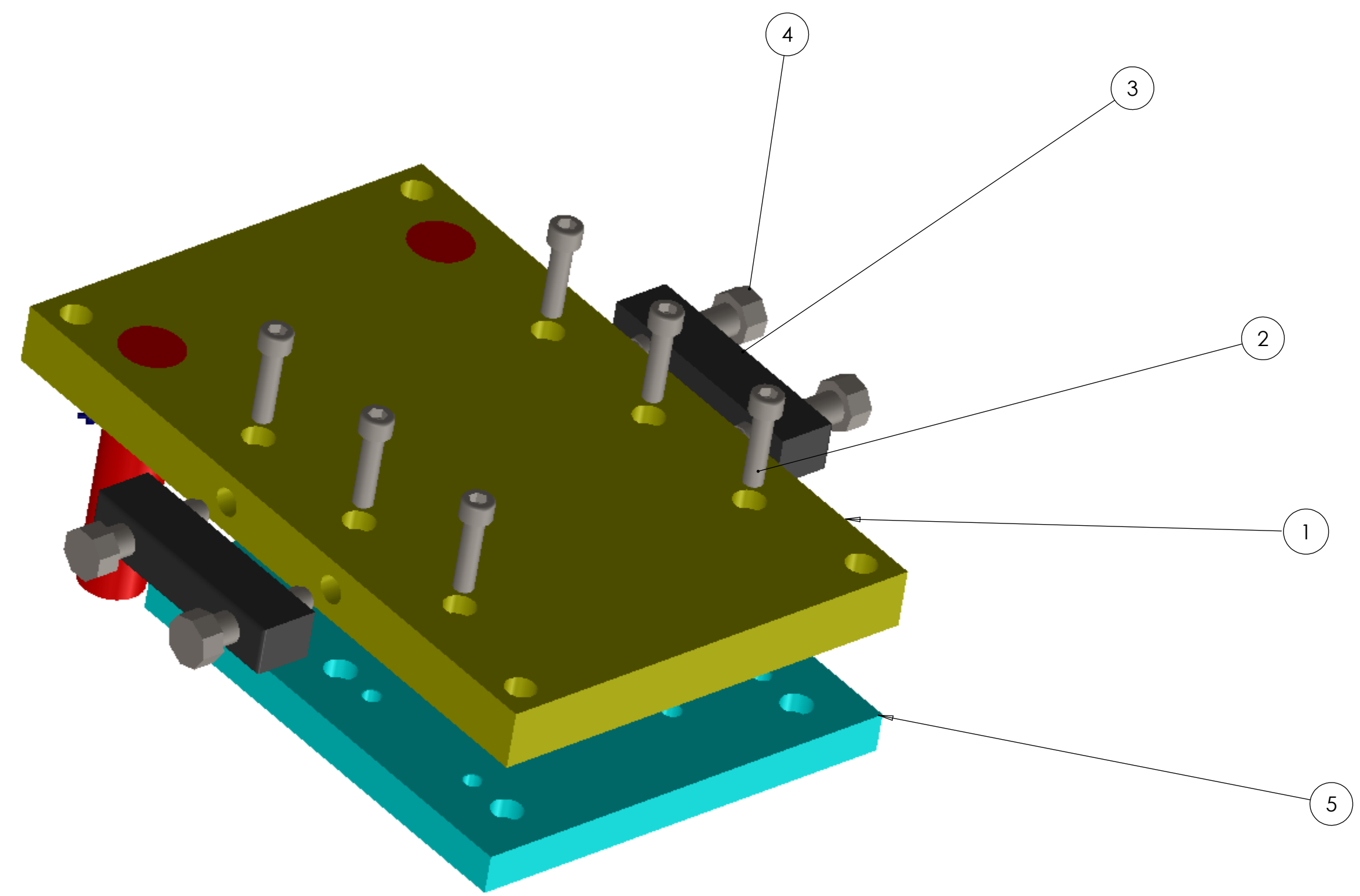


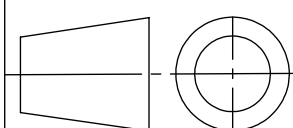
COUPE G-G
ECHELLE 2 : 1

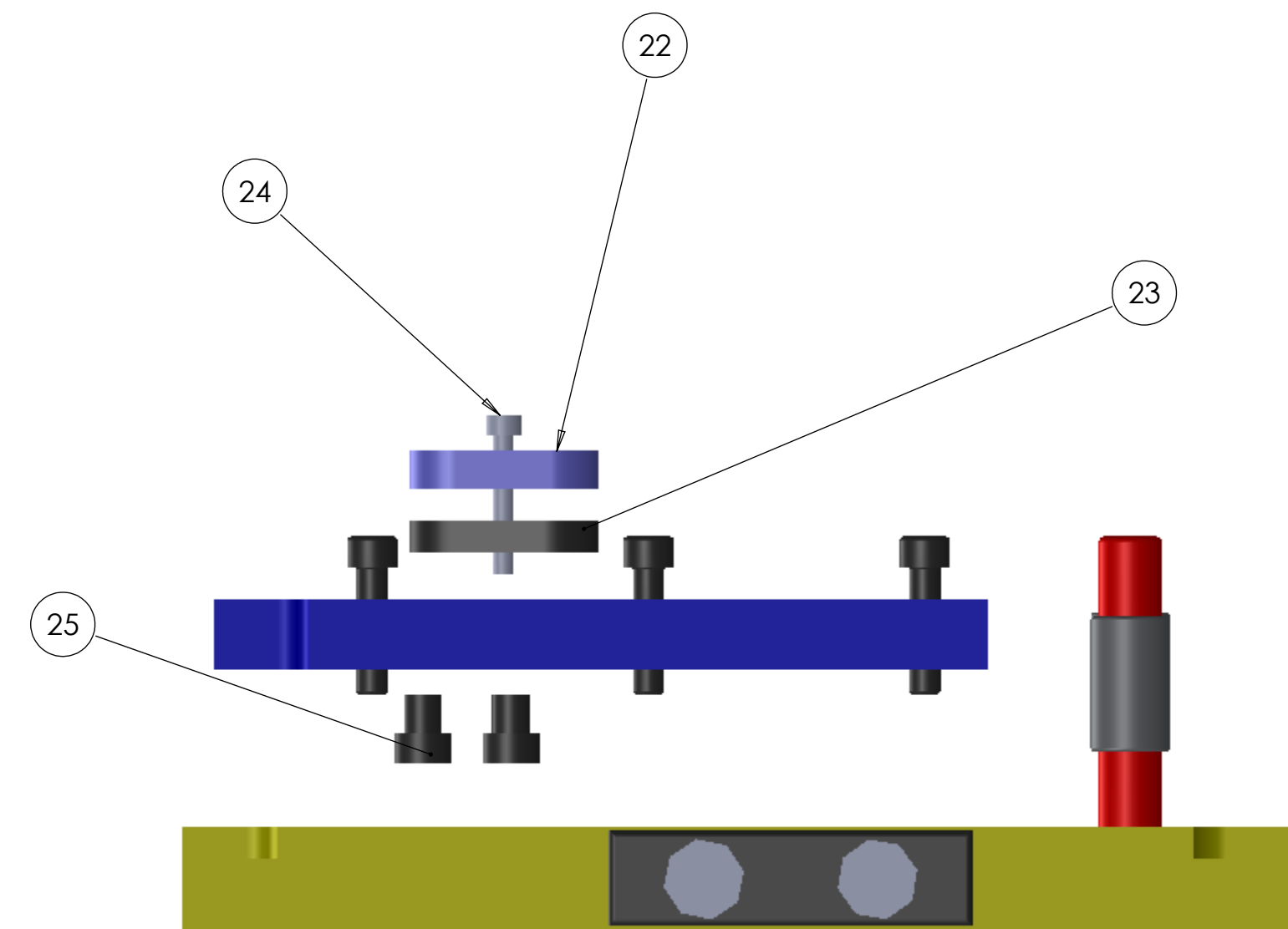
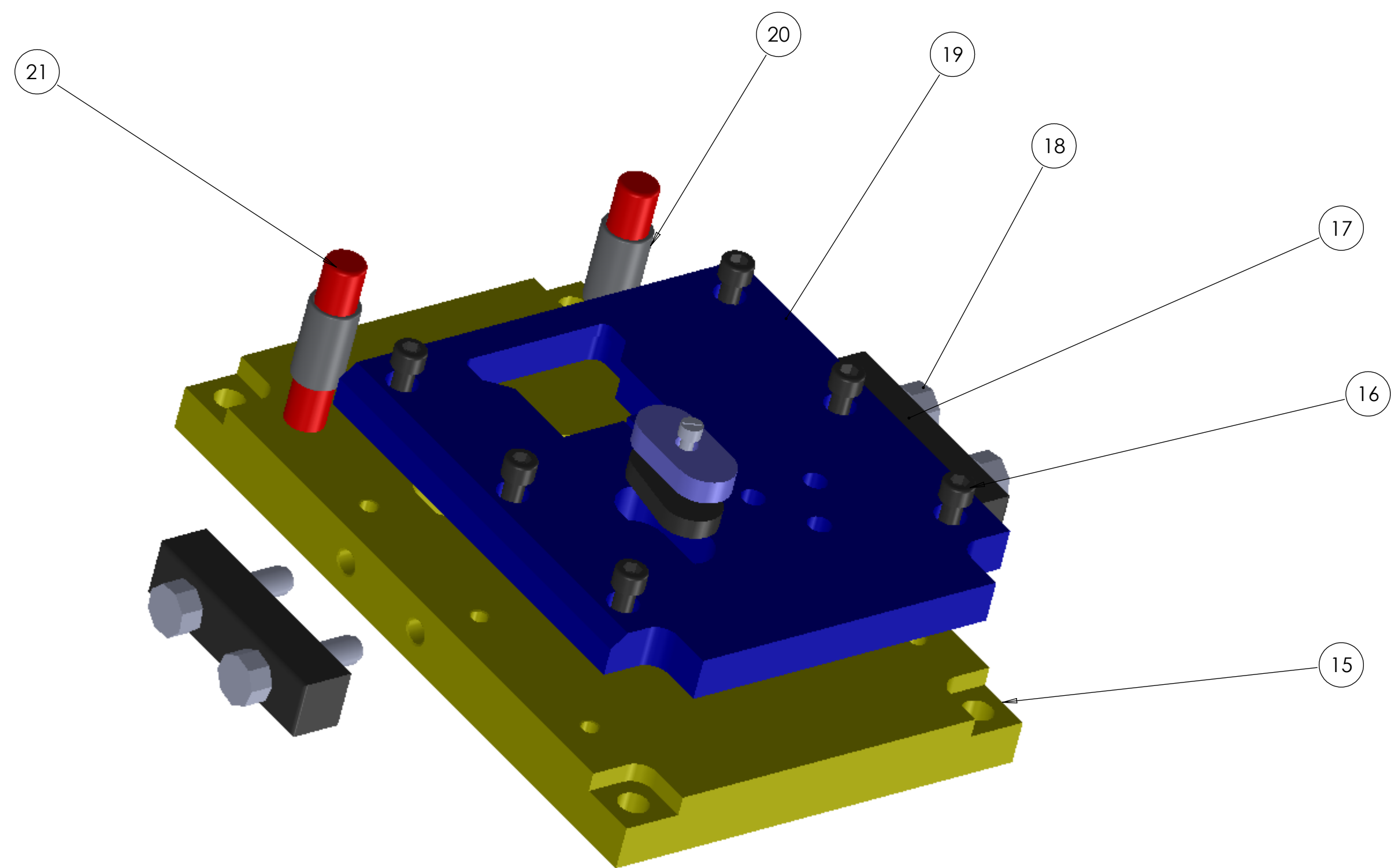
Rep	25	Canon 6.5 mm	Z200C12	trempe
Nbr	3	Désignation	Matiere	Observations
Echelle:2/1	OUTIL DE POINCONNAGE-GRUGEAGE			LASSAL-N
				YEFSAH .A
A4	FGC UMMTO			M2 CM



14	3	Butée	Z200C12	
13	3	vis CHC M8	XC48	
12	1	Poinçon pour grugeage	Z200C12	Trempé
11	3	poinçon M6	Z200C12	Trempé
10	6	Ressort	51Si7	
9	6	vis d'ecartement	115Cr V3	
8	1	Serre flan	E24	
Rep	Nbr	designation	matiere	observation
LASSAL-N YEFSAH-A		OUTIL DE POINCONNAGE-GRUGEAGE		
A3		FGC UMMTO		ECHEL:1/2



7	2	Graisseur	E24	
6	2	Colonne de guidage femelle	ACIER (100 CR6)	dureté hcr 64
5	1	Porte poinçons	E 24	
4	4	Vis hexagonale M14	XC48	
3	2	Supporte de la semelle supérieure	GS 60	
2	6	vis CHC M 10	XC48	
1	1	Semelle superieure	E24	
Rep	Nbr	désignation	matiere	
LASSAL-N YEFSAH -A		OUTIL DE POINCONNAGE-GRUGEAGE		
A3		FGC UMMTO		
				ECHEL:1/2



25	3	Canon 6.5 mm	Z200C12	
24	1		XC48	
23	1	calle		
22	1	Ejecteur	Z200C12	trempe
21	2	Colonne de guidage malle	XC65	traite
20	2	Coussinet	Graphite de carbone	
19	1	Matrice	Z200C12	Trempe
18	4	Vis hexagonale M14	XC48	
17	2	Supporte de la semelle inferieure	GS 60	
16	6	vis CHC M10	XC48	
15	1	Semelle inferieure	E24	
Rep	Nbr	designation	matiere	observation
LASSAL -N YEFSAH -A		OUTIL DE POINCONNAGE-GRUGEAGE		
A3		FGC UMMTO		ECHEL:1/2

