

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

UNIVERSITE MOULOD MAMMARI - TIZI-OUZOU

FACULTE DE GENIE DE LA CONSTRUCTION

DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE



Mémoire de fin d'études

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



Option : Construction Mécanique

Thème

***ETUDE ET CONCEPTION D'UN OUTIL DE POINCONNAGE,
DETOURAGE POUR TABLE DE TRAVAIL
02 AUXILIAIRES CUISINIERE ENIEM***

Proposé par :

Mr : M. CHALLAL

Encadré par :

Mr : M. HAMOUR

Réalisé par :

Mr : YEFSAH LAMINE

Mr : OUALI RABAH

Promotion 2020/2021

Remerciements

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

Nous remercions également Mr CHALAL.M qui nous a encadré au sein de l'entreprise pour son aide et son orientation tout au long de notre travail et ainsi que tous les ingénieurs de l'unité cuisson.

Nous remercions notre promoteur Mr. HAMOUR.M qui nous a aidé et soutenu dans tout le long de notre travail.

Nos remerciements vont également à tous les membres du jury qui ont bien voulu accepter de juger ce travail.

Nous tenons à remercier tous les enseignants qui ont contribué à notre formation, sans oublier les étudiants du département de Génie mécanique de l'UMMTO.

Enfin, nos remerciements vont à tous ceux qui, de près et de loin ont aidé à l'élaboration de ce mémoire et en particulier nos parents, nos familles et tous (tes) nos amis(es).

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A la mémoire de mon cher père que Dieu l'accueille dans son vaste paradis

A Ma très chère mère que j'aime beaucoup

A Mes très chers frères Djamel, Rachid, Aziz, Lounes, Mourad

A Mes très chères sœurs Fadila, Cherifa

A Mes neveu(x) Rania, Damia, Ikram, Lyna, Mira, Cerine,

Islam, Samir, Kouceila, Aylane, Safouane

A Toute ma famille

Qui m'ont toujours soutenue ;

Tous mes ami(e), Gaya, Yanis, Mohand, Hafid, Slimane,

Sofiane, Amar, sofiane Hamid, Mounir, Yasmine, Lyza, Lynda , Samia, Saada,

Farida,

Rabah

Dédicaces

Je dédie ce travail :

A mon très cher père qui est ma source de courage et volonté

A ma mère qui me soutien tout le temps

A ma belle-mère DAHBIA qui est toujours à mes coté

A mon frère MASSINISSA et mes sœurs KAHINA, NOURIA, DJOUHER et

la petite sœur TINHINANE

A la mémoire de mes grands-parents que Dieu les accueille dans son vaste

paradis

A toute ma famille de près ou de loin

A tous mes ami(e)s ALI, RABAH, KOUCEILA, YACINE, NOUNOU, AMAR

SAID, MOHEND, HAMZA, CELIA, AMEL, KENZA

A toutes l'équipe des ingénieur SAID, DJAMEL, MERZOUK, HOCINE ET

KAHINA qui mon aidé

LAMINE

Sommaire

- i. Liste des figures.
- ii. Liste des tableaux.
- iii. Liste des symboles.
- iv. Bibliographie

Introduction générale 1

PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

1.Présentation de l'entreprise 3

2.Situations géographique 4

3.Constitution de l'entreprise 4

4.Missions et activités principales de chaque unité..... 4

- 4.1 Direction générale 4
- 4.2 Unité froid 5
- 4.3 Unité cuisson 5
- 4.4 Unité climatisation..... 5
- 4.5 Unité prestation techniques 6
- 4.6 Unité commerciale..... 6

5. Politique de l'entreprise ENIEM 6

- 5.1 Politique qualité..... 6
- 5.2 Politique environnementale de l'ENIEM 7

6. Engagement de la direction 7

7.Objectif de la direction 7

CHAPITRE I GENERALITES SUR LES MATERIAUX

I. GENERALITES SUR LES MATERIAUX.....	8
I.1 Introduction	8
I.2 Généralités sur les matériaux.....	8
I.3 Méthodes de sélection des matériaux [1]	8
I.4 Classification des matériaux.....	8
I.4.1 Les grandes classes de matériaux [2]	8
I.4.1.1 Les polymères ou matières plastiques [3].....	9
I.4.1.2 Les céramiques [3]	9
I.4.1.3 Les matériaux composites [3].....	9
I.4.1.4 Matériaux métalliques [3].....	9
I.4.2 Caractéristiques des matériaux	10
I.5 Les aciers.....	11
I.5.1 Quelques caractéristiques des aciers au carbone [4].....	12
I.5.2 Les principaux aciers.....	12
I.5.3 Traitement thermique [4].....	13
I.5.3.1 La trempe : (727+50° et plus).....	13
I.5.3.2 Le revenu : (entre 180°C et Ac1) [4]	14
I.5.3.3 Traitement thermique de diffusion [5].....	14
I.5.3.3.1 Cémentation : (920 à 950°C).....	14
I.5.3.3.2 Nitruration : (500 à 570 °C) [5].....	15
I.5.3.3.3 Cyanuration et carbonitruration : (730 à830°C) [5]	15
I.6 Conclusion	16

CHAPITRE II PRECEDE DE MISE EN FORME DES TOLES

II. PROCEDES DE MISE EN FORME.....	17
------------------------------------	----

II.1	Introduction	17
II.2	Emboutissage.....	17
II.2.1	Définition.....	17
II.2.2	Principe [6].....	17
II.2.3	Types d'emboutissages [6].....	18
II.3	Pliage.....	19
II.3.1	Définition.....	19
II.3.2	Principe du pliage	19
II.3.3	Différents types du pliage [7]	19
II.3.3.1	Pliage en Vé.....	20
Pliage en frappe	20	
Pliage en l'air.....	20	
II.3.3.2	Pliage en U	20
II.3.3.3	Pliage en L.....	21
II.4	Découpage [7]	21
II.4.1	Définition.....	21
II.4.2	Principe du découpage [7].....	22
II.4.3	Opérations du découpage [7].....	22
II.5	Poinçonnage	23
II.5.1	Définition.....	23
II.5.2	Principe de fonctionnement [4]	24
II.5.3	Composants essentiels d'une opération de poinçonnage [4]	25
II.5.3.1	Poinçon.....	25
II.5.3.2	Matrice.....	25
II.5.4	Paramètres qui influencent sur le découpage et poinçonnage [4].....	26
II.5.4.1	Jeu entre matrice et poinçon	26
II.5.4.2	Paramètres liés au réglage de l'outil.....	27
II.5.4.2.1	Serre-flan.....	27
II.5.4.2.2	Pénétration du poinçon dans la matrice.....	27

II.5.4.2.3	Vitesse de découpage	28
II.5.4.3	Paramètres liés à l'usure de l'outil	28
II.5.4.3.1	Lubrification.....	28
II.5.4.3.2	Matériaux à outil	28
II.5.4.3.3	Les efforts qui rentrent dans l'opération	28
II.5.4.3.4	Résistance d'un poinçon	29
II.5.5	Avantages et inconvénients du poinçonnage	31
	Avantages :	31
	Inconvénients :	32
II.6	Détourage	32
II.6.1	Définition.....	32
II.6.2	Types de détourage.....	33
II.6.2.1	Détourage normal	33
II.6.2.2	Détourage à ras	33
II.6.2.3	Détourage-poinçonnage.....	33
II.6.3	Aspects de caractérisation du procédé du détourage	33
II.6.3.1	Effort de découpage.....	33
II.7	Conclusion.....	34

CHAPITRE III GENERALITES SUR LES PRESSES ET LEURS OUTILS

III.	GENERALITES SUR LES PRESSES ET LEURS OUTILS	35
III.1	Introduction	35
	Première partie : Généralités sur les presses	35
III.2	Définitions des presses	35
III.3	Classification des presses	35
III.3.1	Presses selon le mode de transmission d'énergie	35
III.3.1.1	Les presses mécaniques [5]	36
III.3.1.2	Les presses hydrauliques [3]	36

III.3.1.3	Les presses à vis [12].....	37
III.3.2	Selon le nombre des coulisseaux.....	37
III.3.2.1	Presse à simple effet [5]	37
III.3.2.2	Presses à double effets.....	38
III.3.2.3	Presse à triple effets.....	39
III.3.3	Selon la forme de bâti [3]	39
III.3.3.1	Presses à col de cygne	39
III.3.3.2	Presses à arcade	40
III.3.3.3	Presse à montant droit.....	41
III.3.3.4	Presses à colonne	41
III.3.3.5	Presse à table mobile et bigorne.....	42
III.4	Caractéristiques d'une presse [3].....	42
III.5	Exigence de choix d'une presse [5].....	42
III.6	Sécurité sur les presses [5]	43
III.7	Avantages et inconvénients des presses hydrauliques et mécaniques [3]	43
III.8	Définition d'un outil de presse [5].....	45
III.8.1	Définition.....	45
III.8.2	Différents constituants d'un outil de presse [12].....	45
III.8.2.1	Poinçon.....	45
III.8.2.2	Matrice.....	46
III.9	Différents types d'outils de presse [12].....	46
III.9.1	Outil de découpage.....	46
III.9.1.1	Outil simple découvert	46
III.9.1.2	Outil buté à découvert	46
III.9.1.3	Outil à contre plaque	47
III.9.2	Outil suisse (outil bloc) [3].....	48
III.9.3	Outil de détournage	49
III.9.3.1	Outil de détournage normal	49
III.9.3.2	Outil de détournage à Ras.....	50
III.9.3.3	Outil de détournage-poinçonnage.....	50
III.9.4	Les outils de reprise.....	50
III.9.5	Outil de poinçonnage à serre-flan.....	51
III.9.6	Outil combiné.....	52
III.9.7	Outil à came.....	52

III.9.8	Outil monté sur une presse à simple effet.....	53
III.9.8.1	Outil direct.....	53
III.9.8.2	Outil inverse	53
III.10	Montage des outils sur les presses.....	54
III.10.1	Petites presses.....	54
III.10.2	Grosses presses.....	54
III.11	Conclusion.....	54

CHAPITRE IV ÉTUDE ET CONCEPTION DE L'OUTIL

IV.	ÉTUDE ET CONCEPTION DE L'OUTIL.....	55
IV.1	Introduction	55
IV.2	Cahier de charge.....	55
-	Aptitude au revêtement de surface	56
-	Livraison.....	56
-	Mode de livraison.....	56
IV.2.1	Présentation de la pièce	57
IV.2.2	Emplacement de la pièce.....	57
IV.3	Calcul des efforts.....	58
IV.3.1	Calcul du jeu de découpage [4]	58
IV.3.2	Calcul des efforts de poinçonnage [4].....	58
IV.3.3	Calcul de l'effort du détournage [4].....	62
IV.3.4	Calcul de l'effort total de la coupe [5].....	62
IV.3.5	Calcul de l'effort du serre flan (devétissage) [14].....	62
IV.3.6	Choix du nombre de ressorts [15].....	63
IV.3.7	Calcul de l'effort d'éjection [6].....	66
IV.3.8	Calcul de l'effort d'extraction de la pièce [16].....	66
IV.3.9	Calcul de l'effort fourni par la presse.....	67
IV.3.10	Choix de la presse à utiliser [17].....	68
IV.3.11	Calcul de la résistance des poinçons au flambement [5].....	69
IV.4	Les matériaux utilisés.....	75
IV.5	Conclusion.....	76
	Conclusion générale	77

Liste des figures

Chapitre I Généralités sur les matériaux

Figure I-1 : Différents types de composite.....	9
Figure I-2 : Traitement thermique de la trempe.....	14

Chapitre II Précédé de mise en forme des tôles

Figure II-1 : Principe de l'emboutissage.....	18
Figure II-2: Principe du pliage.....	19
Figure II-3: Pliage en vé.....	20
Figure II-4: Pliage en U.....	21
Figure II-5: Pliage en L.....	21
Figure II-6 : Principe du découpage.....	22
Figure II-7 : Phase des opérations de découpage et courbe effort-déplacement.....	23
Figure II-8 : Poinçonnage.....	24
Figure II-9 : Poinçon.....	25
Figure II-10 : Matrice.....	25
Figure II-11 : Jeu entre matrice et le poinçon.....	26
Figure II-12 : Poinçons en position de travail.....	30
Figure II-13 : Exemple de flambement d'un poinçon de découpage.....	31
Figure II-14 : Détourage.....	32
Figure II-15 : Courbe « effort/pénétration ».....	33

Chapitre III Généralités sur les presses et leurs outils

Figure III-1 : Presse mécanique.....	36
Figure III-2 : Presses hydrauliques.....	37
Figure III-3 : Presse à vis.....	37
Figure III-4 : Presse à simple effet.....	38
Figure III-5 : Presse à double effets.....	38
Figure III-6 : Presse à triple effets.....	39
Figure III-7 : Presse à col de cygne.....	40
Figure III-8 : Presse à arcade.....	40
Figure III-9 : Presse à montant droit.....	41
Figure III-10 : Presses à colonne.....	41
Figure III-11 : Presse à table mobile et bigorne.....	42
Figure III-12 : Outil simple découvert.....	46

Figure III-13: Outil buté à découvert.....	47
Figure III-14 : : Outil à engrenages.	47
Figure III-15 : Outil à presse bande.....	48
Figure III-16: Outil suisse.	49
Figure III-17: Outil de détournage normal.	49
Figure III-18: Outil de détournage à Ras.....	50
Figure III-19: Outil de détournage-poinçonnage.....	50
Figure III-20: Deux outils de reprise faits avec SolidWorks.....	51
Figure III-21: Outil de poinçonnage à serre-flan.....	51
Figure III-22 : : Outil combiné.....	52
Figure III-23: Outil à came.....	52
Figure III-24: Outil direct.....	53
Figure III-25: Outil inverse.	53

Chapitre IV Etude et conception de l’outil

Figure IV-1 : Forme de la pièce à réaliser et ses dimensions.	57
Figure IV-2 : Emplacement de la pièce.....	57
Figure IV-3 : Classification des ressorts par couleur [15].....	64
Figure IV-4 : Partie inférieure de l’outil.....	73
Figure IV-5 : Partie supérieure de l’outil.	74
Figure IV-6 : Assemblage complet de l’outil.	75

Liste des tableaux

Chapitre I : Généralités sur les matériaux

Tableau I-1 : Principaux aciers au carbone.	11
Tableau I-2 : Aciers non alliés général-série A- (acier ne devant pas subir de traitement thermique – soudabilité).....	13
Tableau I-3 : Quelques valeurs de dureté après le revenu pour les aciers Z200 C12 (X210CrW12).14	
Tableau I-4 : Matériaux utilisés pour la conception de l’outil.	15

Chapitre III : Généralités sur les presses et leurs outils

Tableau III-1 : Avantages et inconvénients des presses.	44
--	----

Chapitre IV : Etude et conception de l’outil

Tableau IV-1 : Caractéristiques de la pièce.....	55
Tableau IV-2 : Composition chimique de matériau.	56
Tableau IV-3 : Abaque de classification des ressort de couleur bronze (STEINEL)[15].	65
Tableau IV-4: Caractéristiques techniques de la presse obtenue d’un catalogue de l’ENIEM[18].	69
Tableau IV-5 : Longueurs libres de flambage en fonction du type de liaisons.	70
Tableau IV-6 : Différents matériaux utilisés.	76

Liste des symboles

J	Jeu entre la matrice et le poinçon.
P	Périmètre découpé.
E	Epaisseur de la tôle.
R_c	Résistance au cisaillement du matériau.
σ_{Com}	Contrainte de compression(MPa).
R_e	Résistance élastique (MPa).
F	Effort de découpage(N).
S	Section du poinçon (mm ²).
P_{cr}	Résistance de poinçons.
R_m	Résistance moyenne.
F_P	Effort de poinçonnage.
F_d	Effort de détournage.
F_t	Effort total de la coupe.
F_{dev}	Effort de devétissage (serre flan).
F_{ressort}	Force d'un seul ressort.
F_e	Effort d'extraction.
Da	Diamètre extérieur.
Di	Diamètre intérieur.
Lo	Longueur libre.
S	Course.

- K** La raideur.
- E** Module d'élasticité du matériau de l'outil.
- I** Moment d'inertie du poinçon.
- L** Longueur libre de flambement.

Introduction générale

Introduction générale

L'industrie moderne a beaucoup évolué suite à de nombreuses réformes adaptées par les entreprises qui ont pour objectif de produire la meilleure qualité pour sa clientèle en optimisant le coût du produit et en assurant une garantie satisfaction. Par conséquent, 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, alors elle a mis en œuvre afin de développer 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 s'est engagée 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 cuisson, l'entreprise nous a confié la tâche d'étudier et de concevoir un nouveau outil de poinçonnage détourné pour la fabrication d'une table de travail cuisinière ENIEM ce qui porte des modifications sur l'emplacement de cette dernière et pour réduire l'usage des tiges de fixation de cette table qui est un nouveau modèle présentant un design plus attrayant, très confortable et pratique à l'utilisation.

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

Afin de répondre à la demande, nous avons réparti notre travail comme suit :

Après une introduction générale et la présentation de l'entreprise ENIEM, le premier chapitre de ce manuscrit étudie les généralités sur les différents matériaux et leurs caractéristiques mécaniques.

Le deuxième chapitre abordera les différents procédés de mise en forme des tôles, les divers paramètres influençant le découpage et ainsi que les efforts et les contraintes qui agissent sur l'outil.

Quant au troisième chapitre, il est consacré aux généralités sur les presses et leur outil pour la réalisation de ces procédés.

L'étude et la conception de l'outil ont fait l'objet du chapitre quatre. Les résultats des efforts de détournage et poinçonnage nous ont permis de choisir la presse que nous utiliserons pendant notre travail.

Enfin, on termine notre travail par une conclusion générale.

Présentation de l'entreprise

1. Présentation de l'entreprise



L'entreprise nationale des industries électroménagères ENIEM est née après la restriction de l'entreprise mère SONELEC le 02 janvier 1983, 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 cela dans divers domaines tels que :

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

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

2. Situation géographique

Elle est située dans la zone industrielle AISSAT IDIR de Oued-Aissi, à 7 Km chef-lieu de la Wilaya Tizi-Ouzou, à proximité de la route nationale ce qui facilite son accès direction générale est situer a la sortie sud-ouest, de la ville de Tizi-Ouzou.

3. Constitution de l'entreprise

L'entreprise ENIEM est constituée de :

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

4. Missions et activités principales de chaque unité

4.1 Direction générale

La direction générale est une unité responsable de stratégie, du développement de l'entreprise et ce tenant compte de résolution de son conseil d'administration. Elle exerce son autorité hiérarchique, fonctionnelle sur l'ensemble des directions et des unités. Le président directeur générale est assisté par les cadres dirigeants chargés des principales fonctions de l'entreprise suivante :

- Direction industrielle (DI).
- Direction développement et partenariat (DDP).
- Direction centrale finance et comptabilité (DFC).
- Direction des ressources humaines (DRH).
- Direction planification et contrôle de gestion (DPG).
- Direction marketing et communication (DMC).
- Direction qualité (DQ).

4.2 Unité froid

Elle est de loin l'unité la plus importante du point de vue effectif, elle produit plusieurs modèles de réfrigérateurs et congélateurs, sa mission globale est de produire et développer les produits de froid domestique.

Activités :

- Transformation de tôle.
- Traitement et revêtement de surface (peinture, plastification).
- Injection plastique et polystyrène.
- Fabrication de pièces mécanique (condenseur, évaporateur...).
- Isolation.
- Thermoformage.
- Assemblage.

4.3 Unité cuisson

Cette unité est spécialisée dans la production de différents types de cuisinières.

Activités

- Transformation de tôle
- Traitement et revêtement de surface (émaillage, zingage, chromage).
- Assemblage des cuisinières.

4.4 Unité climatisation

Comme son nom l'indique, elle est spécialisée dans la fabrication et montage de plusieurs types de climatiseurs.

Activités :

- Transformation de tôle.
- Traitement et revêtement de surface (peinture).
- Assemblage de climatiseurs.

En plus de ces activités de réalisation, les unités de production, froid, cuisson et climatisation) assurent, en leurs seins respectives, les activités suivantes :

- Etudes /méthodes de fabrication.
- Achats.

- Contrôle (réception, en cours de fabrication, final).
- Stock (magasin, atelier).
- Maintenance.
- Sécurité industrielle.

4.5 Unité prestation techniques

C'est une unité de soutien aux autres unités de production, elle est chargée de la gestion :

- Des énergies et fluides
- De l'entretien des équipements.
- Des engins roulants.
- De l'entretien des bâtiments.
- De fonction informatique au sein du complexe appareil ménager.

4.6 Unité commerciale

Elle est chargée de la commercialisation des produits de l'entreprise, de la gestion du réseau et du service après ventes. Sa mission est l'étude du marché national et l'écoulement de tous les produits des unités de production.

Activités :

- Marketing.

5. Politique de l'entreprise ENIEM

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

5.1 Politique qualité

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 au référentiel 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.

5.2 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.

6. 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.

7. L'objectif de la direction

Afin de réussir ses missions précitées, l'ENIEM se fixe les objectifs suivants :

- Accroître la satisfaction des clients et réduire les rebuts.
- Améliorer les compétences du personnel.
- Augmenter la valeur de la production et améliorer le chiffre d'affaires.

Chapitre I

Généralités sur les matériaux

I. GENERALITES SUR LES MATERIAUX

I.1 Introduction

Un matériau est une matière importante permettant d'obtenir des pièces ou des objets demandés. IL représente une véritable nécessité dans la conception. Au fil du temps, les ingénieurs ont développé certaines technologies dans le but d'améliorer les caractéristiques des matériaux que ce soit dans le domaine mécanique ou physique. Cette amélioration doit tenir compte de certains paramètres qui influencent sur le matériau pour changer soit la dureté, la ténacité ou l'usure. A cet effet, le concepteur doit faire un choix judicieux du matériau qui regroupe toutes les caractéristiques désirées pour la fabrication d'un prototype donné.

I.2 Généralités sur les matériaux

Un matériau est la forme marchande d'une matière première choisie en raison de propriétés d'usage spécifiques et de sa mise en œuvre par des techniques appropriées pour l'obtention d'un objet de géométrie donnée à fonction préméditée.

I.3 Méthodes de sélection des matériaux [1]

Lors de la conception du produit, le concepteur va choisir un matériau qui répond aux critères imposés par le cahier des charges fonctionnelles.

- Caractéristiques mécaniques.
- Caractéristiques physico-chimiques.
- Caractéristiques de mise en œuvre.
- Sécurité.

I.4 Classification des matériaux

I.4.1 Les grandes classes de matériaux [2]

De nombreuses propriétés physico-chimiques et propriétés d'usage des matériaux sont étroitement liées à la nature des liaisons chimiques entre les atomes qui les constituent. C'est sur cette base qu'est établie la distinction entre les principales classes de matériaux.

I.4.1.1 Les polymères ou matières plastiques [3]

Un plastique est un mélange dont le constituant de base est une résine ou polymère mélange, on associe des adjuvants (plastifiants, antioxydants,) et des additifs (colorants, ignifugeants).

- Les thermoplastiques.
- Les thermodurcissables.
- Les élastomères ou “caoutchoucs”.

I.4.1.2 Les céramiques [3]

Ils sont très durs, très rigides ; D'une part, ils résistent à la chaleur, à l'usure, aux agents chimiques et à la corrosion, mais en contrepartie, ils sont fragiles.

- Céramiques traditionnelles
- Céramiques techniques

I.4.1.3 Les matériaux composites [3]

Ils sont composés d'un matériau de base (matrice ou liant) renforcé par des fibres, ou agrégats d'un autre matériau.

En renfort, on utilise la fibre de verre, la fibre de carbone et enfin les fibres organiques (kevlar).

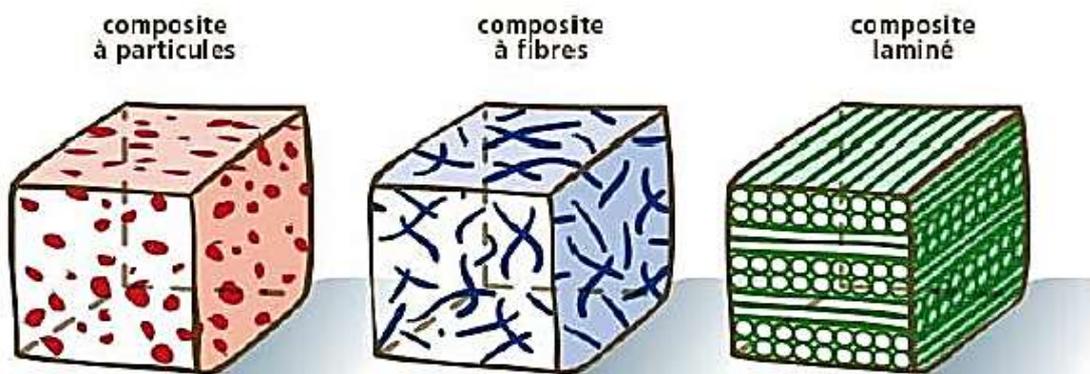


Figure I-1 : Différents types de composite.

I.4.1.4 Matériaux métalliques [3]

Ce sont les métaux purs. Leurs mélanges, ou alliages comportent essentiellement des liaisons métalliques.

On distingue quatre types de matériaux métalliques qui sont l'aluminium et ses alliages, le cuivre et ses alliages comme étant des métaux non ferreux et enfin les fontes et les aciers comme étant des métaux ferreux.

➤ **L'aluminium et ses alliages**

L'aluminium est obtenu à partir d'un minerai appelé bauxite. Il est léger (densité = 2.7), bon conducteur d'électricité et de chaleur. Sa résistance mécanique est faible, il est ductile et facilement usinable. Il est très résistant à la corrosion.

➤ **Le cuivre et ses alliages**

Il existe de très nombreux alliages de cuivre dont les plus connus sont : les bronzes, les laitons, les cupro-aluminiums.

➤ **Les fontes (Alliage de fer avec 1.67% à 4.2% de Carbone)**

Les fontes sont alliages de fer et de carbone. Elles ont une excellente coulabilité. Elles permettent donc d'obtenir des pièces de fonderie (pièces moulées) aux formes complexes. Elles sont assez fragiles (cassantes), difficilement soudables et ont une bonne usinabilité.

➤ **Les aciers (Fer + 0.08 à 1% de Carbone)**

Les aciers sont des alliages de fer et de carbone avec éventuellement des éléments d'addition.

I.4.2 Caractéristiques des matériaux

Les parties actives de l'outil doivent satisfaire deux groupes d'exigence :

Bonnes propriétés liées à la tenue en service :

- Résistance à l'usure,
- Résistance aux chocs,
- Ténacité (capacité d'absorption de fortes charges sans rupture brutale).

Bonnes propriétés liées à la mise en œuvre

- L'usinabilité.
- Absence de déformation et de rupture aux traitements thermiques.

I.5 Les aciers

Ce sont des alliages de base de fer et de carbone qui peuvent être homogénéisés par chauffage. On retrouve dans les aciers les éléments suivants :

- Élément d'élaboration.
- Élément d'addition.
- Élément nuisible.

Selon les familles des aciers, on distingue six (06) classes [4]

- Classe des aciers extra-doux ; ce sont des aciers qui contiennent de la ferrite et un peu de cémentite. Leur teneur en carbone n'excède pas 0.1% C.
- Classe des aciers mi- doux ; sa teneur en carbone varie entre 0.25 et 0.4%C.
- Classe des aciers doux ; sa teneur en carbone varie entre 0.1 et 0.25% C. sa structure ferritique avec un pourcentage en perlite inférieur à 50%.
- Classe des aciers extra-durs ; dont la teneur en carbone varie de 0.77 à 2.11%C.
- Classe des aciers mi-durs ; dont la teneur en carbone varie de 0.4 à 0.6%C.
- Classe des aciers durs ; dont la teneur en carbone varie de 0.6 à 0.77%C.

Tableau I-1 : Principaux aciers au carbone.

Nuance	HB	C %	σ_r (MPa)	Désignations normalisées		Emplois principaux
				Classe A	Classe XC	
Extra-doux	98 à 126	0.05 à 0.1	340 à 450	A35 A45	XC 5 XC20	Très malléable. Tôles : chaudronnerie. Tubes et fils.
Doux	126 à 154	0.1 à 0.25	450 à 550	Adx A45 A55	XC20 XC30	Profils pour charpentes métalliques, tôles pour serrurier

Demi- dur	154 à 183	0.4 à 0.6	550 à 650	A55 A65	XC30 XC40	Moteurs et machines – outils, outils agricoles.
Dur	183 à 210	0.6 à 0.77	650 à 750	A65 A75	XC40 XC50	Outils de coupe, burins, bédanes, coutelleries (pour une grande dureté)
Extra- dur	210 à 280	0.77 à 2.11	750 à 1000	A75 A100	XC50 XC85 (ou CC)	Outil de coupe, coutelleries. Pièces de grande dureté).

I.5.1 Quelques caractéristiques des aciers au carbone [4]

- Les propriétés des aciers au carbone varient avec la teneur en carbone.
- Leur densité est de 7.8.
- Leur température de fusion varie de 1 350 à 1 450°C suivant la nuance.
- Ils sont très malléables à chaud (forge) et résistent bien aux efforts de traction, compression et cisaillement.

I.5.2 Les principaux aciers

Classification

Les aciers représentés dans le tableau ci-dessous, sont classés en trois (03) principales classes.

Tableau I-2 : Aciers non alliés général-série A- (acier ne devant pas subir de traitement thermique – soudabilité).

Désignation	σ_e (MPa)	σ_r (MPa)	A min (%)	Kcu (J/cm)
A33	180	330 – 500	18	
A34	170	340 - 420	26	70
(A37) E24	240	370 - 450	24	70
(A42) E26	260	420 - 500	21	70
(A47) E30	300	470 - 570	21	60
(A52) E36	360	520 - 620	20	60
A50	300	500 - 600	19	
A60	340	600 - 720	15	
A70	370	700 – 850	10	

I.5.3 Traitement thermique [4]

Les traitements thermiques ont pour un objet de soumettre l'acier à l'action de cycles thermiques appropriés afin de lui conférer des propriétés particulières adaptées à sa mise en œuvre ou à son utilisation.

L'utilité de ces traitements est de donner les caractéristiques mécaniques adéquates (résistance à l'usure pour les arrêtes de coupe des poinçons et de la matrice, la résistance aux chocs, etc. plusieurs types de traitements thermiques naissent suivant la variation de la température du chauffage et celle de refroidissement dont on cite :

I.5.3.1 La trempe : (727+50° et plus)

On appelle traitement thermique de trempe, tout traitement qui consiste à soumettre une pièce à un cycle thermique contenant :

- Un chauffage dans le domaine austénitique ;
- Un maintien suffisamment lent afin de permettre la dissolution partielle ;
- Un refroidissement effectué à une température dite : température de trempe.

La trempe est souvent la première étape d'un traitement comportant un ou plusieurs revenus.

La figure suivante nous montre le diagramme du traitement thermique à la trempe.

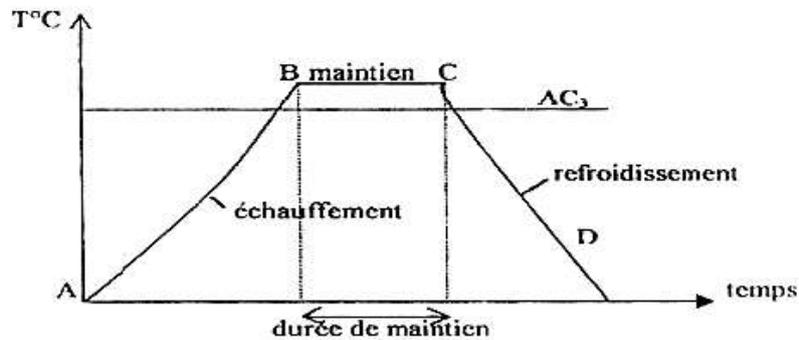


Figure I-2 : Traitement thermique de la trempe.

I.5.3.2 Le revenu : (entre 180°C et Ac_1) [4]

C'est un traitement thermique pratiqué souvent après la trempe pour éliminer les défauts causés par la trempe, par amélioration de la très faible résilience avec une diminution légère de la dureté.

Ils comportent trois (03) étapes

- Chauffage à une température comprise entre 180°C et Ac_1 .
- Maintien à cette température pendant deux (02) heures.
- Refroidissement moyennement lent par immersion dans l'huile.

Tableau I-3 : Quelques valeurs de dureté après le revenu pour les aciers Z200 C12 (X210CrW12).

T (C°)	100	200	300	400
Dureté HRC	63	62	60	58

I.5.3.3 Traitement thermique de diffusion [5]

I.5.3.3.1 Cémentation : (920 à 950°C)

Diffusion de carbone en milieu pulvérulent, pâteux, liquide ou gazeux effectué à une température supérieure à Ac_1 . Il est souvent suivi d'une trempe. Son but principal est l'obtention d'une surface dure et résistante à l'usure par enrichissement de la couche superficielle en carbone jusqu'à de 0.8 à 1.2%.

I.5.3.3.2 Nitruration : (500 à 570 °C) [5]

C'est un traitement qui consiste à saturer en azote la surface de l'acier dans le milieu ammoniac. La nitruration accroît sensiblement la dureté de la couche superficielle, sa tenue à l'usure, la limite de fatigue et la tenue à la corrosion dans des milieux comme l'atmosphère, l'eau, la vapeur etc....

I.5.3.3.3 Cyanuration et carbonitruration : (730 à 830°C) [5]

C'est une saturation simultanée de la surface de l'acier en carbone et en azote. Ce traitement prévoit surtout l'augmentation de la dureté et de la tenue à l'usure.

Tableau I-4 : Matériaux utilisés pour la conception de l'outil.

Pièces	Matière	T. thermique	Caractéristiques mécaniques
Goupille	St	-	Une bonne ténacité
Vis CHC	St	-	//
Vis CHC	St	-	//
Queue fixe	St 60 2K	-	//
Vis CHC	St	-	//
Plaque support	St 37.2	-	//
Plaque de pression	X210CrW12	Trempé	Une bonne résistance à l'usure et aux chocs.
Plaque à poinçons	U St 37.2		Une bonne ténacité
Poinçon (1)	X210CrW12	Trempé	Une bonne résistance à l'usure et aux chocs.
Poinçon (2)	X210CrW12	Trempé	
Poinçon (3)	X210CrW12	Trempé	
Vis CHC	St		Une bonne ténacité
Plaque de guidage	U St 37.2		//
Listel de guidage	C15	Trempé	Surface très dure
Matrice	X210CrW12	Trempé	Une bonne résistance à l'usure et aux chocs.
Lame de coupe	X210CrW12	Trempé	//
Plaque de base	U St 37.2	-	Une bonne ténacité
Listel	A33	-	Une bonne ténacité
Vis CHC	St	-	//
Goupille	St	-	//
Pastille	X210CrW12	Trempé	Une bonne résistance à l'usure et aux chocs.
Butée	C 15	Trempé	Surface très dure
Support	St	-	Une bonne ténacité

I.6 Conclusion

Les diverses familles des matériaux qui diffèrent selon leurs compositions chimiques chapitre ont été regroupées dans ce chapitre. Plusieurs types d'acier ont été cités. Ils sont utilisés dans différents domaines selon les caractéristiques voulues.

Le choix de ces matériaux dépend généralement des propriétés exigées par l'entreprise par rapport au traitement thermique, aux conditions mécaniques, physiques ou bien à la microstructure afin d'assurer la durée de vie voulue et aussi pour ne pas engendrer un handicap financier pour l'entreprise.

Chapitre II

Procédés de mise en forme

II. PROCEDES DE MISE EN FORME

II.1 Introduction

La tôle est Inventée par H.R Palmer en 1829. Elle est mise en forme par un procédé qui est le laminage. La tôle est l'un des matériaux essentiels pour la couverture métallique utilisé dans le domaine de l'industrie. Grâce à ses variantes caractéristiques (la légèreté, la densité élevé), elle est donc utilisée dans différents domaines tel que l'électroménagers, l'industrie automobile, la toiture... etc.

Dans l'objectif de donner une forme déterminée au matériau tout en lui imposant une certaine forme voulue pour d'obtenir un objet ayant les propriétés souhaitées, on utilise les techniques de mise en forme des matériaux.

Les différentes techniques de mise en forme qui sont (l'emboutissage, pliage, découpage, poinçonnage et détourage) et leurs influences sur les tôles constituent ce chapitre. Comme chaque matériau. La tôle a ses propriétés physiques et chimiques qui le diffère des autres matériaux. Ces procédés nécessitent la maîtrise parfaite des paramètres expérimentaux (composition du matériau, pression, vitesse de refroidissement, la température).

II.2 Emboutissage

II.2.1 Définition

L'emboutissage est un procédé qui permet d'obtenir des pièces de formes simples, non développables à partir d'un flan découpé dans une tôle. Cette opération est effectuée sur des presses. La forme est déterminée par le poinçon et la matrice.

L'emboutissage est l'un des procédés de formage par déformation plastique à chaud ou à froid d'une feuille de métal initialement plane, appelée « flan ». Il permet de fabriquer à partir des pièces, des formes complexes non développables en minimisant les pertes de matière.

II.2.2 Principe [6]

L'obtention de la pièce emboutie se fait par l'entraînement de la tôle sous l'action d'un poinçon qui forme celle-ci à son empreinte en fond de matrice.

Le processus d'emboutissage se décompose de la manière suivante :

- Définition de la direction d'emboutissage.
- Définition du contour et de la position du flan initial.
- Descente du serre-flan pour plaquer la tôle sur la matrice.
- Mise en forme de la tôle par l'avancée du poinçon ;
- Découpage des habillages de l'embouti afin d'obtenir la pièce finale.

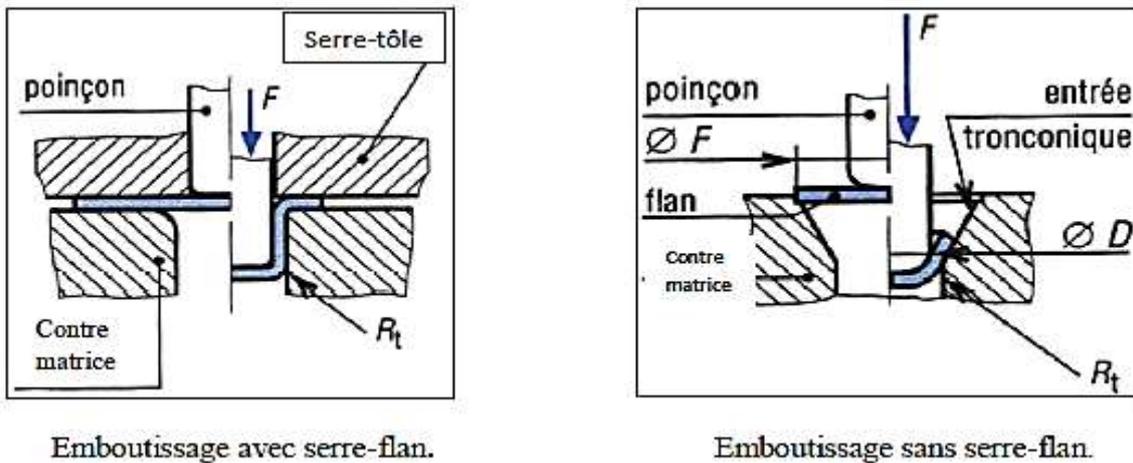


Figure II-1 : Principe de l'emboutissage.

- Au début, le matériau doit surmonter sa propre limite élastique, succombant à la déformation plastique juste après. Le flan étant plaqué avec une certaine force contre la matrice par le serre flan. Un poinçon cylindrique P se déplace dans le sens de flèche F à l'aide d'une presse pour pénétrer dans la matrice M.

II.2.3 Types d'emboutissages [6]

On distingue deux types d'emboutissage :

- **L'emboutissage à froid**

L'emboutissage à froid est le procédé le plus employé pour la fabrication en grande série. Cette technique consiste à former une pièce à température ambiante. Appliquer sur des tôles à faible épaisseur, cette technique nous permet d'obtenir une meilleure précision dimensionnelle. Limite les coûts et évite la formation d'oxyde.

- **L'emboutissage chaud (200° à 500°)**

Pour lequel la tôle est portée à la température de forgeage, se pratique quand :

- Le métal ou l'alliage ne peut pas se conformer à froid.
- En raison de l'épaisseur et de la surface de la tôle, l'emboutissage à froid exige une force supérieure à celle de la presse dont on dispose.
- Pour les faibles séries.

II.3 Pliage

II.3.1 Définition

Le pliage est une opération conformation à froid qui consiste à donner une forme à une tôle plane en changeant la direction de ses fibres de façon brusque, une partie est comprimée, et l'autre subit une tension suivant un angle.

II.3.2 Principe du pliage

Le pliage est une déformation obtenue grâce à une force appliquée sur la longueur de la pièce. Celle-ci sera en appui sur deux lignes et s'apparente à la flexion (Figure 2). Il faudra dépasser la limite élastique pour obtenir l'angle voulu [7].

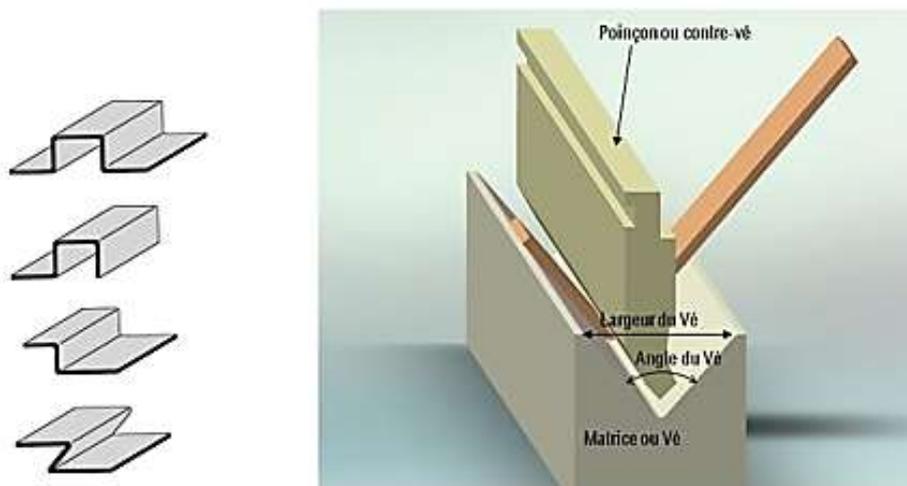


Figure II-2: Principe du pliage.

II.3.3 Différents types de pliage [7]

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

II.3.3.1 Pliage en V

Dans le cas du pliage en V, le serre-flan est inutile. La variation de l'angle du V du poinçon et de la matrice entraîne la variation de l'angle de formage de la tôle. Selon la course imposée au poinçon, le pliage est en l'air ou en frappe.

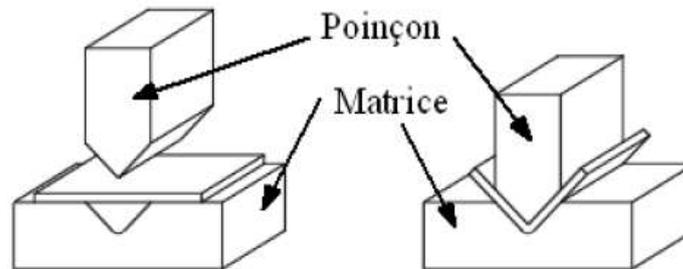


Figure II-3: Pliage en vé.

➤ Pliage en frappe

Cette opération de pliage s'effectue en deux temps. Tout d'abord, un pliage « en l'air » est effectué jusqu'à l'angle désiré. Ensuite, le poinçon descendu rapidement, va frapper et marquer la tôle jusqu'à réduire voire éliminer totalement le retour élastique. L'angle du poinçon et de la matrice sont égaux à l'angle à obtenir. Cette méthode est réservée à des tôles d'épaisseurs inférieures à 2 mm

➤ Pliage en l'air

L'effort de pliage cesse quand la tôle arrive enfin de V. L'angle terminal est celui de la forme du V plus le retour élastique de la tôle ($\approx 3^\circ$).

Avec le pliage « en l'air », suivant la position du poinçon en fin de course, différents angles peuvent être obtenus avec le même outillage.

II.3.3.2 Pliage en U

Ce type de pliage comprend un serre flan mobile qui bloque la matière sous le poinçon, c'est ce qui évite le glissement de la tôle lors de la mise en forme entre les deux blocs matrice.

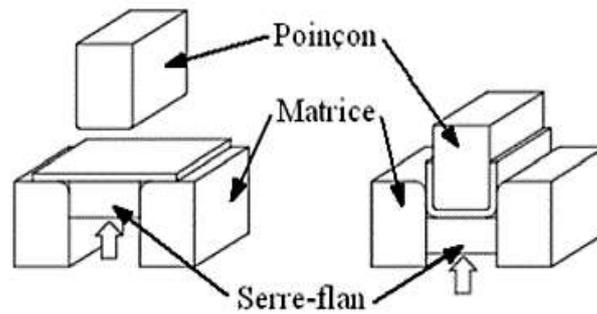


Figure II-4: Pliage en U.

II.3.3.3 Pliage en L

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

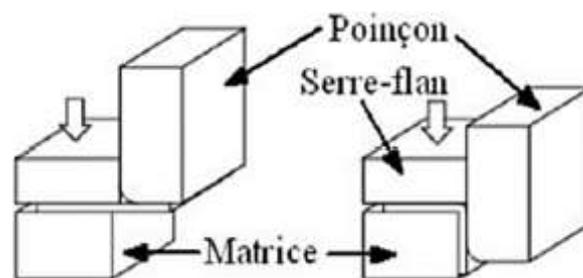


Figure II-5: Pliage en L.

II.4 Découpage [7]

II.4.1 Définition

Le découpage est un procédé de mise en forme qui consiste à enlever de la matière par un cisaillement normal éventuellement non perpendiculaire au plan de la tôle. Ce type de procédé est le plus pratiqué dans le domaine industriel. Ce dernier est une opération de transformation à froid des métaux qui permet d'obtenir les produits aux contours fermés et ouverts. Son but est de séparer partiellement ou complètement des zones de la tôle de façon à obtenir la forme voulue ou de les préparer pour d'autres opérations comme le pliage ou l'emboutissage.

II.4.2 Principe du découpage [7]

Deux lames en acier dur avec des angles et un jeu bien défini, coulissent dans un même plan, permettent de cisailer la tôle sur sa profondeur en deux parties.

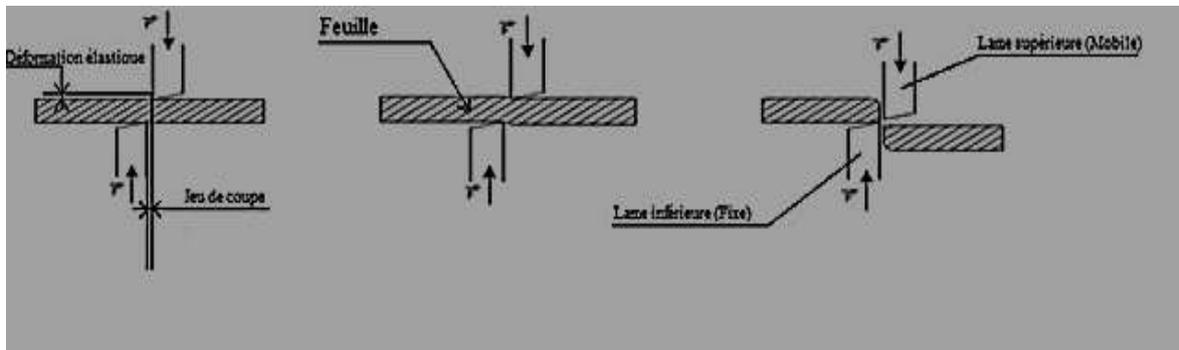


Figure II-6 : Principe du découpage.

II.4.3 Les opérations du découpage [7]

On peut distinguer trois types d'opération de découpage :

- **Découpage simple** : On utilise deux outils de découpage sur deux presses et la pièce est obtenue en deux opérations.
- **Découpages consécutifs** : On utilise une presse et on fixe sur son coulisseau deux ou plusieurs poinçons. La pièce est obtenue après deux pas d'avance de la bande.
- **Découpages simultanés** : La pièce est obtenue après une opération de découpage et poinçonnage simultanément.

Au cours de la découpe, la matière s'écoule plastiquement, apparaissent ensuite des phénomènes d'endommagement conduisant à la rupture complète. On identifie cinq phases présentées sur la (figure II-7 a).

Ces phases peuvent aussi être identifiées sur la courbe effort-déplacement du poinçon, comme le montre la (figure II-7 b).

Les premières et deuxièmes phases correspondent au comportement élastique du matériau avec une montée linéaire de l'effort.

Au cours de la troisième phase, le matériau est l'objet de transformations inélastiques (écrouissage et endommagement). La phase quatre correspond à la propagation d'une fissure entre l'arête de la matrice et l'arête du poinçon. Au cours de la phase cinq, la tôle est séparée en deux et les outils frottent contre les bords coupés.

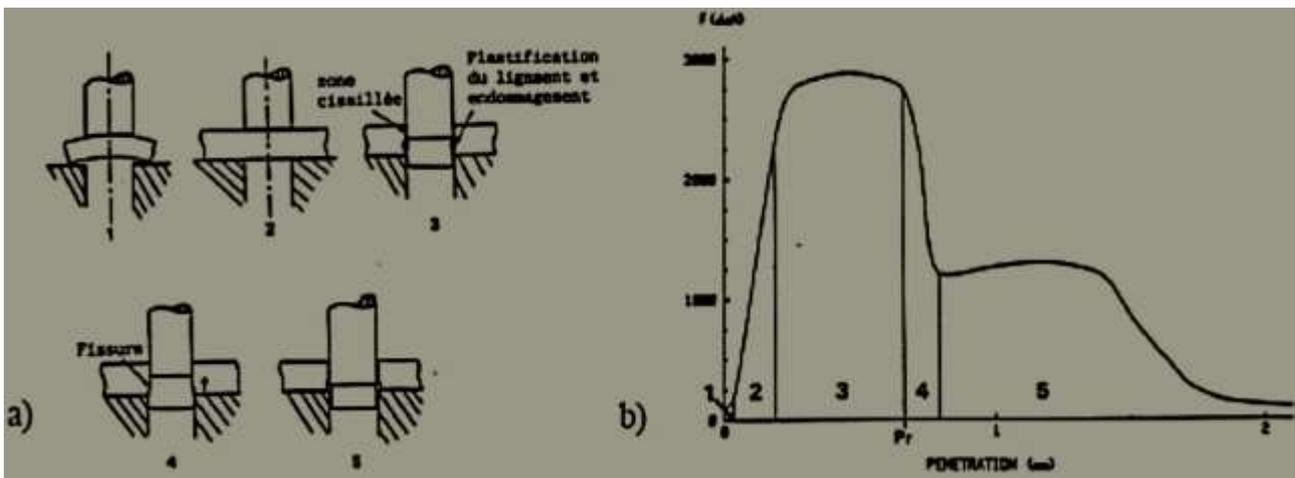


Figure II-7 : Phase des opérations de découpe et courbe effort-déplacement.

II.5 Poinçonnage

II.5.1 Définition

C'est un procédé de mise en forme qui permet d'obtenir de grandes précisions de découpe par cisailage des tôles. La tôle est coincée entre un poinçon et une matrice. La descente du poinçon dans la matrice découpe le matériau comme le ferait une paire de ciseaux. Le principe reste le même que pour le cisailage. La rupture s'effectue donc après un effort de traction. Généralement utilisé en tôlerie pour réaliser des trous et découper des flancs de formes complexes parfois non rectangulaires, donc difficiles ou impossibles à réaliser par cisailage.

Il existe trois modes possibles de poinçonnage :

- **Poinçonnage classique** : enlèvement de matière par simple réalisation de trous.
- **Grignotage** : qui consiste à découper un pourtour intérieur ou extérieur par de multiples coups de poinçon.
- **Découpage à la presse** : découpe de flancs à l'aide d'un outillage spécifique.



Figure II-8 : Poinçonnage.

II.5.2 Principe de fonctionnement [4]

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

Le poinçonnage se fait à plusieurs étapes :

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

II.5.3 Les composants essentiels d'une opération de poinçonnage [4]

II.5.3.1 Poinçon

Il est composé de plusieurs parties :

- Le corps du poinçon qui possède une longueur variable pour monter et serrer l'outil.
- La tête qui porte les arrêtes tranchantes.
- La mouche (ou téton) utile pour positionner l'outil dans les coups de pointeaux préalablement réalisés à cet effet. Ils ont été effectués dans l'axe du trou à réaliser un angle de dépouille qui est de 2 à 3° pour limiter les frottements.

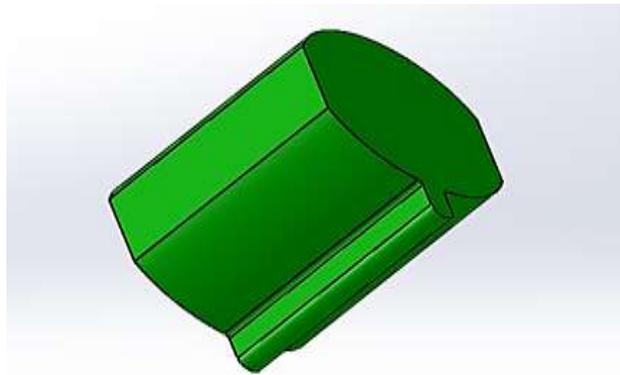


Figure II-9 : Poinçon.

II.5.3.2 Matrice

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

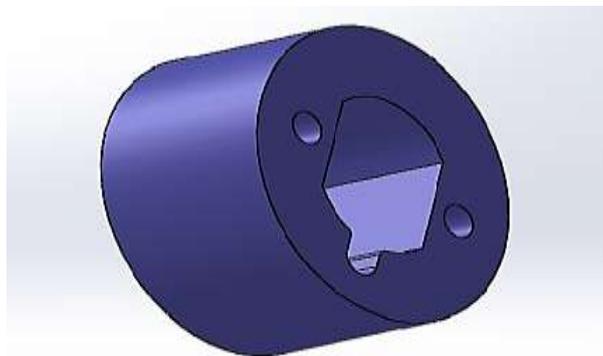


Figure II-10 : Matrice.

II.5.4 Paramètres qui influencent sur le découpage et poinçonnage [4]

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

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

II.5.4.1 Jeu entre matrice et poinçon

Afin d'obtenir un bon découpage et poinçonnage, le poinçon et la matrice doivent présenter, un certain jeu qui est définie généralement comme étant un espace entre eux. Parmi les paramètres importants de l'opération de découpage, le jeu occupe une place majeure. Et la pièce découpée aura toujours la dimension de la matrice donc ce jeu va être pris sur le poinçon. Cela garantira une coupe nette et franche [4].

La figure ci-dessous représente le jeu entre la matrice et le poinçon :

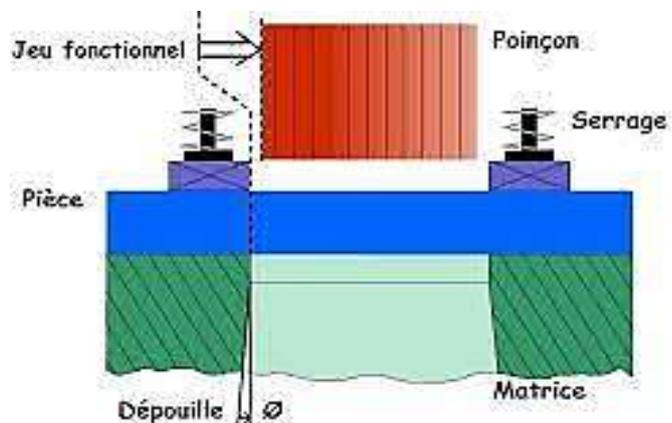


Figure II-11 : Jeu entre matrice et le poinçon.

Quelques exemples de jeu de quelques matériaux :

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

- $J = 0.1$ e pour l'aluminium.

II.5.4.2 Paramètres liés au réglage de l'outil

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

II.5.4.2.1 Serre-flan

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

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

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

II.5.4.2.2 Pénétration du poinçon dans la matrice

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

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

II.5.4.2.3 Vitesse de découpage

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

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

II.5.4.3 Paramètres liés à l'usure de l'outil

II.5.4.3.1 Lubrification

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

II.5.4.3.2 Matériaux à outil

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

II.5.4.3.3 Les efforts qui rentrent dans l'opération

- **Effort principal**

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

dépend de l'effort de poinçonnage, de la forme et de la surface de la section poinçonnée et aussi de la longueur de flambage de l'outil.

La force appliquée est calculé par la relation suivante [4] :

$$F_p = P \times E \times R_c$$

Avec

P : le périmètre découpé

E : l'épaisseur de la tôle

R_c : la résistance au cisaillement du matériau

- **Effort de dévêtissage [8]**

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

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

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

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

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

- **Effort total de poinçonnage**

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

$$F = P_{\text{principale}} + F_{\text{dévêtissage}}$$

II.5.4.3.4 Résistance d'un poinçon

Pour réaliser un trou de poinçonnage, il faut que la résistance du poinçon (Compression, flambement) soit supérieure à la résistance du matériau au cisaillement. Chaque poinçon a

donc une capacité de coupe limitée, qui est établie en fonction de la dureté et de l'épaisseur du matériau à poinçonner. Donc, il serait inutile et dangereux de tenter de poinçonner une plaque d'acier doux de 10 mm d'épaisseur à l'aide d'un poinçon de 2 mm de diamètre. D'une façon générale, on peut dire qu'un poinçon de bonne qualité permet de poinçonner l'acier doux jusqu'à une épaisseur qui correspond à son diamètre.

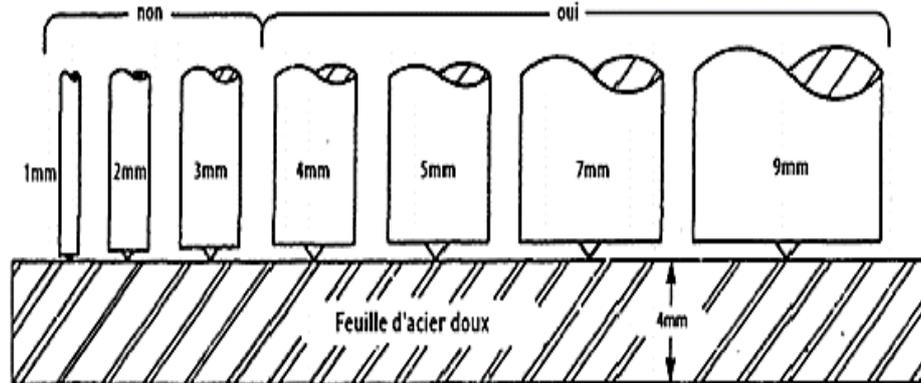


Figure II-12 : Poinçons en position de travail.

➤ Résistance à la compression [9]

La contrainte de compression des outils est calculée comme suit :

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

On peut vérifier alors que cette contrainte ne dépasse pas la limite d'élasticité (R_e) du matériau en compression.

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

Avec :

- σ_{Com} : Contrainte de compression(MPa).
- R_e : Limite élastique du poinçon(MPa).
- F: Effort de découpage(N).
- S: Section du poinçon (mm^2).

➤ Résistance ou flambement

Dans le cas de poinçonnage de petites dimensions, la contrainte de compression peut provoquer le flambement du poinçon, comme on peut le voir sur la (Figure II-13) donc c'est important de prévoir le risque de flambement d'un tel poinçon. Pour cela, on détermine la charge critique (F_{cr}) en utilisant la formule d'Euler avec les conditions d'encastrement d'un côté et de mouvement libre de l'autre.

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

Avec :

E: Module d'élasticité du matériau de l'outil.

I: Moment d'inertie du poinçon.

L: Longueur libre de flambement.

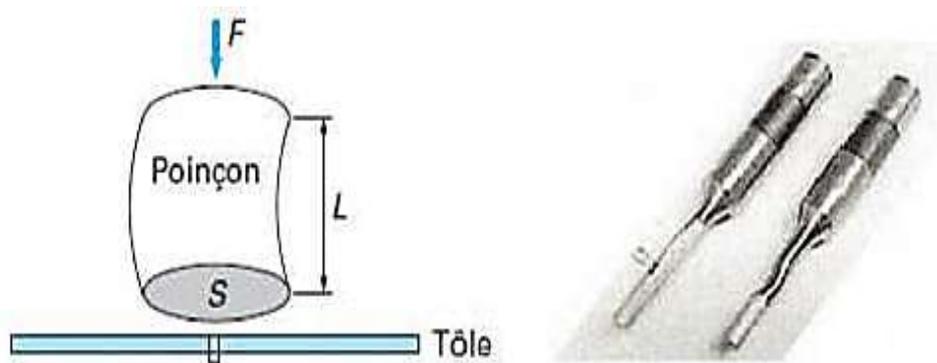


Figure II-13 : Exemple de flambement d'un poinçon de découpage.

II.5.5 Avantages et inconvénients du poinçonnage

- Avantages :

Economique (peu d'usure des outils, affûtage peu fréquent).

Rapide.

Possibilité de former n'importe quelle forme de trous.

Précision de découpe.

- Inconvénients :

Section minimale du poinçon limite.

Epaisseur limité.

II.6 Détourage

II.6.1 Définition

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

Opération par laquelle on enlève la matière en excès sur le contour d'une pièce pour lui donner la forme voulue. Il Consiste à enlever un excédent de métal autour d'une pièce préalablement formée. L'opération de détourage est habituellement exécutée par un poinçon coopérant avec des lames-matrices de coupe. Le poinçon est entouré au moins partiellement par un ou plusieurs revêtisseurs qui sont des butées déplaçables axialement contre l'action de ressorts et qui assurent le serrage de la partie de chute de la pièce à détourer sur le dessus de la matrice.



Figure II-14 : Détourage.

II.6.2 Types de détournage

Il existe trois types de détournage :

II.6.2.1 Détournage normal

Dans ces outils, le poinçon est à la partie inférieure et porte un dispositif de centrage de la pièce à détourner, la partie supérieure porte une matrice et un éjecteur. L'éjecteur actionné soit par ressort, soit par la presse. Il doit sortir la pièce de la matrice, en exerçant l'effort d'éjection dans la zone où la pièce résiste afin d'éviter les déformations de la pièce.

II.6.2.2 Détournage à ras

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

II.6.2.3 Détournage-poinçonnage

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

II.6.3 Aspects de caractérisation du procédé du détournage

La littérature montre que la caractérisation du procédé de découpage s'effectue à partir de deux types d'études : l'évolution de l'effort de découpage et l'analyse du profil de bord découpé.

II.6.3.1 Effort de découpage

Il est caractérisé par la courbe « effort/ pénétration » qui permet de dimensionner la presse. Elle permet également d'identifier les différentes phases de la découpe.

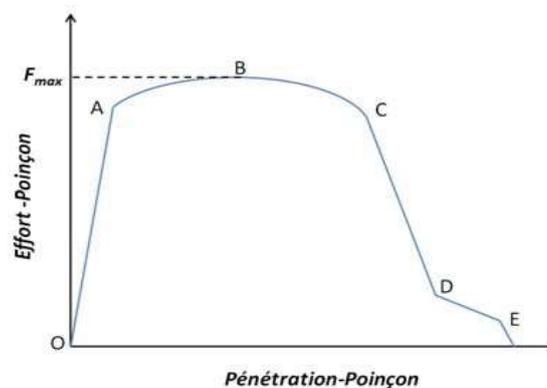


Figure II-15 : Courbe « effort/pénétration ».

- **Phase 1 (OA)** : évolution linéaire de l'effort associé à une déformation élastique du matériau.
- **Phase 2 (AB)** : déformation plastique non linéaire de la tôle. L'effort maximal correspond à une instabilité plastique, une bande de cisaillement plastique se forme pendant cette phase.
- **Phase 3 (BC)** : développement progressif de l'endommagement suite à la déformation plastique. La diminution de l'effort observé est une conséquence de la réduction de l'épaisseur de la bande de cisaillement.
- **Phase 4 (CD)** : amorçage des fissures au niveau des deux arêtes coupantes (poinçon/matrice) Une chute importante de l'effort du poinçon due à la propagation rapide des fissures est constatée.
- **Phase 5 (DE)** : expulsion complète de la chute découpée, elle correspond à l'effort de frottement dû à la poussée de la chute dans la matrice lors de descente du poinçon. L'air sous la courbe (OC) permet de calculer l'énergie nécessaire pour la découpe du matériau.

II.7 Conclusion

Les différents procédés et les techniques de mise en forme des pièces mécaniques ont fait l'objet de ce chapitre. Ils ont pour objectif de donner une forme précise à la tôle, en lui imposant une certaine microstructure dans le but d'obtenir un produit de forme souhaitée en tenant compte des paramètres qui influencent sur ses procédés et les forces qui agissent sur le formage de ces pièces. Les avantages et les inconvénients de chaque procédé ont fait également l'objectif de ce chapitre.

Chapitre III

Généralités sur les presses et leurs outils

III. GENERALITES SUR LES PRESSES ET LEURS OUTILS

III.1 Introduction

Les presses sont des organes essentiels utilisées dans l'industrie pour la fabrication mécanique. Chaque presse est dotée des caractéristiques spécifiques. Les plus courantes sont les presses hydrauliques, presses mécaniques, ou presses à vis. Elles sont caractérisées pour subir des efforts intéressants sans être endommagées.

On abordera dans ce chapitre d'une manière globale les différents types de presses, leurs composants essentiels et le mode de transmission utilisé afin de permettre au constructeur le meilleur choix possible.

Première partie : Généralités sur les presses

III.2 Définitions des presses

Une presse est une machine qui est destinée à changer une forme d'une pièce à partir d'une tôle avec un effort appliqué par cette dernière. Elle est composée essentiellement de deux plateaux qui se rapprochent pour comprimer la tôle, l'une est fixe c'est le bâti, et l'autre qui est mobile appelée le coulisseau. Chacune des parties porte successivement la matrice et le poinçon ainsi que d'autres différents organes mécaniques permettant la déformation des tôles afin d'obtenir la pièce voulue.

III.3 Classification des presses

Les presses peuvent être classées à partir de plusieurs paramètres comme

- Le mode de transmission d'énergie, soit hydraulique, mécanique ou pneumatique.
- La forme de bâti.
- Le nombre des coulisseaux

III.3.1 Presses selon le mode de transmission d'énergie

Il existe trois types de presses, les presses mécaniques, hydrauliques et les presses à vis.

III.3.1.1 Les presses mécaniques [5]

Dans ce type de presse, les mouvements nécessaires pour effectuer les procédés de formages sont commandés mécaniquement par l'énergie emmagasinée dans le volant d'inertie sous forme d'énergie cinétique. Cette énergie est ensuite transmise au coulisseau en mouvement de translation du PMB (la distance minimale entre la table et le coulisseau) au PMH (la distance maximale).

Les presses mécaniques sont d'une plus grande rapidité de fonctionnement. Elles sont plus répandues car elles permettent d'atteindre des cadences élevées.



Figure III-1 : Presse mécanique.

III.3.1.2 Les presses hydrauliques [3]

Les presses hydrauliques sont des machines dotées d'un circuit hydraulique (huile) qui fournit une grande force de compression. Ces presses sont alimentées par une pompe hydraulique à un vérin qui entraîne le coulisseau. Elles sont utilisées dans les forges pour les bavures à chaud des pièces estampées.



Figure III-2 : Presses hydrauliques.

III.3.1.3 Les presses à vis [12]

Elles sont composées d'une vis tournante via un moteur électrique, et d'un écrou solidaire au coulisseau. La masse mobile est projetée à une vitesse donnée. L'énergie délivrée est égale à $\frac{1}{2} mV^2$, avec m la masse totale en mouvement et V sa vitesse. Les efforts peuvent aller de 1 MN à 30 MN. Ces presses sont plus compactes. La remontée du coulisseau s'effectue en inversant le sens de rotation de la vis. Les cadences restent faibles : 1 à plusieurs pièces par minute.



Figure III-3 : Presse à vis.

III.3.2 Selon le nombre des coulisseaux

III.3.2.1 Presse à simple effet [5]

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

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



Figure III-4 : Presse à simple effet.

III.3.2.2 Presses à double effets

Ce type de presse comporte deux coulisseaux. Coulisseau extérieur appelé coulisseau serre-flan, et le coulisseau inférieur appelé coulisseau plongeur,

Le coulisseau serre-flan doit entrer en premier contact avec la tôle pour assurer le serrage avant que le poinçon porté par le coulisseau plongeur amorce sa descente. Il doit rester immobile durant tout le travail du poinçonnage.

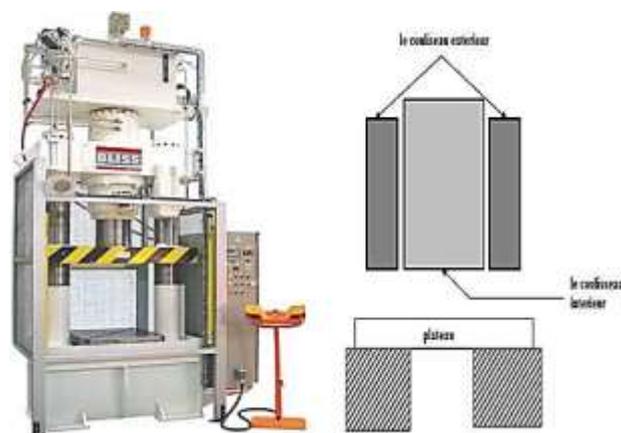


Figure III-5 : Presse à double effets.

III.3.2.3 Presse à triple effets

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

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



Figure III-6 : Presse à triple effets.

III.3.3 Selon la forme de bâti [3]

On distingue cinq types de presse classés selon leurs formes du bâti et qui se résume de la manière suivante.

III.3.3.1 Presses à col de cygne

Les presses à col cygne sont moins encombrantes à simple ou double effet, employées pour tous les travaux de découpage, pliage, et souvent pour des petites pièces à grande série. La forme en col cygne rend la table et le coulisseau très accessible. Son inclinaison est de 20° en arrière, c'est ce qui permet l'évacuation aisée des pièces par gravité.



Figure III-7 : Presse à col de cygne.

III.3.3.2 Presses à arcade

Les presses à arcade sont des machines présentant une rigidité maximale, assemblées sur un bâti monobloc coulé ou parfois soudé, ce qui lui permet de supporter des efforts beaucoup plus importants, tout en assurant une plus grande précision dans le guidage des outils. Elles peuvent être simple ou à double effets.



Figure III-8 : Presse à arcade.

III.3.3.3 Presse à montant droit

Dans ce type de presse, le bâti est composé de trois parties : la table, les montants et le chapiteau qui sont liées entre elles par des tirants en aciers à chaud. Ces machines, très robustes, peuvent atteindre de très grandes dimensions, présentent une grande puissance qui peut aller jusqu'à 1000 tonnes-force.



Figure III-9 : Presse à montant droit.

III.3.3.4 Presses à colonne

Les presses à colonne sont équipées de quatre colonnes cylindriques liant la partie supérieure et la partie inférieure de la presse, et assurant l'entraînement de coulisseau.

Ce type de presses sont employées beaucoup plus pour le poinçonnage à cadence élevée.



Figure III-10 : Presses à colonne.

III.3.3.5 Presse à table mobile et bigorne

Elles sont équipées d'une table mobile réglable en hauteur, c'est ce qui autorise le montage de l'outil très haut. La bigorne permet d'effectuer des poinçonnages latéraux de gros emboutis.



Figure III-11 : Presse à table mobile et bigorne.

III.4 Caractéristiques d'une presse [3]

Pour effectuer une ou plusieurs opérations sur une presse, le constructeur doit connaître les caractéristiques de cette dernière, qui sont résumées de la manière suivante :

- Sa capacité (tonnes).
- La course de son coulisseau (*mm*).
- La cadence (nombre de coupe/minute).
- La dimension du coulisseau (mm^2).
- La hauteur de l'outil fermé (*mm*).

III.5 Exigence de choix d'une presse [5]

La sélection d'une presse pour la réalisation d'une opération, fait appel à suivre les critères ci-dessous :

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

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

III.6 Sécurité sur les presses [5]

La sécurité au sein de l'atelier est un paramètre très important pour l'opérateur. Les constructeurs des machines ont mis divers dispositifs qui assurent la protection des utilisateurs

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

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

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

III.7 Avantages et inconvénients des presses hydrauliques et mécaniques [3]

Le tableau ci-dessous regroupe les avantages ainsi que les inconvénients des deux types de presses (mécaniques et hydrauliques).

Tableau III-1 : Avantages et inconvénients des presses.

Presses	Mécaniques	Hydrauliques
Avantages	<p>-Les presses sont très fiables. Elles peuvent créer une grande quantité de tonnage pression.</p> <p>-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 du temps au métal pour se former.</p> <p>-Le tonnage de la presse est facilement ajusté, ce qui permet des opérations avec petit tonnage pour les matrices fragiles.</p> <p>-Destinés pour les travaux de grandes séries.</p>	<p>-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.</p> <p>-Arrêt du coulisseau à n'importe quelle position de travail.</p> <p>-Modification de la course du coulisseau.</p> <p>-Très souples.</p> <p>- Vitesse de réglage et de travail lente.</p> <p>- Vitesse d'approche et de retour rapide.</p>
Inconvénients	<p>-La presse ne peut pas être surchargée car le système est protégé par deux soupapes de décharge séparément ajustées.</p> <p>- Difficulté d'arrêt du coulisseau en cas de danger.</p> <p>- Réglage d'approche du coulisseau difficile.</p>	<p>-La maintenance de la presse hydraulique est plus difficile que celle de la presse mécanique car les pannes de cette dernière sont facilement détectables.</p> <p>- 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.</p> <p>-Lentes dans les cadences élevées.</p>

Deuxième partie : les outils de presse

III.8 Définition d'un outil de presse [5]

III.8.1 Définition

L'outil de presse matérialise les résultats de réflexion et des décisions prises au cours de sa conception, Il est composé généralement de deux (02) parties : la partie fixe (c'est la partie qui contient la matrice), et la partie mobile (c'est la partie qui contient le poinçon).

Il contient la formalisation de la façon dont la tôle de départ est conçue et permet la réalisation d'une pièce conforme à la sortie de la presse.

Cet outil de presse est une construction mécanique de précision, ayant des caractéristiques mécaniques qui évitent des déformations pouvant altérer la forme finale de la pièce. Il doit satisfaire en plus de l'opération à effectuer (poinçonnage, emboutissage, détournage...), un certain nombre de conditions :

- Séparer la pièce et les déchets ;
- Guider la bande du métal et régler sa position ;
- Assurer la sécurité et une production élevée ;
- Faciliter le changement d'éléments usés et l'affutage.

III.8.2 Différents constituants d'un outil de presse [12]

En général, l'outil est composé d'une partie supérieure (poinçon) fixée sur le coulisseau de la presse, et d'une partie inférieure (matrice) fixée sur la table de presse.

Cet ensemble est parfaitement guidé et permet de travailler la tôle par des opérations successives de découpage, pliage, cambrage, emboutissage..., de façon à obtenir la pièce désirée (finie).

III.8.2.1 Poinçon

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

Il est nécessaire de vérifier le poinçon à la compression et au flambement pour déterminer sa longueur.

III.8.2.2 Matrice

Une matrice est l’empreinte en creux, réalisée dans un bloc de matière, qui représente la pièce à créer. Dans la plupart des cas, la matrice est dépendante du poinçon.

III.9 Différents types d’outils de presse [12]

III.9.1 Outil de découpage

III.9.1.1 Outil simple découvert

Cet outil est constitué uniquement d’un poinçon et d’une matrice, c’est le moins cher et le plus rapidement exécuté des pièces à découper. Il est conçu pour le travail de petites unités mais en vue de la remonter de la bande de tôle avec le poinçon, il ne peut effectuer les travaux de série.

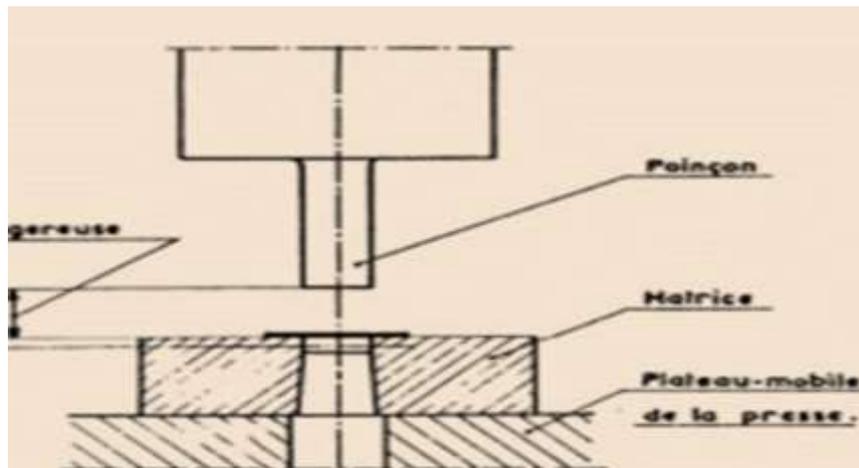


Figure III-12 : Outil simple découvert.

III.9.1.2 Outil buté à découvert

Il est particulièrement utilisé pour le découpage des flans circulaires ; en plaçant deux butées sur la matrice dans deux sens perpendiculaires ; une est pour le guidage de la bande de tôle et l’autre pour assurer le contrôle de l’avance de tôle.

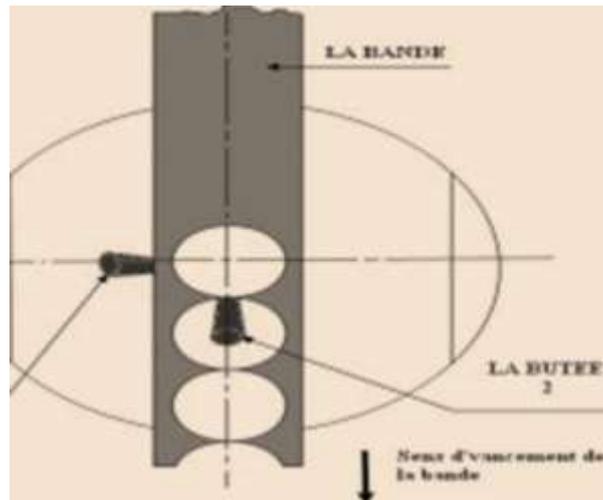


Figure III-13: Outil buté à découvert.

III.9.1.3 Outil à contre plaque

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

1-A engrenage

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

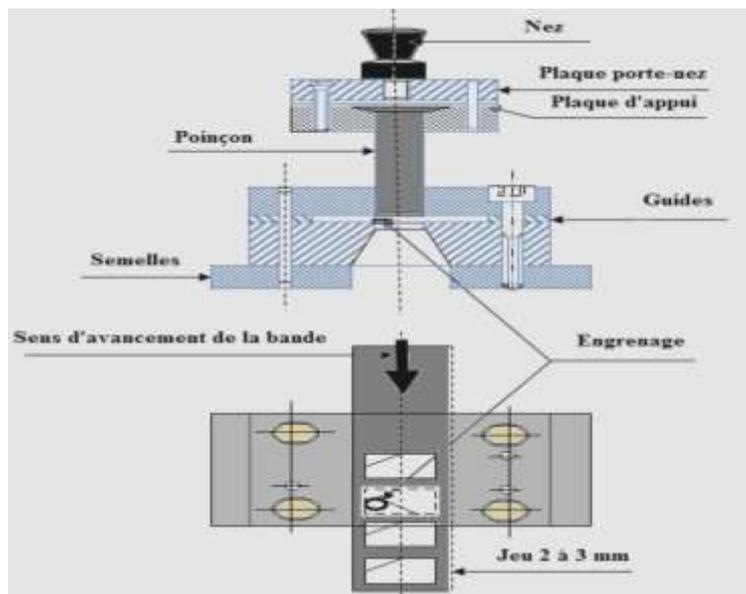


Figure III-14 : Outil à engrenages.

2-A couteau

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

3-A presse bande

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

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

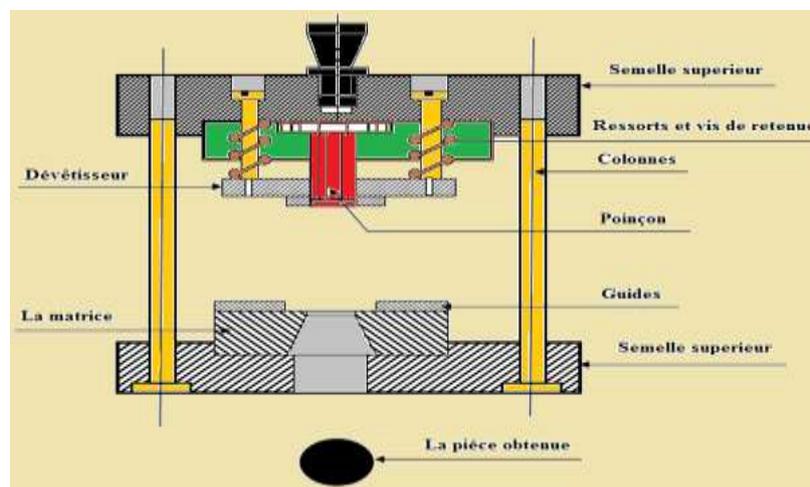


Figure III-15 : Outil à presse bande.

III.9.2 Outil suisse (outil bloc) [3]

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

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

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

- La précision répétitive est assurée (production de série).
- Les Pièces produites sont extraites de la matrice par un éjecteur.
- Le procédé utilisé pour la découpe des tôles minces (quelques dixièmes de mm)

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

On peut appliquer ce procédé pratiquement sur tous les matériaux non cassants en feuilles.

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

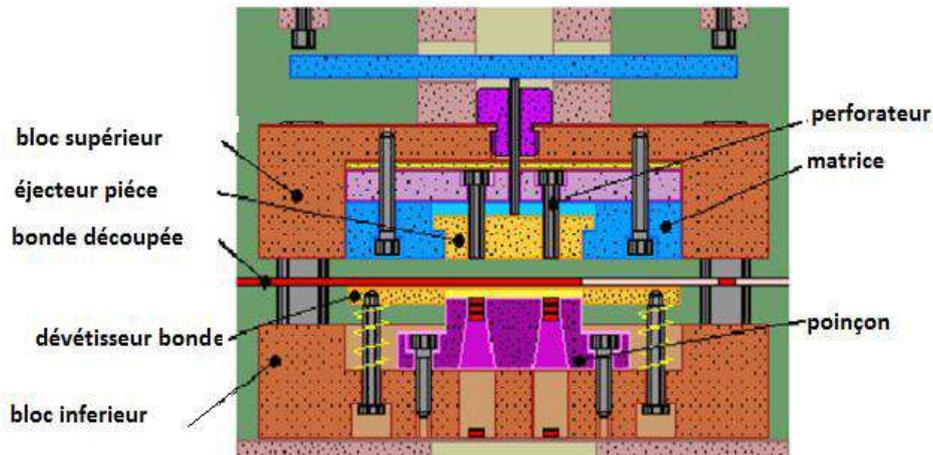


Figure III-16: Outil suisse.

III.9.3 Outil de détourage

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

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

On distingue différents types d'outils :

III.9.3.1 Outil de détourage normal

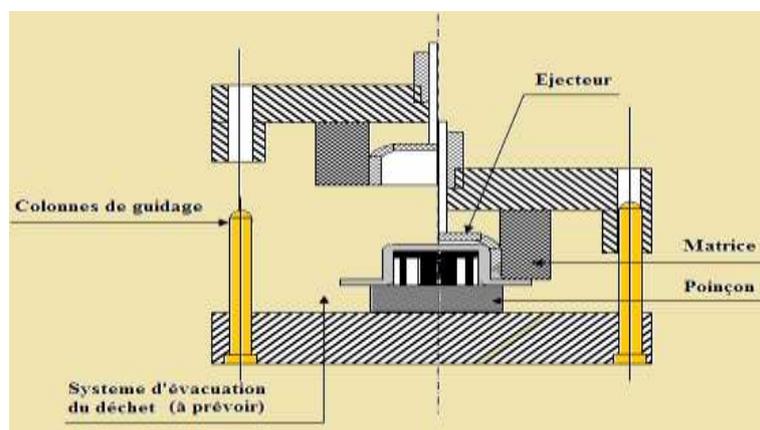


Figure III-17: Outil de détourage normal.

III.9.3.2 Outil de détourage à Ras

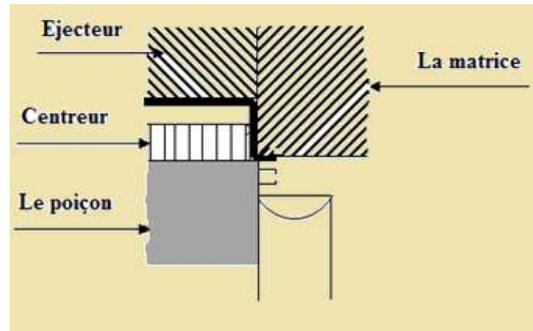


Figure III-18: Outil de détourage à Ras.

III.9.3.3 Outil de détourage-poinçonnage

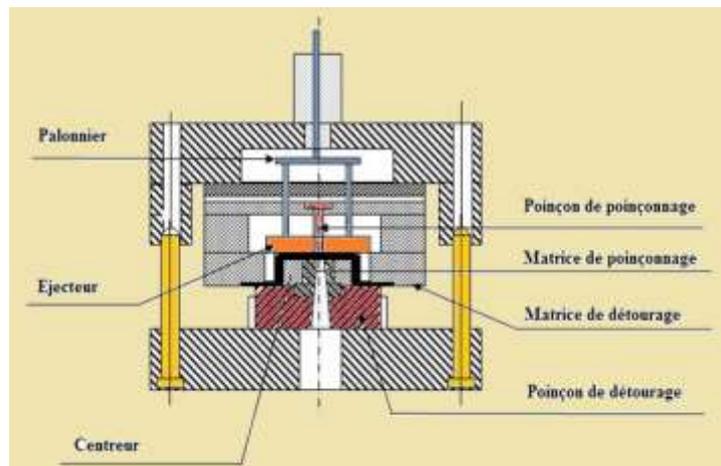


Figure III-19: Outil de détourage-poinçonnage.

III.9.4 Les outils de reprise

L'outil de reprise fait partie d'un ensemble de plusieurs outils. Chacun d'eux réalise une ébauche de mise en forme de la pièce à fabriquer. Ces ébauches se succèdent une à une et permettent d'obtenir la pièce finale. On distingue souvent ces outils par les opérations principales réalisées : découpage, cambrage ou pliage, emboutissage, détourage...À chaque

opération, l'ébauche de la pièce issue de l'outil précédent est positionnée dans l'outil suivant grâce à différents moyens de centrage (drageoirs, pions de centrage...). Le déplacement et la manutention des flans, ainsi que des ébauches de la pièce sont réalisés par une personne. Ce type d'outil est principalement utilisé pour les pièces de petite et moyenne série.

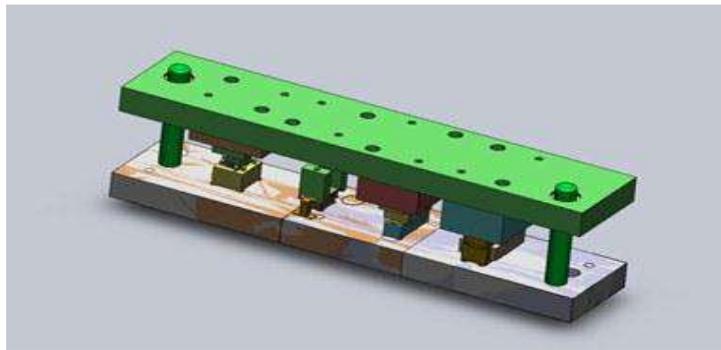


Figure III-20: Deux outils de reprise faits avec SolidWorks.

III.9.5 Outil de poinçonnage à serre-flan

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

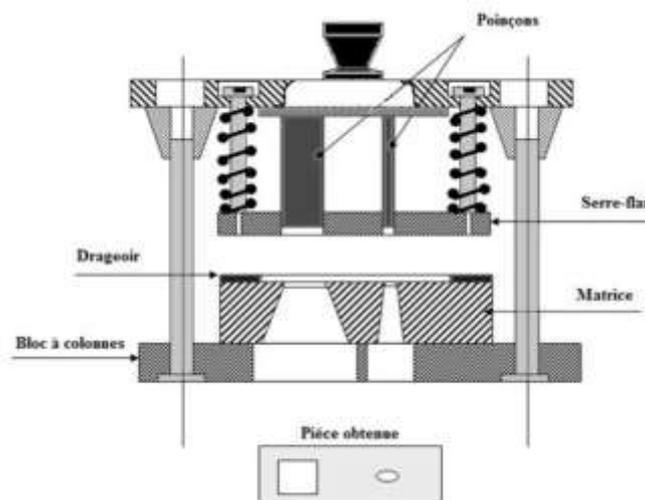


Figure III-21: Outil de poinçonnage à serre-flan.

III.9.6 Outil combiné

Cet outil convient pour les tôles d'épaisseurs inférieures à 1mm

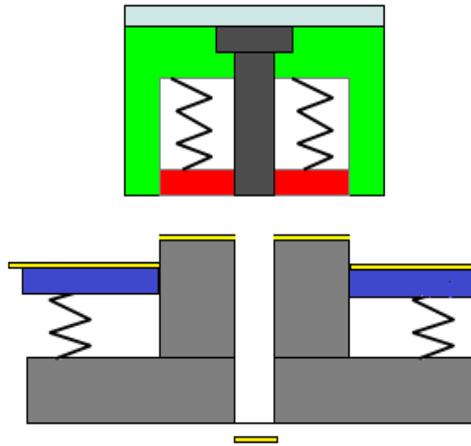


Figure III-22: Outil combiné.

III.9.7 Outil à came

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

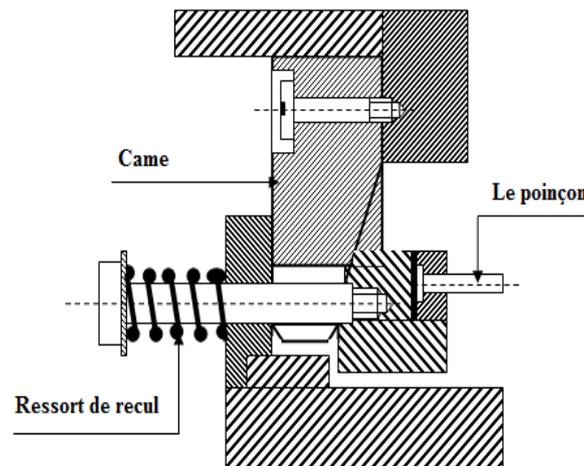


Figure III-23: Outil à came.

III.9.8 Outil monté sur une presse à simple effet

III.9.8.1 Outil direct

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

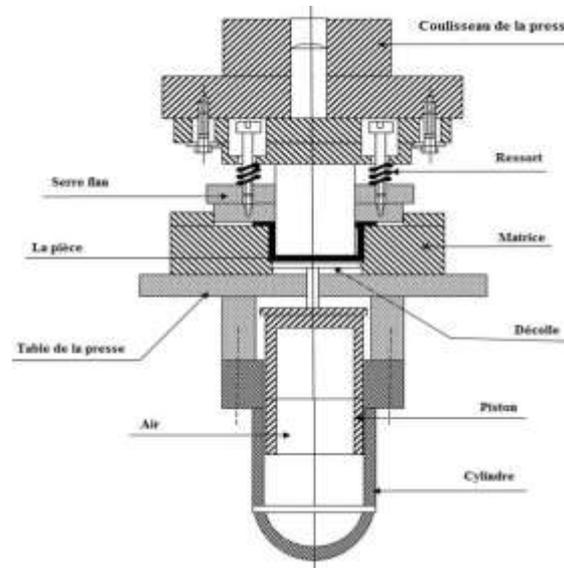


Figure III-24: Outil direct.

III.9.8.2 Outil inverse

A l'inverse de l'outil direct, la matrice est placée sur les coulisseaux

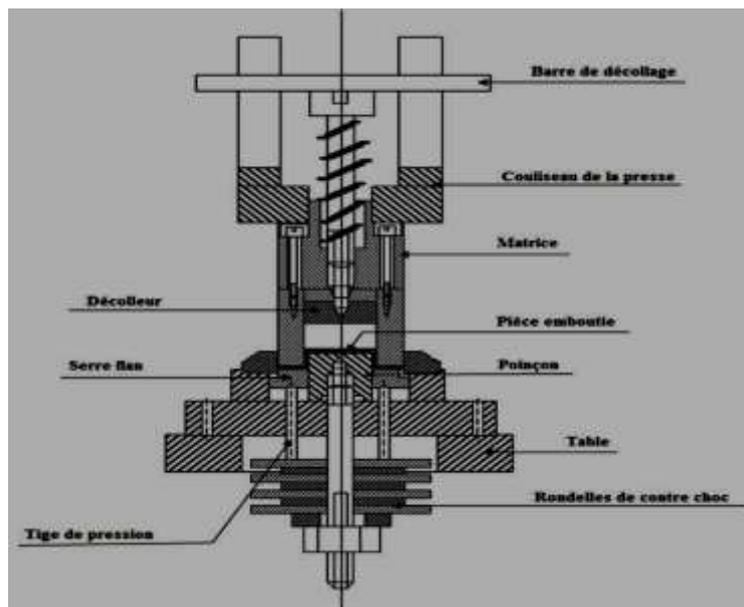


Figure III-25: Outil inverse.

III.10 Montage des outils sur les presses

III.10.1 Petites presses

-Partie inférieure de l'outil

Dans la presse, le plateau présente des trous taraudés ou filetés à l'intérieur, cela est dans le but de la fixation de la semelle inférieure, et on distingue deux manières de fixation de la semelle.

1. Fixation par bridage.
2. Fixation par vis.

-Partie supérieure de l'outil

Pour la partie supérieure de l'outil, elle se fixe avec un nez, qui sera monté dans le trou lisse du coulisseau. Le nez sera serré par un chapeau puis bloqué avec des vis de pression, et pour des outils longs, ces derniers peuvent être fixés par les trous de coulisseau. Pour les outils longs, ces derniers peuvent être fixés par les trous de coulisseau.

III.10.2 Grosses presses

Dans les grosses presses, les semelles et les plateaux ont des rainures sous forme d'un T. Les semelles seront fixées, soit par des boulons ou par des brides.

III.11 Conclusion

Les différents types de presse, leur classement général suivant la forme du bâti, le mode de transformation d'énergie, le nombre de coulisseau ainsi que leurs principes de fonctionnements et les caractéristiques pour le choix de la presse d'une manière générale, constituent ce chapitre.

Leurs équipements comme les différents outils et les différents systèmes et mécanismes entrants, nous aide à choisir la presse qui convient à notre outil.

Chapitre IV

Etude et conception de l'outil

IV. ÉTUDE ET CONCEPTION DE L'OUTIL

IV.1 Introduction

Dans le domaine de l'industrie, le but du producteur est de réaliser des pièces ayant le minimum des déchets avec un coût minimum de production. Pour remédier au problème posé, on doit procéder au calcul des efforts de coupe de toutes les opérations à réaliser afin de faire un bon choix de la machine.

Dans ce chapitre, on s'intéresse aux calculs des efforts de poinçonnage, détournage et l'effort de serre-flan ainsi qu'à l'effort total nécessaire pour réaliser ces opérations. Ce dernier nous permettra de choisir le ressort et la machine qui convient.

IV.2 Cahier de charge

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

- Caractéristiques de la pièce

Tableau IV-1 : Caractéristiques de la pièce.

Nom de la pièce	Table de travail 02 auxiliaire pour cuisinière ENIEM
Matière	Tôle laminée en acier doux émaillage conventionnel.
Norme	NF EN 10209 DC04 EK, m
Longueur (mm)	600
Largeur (mm)	545
Épaisseur (mm)	0.7
Re (N/mm ²)	240
Rm (N/mm ²)	350
A80 % (Min)	34
Jeu de coupe (mm)	$\frac{1}{15} \times e$
Module de YOUNG(Mpa)	2100000

- **Composition chimique du matériau**

La composition chimique du matériau est donnée dans le tableau ci- dessous

Tableau IV-2 : Composition chimique de matériau.

C	Mn	p	S
0.08	0.5	0.03	0.05

Aspect de surface

La tôle utilisée doit passer par l'opération de l'émaillage, un bon état de surface est exigé.

- **Aptitude au revêtement de surface**

Les pièces des tôles (de 01 à15) après transformation recevront une couche de masse et une couche de couverture, et quelques pièces seront zinguées. Les pièces des tôles (de 16 à 22) seront émaillées en blanc.

- **Livraison**

Les produits devront être fournis huilés des deux faces avec une couche d'huile neutre non siccative, exemple de corps étranger et répartie de façon uniforme, de manière à assurer dans de bonnes conditions l'emballage, de transport, de manipulation et de stockage. Les produits ne présentent pas de corrosion dans un délai de 06 mois.

- **Mode de livraison**

La tôle devra être livrée en bobine :

- Poids de bobine mère : < 10 T
- Diamètre intérieur : 490 à 530 mm
- Diamètre extérieur : < 1400 mm

IV.2.1 Présentation de la pièce

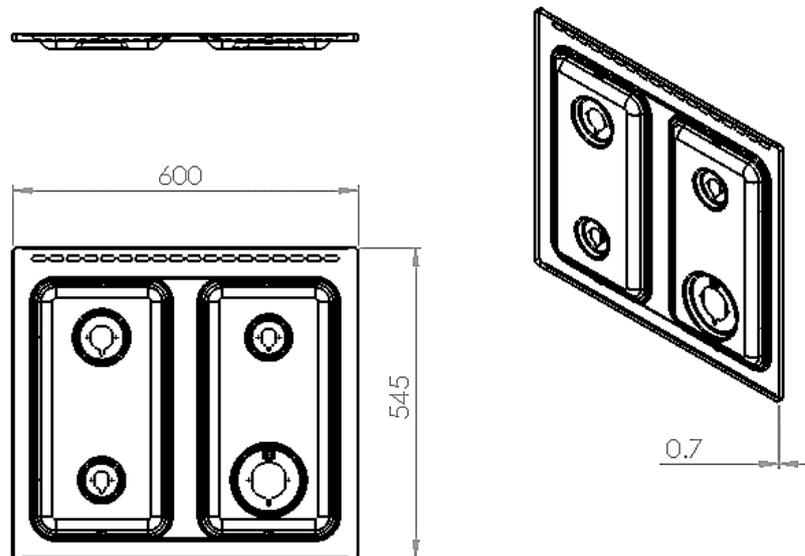


Figure IV-1 : Forme de la pièce à réaliser et ses dimensions.

IV.2.2 Emplacement de la pièce



Figure IV-2 : Emplacement de la pièce.

Partie 1 : Etude et conception de l'outil

IV.3 Calcul des efforts

IV.3.1 Calcul du jeu de découpage [4]

Pour que la tranche de la pièce découpée soit propre, il est important de prévoir un jeu de coupe entre la matrice et le poinçon. Selon le type de l'opération à effectuer, le jeu est pris soit sur la matrice ou bien sur le poinçon. Dans notre cas, on donne le jeu pour la matrice.

La nature du matériau à découper détermine ce jeu. Pour les aciers durs, fonte, inox, le jeu est de 1/15 de l'épaisseur de la tôle.

$$J = \frac{1}{15} e$$

Avec :

J : Jeu de découpage

e : Epaisseur de la tôle

$$J = \frac{1}{15} \times 0.7$$

$$J = 0.046 \text{ mm}$$

IV.3.2 Calcul des efforts de poinçonnage [4]

L'effort de poinçonnage se calcul comme suit :

$$F_P = P \times e \times R_C$$

Avec

P : Périmètre de la tôle en (mm)

e : Epaisseur de la tôle en (mm)

R_C : Résistance au cisaillement en (daN/mm²)

- Calcul de la résistance au cisaillement de la tôle

$$R_c = 0.8 \times R_m$$

$$R_c = 0.8 \times 350$$

$$R_c = 280 \text{ N/mm}^2$$

a- Calcul de l'effort du poinçon 1

$$F_{p1} = P_{\text{poinçon 1}} \times e \times R_c$$

Les périmètres de différents poinçons et la table de travail sont mesurés à partir de logiciel SolidWorks.

$$P_{\text{poinçon1}} = 220.65305 \text{ mm}$$

A.N

$$F_{p1} = 220.65305 \times 0.7 \times 280$$

$$F_{p1} = 4324.79 \text{ daN}$$

b- Calcul de l'effort du poinçon 2

$$F_{p2} = P_{\text{poinçon 2}} \times e \times R_c$$

$$P_{\text{poinçon2}} = 149.93707 \text{ mm}$$

A.N

$$F_{p2} = 149.93707 \times 0.7 \times 280$$

$$F_{p2} = 2938.76 \text{ daN}$$

c- Calcul de l'effort du poinçon 3

$$F_{p3} = P_{\text{poinçon 3}} \times e \times R_c$$

$$P_{\text{poinçon3}} = 107.28213 \text{ mm}$$

A.N

$$F_{p3} = 107.28213 \times 0.7 \times 280$$

$$F_{p3} = 2102.72 \text{ daN}$$

d- Calcul de l'effort du poinçon 4

$$F_{p4} = P_{\text{poinçon 4}} \times e \times R_c$$

$$P_{\text{poinçon 4}} = 61.41593 \text{ mm}$$

A.N

$$F_{p4} = 61.41593 \times 0.7 \times 280$$

$$F_{p4} = 1203.75 \text{ daN}$$

e- Calcul de l'effort du poinçon 5

$$F_{p5} = P_{\text{poinçon 5}} \times e \times R_c$$

$$P_{\text{poinçon5}} = 18.89251 \text{ mm}$$

A.N

$$F_{p5} = 18.89251 \times 0.7 \times 280$$

$$F_{p5} = 370.29 \text{ daN}$$

f- Calcul de l'effort du poinçon 6

$$F_{p6} = P_{\text{poinçon 6}} \times e \times R_c$$

$$P_{\text{poinçon 6}} = 15.70796 \text{ mm}$$

A.N

$$F_{p6} = 15.70796 \times 0.7 \times 280$$

$$F_{p6} = 307.87 \text{ daN}$$

g- Calcul de l'effort du poinçon 7

$$F_{p7} = P_{\text{poinçon 7}} \times e \times R_c$$

$$P_{\text{poinçon 7}} = 10.99557 \text{ mm}$$

A.N

$$F_{p7} = 10.99557 \times 0.7 \times 280$$

$$F_{p7} = 215.51 \text{ daN}$$

h- Calcul de l'effort total du poinçonnage

$$F_p \text{ total de poinçonnage} = F_{p1} + F_{p2} + 2F_{p3} + 18F_{p4} + 4F_{p5} + 4F_{p6} + 9F_{p7}$$

$$F_p \text{ total de poinçonnage} = 4324.79 + 2938.76 + 4205.45 + 21667.50 + 1481.16 + 1231.48 + 1939.59$$

$$F_p \text{ total de poinçonnage} = 37788.73 \text{ daN}$$

IV.3.3 Calcul de l'effort du détournage [4]

L'effort de détournage se calcul comme suit :

$$F_d = P \times e \times R_C$$

$$P_{\text{table}} = 2277.9823 \text{ mm}$$

A.N

$$F_d = 2277.9823 \times 0.7 \times 280$$

$$F_d = 44648.45 \text{ daN}$$

IV.3.4 Calcul de l'effort total de la coupe [5]

L'effort total F_t nécessaire pour le poinçonnage et détournage est égal à la somme des efforts de chaque poinçon.

$$F_t = F_d + F_p \text{ total de poinçonnage}$$

$$F_t = 82437.18 \text{ daN}$$

IV.3.5 Calcul de l'effort du serre flan (devétissage) [14]

Le rôle du serre flan est d'empêcher le soulèvement de la pièce lors du découpage. En exerçant un effort sur le métal, son intensité ne doit pas être très faible. L'action d'un faible effort n'empêcherait pas le glissement de la plaque, ce qui peut provoquer une rupture de la pièce. L'effort du serre flan (devétissage) a pour but aussi de dégager les poinçons de la feuille après découpage et poinçonnage. Cet effort (F_{dev}) varie entre 2 à 7% de l'effort de découpage (F_t) selon la bande entourant le poinçon, soit :

- 7% de l'effort quand la chute est plus grande de deux ou trois fois que l'épaisseur de la tôle.

- 5% de l'effort quand la chute est moyenne par rapport à l'épaisseur de la tôle.
- 2% de l'effort quand la chute est faible.

$$F_{\text{dev}} = F_t \times 0,07$$

$$F_{\text{dev}} = 82437.18 \times 0,07$$

$$F_{\text{dev}} = 5770.59 \text{ daN}$$

IV.3.6 Choix du nombre de ressorts [15]

L'encombrement de l'outil nous a défini le nombre de ressorts. Le nombre de ressorts à utiliser est de 8.

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

Avec :

F_{ressort} : Force exercée par un seul ressort.

F_{dev} : Force d'extraction des poinçons.

N : Nombre de ressort.

A.N :

$$F_{\text{ressort}} = \frac{5770.59}{8} = 721.32$$

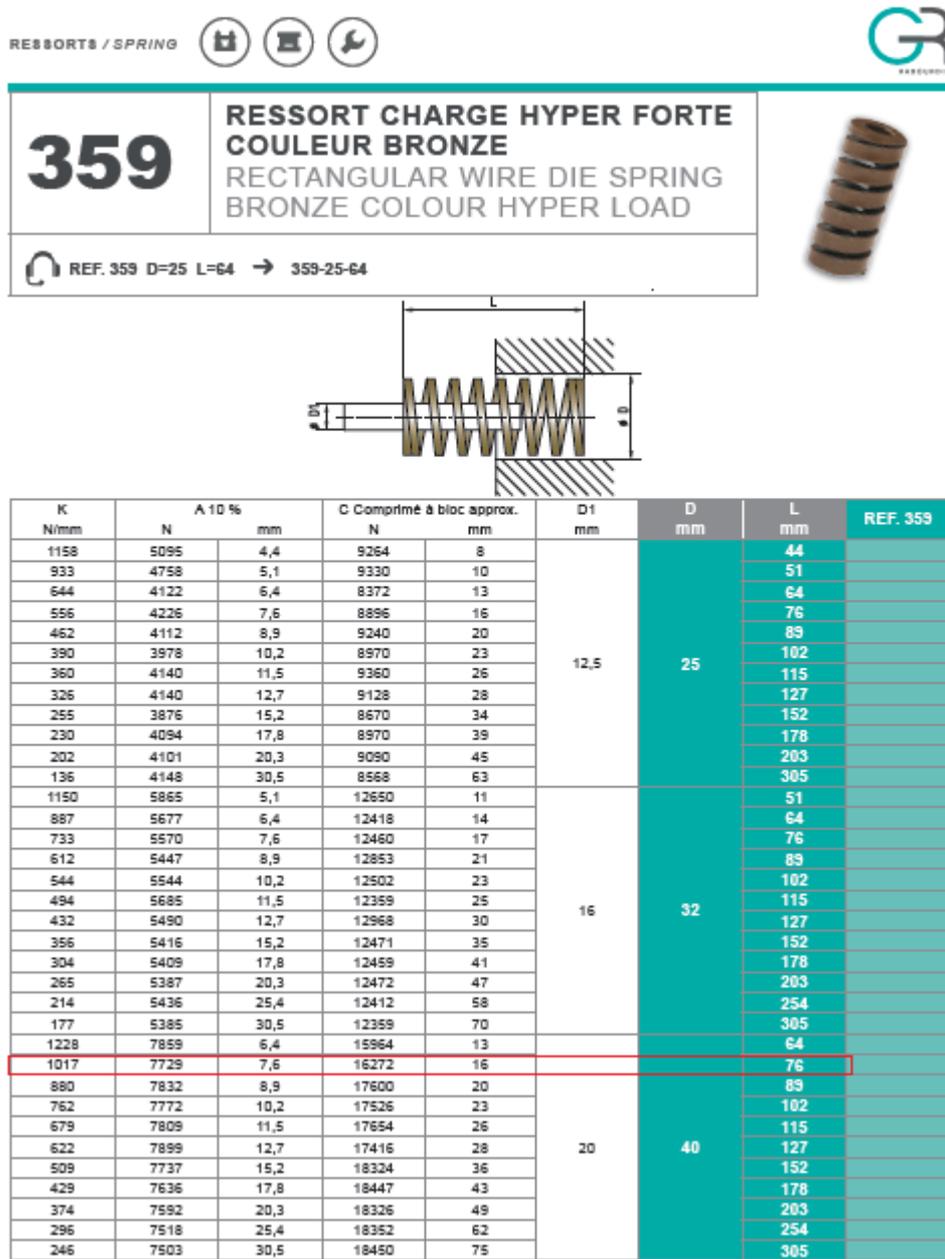
$$F_{\text{ressort}} = 721.32 \text{ daN}$$

Pour le dimensionnement du ressort qui supportera l'effort F_{ressort} , il est nécessaire de consulter des abaques. Ces abaques classent les ressorts par couleur, ce qui correspond au type de charge, comme la montre les figures ci-dessous.



Figure IV-3 : Classification des ressorts par couleur [15].

Tableau IV-3 : Abaque de classification des ressorts de couleur bronze (STEINEL) [15].



D'après l'abaque, nous avons opté pour des ressorts charge hyper forte couleur bronze dont les caractéristiques sont les suivantes :

Da : Diamètre extérieur = 40 mm

Di : Diamètre intérieur = 20 mm

Lo : Longueur libre = 76 mm

S : Course = 16 mm

K : Raideur = 1017 N/mm

IV.3.7 Calcul de l'effort d'éjection [6]

C'est l'effort nécessaire pour dégager le flan de la matrice de poinçonnage, il est généralement pris à 1.33% de l'effort de découpage.

$$F_{\acute{e}j} = F_t \times 1.33\%$$

$$F_{\acute{e}j} = 82437.18 \times 0.0133$$

$$F_{\acute{e}j} = 1096.41 \text{ daN}$$

IV.3.8 Calcul de l'effort d'extraction de la pièce [16]

$$F_e = P + 7\% F_t$$

F_e : Effort d'extraction de la pièce.

P : Poids de la pièce.

$7\% F_t$: Représente 7% l'effort de découpage.

Donc :

$$F_{t7\%} = 5770.60 \text{ daN}$$

-Calcul de la masse de la pièce

$$P = V \times \rho$$

Avec :

P : Masse de la pièce.

ρ : Masse volumique de la pièce 7.85 kg/m^3 pour les aciers.

V : Volume de la pièce.

-Calcul du volume de la pièce

$$V = L_1 \times L_2 \times e$$

$$V = 600 \times 545 \times 0.7$$

$$V = 0.22 \text{ dcm}^3$$

$$P = 7.85 \times 0.22$$

$$P = 1.72 \text{ kg}$$

$$P = 1.72 \text{ daN}$$

Avec

$$1 \text{ kg} - \text{Force} = 9.81 \text{ N}$$

Donc

$$F_e = 17.20 + 57706.02$$

$$F_e = 5772.22 \text{ daN}$$

-Calcul de l'effort fourni par un seul ressort

Puisque nous avons utilisé 8 ressort, l'effort que doit fournir chacun de ces derniers soit égal à :

$$Q = \frac{5772.22}{8}$$

$$Q = 721.52 \text{ daN}$$

IV.3.9 Calcul de l'effort fourni par la presse

La presse est la source de production de l'énergie, elle doit produire un effort supérieur ou égal à la somme des forces suivantes :

$$F_{\text{presse}} \geq F_t + F_{\text{dév}} + F_{\text{éj}} + F_e$$

$$F_{\text{presse}} = 82437.18 + 5770.22 + 1096.41 + 721.22$$

$$F_{\text{presse}} = 90025.03 \text{ daN}$$

$$F_{\text{presse}} \geq 91.80 \text{ Tonne-force}$$

IV.3.10 Choix de la presse à utiliser [17]

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

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

L'entreprise ENIEM dispose de différents types de presses. Le choix de presse dépend de l'effort calculé. D'après les résultats obtenus dans le cadre de notre travail, qui est le poinçonnage-détournage et les dimensions de l'outil, nous avons opté pour une presse mécanique (T31B excentrique) dont ses caractéristiques sont données par le tableau ci-dessous :

Tableau IV-4: Caractéristiques techniques de la presse obtenue d'un catalogue ENIEM [18].

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

IV.3.11 Calcul de la résistance des poinçons au flambement [5]

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

C'est un phénomène qui se produit pour une certaine valeur de charge appelée charge critique.

Si :

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

F : Effort de découpage

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

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

Avec :

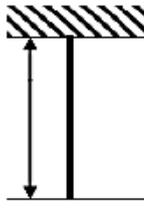
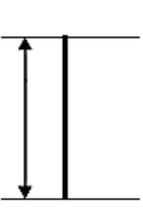
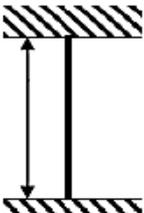
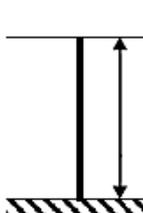
E : Module de Young.

I: Moment d'inertie.

L : Longueur réelle.

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

Tableau IV-5 : Longueurs libres de flambage en fonction du type de liaisons.

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

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

a- Poinçon 1

- Les moments d'inertie de différents poinçons il sont mesurés à partir de logiciel SolidWorks.

$$I_1 = 862381.17 \text{ mm}^4$$

$$E = 2100000 \text{ Mpa}$$

$$L = 70 \text{ mm}$$

$$F_{cr1} = \frac{(3.14)^2 \times 210000 \times 862381.17}{(2 \times 70)^2}$$

$$F_{cr1} = 9110071.43 \text{ daN}$$

$F_{cr1} > F_1$ La condition est vérifiée, donc le poinçon 1 va résister.

b- Poinçon 2

$$I_2 = 175218.62 \text{ mm}^4$$

$$E = 2100000 \text{ Mpa}$$

$$L = 70 \text{ mm}$$

$$F_{cr2} = \frac{(3.14)^2 \times 210000 \times 175218.62}{(2 \times 70)^2}$$

$$F_{cr2} = 1850984.47 \text{ daN}$$

$F_{cr2} > F_2$ La condition est vérifiée, donc le poinçon 2 va résister au flambement.

c- Poinçon 3

$$I_3 = 48971.89 \text{ mm}^4$$

$$E = 2100000 \text{ Mpa}$$

$$L = 70 \text{ mm}$$

$$F_{cr3} = \frac{(3.14)^2 \times 210000 \times 48971.89}{(2 \times 70)^2}$$

$$F_{cr3} = 517332.05 \text{ daN}$$

$F_{cr3} > F_3$ La condition est vérifiée, donc le poinçon 3 va résister au flambement.

d- Poinçon 4

$$I_4 = 4242.29 \text{ mm}^4$$

$$E = 2100000 \text{ Mpa}$$

$$L = 47 \text{ mm}$$

$$F_{cr4} = \frac{(3.14)^2 \times 210000 \times 4242.29}{(2 \times 47)^2}$$

$$F_{cr4} = 99408.4 \text{ daN}$$

$F_{cr4} > F_4$ La condition est vérifiée, donc le poinçon 4 va résister au flambement.

e- Poinçon 5

$$I_5 = 18512.56 \text{ mm}^4$$

$$E = 2100000 \text{ Mpa}$$

$$L = 100 \text{ mm}$$

$$F_{cr5} = \frac{(3.14)^2 \times 210000 \times 18512.56}{(2 \times 100)^2}$$

$$F_{cr5} = 95826.37 \text{ daN}$$

$F_{cr5} > F_5$ La condition est vérifiée, donc le poinçon 5 va résister au flambement.

f- Poinçon 6

$$I_6 = 16895.29 \text{ mm}^4$$

$$E = 2100000 \text{ Mpa}$$

$$L = 100 \text{ mm}$$

$$F_{cr6} = \frac{(3.14)^2 \times 210000 \times 16895.29}{(2 \times 100)^2}$$

$$F_{cr6} = 87454.92 \text{ daN}$$

$F_{cr6} > F_6$ La condition est vérifiée, donc le poinçon 6 va résister au flambement.

g- Poinçon 7

$$I_7 = 7385.85 \text{ mm}^4$$

$$E = 2100000 \text{ Mpa}$$

$$L = 80 \text{ mm}$$

$$F_{cr7} = \frac{(3.14)^2 \times 210000 \times 7385.85}{(2 \times 80)^2}$$

$$F_{cr7} = 59736.40 \text{ daN}$$

$F_{cr7} > F_7$ La condition est vérifiée, donc le poinçon 7 va résister au flambement.

Partie 2 : Conception de l'outil

Détail de l'outil

L'outil à réaliser est composé d'un ensemble d'éléments assemblés avec précision pour assurer un bon fonctionnement. Ce dernier est composé de deux parties essentielles qu'on peut définir comme suit :

➤ **Partie inférieure** : C'est la partie fixe de l'outil, qui contient les éléments suivants :

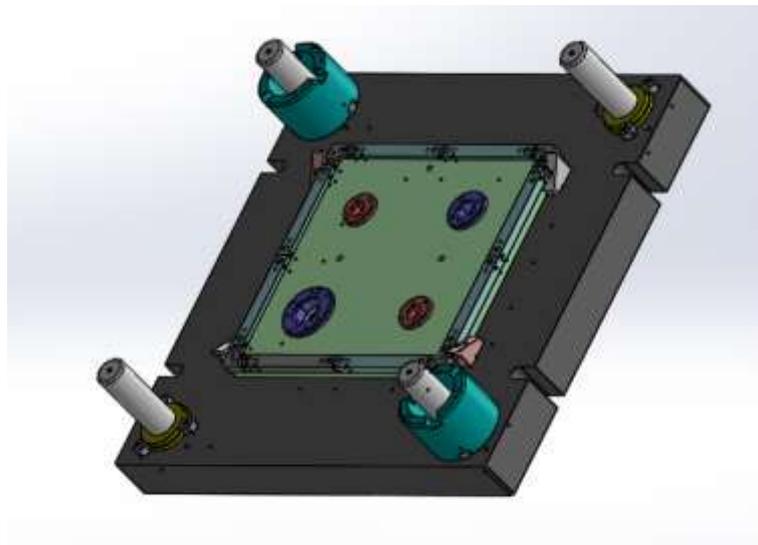


Figure IV-4 : Partie inférieure de l'outil.

- **Semelle inférieure** : C'est une plaque sur laquelle les matrices sont ajustées, son épaisseur doit être suffisante pour résister aux efforts de découpage.
- **Les matrices** : C'est le porte empreint dans lesquelles les poinçons se pénètrent lors de l'opération de découpage, son épaisseur doit être suffisante pour qu'elle résiste aux efforts de découpage ainsi qu'à l'effort de serre-flan pour éviter les déformations.
- **La butée** : Elle sert à positionner le flan, limitant ainsi son déplacement et un bon guidage du flan.
- **Colonne de guidage** : Elles coulissent dans les embases supérieures avec glissement et sont emmanchées sur les embases inférieures.
- **Coupe chute** : Elle sert à découper la chute détournée pour faciliter son évacuation.
- **Les lames** : Ce sont les éléments fonctionnels qui interviennent lors de l'opération de détournage.

- **Porte matrice** : C'est l'élément sur lequel les matrices sont ajustées.
- **Partie supérieure** : C'est la partie mobile de l'outil qui suit une trajectoire verticale imposées par la machine, elle contient les éléments suivants :

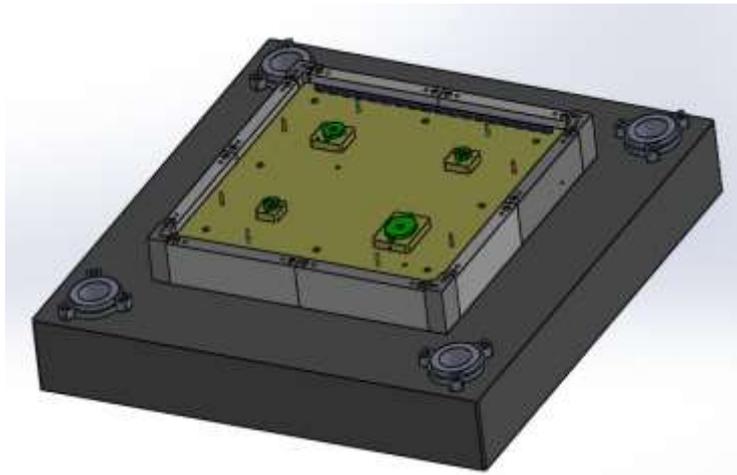


Figure IV-5 : Partie supérieure de l'outil.

- **Semelle supérieure** : Elle sert à porter les poinçons et les portes poinçons ainsi que les embases.
- **Porte poinçon** : Il sert à fixer et guider les différents poinçons dans leurs positions.
- **Poinçon** : Ce sont les principaux éléments qui interviennent lors de l'opération de découpage, leur calcul est délicat. Les poinçons de faibles sections sont soumis souvent au flambement. Pour remédier au problème, on utilise des chemises dans lesquelles ils sont insérées.
- **Serre-flan** : Il sert au guidage des poinçons et fixer la tôle. Il est fixé à l'intérieur du bâti supérieur.
- **Les couteaux** : Ce sont les éléments fonctionnels qui interviennent lors de l'opération de détournage.
- **Les embases** : C'est des éléments qui assurent le guidage entre la semelle supérieure et inférieure par l'intermédiaire des colonnes de guidage.
- **Les ressorts** : C'est les éléments qui assurent le dévetissage.

- **Bague de guidage** : C'est des éléments dans lesquels les colonnes de guidage pénètrent.

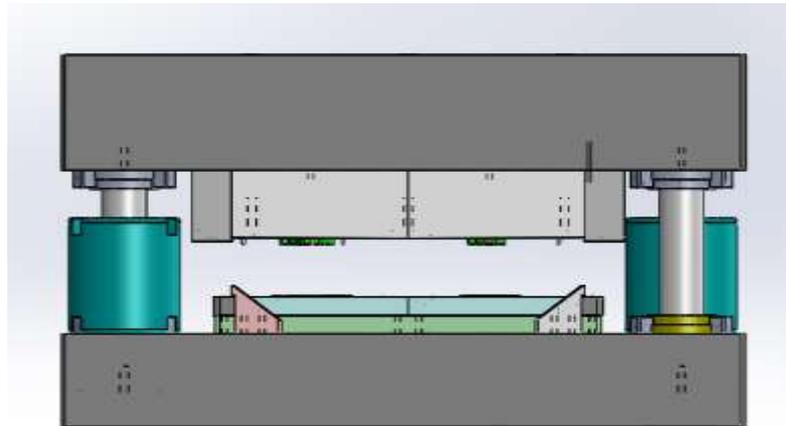


Figure IV-6 : Assemblage complet de l'outil.

- **Indication d'assemblage**

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

Le centrage et positionnement seront assurés par des goupilles.

IV.4 Les matériaux utilisés

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

Caractéristiques principales :

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

Le tableau suivant ci-dessus regroupe les matériaux à utiliser :

Tableau IV-6 : Différents matériaux utilisés.

Pièces de l'outil	Matière	Observations
-Semelle supérieure -Semelle inférieure	XC18	/
-Poinçons -Matrices -Lames - couteaux -coupe chute	Z200 C12	Tr+Rv 58/60 HRC
-Colonnes de guidage	Acier a outil	Tr+Rv 58/64 HRC
-Porte matrice -Porte canons	Xc38	/
-Portes poinçon -Serre flan	Xc48	/

IV.5 Conclusion

Ce chapitre a fait l'objet d'étude et de conception d'un outil de détournage et poinçonnage qui sert à réaliser de la nouvelle table de la cuisinière ENIEM. Les différents calculs que nous avons effectués successivement, nous ont permis de faire le choix de la presse, et un calcul de vérification au flambement de tous les poinçons n'était pas épargné.

Conclusion générale

Conclusion générale

Après avoir effectuée un stage pratique au sein de l'entreprise électroménagère ENIEM, qui est une expérience bénéfique pour nous, cette étude nous a permis d'élargir nos connaissances dans le domaine de la mise en forme des tôles, ainsi que de comprendre la raison pour lequel les tôles occupent une place importante dans les différents secteurs industriels.

À l'aide d'un logiciel de conception assisté par ordinateur (Solidworks), qui nous a permis d'avoir les caractéristiques dimensionnelles et géométriques de différentes composantes de l'outil (poinçonnage et détournage), ce logiciel nous a aidés à concevoir l'outil de manière fiable, précise et rentable.

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

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

Bibliographies

- [1] Cours désignations des matériaux (L. BAROURA).
- [2] Aide-mémoire science des matériaux (MICHEL. DUPEUX).
- [3] Cours désignation normalisé des matériaux (FERRY. VERSAILLES).
- [4] A. OUBRAHAM et M. BELKHIS « étude et conception d'un outil à stations de poinçonnage et pliage de nouvelle traverse de cuisinière ENIEM ». Mémoire de fin d'étude master 2 Promotion2019/2020.
- [5] AZIL « Etude et conception d'un outil de découpage d'une barre de liaison d'un moteur électrique ». Mémoire de fin d'étude master 2.
- [6] H. CHABANE et ZIAD.B « étude et conception d'un outil poinçonnage et détourage d'un bandeau bombé en inox d'une cuisinière ENIEM ». Mémoire de fin d'étude master 2 Promotion 2017/2018.
- [7] N. NEZLAOUI et D. LARBI « mise en forme des métaux en feuille application à l'emboutissage du bandeau bombé d'une cuisinière ENIEM ». Mémoire de fin d'étude master 2 Promotion2018.
- [8] JEROME. Cours prof <https://www.fichierpdf.fr/2017/11/28/cours-prof>
- [9] A. MAILLARD. TECHNIQUE DE L'INGENIEUR .bm7500. Découpage des tôles à la presse.10/07/2009
- [10] T. SAADI, « Etude et conception d'un outil à suivre à bande », Mémoire fin d'étude, promotion 2014.

- [11] EMERIK HENRION. Développement d'une ligne de découpe automatisée. Génie mécanique [PHYSICS.CLASS- PH]. 2014.

- [12] Z. BELHOUCINE, « Etude et conception d'un outil de détournage et poinçonnage d'une pièce (autonettoyant) pour la cuisinière ENIEM », mémoire fin d'étude, promotion 2015.

- [13] Procédés de mise en forme préparée par MR Mourad JERBI (2017/2018)

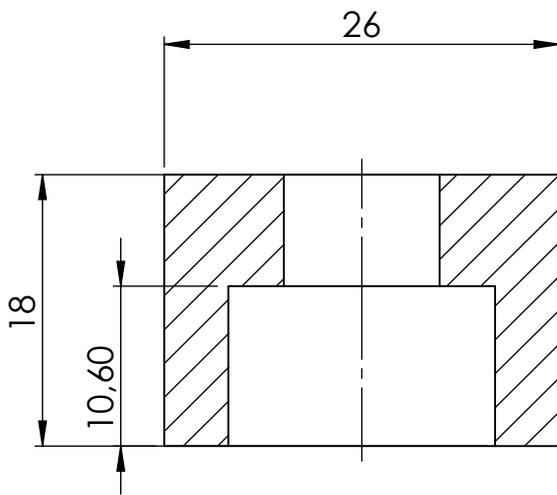
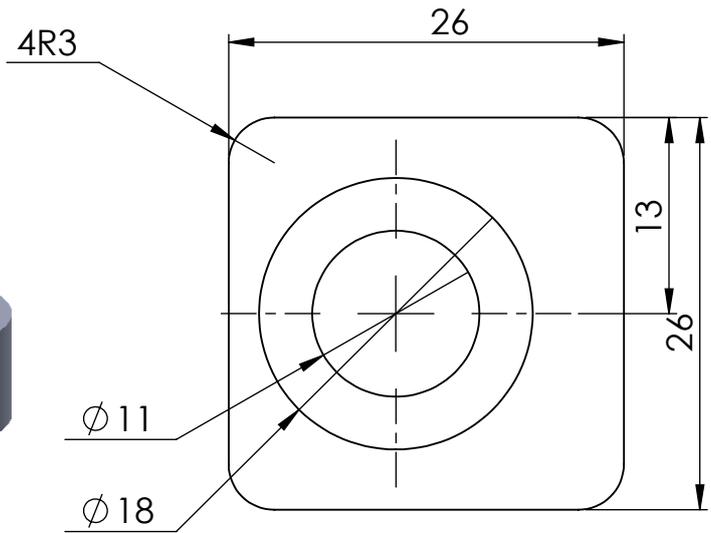
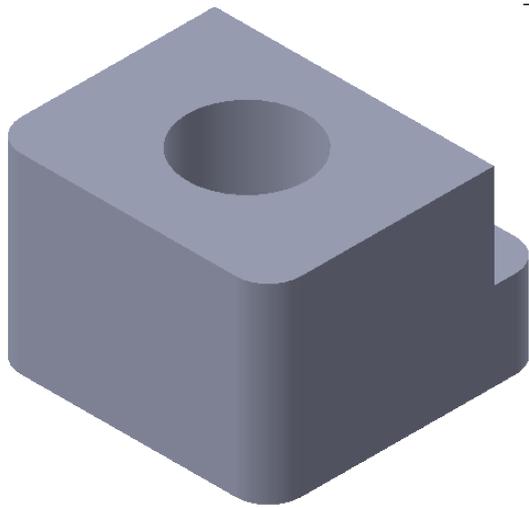
- [14] LARIBIA et LARBI.D « Etude et conception d'un outil de détournage et de poinçonnage d'une pièce coté carcasse cuisinière ENIEM ». Mémoire fin d'étude master 2, promotion 2019/2020.

- [15] Catalogue du leader en matière de technologie ; société STEINEL.

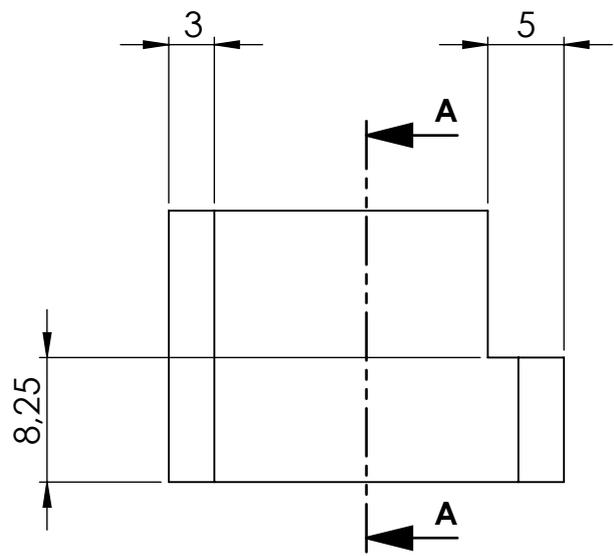
- [16] BELGAID.M et BELMOLOUD.M et KHEDAMSI.K. « Étude et conception d'un outil d'emboutissage », Promotion 2007.

- [17] DEBIT.Y et HETTAL.S « étude et conception d'un outil de pliage des cotés carcasses d'une cuisinière ENIEM 6500 », promotion 2019/2020.

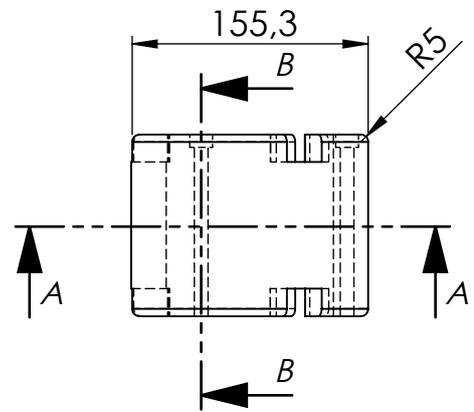
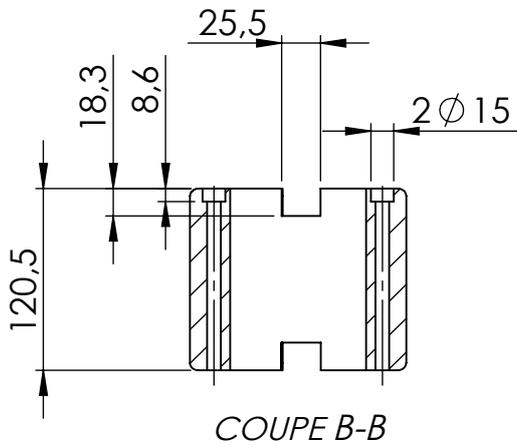
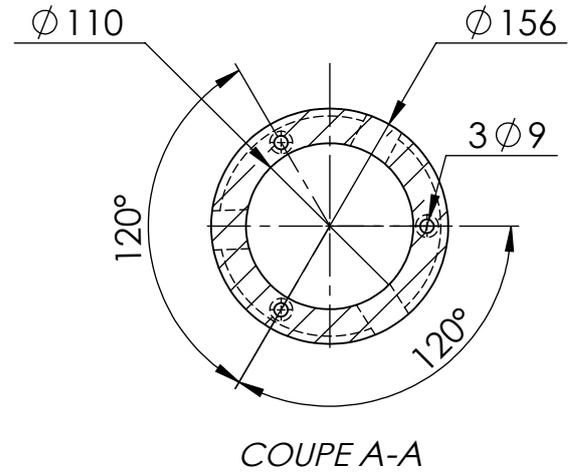
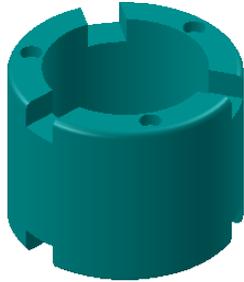
- [18] Documentation ENIEM



COUPE A-A

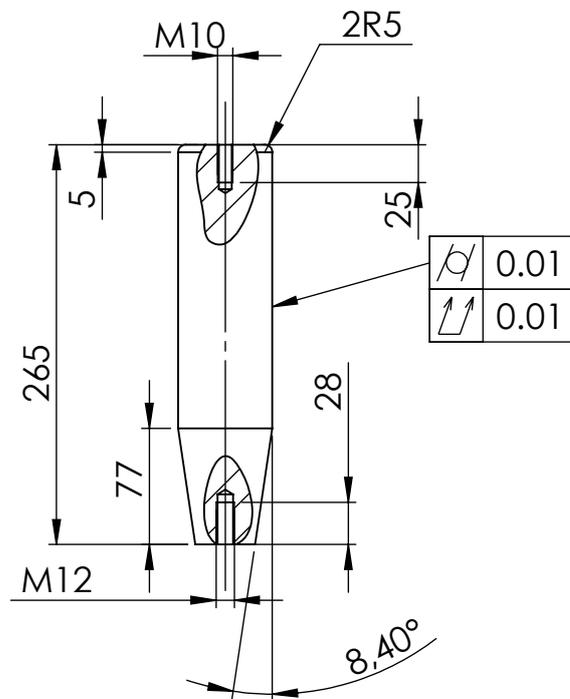
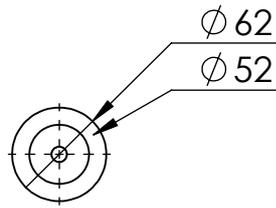


01	24	BRIDE DE FIXATION	Acier	/
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE 2:1		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAIL 02 AUXILIAIRE CUISINIERE		-
PLANCHE N° 01				
		YEFSAH.L-OUALI.R	2020/2021	
A4		FGC CM UMMTO	MASTER 2	



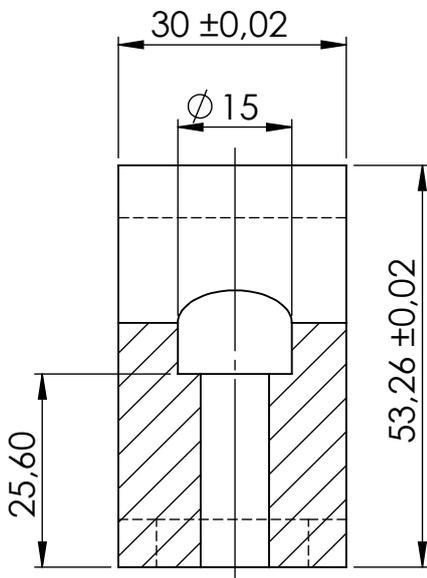
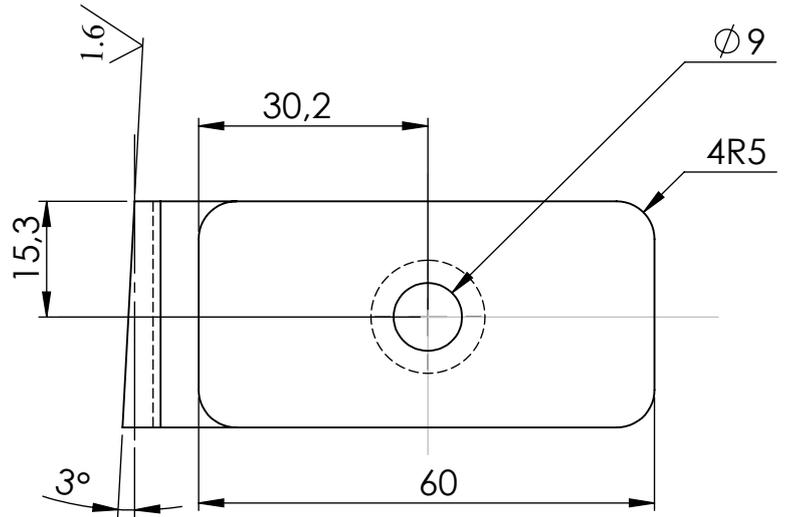
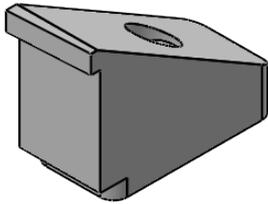
Ra=3.2

Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
02	02	BUTTE FIN DE COURSE	XC48	/
ECHELLE: 1:5		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAILLE 02 AUXILIAIRE CUISINIERE		
PLANCHE N°02				
		YEFSAH.L-OUALI.R		2020/2021
A4		FGC CM UMMTO		MASTER 2

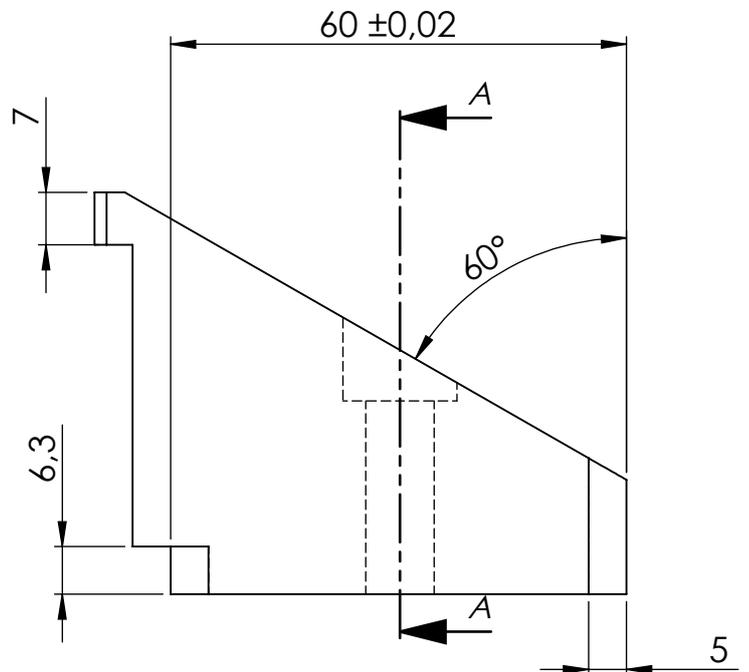


Ra = 3.2

Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
03	04	COLONE DE GUIDAGE	XC18	/
ECHELLE: 1:5		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAIL 02 AUXILIAIRE CUISINIERE		-
PLANCHE N° 03				
		YEFSAH.L-OUALI.R		2020/2021
A4		FGC CM UMMTO		MASTER 2

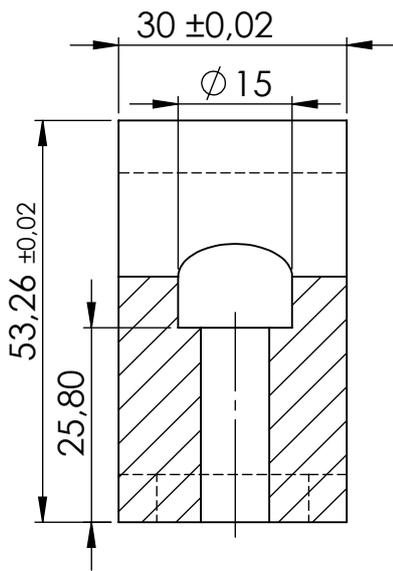
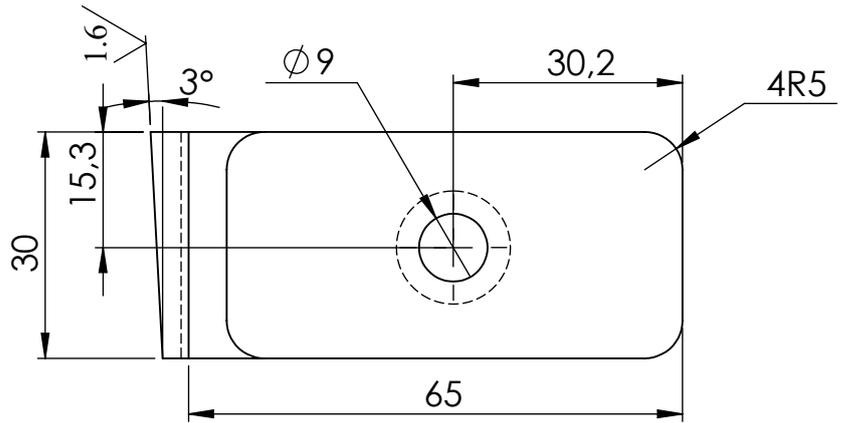
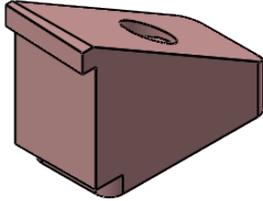


COUPE A-A



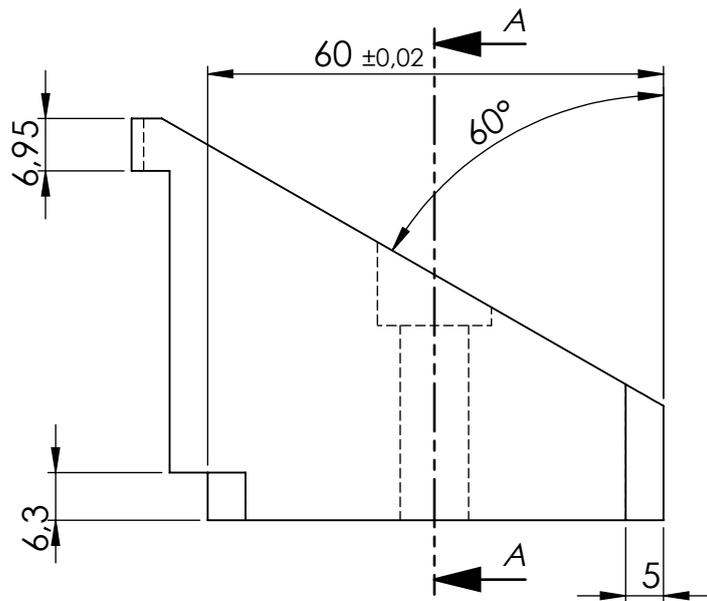
Ra = 3.2

04	02	COUPE CHUTE 1	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:1		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE		-
PLANCHE N°04		DE LA TABLE DE TRAVAILLE 02		
		AUXILIAIRE CUISINIERE		
		YEFSAH.L-OUALI.R		2020/2021
A4		FGC CM UMMTO		MASTER 2

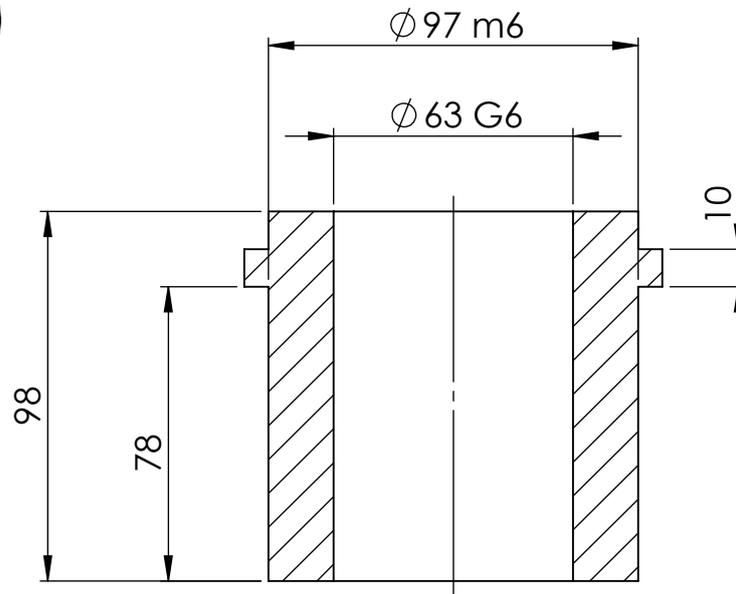
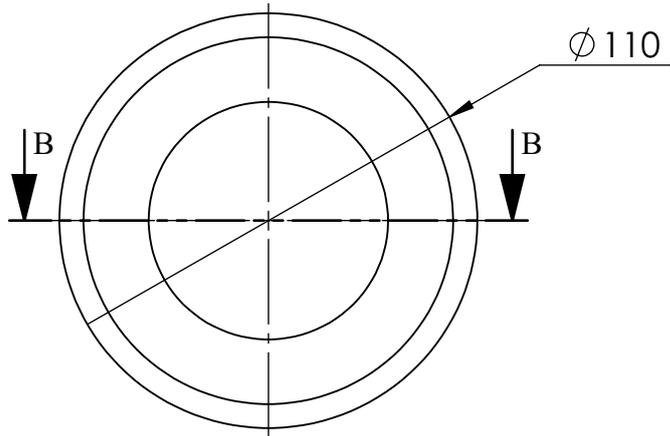


COUPE A-A

Ra = 3.2



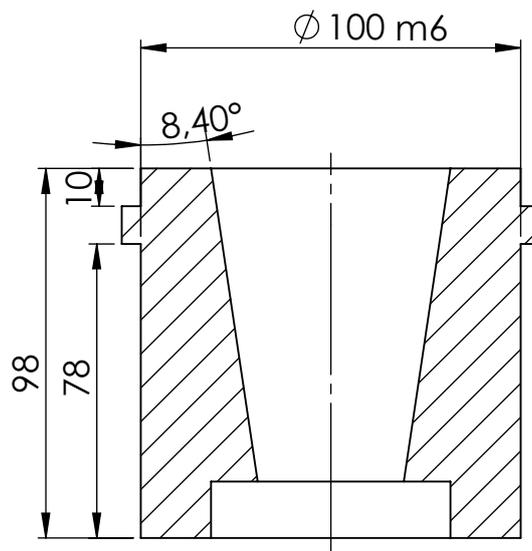
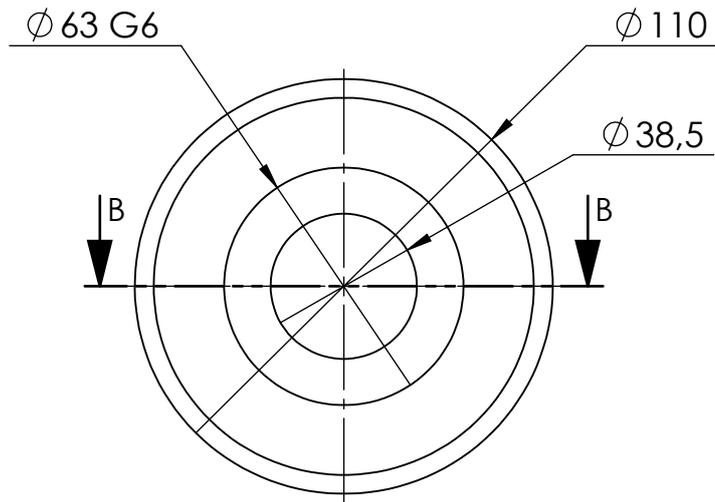
05	02	COUPE CHUTE 2	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:1		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAIL 02 AUXILIAIRE CUISINIERE		-
PLANCHE N° 05				
		YEFSAH.L-OUALI.R	2020/2021	
A4		FGC CM UMMTO	MASTER 2	



Ra = 1.6

COUPE B-B

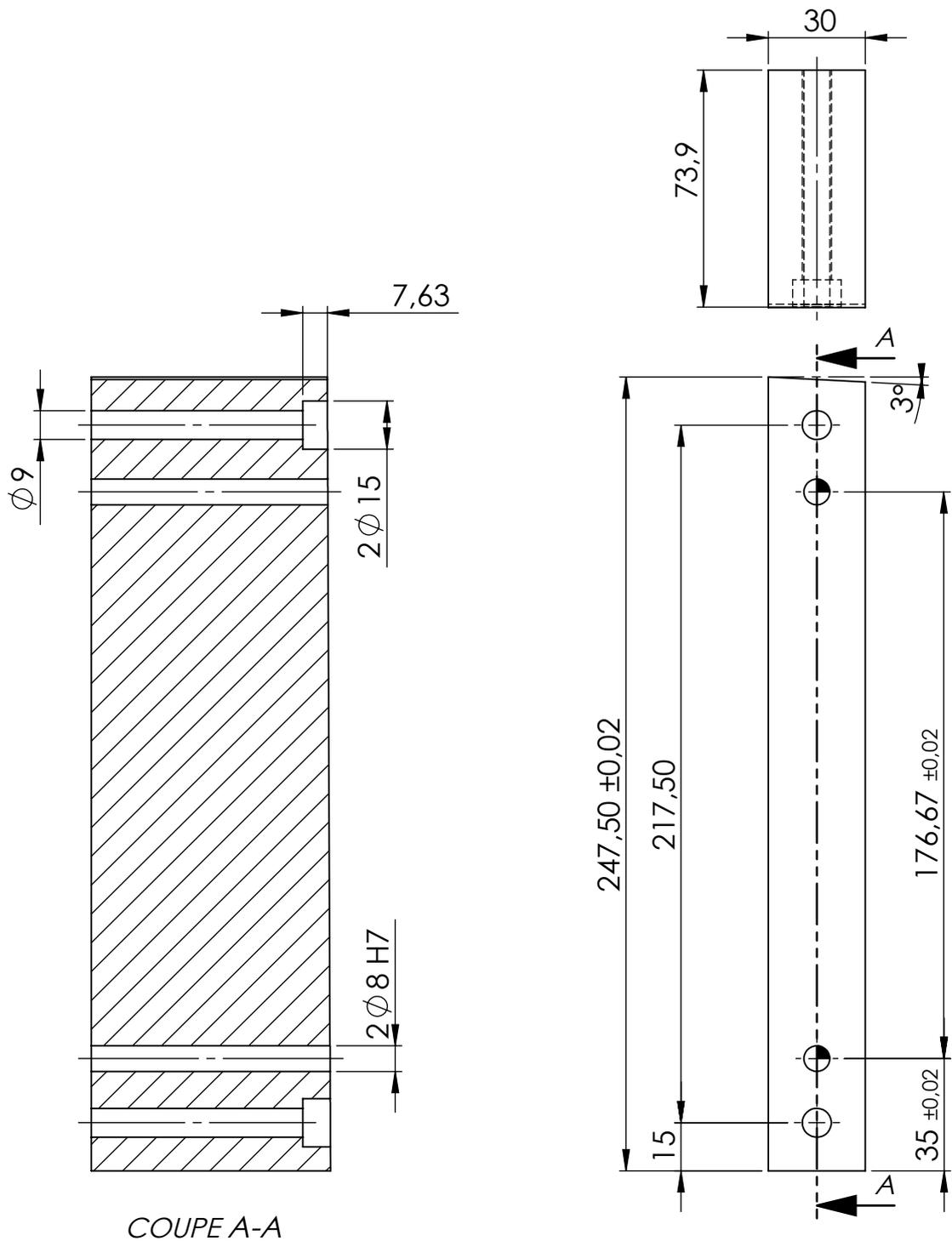
06	04	BAGUE SUPERIEUR	BRONZE	/
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:2		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAIL 02 AUXILIAIRE CUISINIERE		-
PLANCHE N°06				
		YEFSAH.L-OUALI.R		2020/2021
A4		FGC CM UMMTO		MASTER 2



COUPE B-B

Ra = 1.6

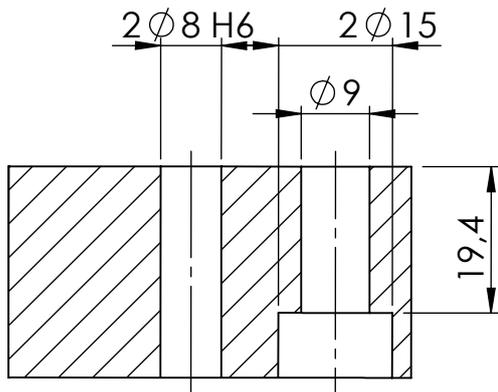
07	04	BAGUE INFERIEURE	ACIER A OUTIL	Tr au coeur 58/64 HRC
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:2		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAILLE 02 AUXILIAIRE CUISINIERE		-
PLANCHE N°07				
		YEFSAH.L-OUALI.R	2020/2021	
A4		FGC CM UMMTO	MASTER 2	



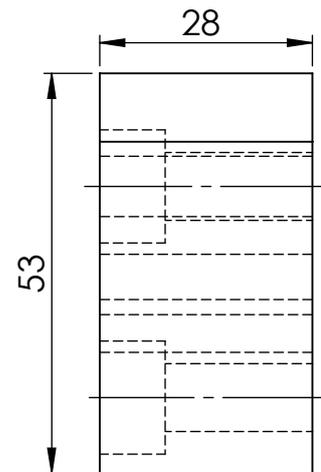
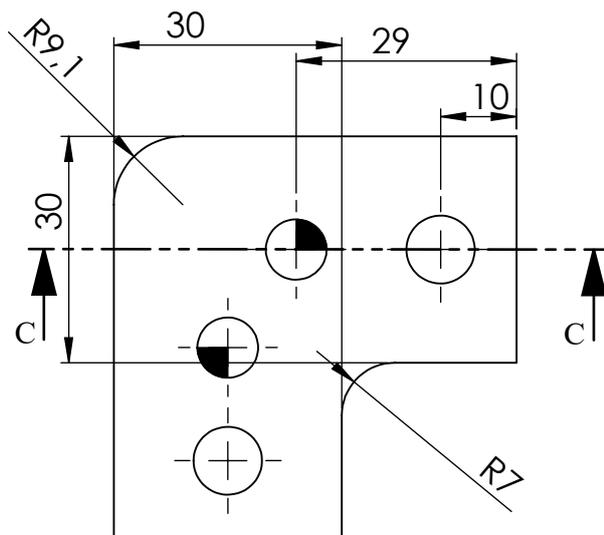
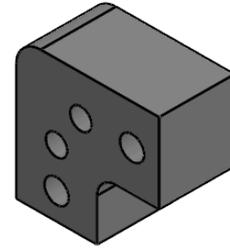
COUPE A-A

Ra = 3.2

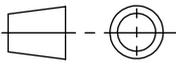
08	04	SYMETRIE LAME SUPERIEUR	Z200C12	Tr + Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:2		OUTIL DE POINCONAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAIL 02 AUXILLAIRE CUISINIERE		-
PLANCHE N°08				
		YEFSAH.L-OUALI.R	2020/2021	
A4		FGC CM UMMTO	MASTER 2	

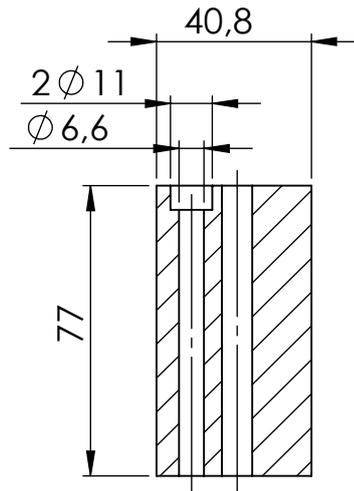
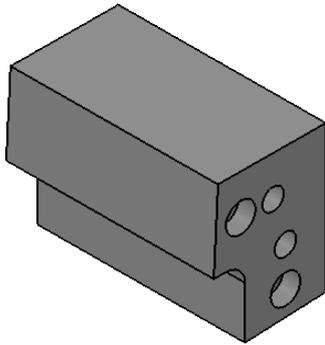


COUPE C-C

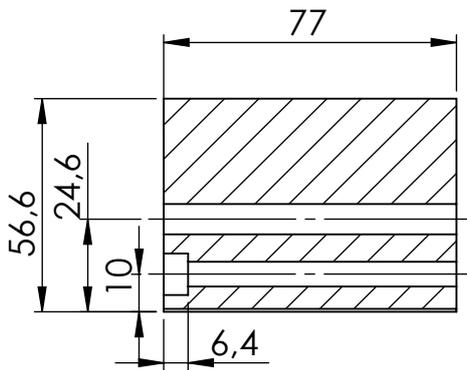


Ra = 3.2

09	04	LAME D'ANGLE INFERIEUR	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:1		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAILLE 02 AUXILIAIRE CUISINIERE		-
PLANCHE N°09				
		YEFSAH.L-OUALI.R		2020/2021
A4		FGC CM UMMTO		MASTER 2

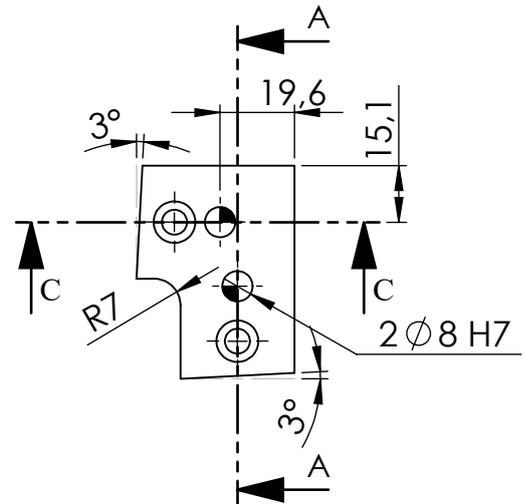


COUPE C-C

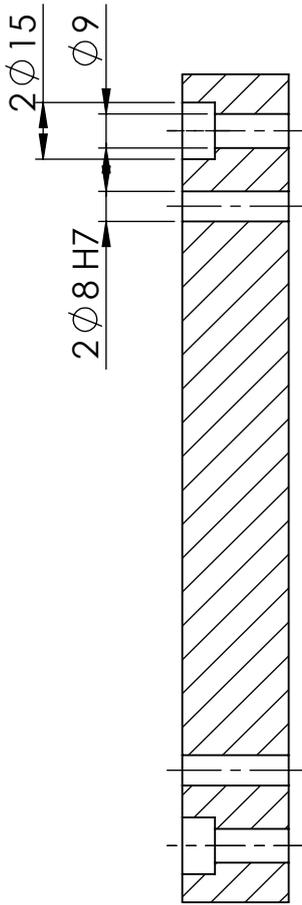
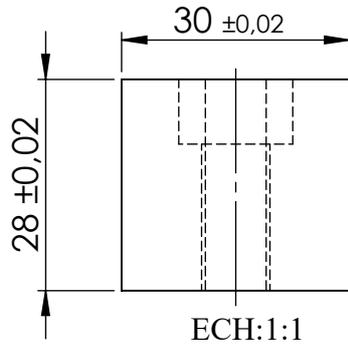


COUPE A-A

Ra =3.2

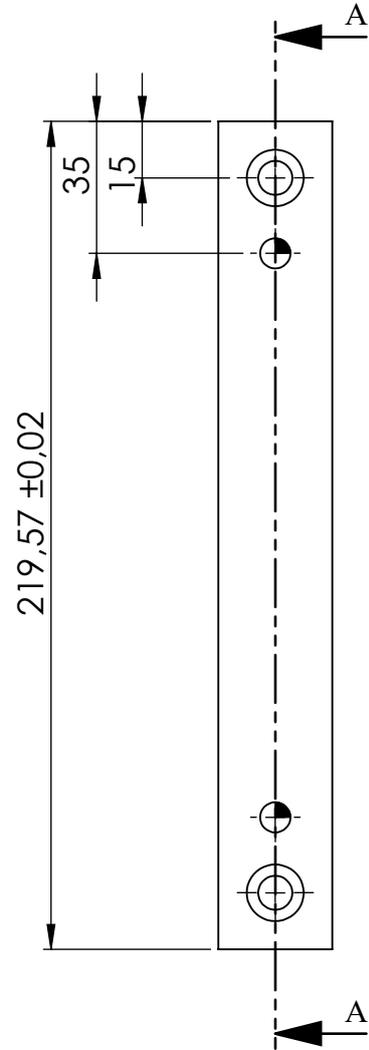


10	04	LAME D'ANGLE SUPERIEUR	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:2		OUTIL DE POINCONAGE DETOURAGE		-
PLANCHE N°10		DE LA TABLE DE TRAVAILLE 02		
		AUXILIAIRE CUISINIERE		
		YEFSAH.L-OUALI.R		2020/2021
A4		FGC CM UMMTO		MASTER 2

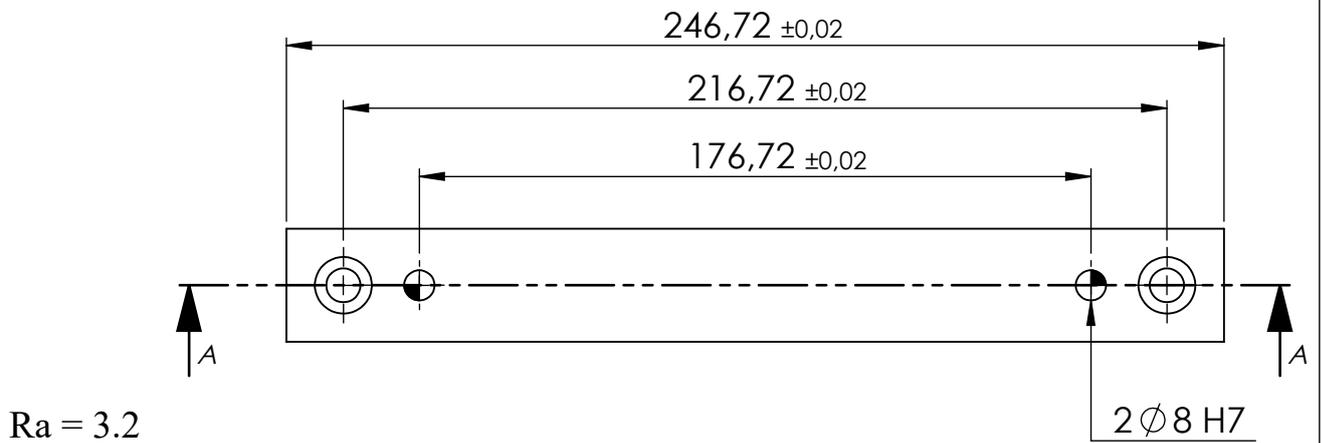
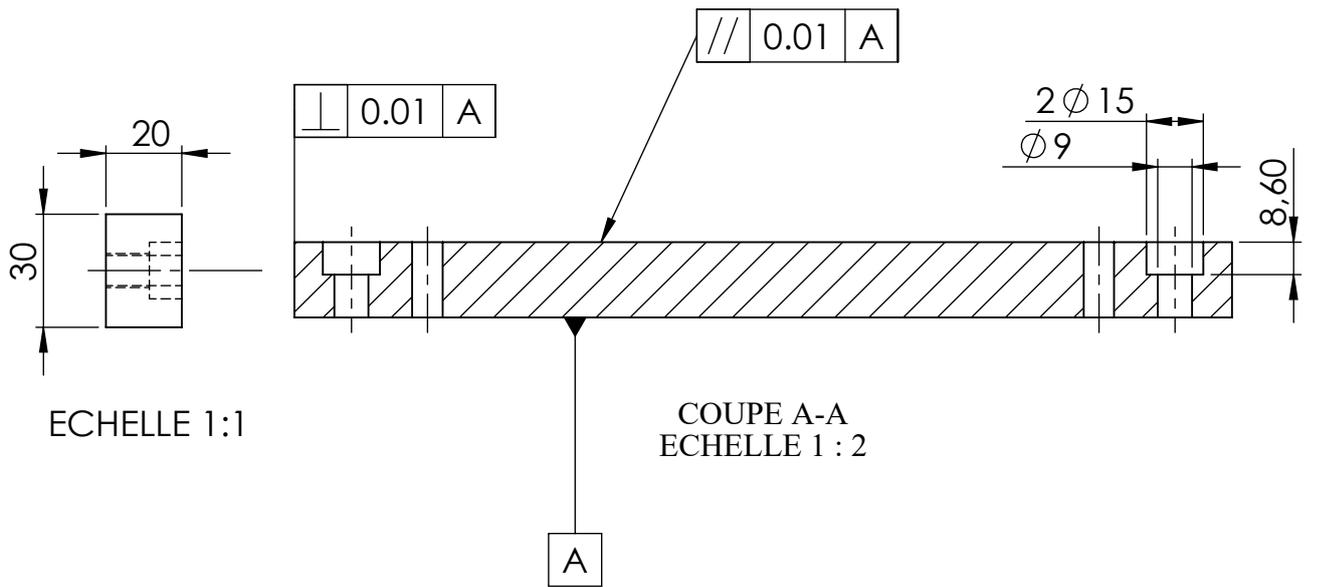


COUPE A-A

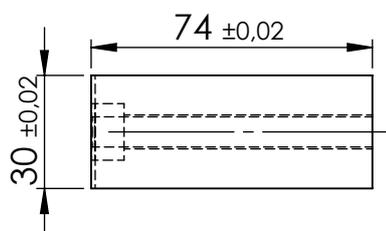
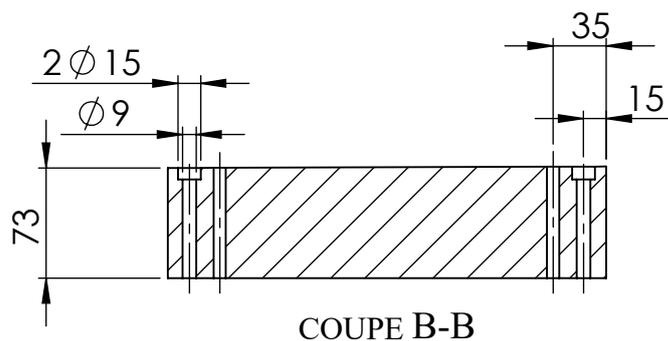
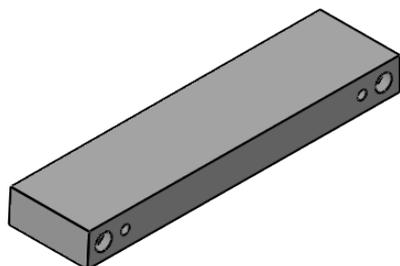
Ra = 3.2



11	04	SYMETRIE LAME INFERIEUR	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:2		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAILLE 02 AUXILIAIRE CUISINIERE		-
PLANCHE N°11				
		YEFSAH.L-OUALI.R	2020/2021	
A4		FGC CM UMMTO	MASTER 2	

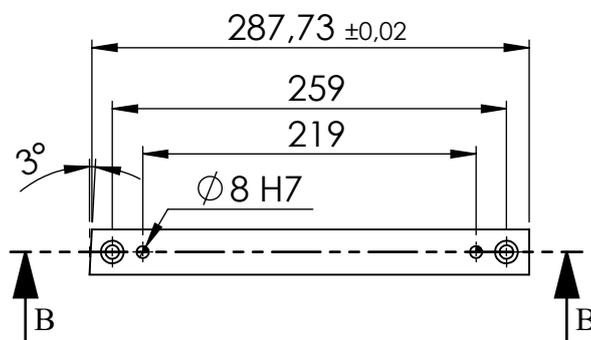


12	04	LAME INFERIEUR	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:2		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAILE 02 AUXILIAIRE CUISINIERE		-
PLANCHE N°12				
		YEFSAH.L-OUALI.R		2020/2021
A4		FGC CM UMMTO		MASTER 2

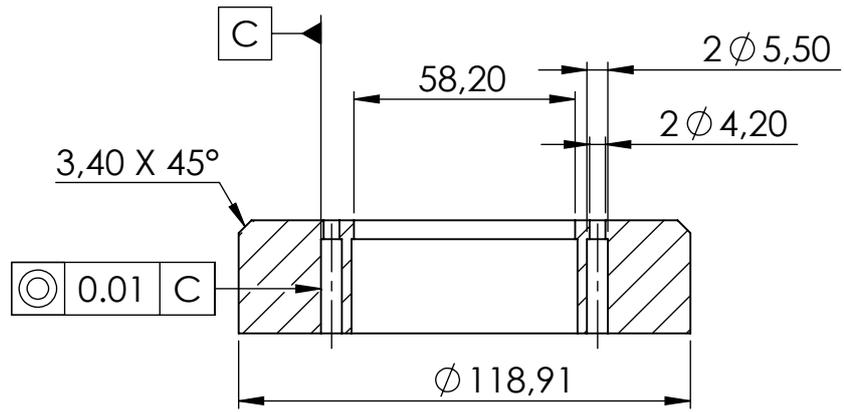
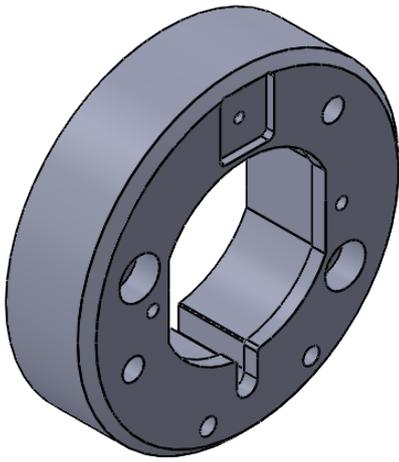


ECH: 1:2

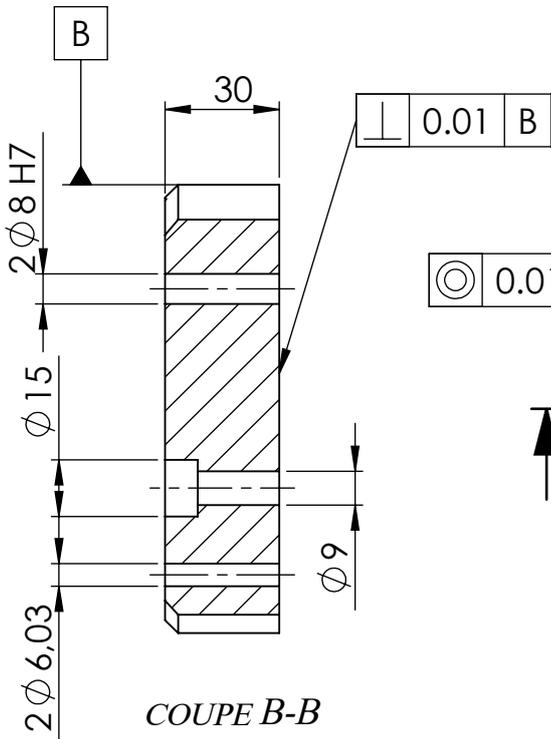
Ra = 3.2



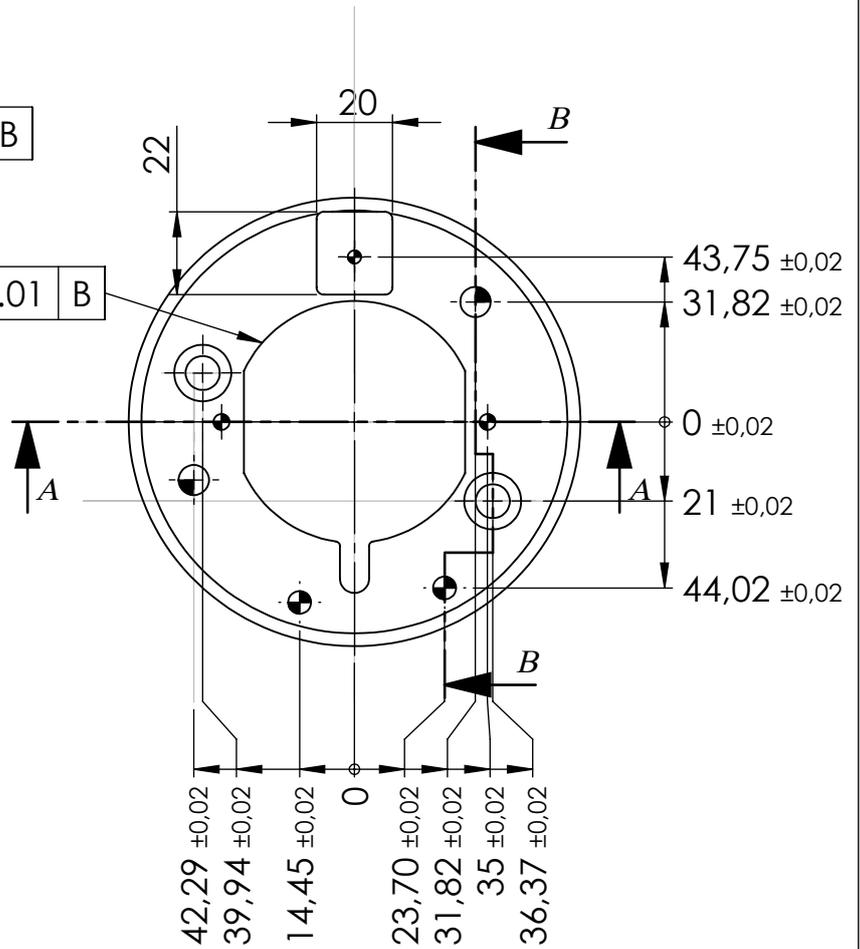
13	04	SYMETRIE LAME SUPERIEUR	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:5		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAIL 02 AUXILIAIRE CUISINIERE		-
PLANCHE N°13				
		YEFSAH.L-OUALI.R	2020/2021	
A4		FGC CM UMMTO	MASTER 2	



COUPE A-A

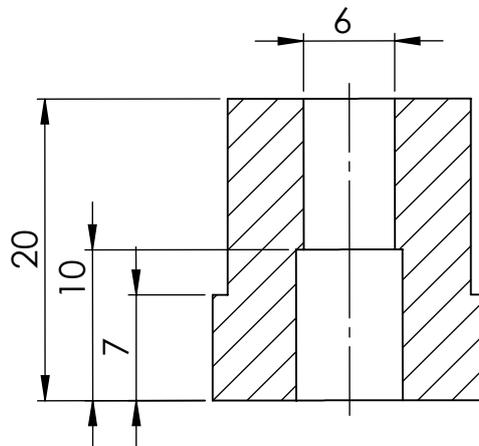
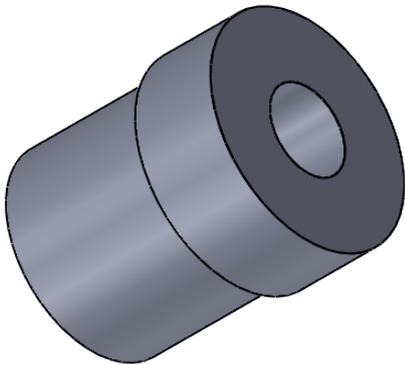
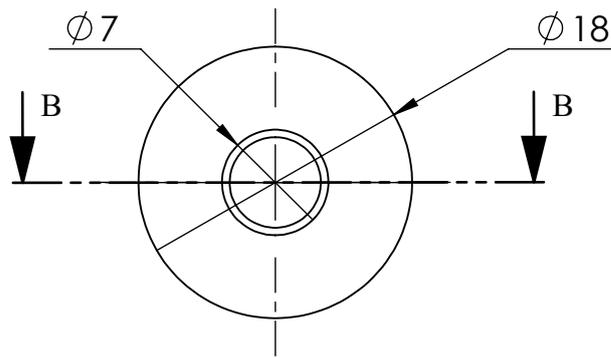


COUPE B-B



Ra = 3.2

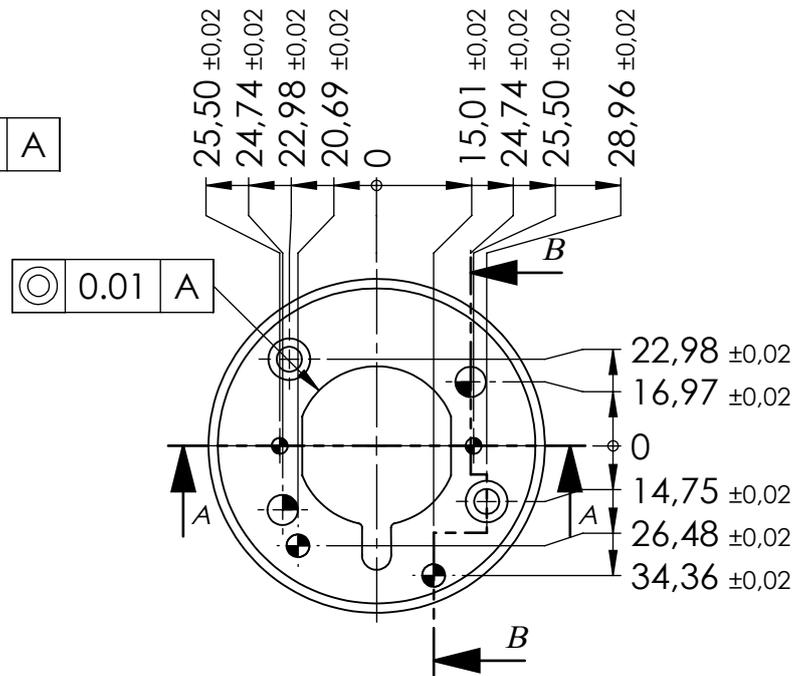
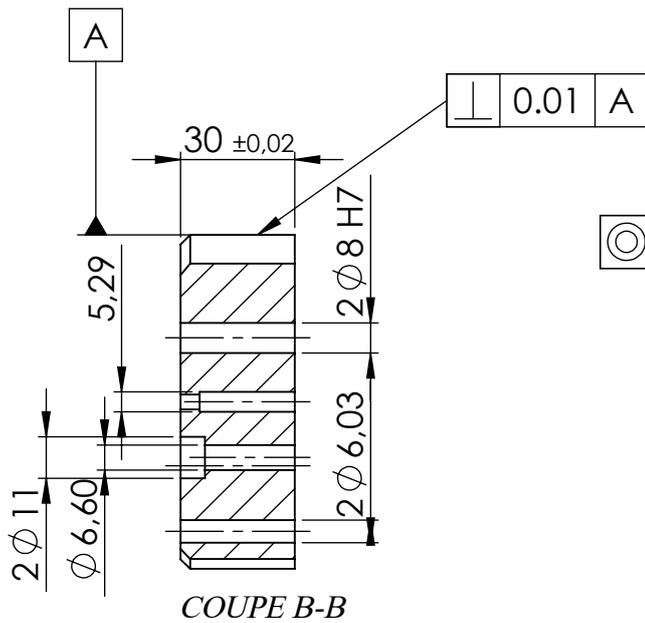
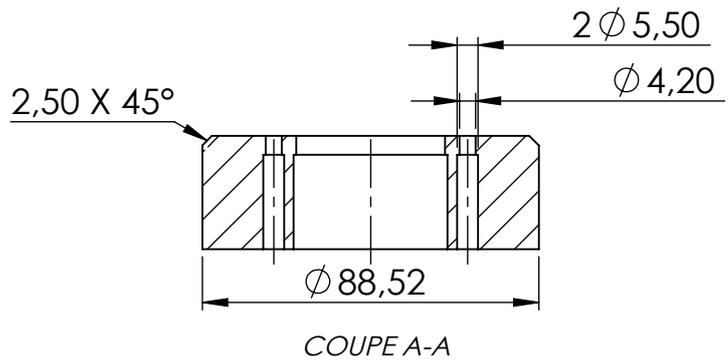
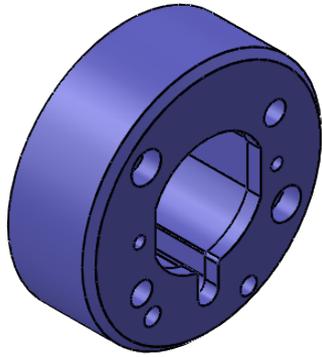
14	01	MATRICE 4	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:2		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAIL 02 AUXILIAIRE CUISINIERE		
PLANCHE N°14				
		YEFSAH.L-OUALI.R	2020/2021	
A4		FGC CM UMMTO	MASTER 2	



COUPE B-B

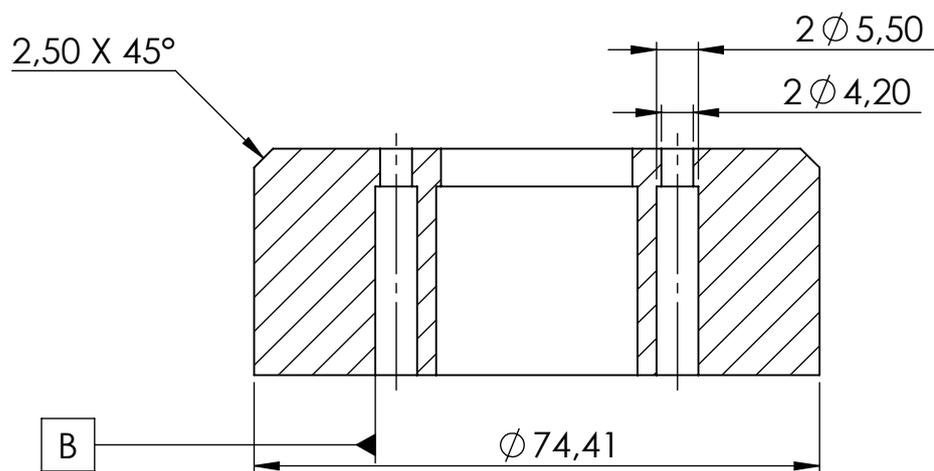
Ra = 3.2

15	06	CANON	Z200C12	/
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 2:1		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAIL 02 AUXILIAIRE CUISINIERE		-
PLANCHE N°15				
		YEFSAH.L-OUALI.R		2020/2021
A4		FGC CM UMMTO		MASTER 2

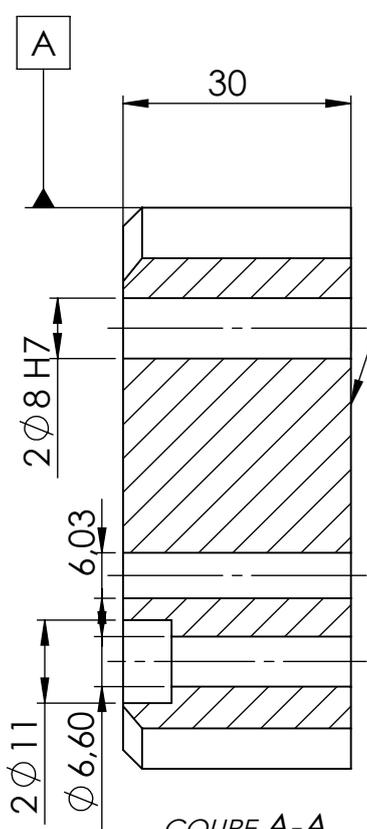


Ra = 3.2

16	01	MATRICE 1	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:2		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAILLE 02 AUXILIAIRE CUISINIERE		-
PLANCHE N°16				
		YEFSAH.L-OUALI.R	2020/2021	
A4		FGC CM UMMTO	MASTER 2	

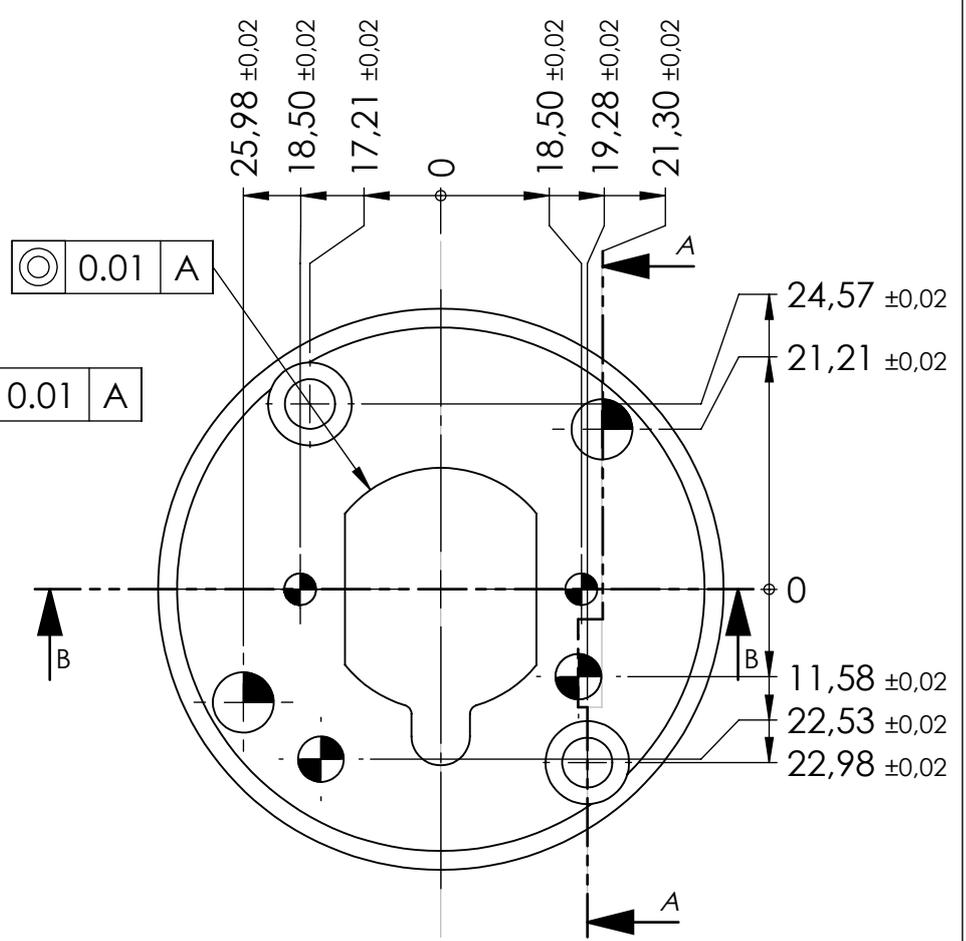


COUPE B-B

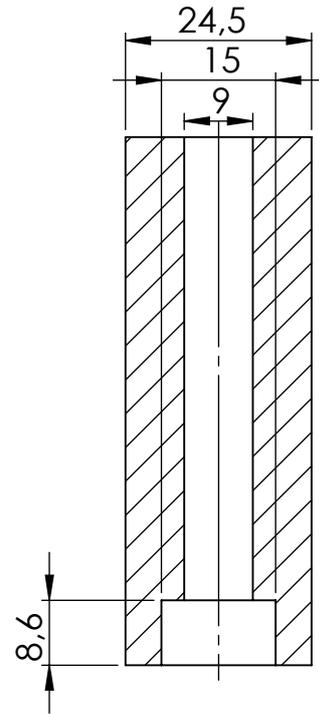
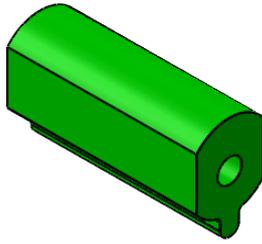


COUPE A-A

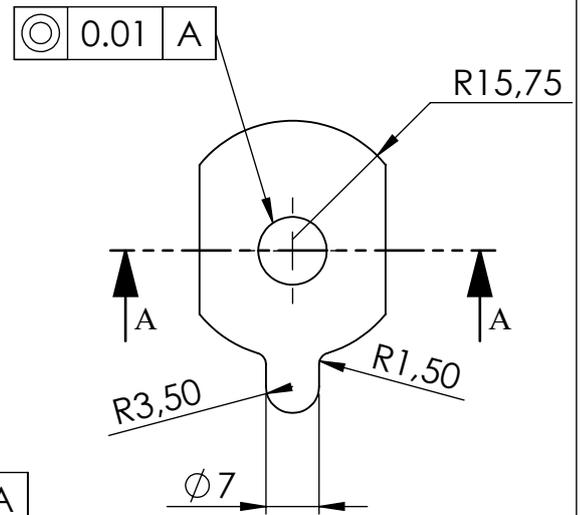
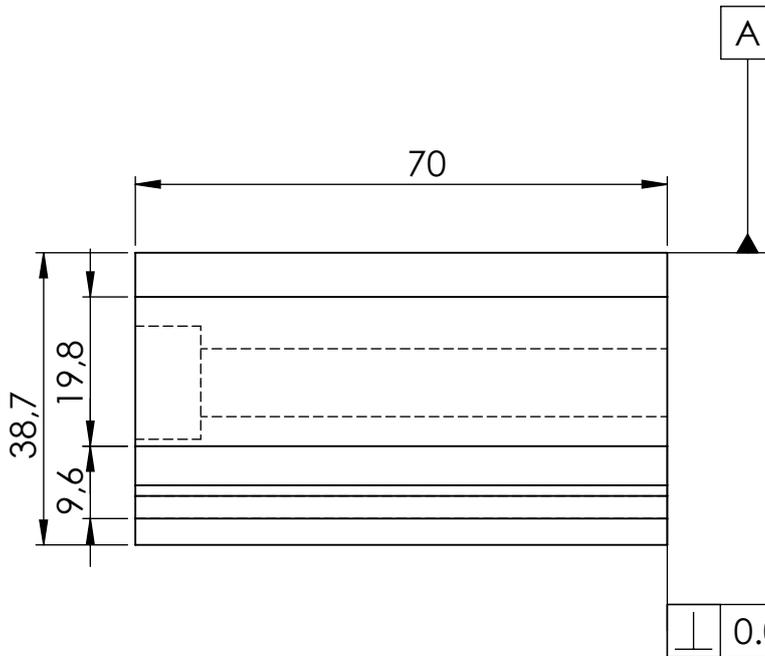
Ra = 3.5



17	02	MATRICE 2	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:2		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE		-
PLANCHE N°17		DE LA TABLE DE TRAVAILLE 02		
		AUXILIAIRE CUISINIERE		
		YEFSAH.L-OUALI.R		2020/2021
A4		FGC CM UMMTO		MASTER 2

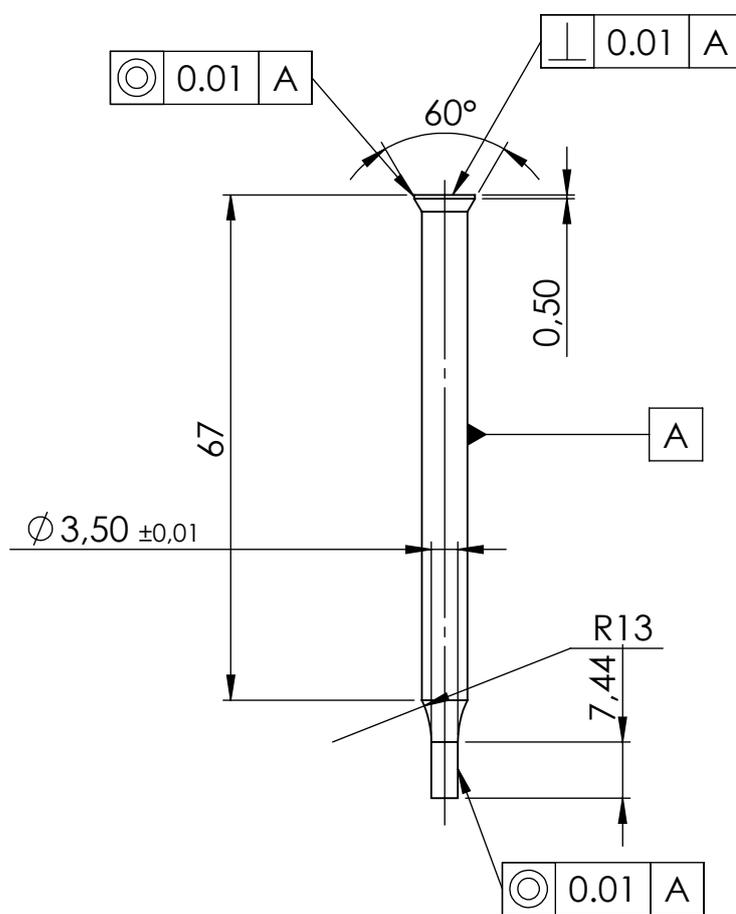
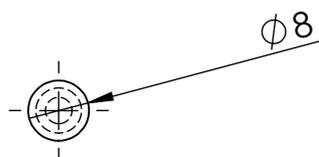


COUPE A-A



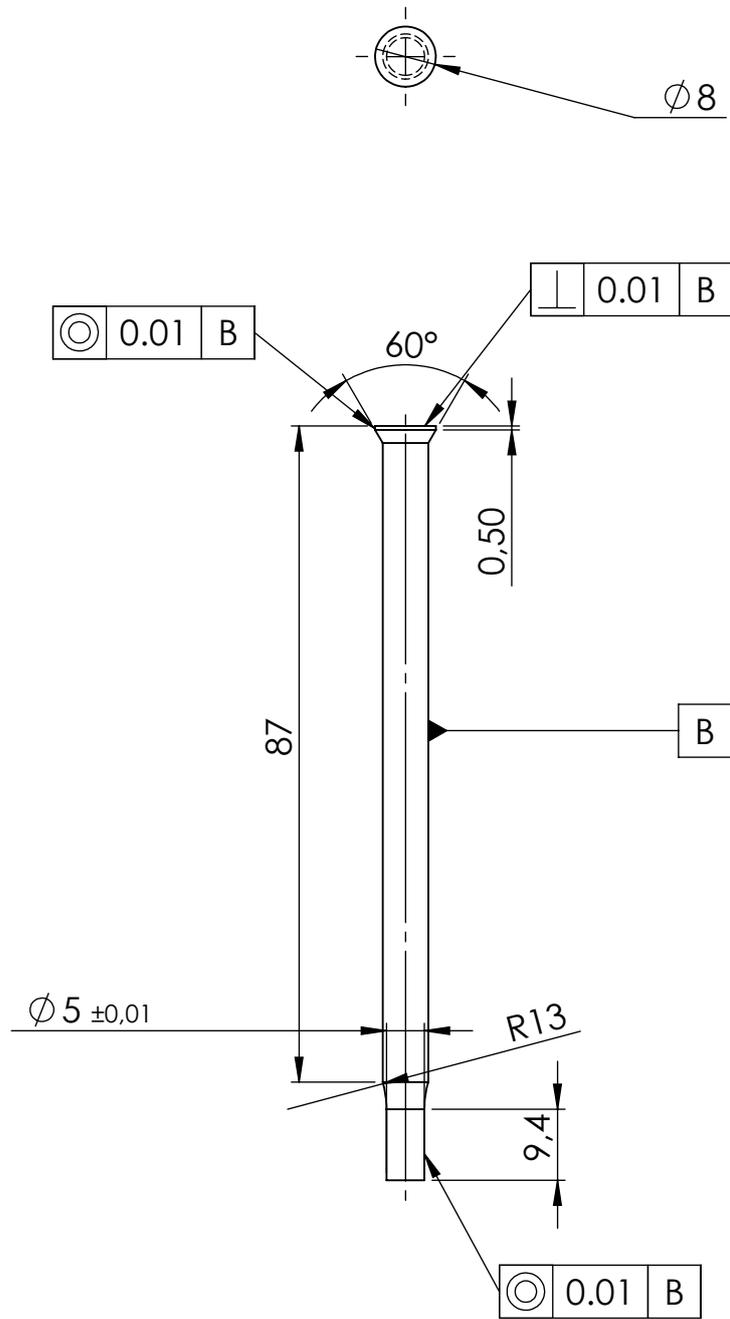
Ra = 3.2

18	02	POINCON AUXILIAIRE	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:1		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE		-
PLANCHE N°18		DE LA TABLE DE TRAVAILLE 02		
		AUXILIAIRE CUISINIERE		
		YEFSAH.L-OUALI.R		2020/2021
A4		FGC CM UMMTO		MASTER 2



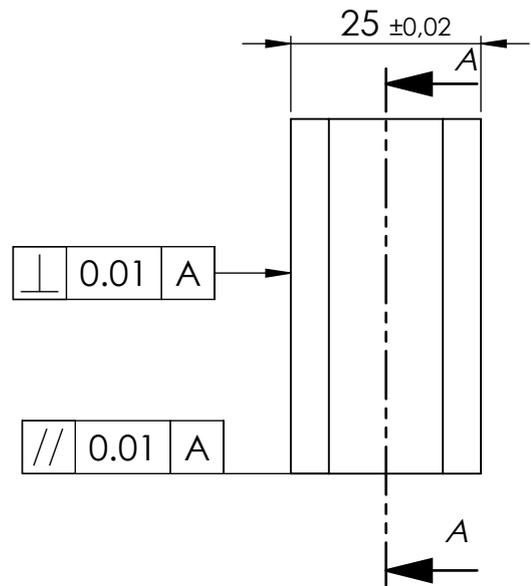
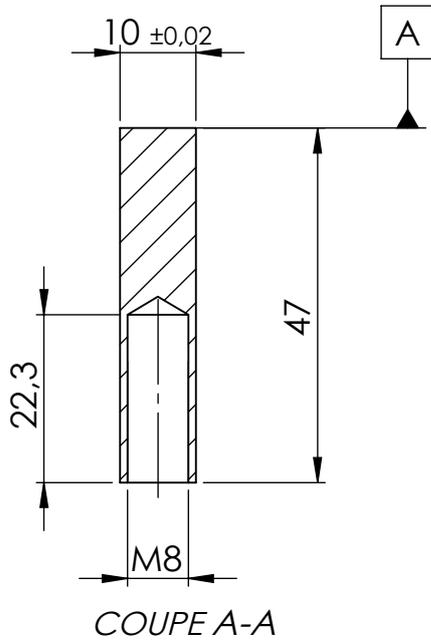
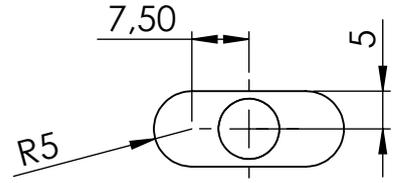
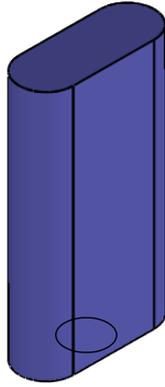
Ra = 3.2

19	09	POINCON D3.5	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:1		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAIL 02 AUXILIAIRE CUISINIERE		-
PLANCHE N°19				
		YEFSAH.L-OUALI.R		2020/2021
A4		FGC CM UMMTO		MASTER 2



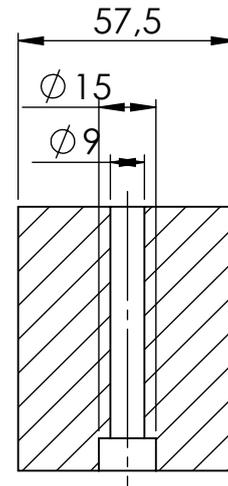
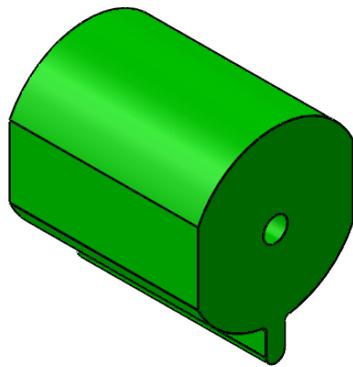
Ra = 3.2

20	04	POINCON D5	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:1		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAILLE 02 AUXILIAIRE CUISINIERE		-
PLANCHE N°20				
		YEFSAH.L-OUALI.R	2020/2021	
A4		FGC CM UMMTO	MASTER 2	

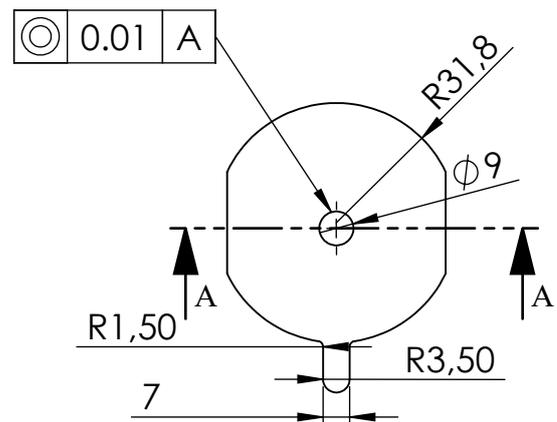
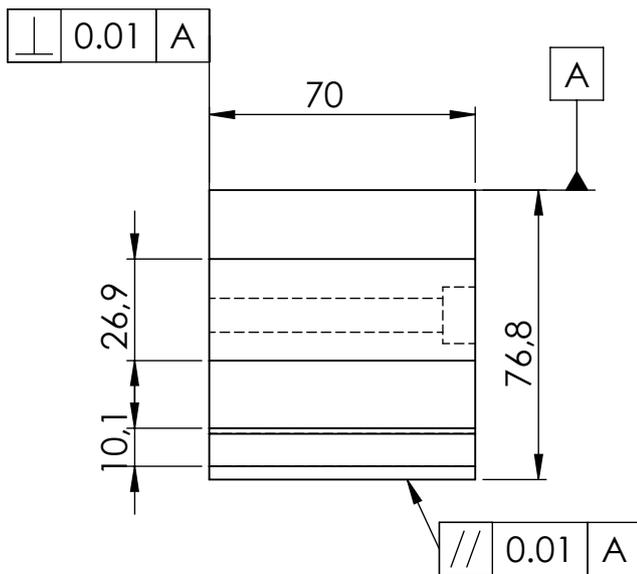


Ra = 3.2

21	18	POINCON OVALE	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE:1:1		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAILLE 02 AUXILIAIRE CUISINIERE		-
PLANCHE N°21				
		YEFSAH.L-OUALI.R		2020/2021
A4		FGC CM UMMTO		MASTER 2

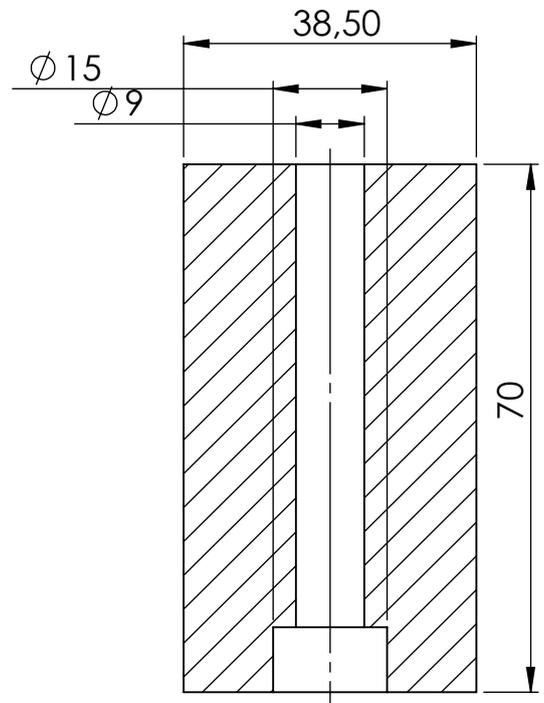
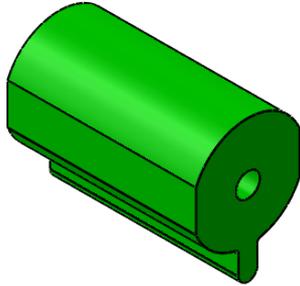


COUPE A-A

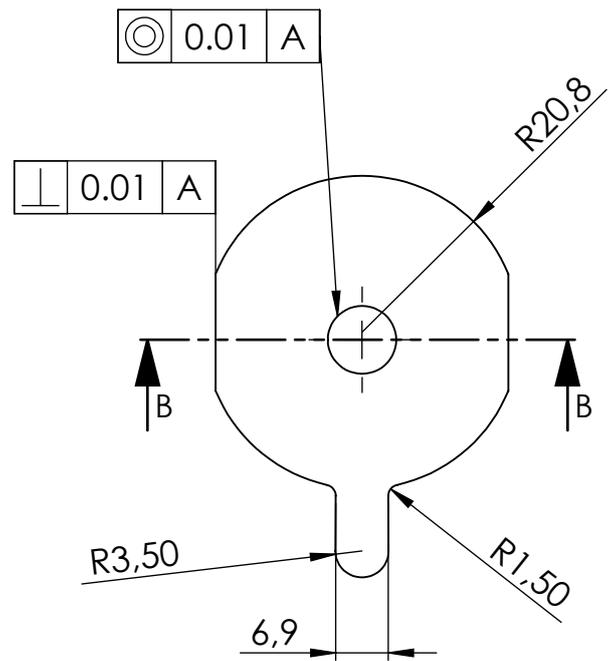
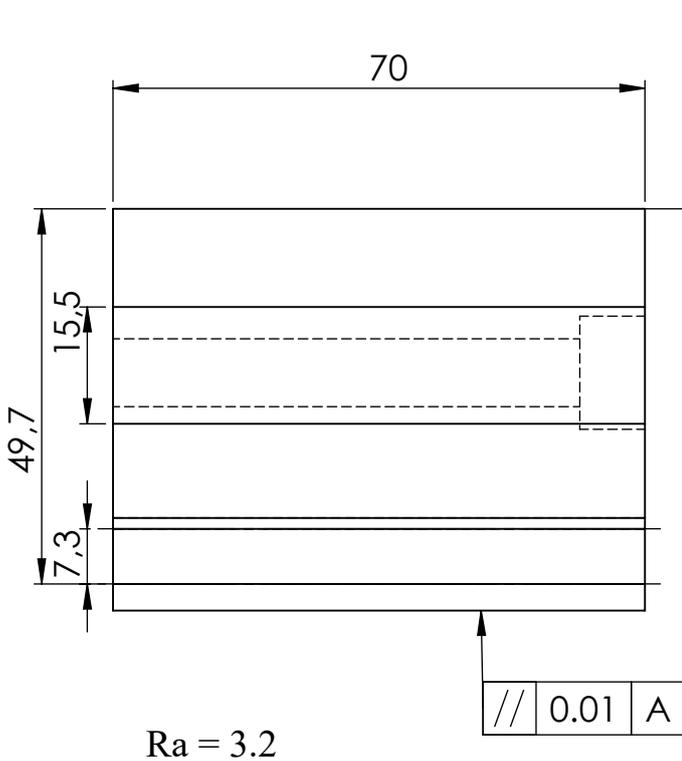


Ra = 3.2

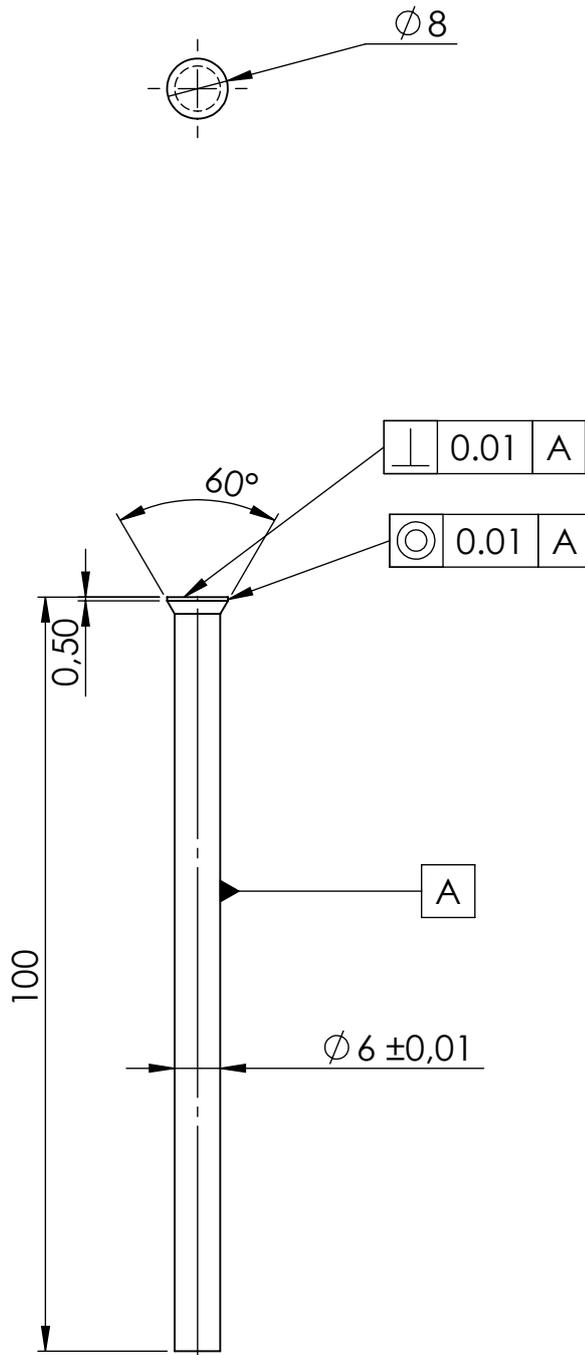
22	01	POINCON GRAND RAPIDE	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:2		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAILLE 02 AUXILIAIRE CUISINIERE		
PLANCHE N° 22				
		YEFSAH.L-OUALI.R	2020/2021	
A4		FGC CM UMMTO	MASTER 2	



COUPE B-B

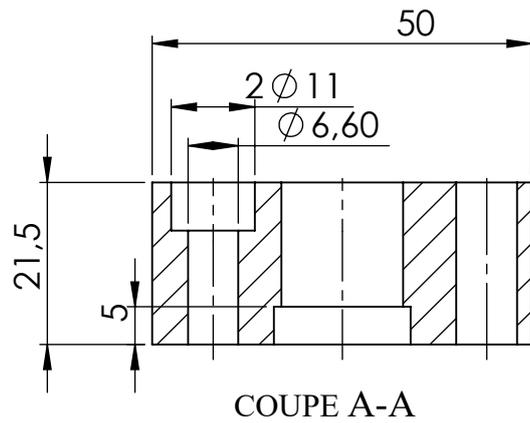
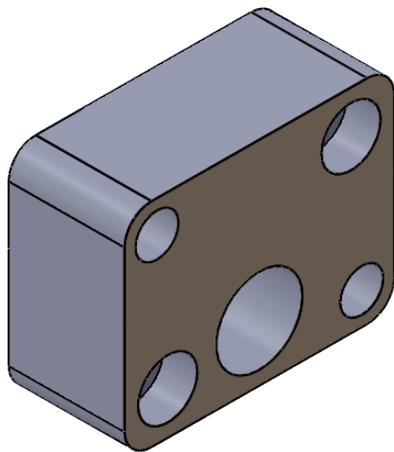


23	01	POINCON SEMI RAPIDE	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:1		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE		-
PLANCHE N° 23		DE LA TABLE DE TRAVAILLE 02		
A4		YEFSAH.L-OUALI.R	FGC CM UMMTO	2020/2021
				MASTER 2

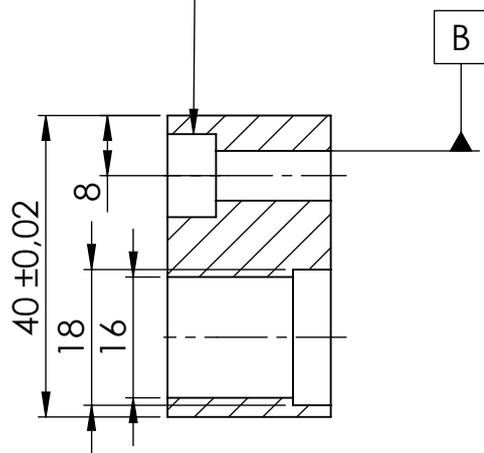


Ra = 3.2

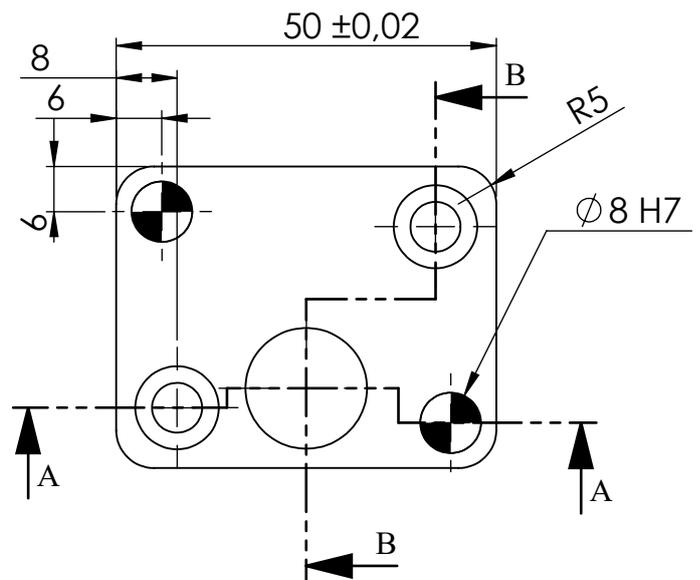
24	04	POINCON D6	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:1		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAIL 02 AUXILIAIRE CUISINIERE		-
PLANCHE N° 24				
		YEFSAH.L-OUALI.R		2020/2021
A4		FGC CM UMMTO		MASTER 2



⊙ 0.01 B

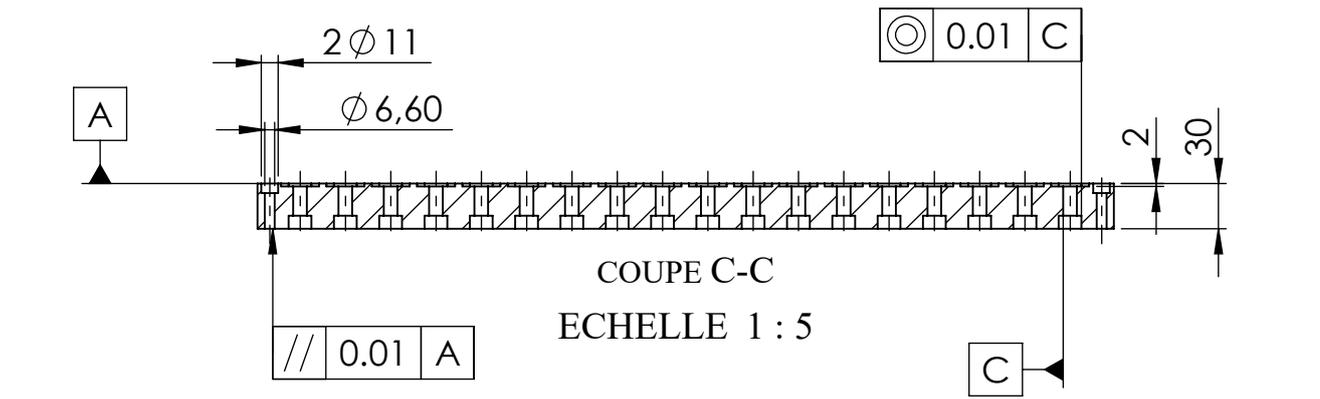


COUPE B-B

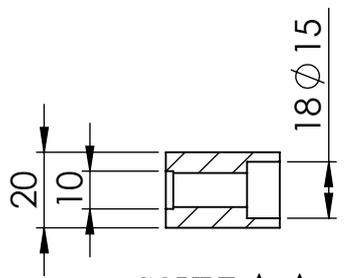


Ra = 3.2

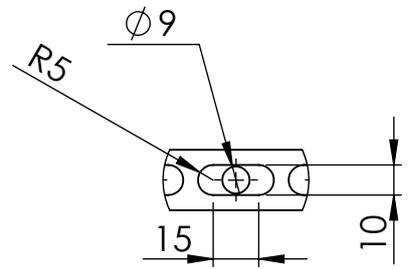
25	08	PORTE CANON	XC38	/
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:1		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAILLE 02 AUXILIAIRE CUISINIERE		-
PLANCHE N° 25				
		YEFSAH.L-OUALI.R	2020/2021	
A4		FGC CM UMMTO	MASTER 2	



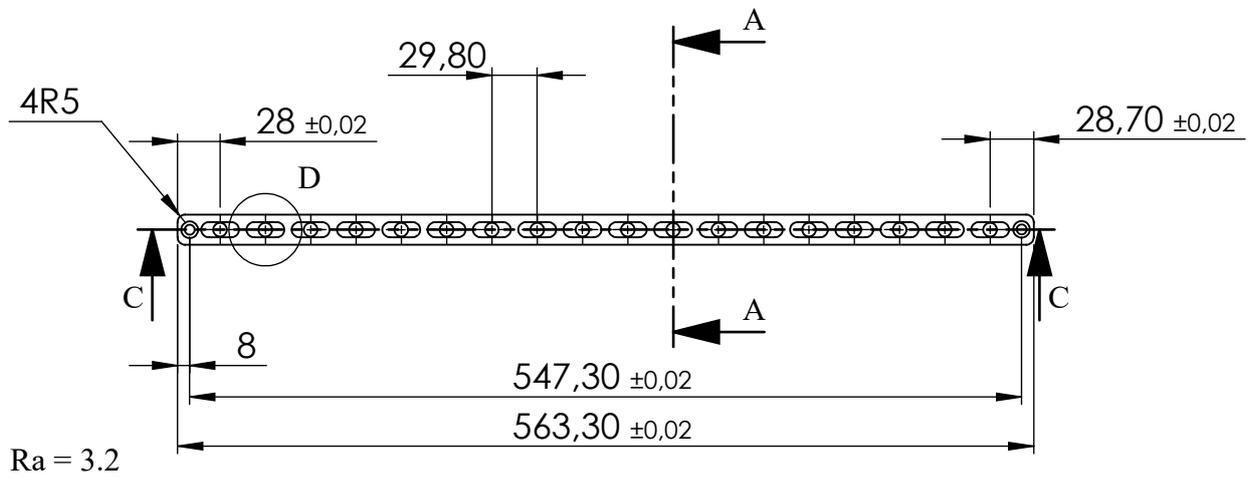
COUPE C-C
ECHELLE 1 : 5



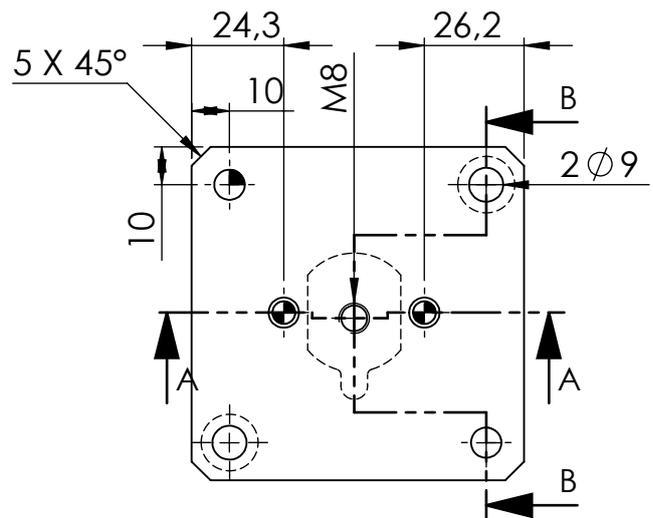
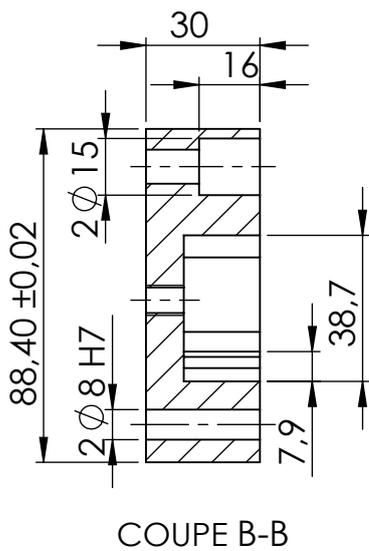
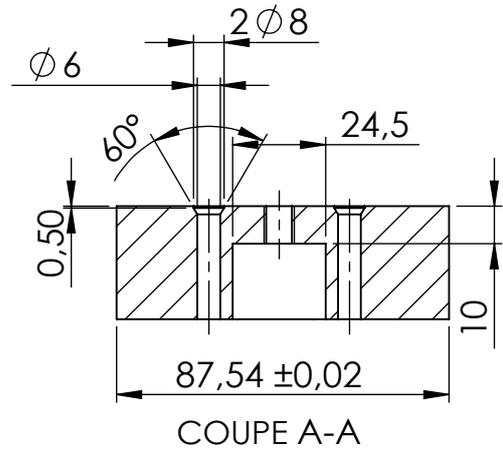
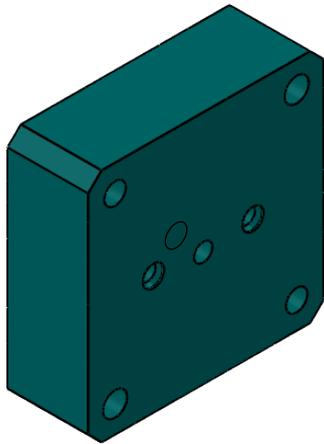
COUPE A-A
ECHELLE 1 : 2



DÉTAIL D
ECHELLE 2 : 5

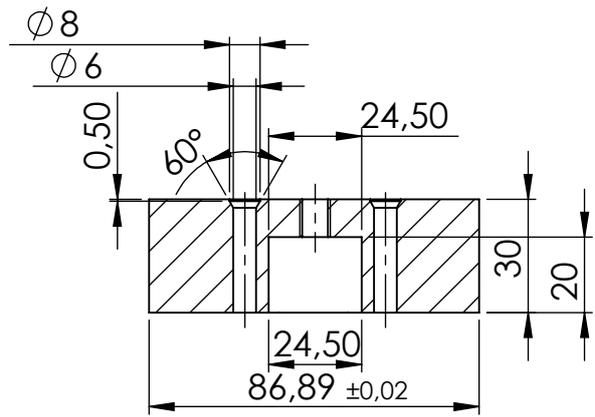
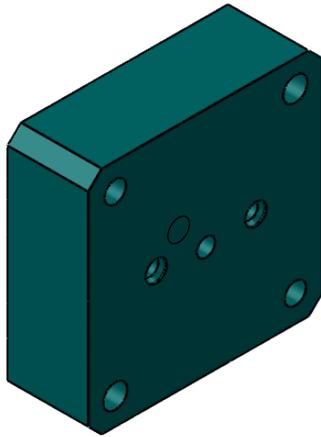


27	01	PORTE POINCON 05	XC48	/
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:5		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE		-
PLANCHE N° 27		DE LA TABLE DE TRAVAILE 02		
		AUXILIAIRE CUISINIERE		
		YEFSAH.L-OUALI.R		2020/2021
A4		FGC CM UMMTO		MASTER 2

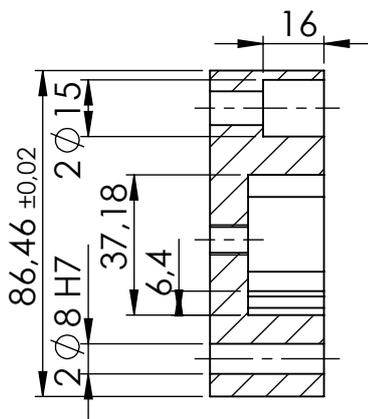


Ra = 3.2

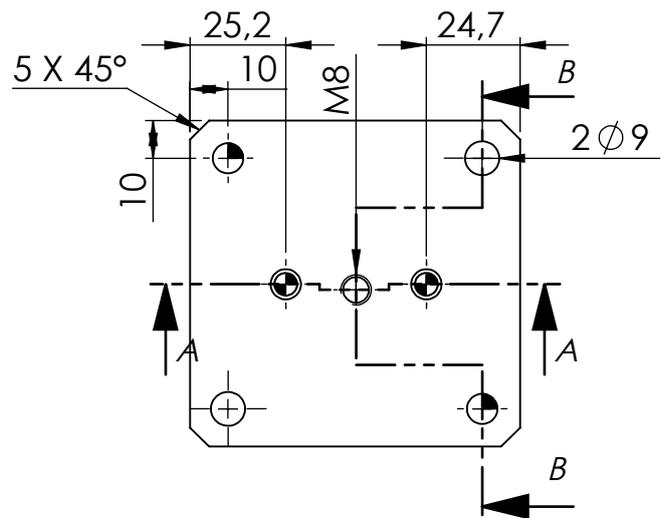
33	01	PORTE POINCON 2	XC48	/
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:2		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAILE 02 AUXILIAIRE CUISINIERE		-
PLANCHE N°33				
		YEFSAH.L-OUALI.R	2020/2021	
A4		FGC CM UMMTO	MASTER 2	



COUPE A-A

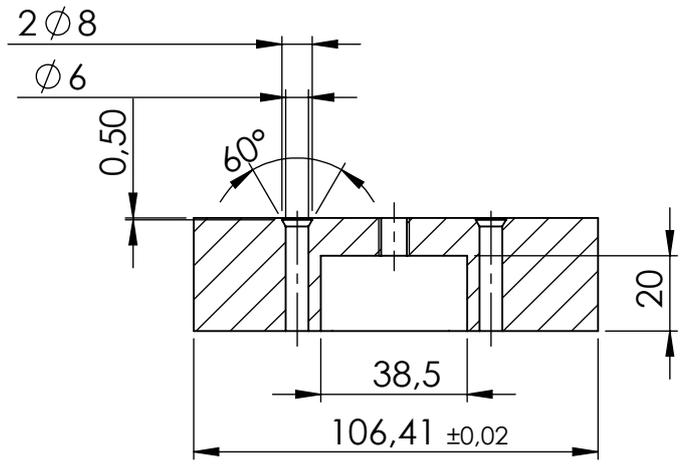
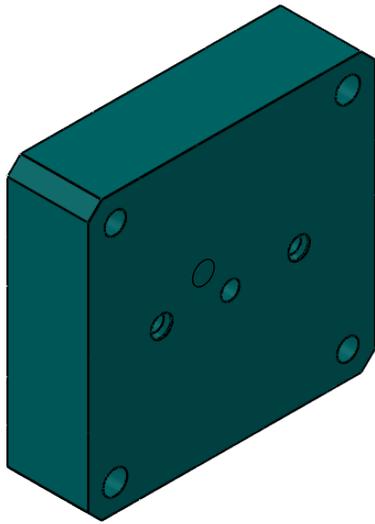


COUPE B-B

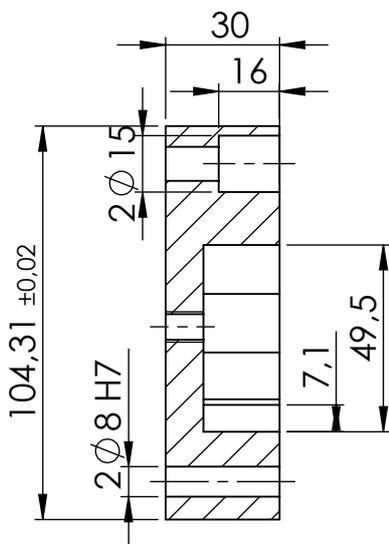


Ra = 3.2

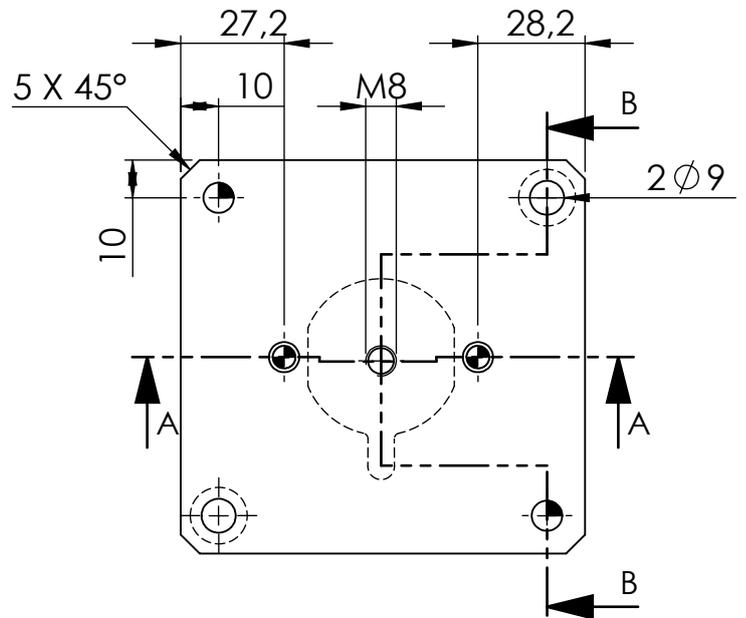
28	01	PORTE POINCON 3	XC48	/
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE:1:2		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAIL 02 AUXILIAIRE CUISINIERE		-
PLANCHE N°28				
		YEFSAH.L-OUALI.R	2020/2021	
A4		FGC CM UMMTO	MASTER 2	



COUPE A-A

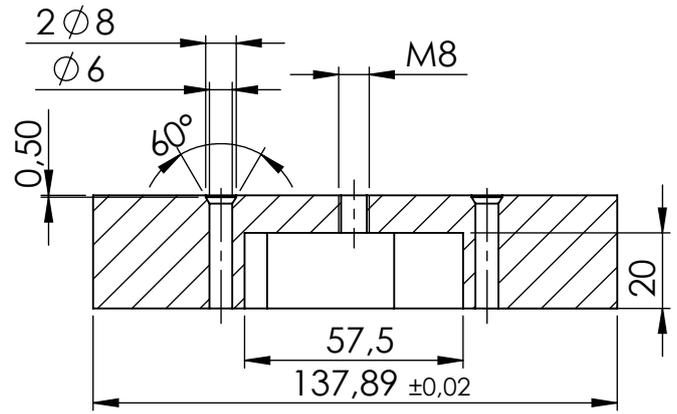
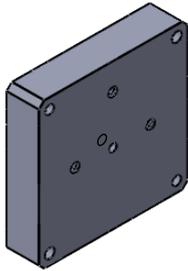


COUPE B-B

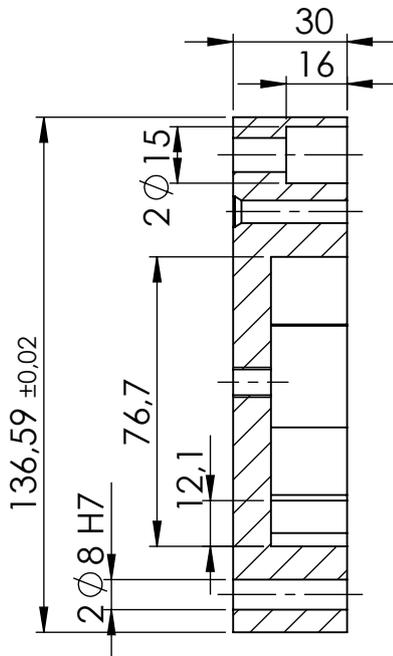


Ra = 3.2

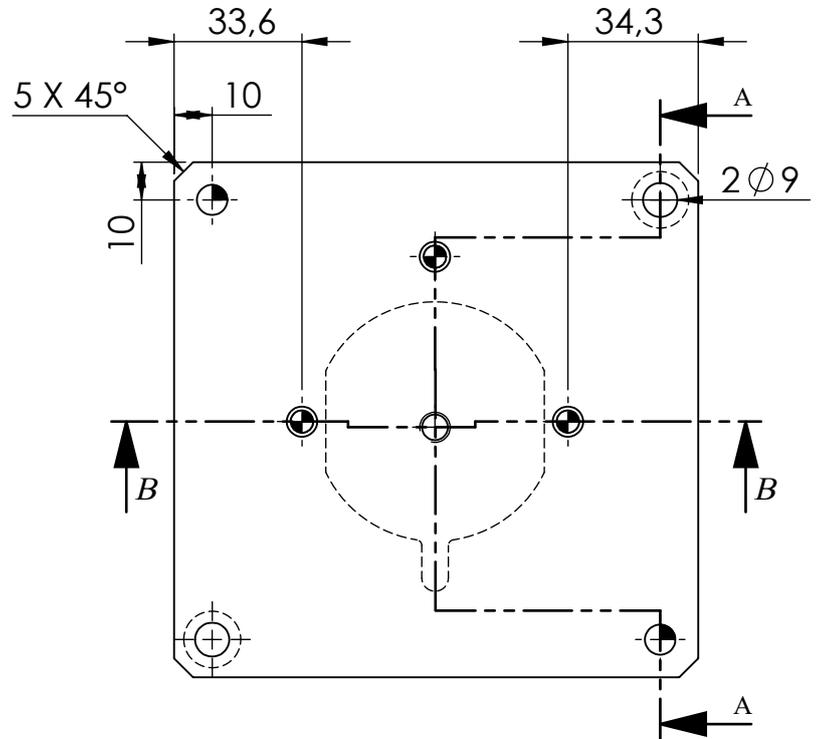
29	01	PORTE POINCON 4	XC48	/
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:2		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAILLE 02 AUXILIAIRE CUISINIERE	-	
PLANCHE N°29				
		YEFSAH.L-OUALI.R	2020/2021	
A4		FGC CM UMMTO	MASTER 2	



COUPE B-B

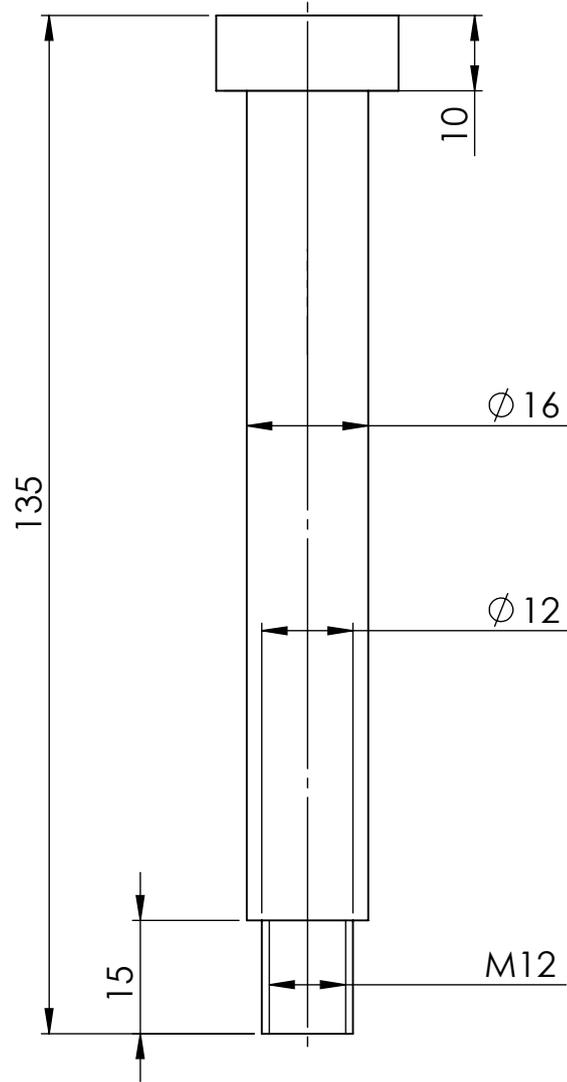
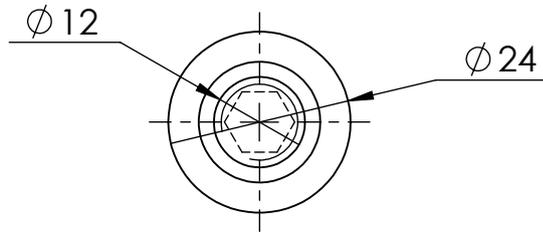


COUPE A-A

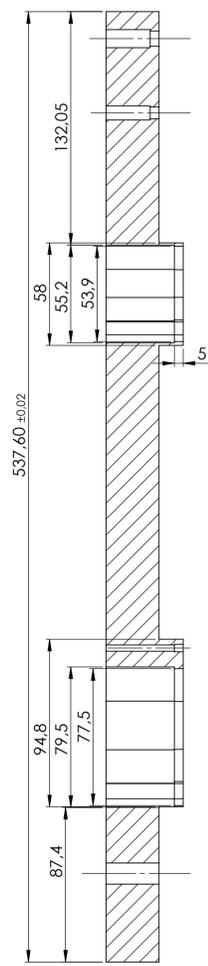
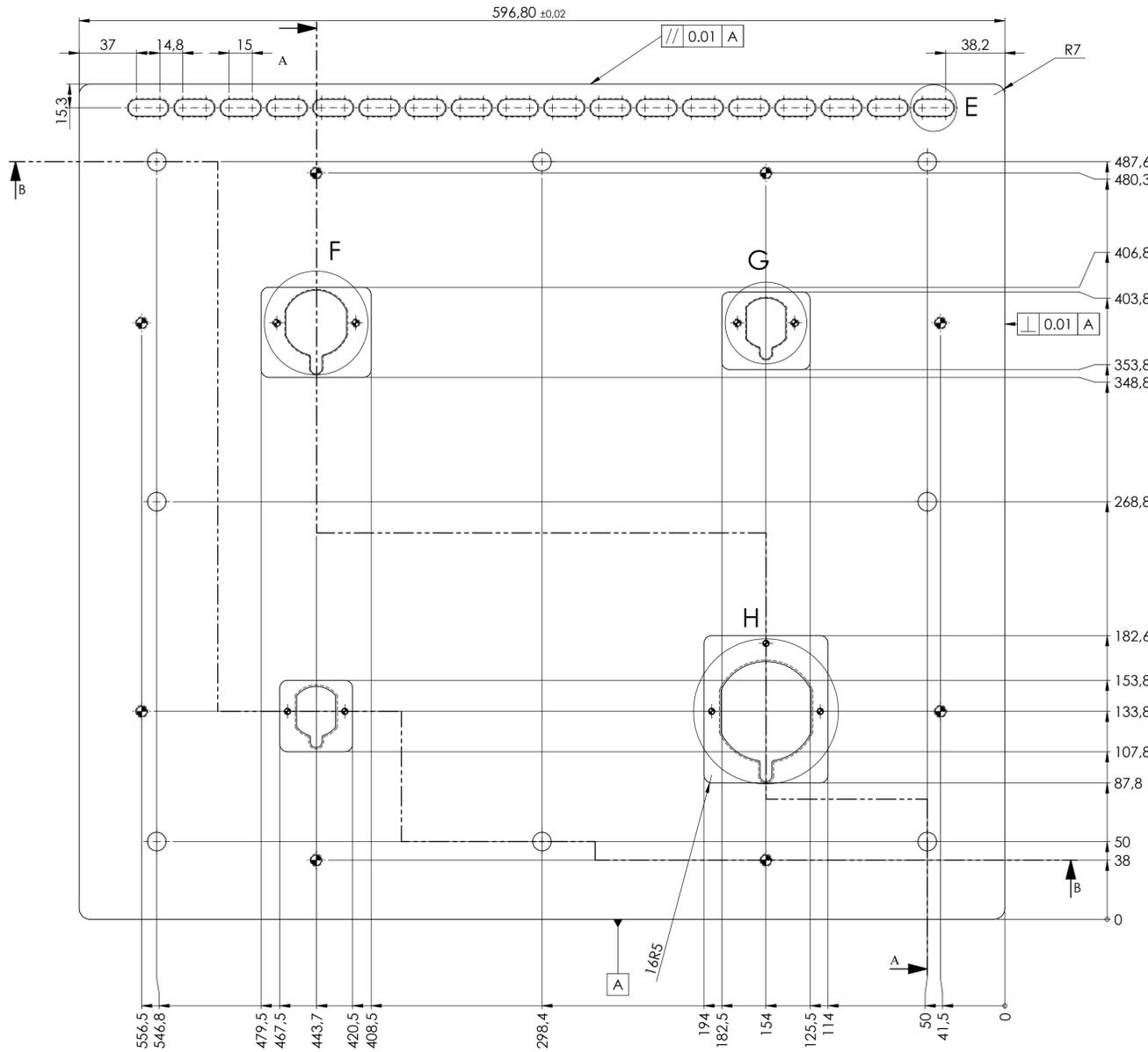
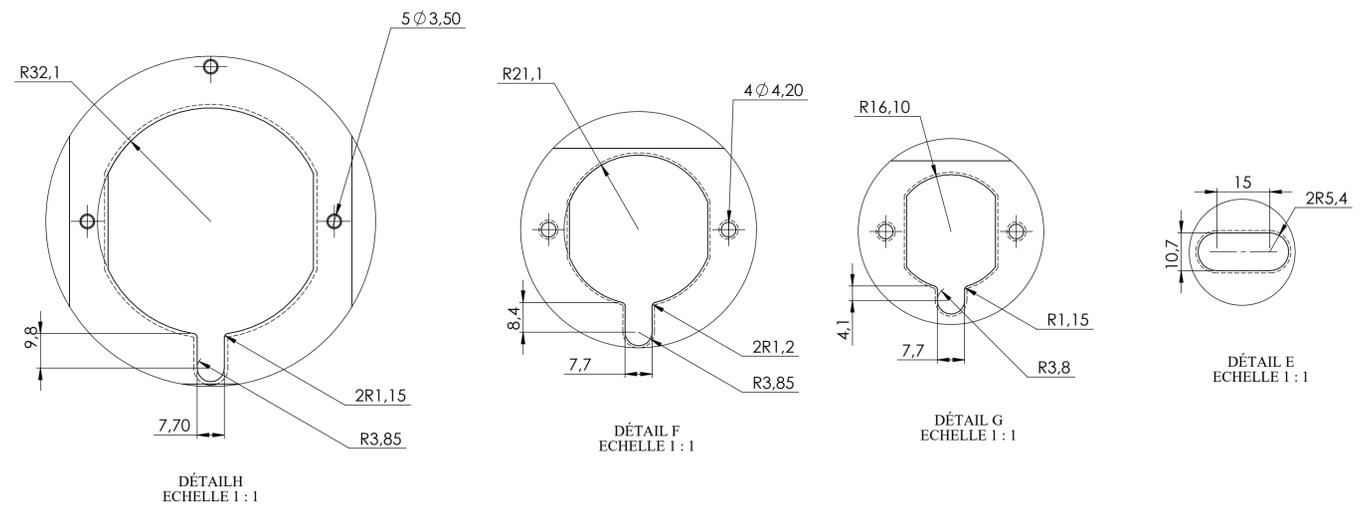
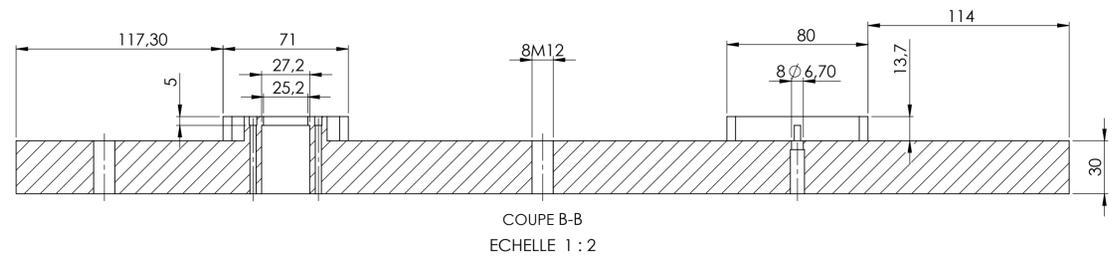


Ra = 3.2

Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
30	01	PORTE POINCON 1	XC48	/
ECHELLE: 1:2		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAILLE 02 AUXILIAIRE CUISINIERE		-
PLANCHE N° 30				
		YEFSAH.L-OUALI.R	2020/2021	
A4		FGC CM UMMTO	MASTER 2	

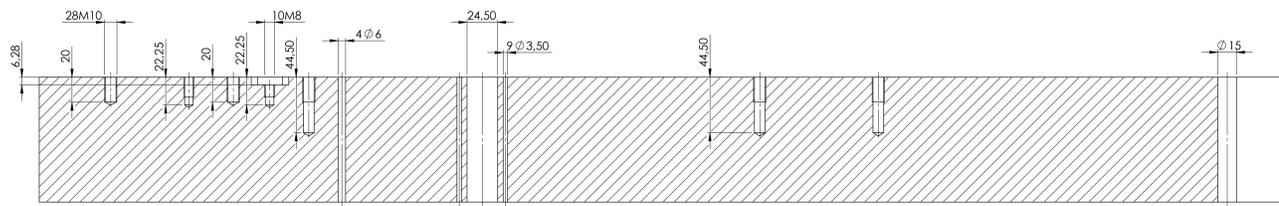


34	08	VIS EPAULE	-	/
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:1		OUTIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAIL 02 AUXILIAIRE CUISINIERE		-
PLANCHE N°34				
		YEFSAH.L-OUALI.R		2020/2021
A4		FGC CM UMMTO		MASTER 2

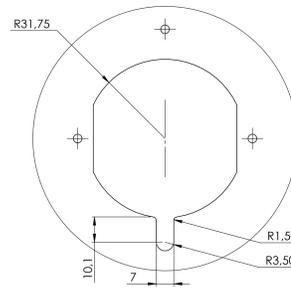


Ra = 3.2

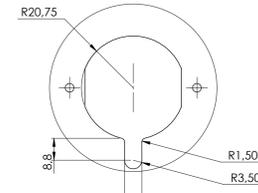
31	01	SERRE FLAN	XC48	/
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE: 1:2		OUTIL DE POINÇONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAIL 02 AUXILIAIRE CUISINIÈRE		-
		YEFSAHL OUALI.R		2020/2021
	A4	FGC CM UMMTO		MASTER 2



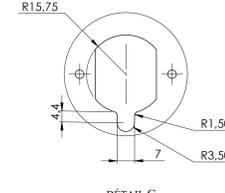
COUPE B-B
ECHELLE 1 : 2



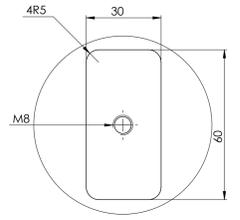
DÉTAIL N
ECHELLE 1 : 1



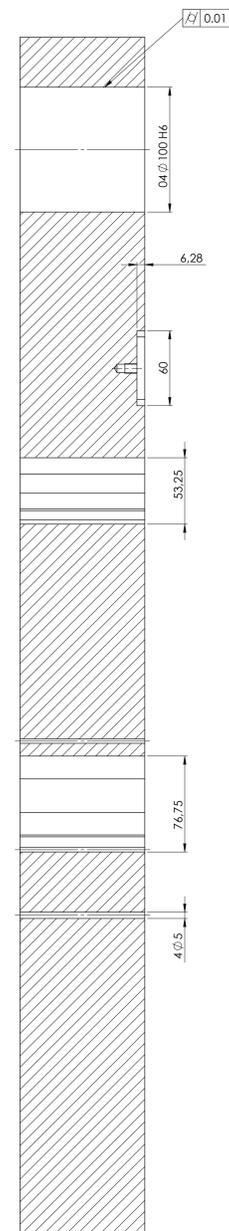
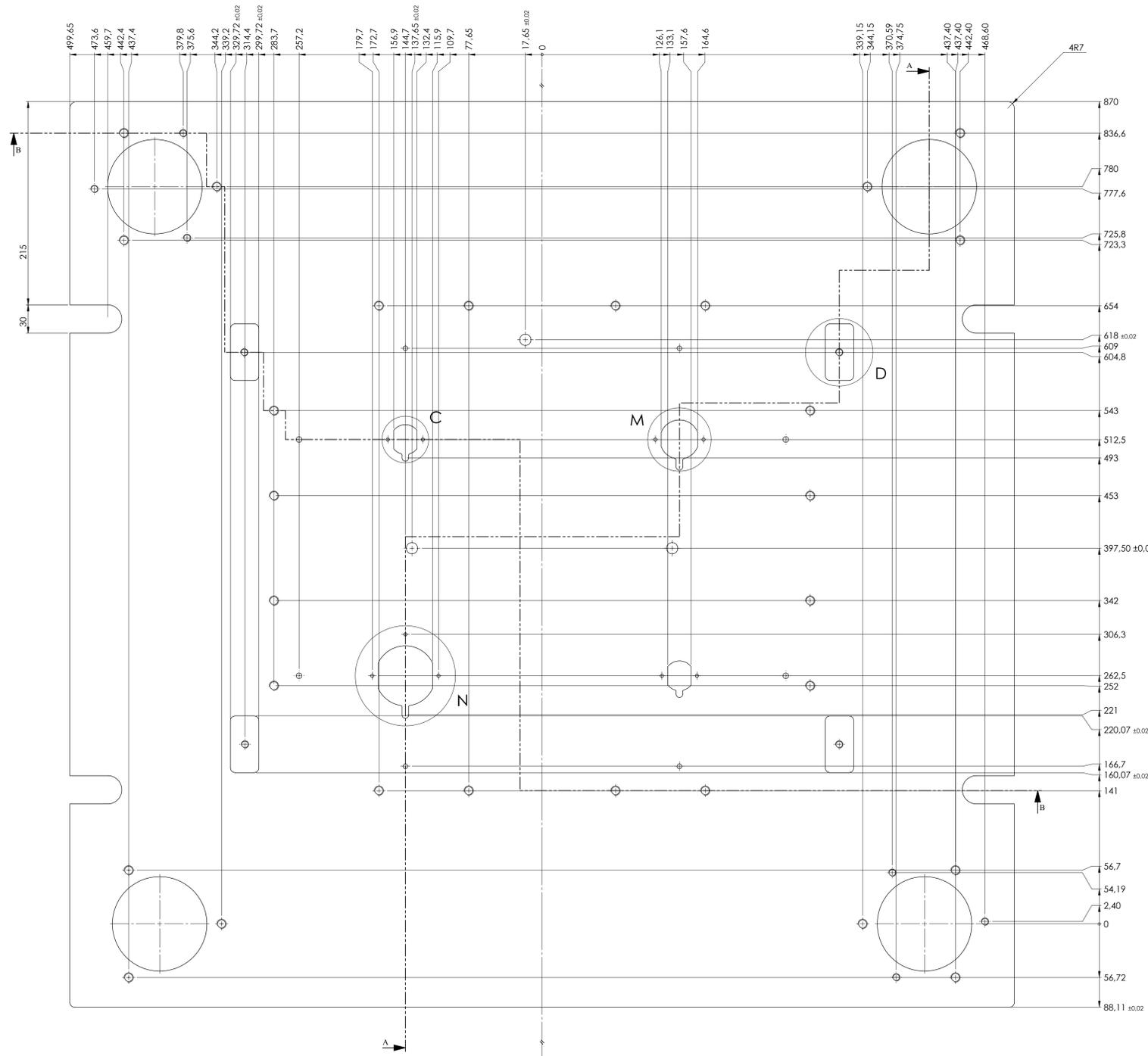
DÉTAIL M
ECHELLE 1 : 1



DÉTAIL C
ECHELLE 1 : 1

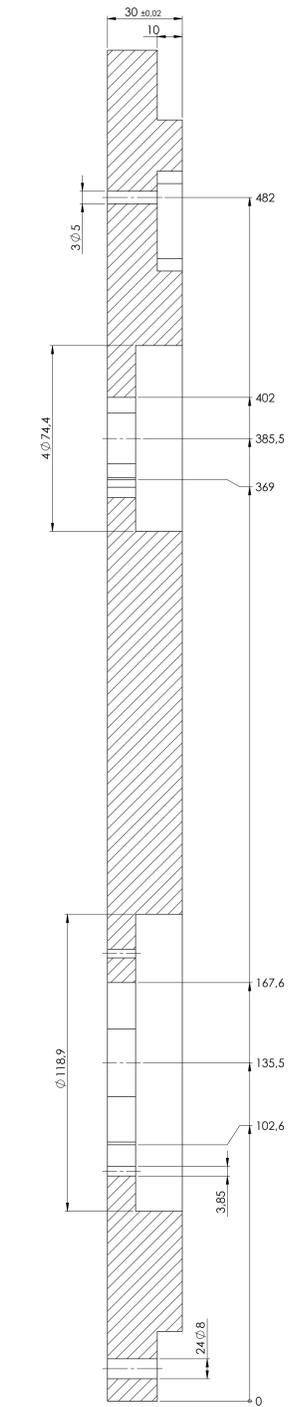
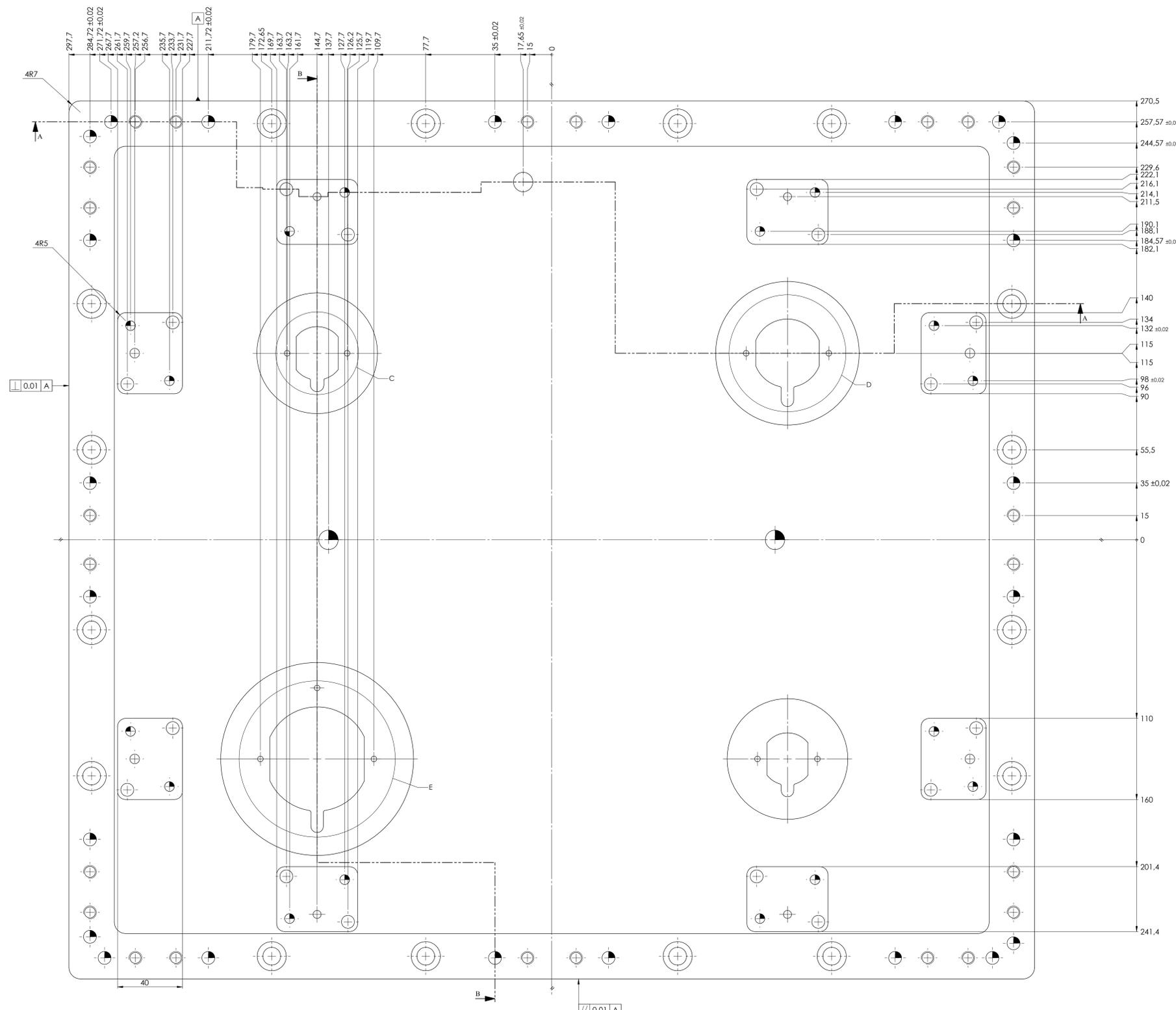
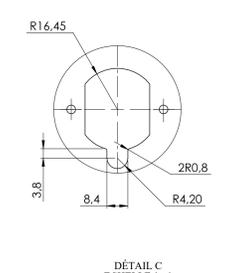
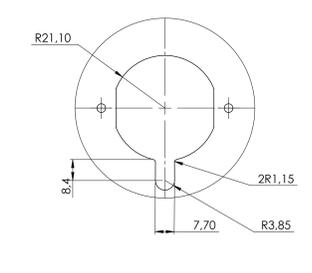
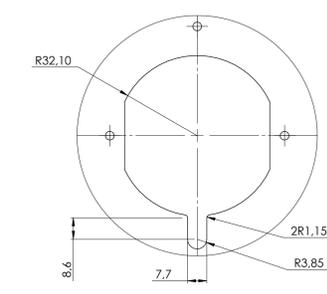
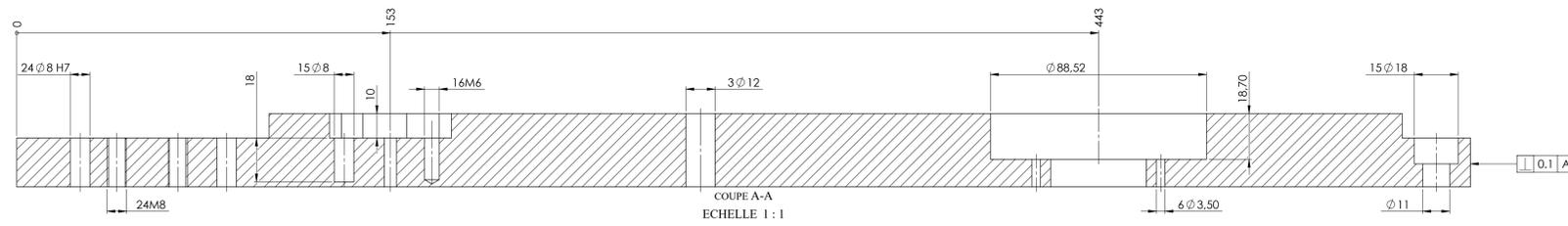


DÉTAIL D
ECHELLE 1 : 1



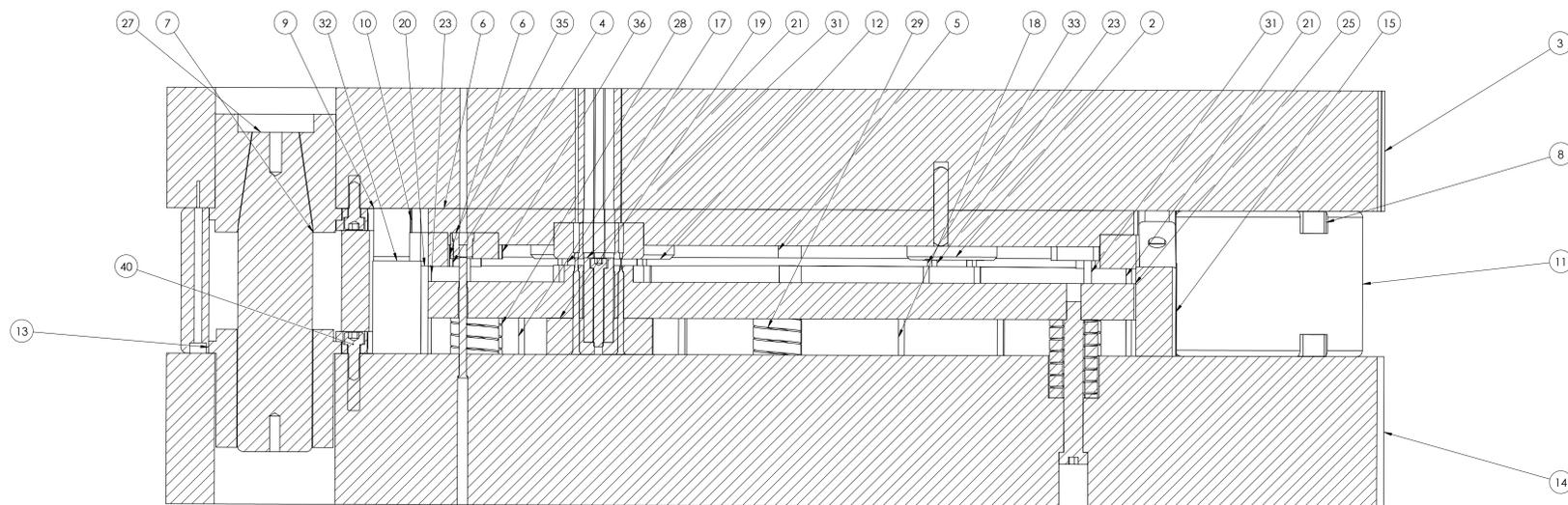
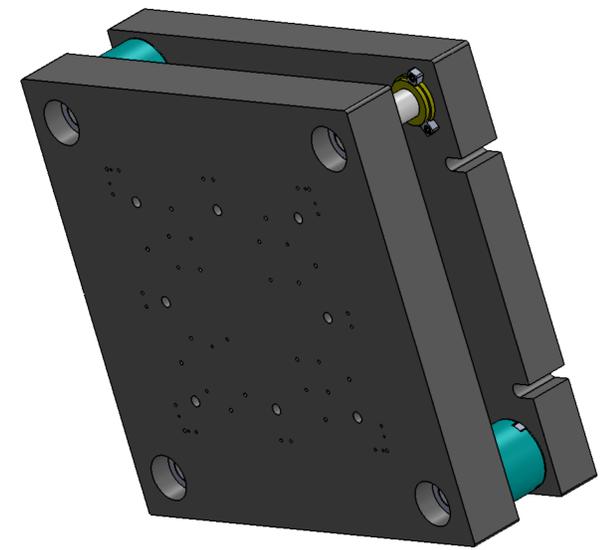
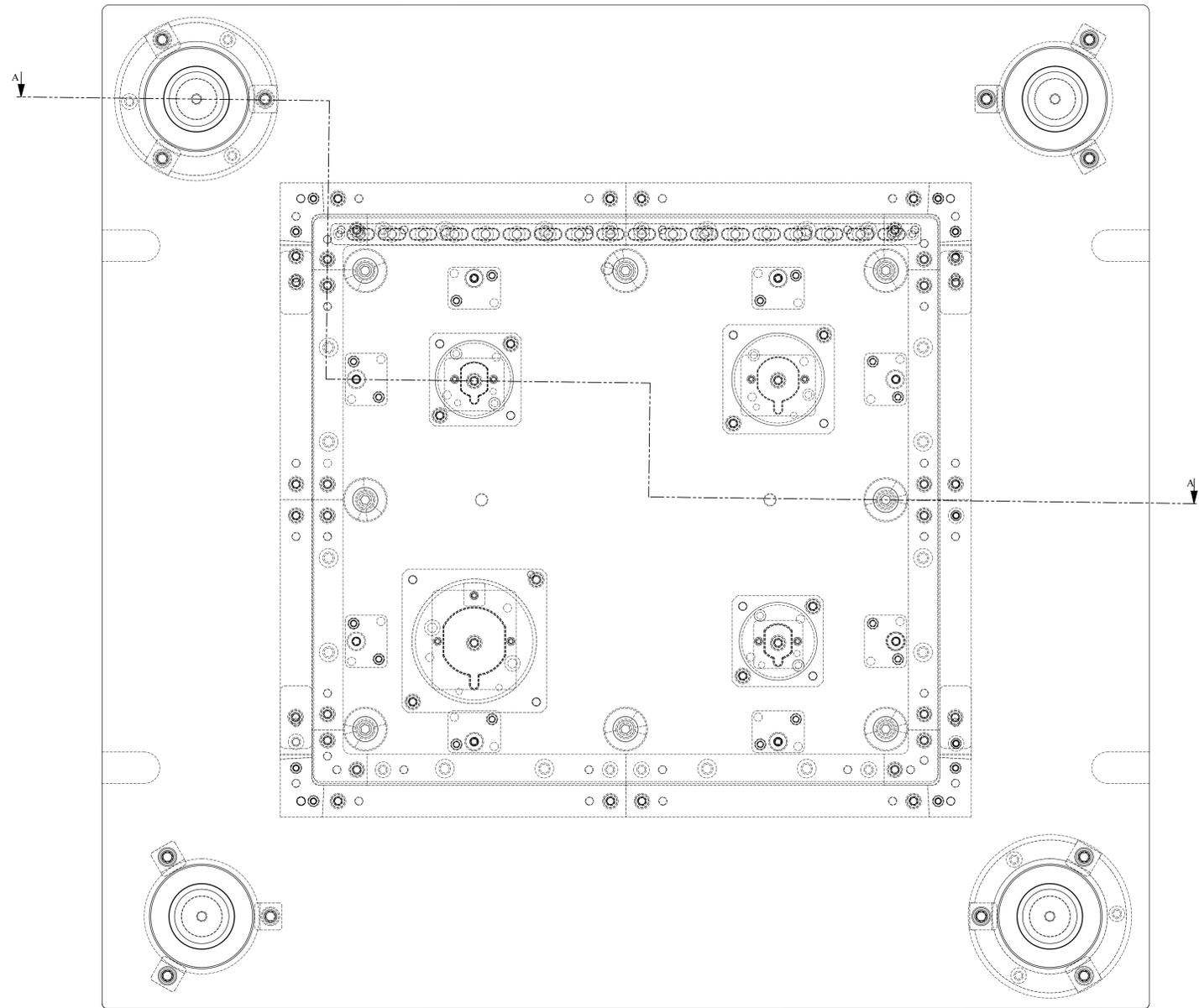
COUPE A-A
ECHELLE 1 : 2

Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
32	01	SEMELLE INFERIEUR	XC18	/
ECHELLE : 1:2		OUIL DE POINCONNAGE DETOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAIL 02 AUXILIAIRE CUISINIERE		
PLANCHE N°:32		YEFSAH.L-OUALI RABAH		
A0		FGC CM UMMTO		
		2021/2022		
		MASTER II		



Ra = 3.2

26	01	PORTE MATRICE	XC38	/
Ref	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
ECHELLE : 1:2		OUTIL DE POINÇONNAGE DÉTOURAGE DE LA TABLE DE TRAVAIL 02		
PLANCHE N°:26		AUXILIAIRE CUISINIÈRE		
A0		YEFSAH.L-OUALI RABAH		2021/2022
		FGC CM UMMTO		MASTER II



1	1	Matrice 01	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
2	2	Matrice 02	Z00C12	Tr+Rv 58/60 HRC
3	1	Semelle inferieur	XC18	-
4	4	Lame d'angle inferieur	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
5	4	Lame inferieur horizontal	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
6	1	porte matrice	XC38	-
7	4	Bague de guidage	Acier	-
8	24	bride de fixation	Z200C12	-
9	2	Coupe chute 02	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
10	2	Coupe chute01	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
11	2	Butée fin de course	Acier a outil	-
12	1	Matrice 04	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
13	4	Bague de guidage supérieur	bronze	-
14	1	Semelle supérieur	XC18	-
15	4	Symetrie lame supérieur	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
16	4	Symetrie IAME Supérieur	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
17	1	porte poinçon 01	XC48	-
18	1	porte poinçon 03	XC48	-
19	1	porte poinçon 02	XC48	-
20	1	porte poinçon 04	XC48	-
21	1	poinçon rapide	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
22	1	poinçon semi rapide	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
23	2	poinçon auxiliaire	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
24	18	poinçon exter	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
25	1	Sere flan	XC48	-
26	1	Porte poinçon 05	XC48	-
27	4	Colone de guidage	Acier a outil	Tr+Rv 58/64 HRC
28	8	RESSORT	-	-
29	8	Vis epaulé	-	-
30	4	Poinçon D5	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
31	4	PoinçonD6	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
32	4	Lame d'angle supérieur	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
33	9	Poinçon D 3,5	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
34	32	Goupille	-	Tr+Rv 58/64 HRC
35	8	Canon	Z200C12	-
36	8	Porte canon	-	-
37	3	Goupille D12	XC38	-
38	39	ISO 4762 M6	-	-
39	33	ISO 4762 M8	-	-
40	42	ISO 4762 M10	-	-
Rep	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATIONS
ECHELLE : 1:2				
OUTIL DE POINÇONNAGE DETOURAGE POUR				
TABLE DE TRAVAILLE 2 AUXILIAIRE CUISINIERE				
PLANCHE N°:35				
YEFSAHL-OUALI RABAH				
2020/2021				
A0				
FGC CM UMMTO				
MASTER II				