

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERY- TIZI OUZOU



Faculté du Génie de la Construction

Département Génie Mécanique

Mémoire de Fin d'Etudes

En vue d'obtention du diplôme Master en Génie Mécanique

Spécialité : Construction Mécanique

Thème :

Etude et Conception d'un outil

Poinçonnage et Détourage

d'un Cache Extra Plat d'une Cuisinière ENIEM 05 feux.

Proposé par :

ENIEM sous la direction
de Mr. M.CHALAL

Dirigé par :

Mr. A. BEHTANI

Réalisé par :

- Aghiles HAMOUR
- Sofiane HAMOUR

Promotion 2021/2022

Remerciements

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

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements et notre gratitude à notre promoteur Mr A. BEHTANI pour ses conseils, ses orientations ainsi que sa disponibilité tout au long de notre travail.

Nous remercions vont également Mr M. CHALAL qui nous a encadré au sein de l'entreprise pour son aide et son orientation tout au long de notre formation au sein de l'entreprise sans oublier tout le personnel de l'ENIEM .

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

Nous tenons également 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).

« L'eau coule grâce à sa source
L'arbre pousse grâce à ses racines »

Je dédie ce modeste travail

A mes parents, ma grand-mère et ma sœur

Pour leurs sacrifices, leurs amours, leurs tendresses,
leurs soutiens, leurs confiances en moi. Qu'ils
trouvent dans ce modeste travail le témoignage de ma
profonde reconnaissance et de mon attachement
indéfectible

Nulle dédicace ne peut exprimer ce que je leur dois
Que dieu leur réserve la bonne santé et une longue vie.

HAMOUR AGHILES

Je dédie ce modeste travail

A mon père qui a toujours cru en moi et son aide
précieuse durant mon cursus

A ma mère pour ses sacrifices et dévouement pour mon
bien-être

A ma grand-mère pour son encouragement et son
soutient

A mes frères pour leurs soutiens et leurs
bienveillances.

HAMOUR SOFIANE

Sommaire

Introduction.....	1
Présentation de l'entreprise.....	3
I. Présentation de l'entreprise	3
I.1 Objectif social et champ d'activité	4
I.2 Principales missions et activités de l'entreprise	4
I.2.1 Direction générale	4
I.2.2 Unité froid	4
I.2.3 Unité climatiseur	5
I.2.4 Unité sanitaire.....	5
I.3 Organisation générale de l'entreprise.....	6
I.4 Politique de l'entreprise	7
I.4.1 Politique qualité.....	7
I.4.2 Engagement de la direction	7
1.4.2. Politique environnementale	7

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS ET CARACTÉRISATION DES ACIERS

I.1- Introduction	9
I.2- Généralités sur les aciers	9
I.2.1- Microstructures des aciers	9
I.3- Différents types d'aciers	11
I.3.1- Aciers ordinaires.....	11
I.3.2- Aciers de Traitement Thermique.....	13
I.3.4 - Aciers fortement alliés.....	15
I.3.5- Aciers à outils	15
I.3.6- Aciers inoxydables	15
I.4- Conclusion.....	17

CHAPITRE II : PROCÉDÉS D'OBTENTION DES TÔLES ET DE MISE EN FORME DES PIÈCES MÉCANIQUES

II.1- Introduction.....	18
II.2- Produits plats.....	18
II.3- Procédés d'obtention des tôles.....	18
II.3.1- Laminage à chaud	19
II.3.2- Laminage quarto.....	19
II.3.3- Laminage à froid	20

II.4- Emboutissage	21
II.4.1- Principe de l'emboutissage	22
II.4.2 -Techniques d'emboutissage	23
II.4.3- Effort d'emboutissage	24
II.5- Découpage	25
II.5.1- Différents types de découpage	27
II.6 - Poinçonnage.....	30
II.6.1- Phases du poinçonnage	30
II.6.2- Influence des paramètres de l'opération de découpage.....	32
II.6.3- Effort du découpage et du poinçonnage.....	34
II.6.4- Contraintes sur les poinçons.....	35
II.7- Pliage	36
II.7.1- Différents modes de pliage.....	37
II.7.2- Rayon du au pliage.....	40
II.7.3- Retour élastique.....	42
II.7.4- Paramètres influents sur l'opération du pliage.....	42
II.7.5- Effort du pliage	43
II.8- Conclusion	44

CHAPITRE III : CLASSIFICATION DES DIFFERENTES PRESSES MECANIQUES UTILISEES ET DE LEURS EQUIPEMENTS

III.1- Introduction.....	45
III.2-Différentes presses mécaniques	45
III.2.1- Selon le mode de transmission d'énergie	45
III.2.1.3- -Selon la forme du bâti	47
III.2.1.4 - Selon le nombre de coulisseau	49
III.3- Caractéristique d'une presse	50
III.4- Exigence de choix d'une presse.....	50
III.5- Différents constituants d'un outil d'une presse	50
III.5.1- Poinçon	51
III.5.2- Matrice.....	51
III.5.3- Dépouille	51
III.5.4- Affutage.....	52
III.6- Types d'outils de presse.....	52
III.6.1- Outil à presse-bande	52
III.6.2- Outil suisse	53

III.6.4- Outil de Détourage	55
II.6.5- Outil à Came	57
III.6.6- Outil d'emboutissage.....	57
III.6.7- Outils à Découper	59
III.6.8- Outils à contre-plaque.....	60
III.6.9- Outil de pliage	62
III.7- Montage des Outils sur les Presses	63
III.7.1- Petite Presse.....	63
III.7.2- Grosse Presse.....	64
III.8- Conclusion	65

CHAPITRE IV: ETUDE ET CONCEPTION

Introduction.....	66
IV.1 Cahier de charges.....	66
IV.2- Processus de fabrication	67
IV.3 Fiches techniques.....	67
IV.3.1- Fiches techniques de la tôle	67
Caractéristiques chimiques	68
Caractéristiques mécaniques.....	68
IV.4- Détail de l'outil.....	68
Partie inférieure	68
Partie supérieure.....	69
IV.5- Calculs des efforts et vérifications	69
IV.5.1 Calcul de l'effort du poinçonnage.....	69
IV.5.2- Calcul de l'effort de détourage	73
IV.5.3- Calcul de l'effort total.....	74
IV.4 Calcul de l'effort du serre flanc	75
IV.5- Effort total que doit fournir la presse	75
IV.6 Vérification de la résistance des poinçons au flambement.....	76
IV.7 Choix des ressorts de rappel	80
IV.8- Choix de la machine	82
IV.9- Conclusion	83
Conclusion Générale	
Références bibliographique	

*

Liste des figures

Figure I.1: Structure cubique centrée de l'ambiante jusqu' à 912°C.....	10
Figure I.2: Structure cubique à faces centrées de 912°C jusqu'à 1394°C.....	11
Figure I.3: Structure cubique centrée (fer δ)	11
Figure II.1: Schéma d'une cage quarto de laminage	20
Figure II.2: Train de laminage.....	21
Figure II.3: Emboutissage.	21
Figure II.4: Phase 1 de l'emboutissage.....	22
Figure II.5: Phase 2 de l'emboutissage.....	22
Figure II.6: Phase 3 de l'emboutissage.....	23
Figure II.7: Phase 4 de l'emboutissage.....	23
Figure II.8: Direction des efforts F_e et F_s	25
Figure II.10: Pièce découpée.	26
Figure II.11: Ligne de découpage et ses périphéries.	27
Figure II.12: Le Cisailage.....	27
Figure II.13: Paramètres entrants lors du cisailage.	28
Figure II.14: Encochage.	28
Figure II.15: Le Crevage.	28
Figure II.16: Ajourage.....	29
Figure II.17:Le détourage.....	29
Figure II.18: Le soyage.	29
Figure II.19: Le grignotage.	30
Figure II.20: Pièce poinçonnée.....	30
Figure II.21: Phases de poinçonnage.....	31
Figure II.22: Nomenclature des éléments de la géométrie du découpage.....	32
Figure II.23: Jeu du découpage.	33
Figure II.24: Contrainte de compression sur le poinçon.	35
Figure II.25: Etat d'un flambement du poinçon de découpage.	36
Figure II.26: Technique du pliage.	37
Figure II.27: Principe du pliage en V.	37
Figure II.28: Principe du pliage en l'air.	38
Figure II.29: Outil de pliage en l'air.....	39
Figure II.30: Outil de pliage en frappe.	39
Figure II.31: Principe du pliage en U.	39
Figure II.32: Pliage en L.....	40

Figure II.33: Angle de pliage.....	40
Figure II.34: Rayon de pliage.....	41
Figure II.35: Déformations à un angle vif (R=0).	41
Figure II.36: Phénomène du retour élastique.	42
Figure II.37: Jeu du pliage et le rayon de la matrice.	43
Figure III.1: Presse mécanique.....	46
Figure III.2: Presse hydraulique.....	47
Figure III.3: Presse à col de cygne.....	47
Figure III.4: Presse à arcade.....	48
Figure III.5: Presse à montant droit.....	48
Figure III.6: Presse à colonne.....	49
Figure III.7: Presse à table mobile et bigorne.....	49
Figure III.8: Illustration poinçon et matrice.....	51
Figure III.9: Angle de dépouille de la matrice.....	52
Figure III.10: Affutage de la matrice.....	52
Figure III.11: Outil à presse-bande.....	53
Figure III.12: Outil suisse.....	54
Figure III.13: Guidage du flan sur un Outil de reprise par diverses façons.....	55
Figure III.14: Outil de détournage normal.....	55
Figure III.15: Outil de détournage à ras.....	56
Figure III.16: Outil de détournage-poinçonnage.....	56
Figure III.17: Outil à came.....	57
Figure III.18: Outil d'emboutissage sans serre-flan.....	57
Figure III.19: Outil d'Emboutissage à Serre-Flan, placé sur une Presse à Simple Effet.....	58
Figure III.20: Outil d'Emboutissage à Serre-Flan, placé sur une Presse à Double Effets.....	58
Figure III.21: Outil simple découvert.....	59
Figure III.22: Outil découvert à butées.....	60
Figure III.23: Outil à contre-plaque muni d'un avancement du flan par engrenage.....	61
Figure III.24: Outil à contre-plaque muni d'un avancement du flan par couteau.....	61
Figure III.25: Outil de pliage en Vé.....	62
Figure III.26: Exemple d'Outil de pliage en U.....	62
Figure III.27: Exemple d'Outil de pliage en Équerre.....	63
Figure III.28: Plateau de presse.....	63
Figure III.29: Système de fixation des semelles sur le plateau.....	64
Figure III.30: Système de fixation de la partie supérieure de l'outil.....	64
Figure III.31: Système de fixation pour les grosses presses.....	65
Figure IV.1: Cache de table extra plat 05 feux.....	67

Figure IV.2: Mesure de longueur d'arc avec le logiciel SolidWorks.....	74
Figure IV.3:Type de ressort.....	80

Liste des tableaux

Tableau I.1: Aciers d'usage général.	12
Tableau I.2: Tableau de désignation des aciers non alliés.	13
Tableau I.3: Désignation des aciers faiblement alliés.	14
Tableau II.1: Tableau de détermination du coefficient K en fonction de d/D	24
Tableau II.2: Variation de la distance « a » suivant le rapport (R_i/e)	41
Tableau IV.1: Caractéristiques chimiques de la tôle.	68
Tableau IV.2: Caractéristiques mécaniques de la tôle.	68
Tableau IV.3: Longueurs libres de flambage en fonction du type de liaisons.	76
Tableau IV.4: Catalogue STEINEL NORMALIEN ressort charge extra forte.	80

INTRODUCTION GENERALE

Dans un monde en perpétuelle évolution, les industries de la mécanique doivent s'adapter aux contraintes de la mondialisation qui entraînent une concurrence accrue. Les critères de choix du client sont la qualité, le prix et la disponibilité du produit. Si les prix et la disponibilité sont des critères chiffrables et ne prêtent pas de confusion, la qualité reste autant pour le consommateur que pour le fabricant, une notion très vague et complexe.

L'Entreprise Nationale des Industries de l'Electroménager (ENIEM) se trouve aujourd'hui en concurrence du marché qui est devenu de plus en plus exigeant, et comme la satisfaction durable du client constitue l'objectif principal de cette entreprise, elle est soumise à des contrôles de qualité, et elle s'engage également à maintenir une amélioration continue de la qualité de sa gamme de produits, en effectuant des changements sur ces derniers et aussi à fabriquer d'autres nouveaux produits.

L'unité cuisson de cette entreprise nous a confié de faire une étude et la conception d'un outil permettant la réalisation des cotés d'un cache extra plat d'une nouvelle cuisinière ENIEM. La géométrie de cette pièce nous a mené non seulement à utiliser le procédé de poinçonnage, mais aussi le détournage afin d'arriver à l'obtention de la pièce finie.

Pour répondre aux besoins de l'entreprise, il est donc impératif de se munir de connaissances suffisantes des phénomènes qui se produisent lors des opérations de mise en forme, de l'architecte des outils et du choix des machines permettant l'obtention du meilleur résultat au niveau rentabilité et fiabilité (durée de vie).

Pour répondre à ces exigences, nous avons choisi de répartir les tâches du travail Comme suit ;

Le travail débutera par une introduction générale, suivie d'une présentation détaillée sur l'entreprise (ENIEM).

Le premier chapitre traite les types d'aciers différents aciers, leurs microstructures et leurs propriétés physico chimiques.

Le deuxième chapitre est consacré aux différents procédés de mise en forme des tôles et leurs principes.

Le troisième chapitre abordera la classification des différentes presses utilisées et de leurs équipements.

Quant au quatrième chapitre, il est consacré à l'étude, à la conception, à la résistance de notre l'outil et ainsi qu'au choix de la presse à utiliser.

Le travail ainsi effectué, nous permet de tirer 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. Cette dernière a été renommée en Août 1971.

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

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

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

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

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

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

Actuellement, l'entreprise ENIEM est constituée de :

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

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

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

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

1.1- Objectif social et champ d'activité

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

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

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

1.2- Principales missions et activités de l'entreprise

1.2.1- Direction générale

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

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

1.2.2- Unité froid

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

- Transformation des tôles.
- Traitement et revêtement des surfaces (peinture, plastification).

- Injection plastique et polystyrène.
- Fabrication de pièces métalliques.
- Isolation.
- Thermoformage.
- Assemblage.

1.2.3- Unité climatiseur

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

Sont :

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

1.2.4- Unité sanitaire

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

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

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

1.3- Organisation générale de l'entreprise

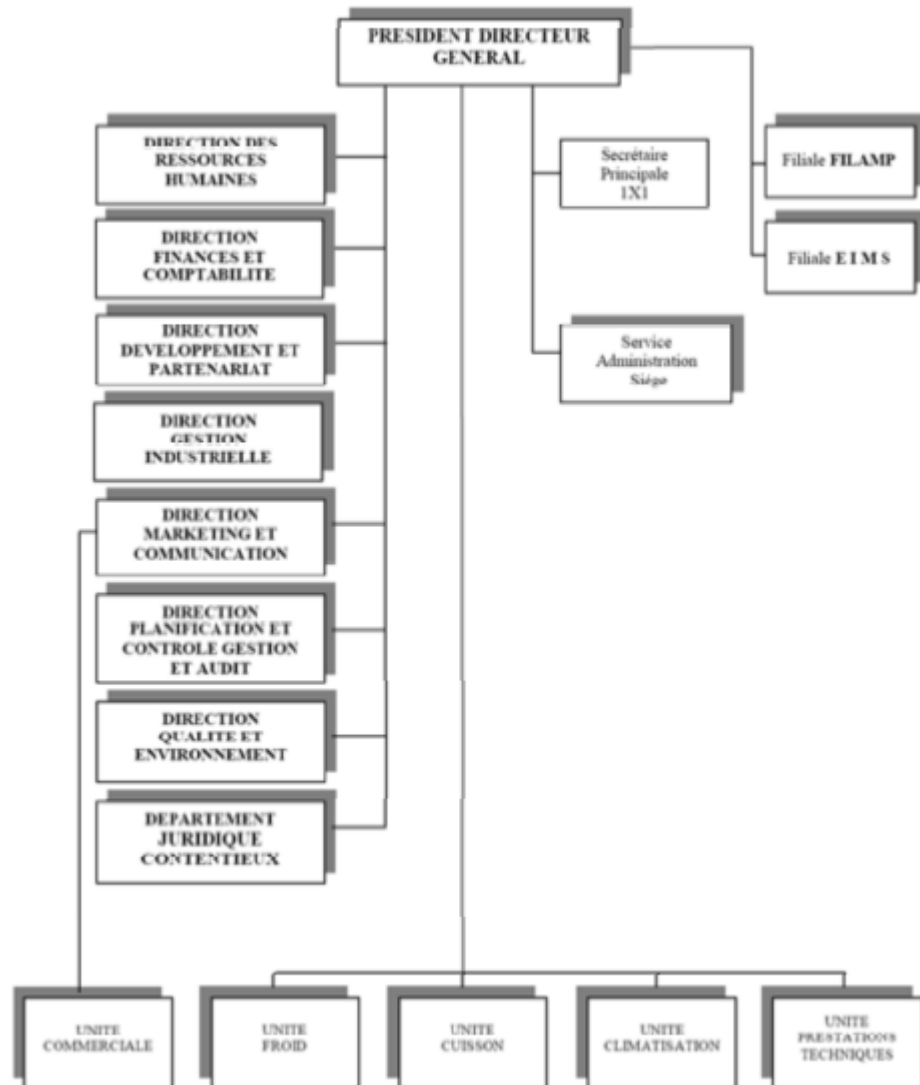


Figure I-1 : Organisation générale de l'entreprise

1.4- Politique de l'entreprise

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

1.4.1- Politique qualité

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

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

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

1.4.2- Engagement de la direction

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

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

1.4.2.1- Ses objectifs

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

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

1.4.2.2- Politique environnementale

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

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

Chapitre 1**GÉNÉRALITÉS ET CARACTÉRISATION DES ACIERS****I.1- Introduction**

Le choix d'un matériau pour une application donnée, nécessite une assurance sur sa durabilité dans les conditions de son emploi, en particulier environnementales. Ceci est particulièrement vrai pour les systèmes destinés à travailler à températures élevées, et dans des atmosphères corrosives. De tous les alliages métalliques, les aciers sont parmi les plus couramment employés dans les applications industrielles. La grande diversité de leurs nuances, et la possibilité de réaliser des traitements thermomécaniques conditionnant leurs propriétés mécaniques, permettent de couvrir une gamme d'applications extrêmement large.

I.2- Généralités sur les aciers [1]

Un acier est un alliage de fer et de carbone dont la teneur en carbone est inférieure à 2% en masse. Il peut - être répertorié, selon cette teneur en carbone qui fixe son niveau de dureté maximale, à l'état trempé. L'acier à faible teneur en carbone est le moins dur et le plus malléable.

Il contient des petites quantités d'autres éléments, incorporés au cours de son élaboration.

On peut aussi y ajouter des éléments d'alliage pour améliorer certaines propriétés spécifiques.

I.2.1- Microstructures des aciers

Pour comprendre le comportement et les propriétés des divers types d'acier, il est nécessaire de comprendre leurs microstructures. Cette microstructure contient des informations sur la structure cristalline, les imperfections ou défauts des réseaux cristallins et la texture.

I.2.1.1- La structure cristalline

Un acier est formé d'une multitude de petits volumes appelés grains qui sont limités par des surfaces appelées joints de grains. Les grains accolés les uns aux autres suivant les joints de grains, forment un empilage régulier d'atomes dans les 3 dimensions, selon un motif (ou maille) qui se répète un grand nombre de fois. L'ensemble de ces atomes constitue la structure cristalline de l'acier.

1.2.1.2- Différentes phases du fer

S'il est possible de faire varier dans de très larges limites les propriétés d'un acier de composition chimique donnée, c'est grâce à l'existence des transformations allotropiques que présente le fer et du rôle que joue le carbone dans ces transformations. L'une des caractéristiques essentielles du fer est l'existence de deux types d'arrangement des atomes (maille) suivant la température : cubique centré, de la température ambiante qui peut atteindre 910°C et cubique à faces centrées allant de 910°C jusqu'à 1394°C, et au-delà, elle est cubique centrée.

a- Structure cubique à température ambiante jusqu'à 912 °C

De la température ambiante jusqu'à 912°C, les atomes de fer sont placés suivant un réseau cubique centré. Il s'agit du Fer α , l'association de ce dernier avec le carbone en solution est appelé : Ferrite.

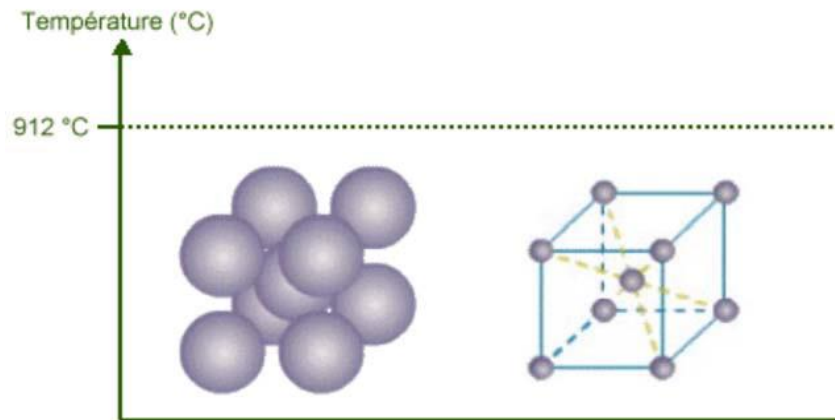


Figure. I.1 : Structure cubique centrée de l'ambiante jusqu' à 912°C.

b- Structure cubique à température variable de 912°C jusqu'à 1394°C

De 912°C jusqu'à 1394°C, les atomes de fer sont disposés suivant un réseau cubique à faces centrées. Il s'agit du fer γ , l'association de ce dernier à du carbone en solution est appelé: Austénite.

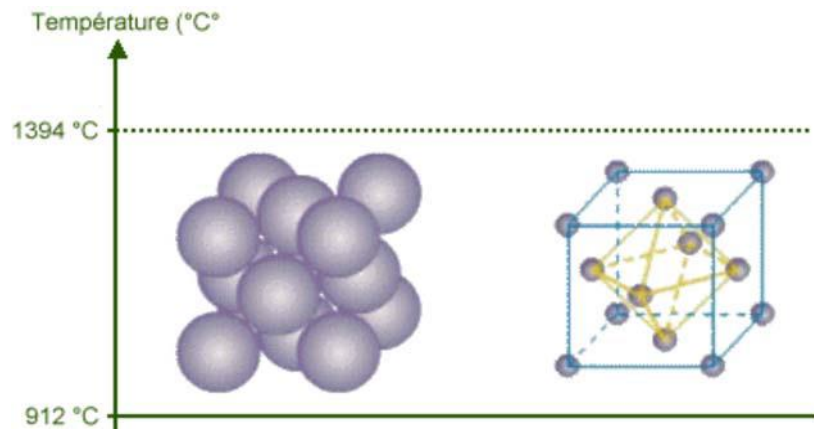


Figure. I.2 : Structure cubique à faces centrées de 912°C jusqu'à 1394°C

c- Structure cubique à une température supérieure à 1394°C ;

Au-dessus de la température 1394 °C, le fer est de nouveau de structure cubique centrée, à ce stade, on l'appelle le fer δ .

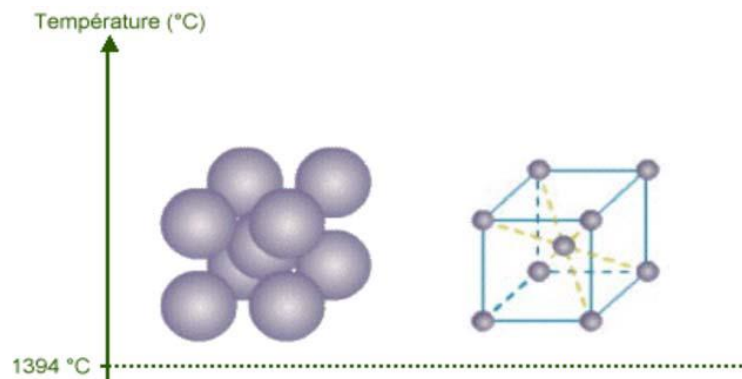


Figure. I.3 : Structure cubique centrée (fer δ)

I.3- Différents types d'aciers

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

I.3.1- Aciers ordinaires

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

Ils ont une teneur maximale de 0.25% en masse de Carbone, constituant environ 80% de la production des aciers (Tableau I.3). Ces aciers contiennent des éléments d'addition en faible quantité, et des impuretés dont la présence découle de leur mode d'élaboration.

Tableau I.1: Aciers d'usage général.

Nuance	Pourcentage de carbone (C)	Résistance R_m (MPa) état recuit	Emplois
extra-doux	$C < 0,15$	330-420	tôles pour carrosserie, feuillards, quincaillerie, pièces de forge
doux	$0,15 < C < 0,20$	370-460	charpente métallique, profilés, construction mécanique courante, boulons, fils ordinaires
demi-doux	$0,20 < C < 0,30$	480-550	pièces de machines pour applications mécaniques, pièces ou bâtis moulés, pièces forgées
demi-dur	$0,30 < C < 0,40$	550-650	petit outillage, éléments de machines agricoles, organes de transmission
dur	$0,40 < C < 0,60$	650-750	pièces d'outillage, d'armement, glissières, rails et bandages, ressorts, coutellerie, pièces moulées et traitées
extra-dur	$0,60 < C$	>750	outils d'usinage et découpe, câbles, ressorts

a. Propriétés des aciers ordinaires

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

- Une résistance mécanique à l'état normalisé ou à l'état recuit ;
- La trempabilité ;
- Une bonne soudabilité ;
- Une tenue à chaud ;
- Une résistance à l'usure et à la corrosion ;
- Amélioration des propriétés par écrouissage ;
- Limite d'élasticité intéressante

b. Désignation des aciers ordinaires

Selon la norme NF EN 10027, les aciers ordinaires sont désignés suivant deux classes. La désignation commence par la lettre S pour les aciers d'usage général, et par la lettre E pour les aciers de construction mécanique ; le nombre qui suit indique la valeur minimale de la limite d'élasticité de l'acier, (en MPa).

S235 : Acier d'usage général, avec :Re = 235 MPa

E335 : Acier de construction mécanique, avec :Re = 335 MPa

c. Domaines d'utilisation

Ces aciers sont utilisés sans traitement thermique. Leur usage est destiné pour de multiples constructions, notamment, pour les charpentes métalliques, les bâtiments, les ponts et les immeubles, en mécanique générale, la construction navale et ainsi qu'aux chemins de fer.

I.3.2- Aciers de Traitement Thermique [2]

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

a. Aciers non alliés

Ces aciers sont intermédiaires entre des aciers d'usage général de type **A**, et des aciers fins de type **XC**. On peut leur faire subir un traitement thermique, mais les caractéristiques mécaniques obtenues peuvent être assez variables d'un lot à l'autre, et aussi à l'intérieur du même lot.

Selon la norme **NF EN 10027**, la désignation des aciers non alliés se compose de la lettre **C** suivie du pourcentage de la teneur moyenne en carbone multipliée par 100.

Ces aciers sont employés en constructions mécaniques, conviennent aux traitements thermiques et au forgeage.

Tableau I.2 : Tableau de désignation des aciers non alliés.

Nuance	R _{min}	Re _{min}	Emplois
C 22	410	255	Construction mécanique. Ces aciers conviennent aux traitements thermiques et au forgeage.
C 25	460	285	
C 30	510	315	
C 35	570	335	
C 40	620	355	
C 45	660	375	
C 50	700	395	
C 55	730	420	
C 60	HRC ≥ 57		

b. Aciers alliés

On distingue deux catégories d'aciers alliés :

I.3.3- Aciers faiblement alliés

Sont des aciers dans lesquels, il n'existe aucun élément d'addition qui atteint la teneur de 5%.

Leur désignation se compose de 3 étapes :

- Un nombre entier, égal à cent fois le pourcentage de la teneur moyenne en carbone.
- Un ou plusieurs groupes de lettres qui sont les symboles chimiques des éléments d'addition rangés dans l'ordre des teneurs décroissantes.
- Une suite de nombre rangés dans le même ordre que les éléments d'alliage, et indiquant le pourcentage de la teneur moyenne de chaque élément.

Les teneurs sont multipliées par un coefficient multiplicateur variable en fonction des éléments d'alliage (**Tableau I.5**).

L'apport des éléments d'alliage va permettre l'augmentation de la résistance mécanique et de la profondeur de trempe.

Tableau I.3 : Désignation des aciers faiblement alliés.

Nuance	R _{min}	Re _{min}
38 Cr 2	800	650
34 Cr 4	880	660
37 Cr 4	930	700
41 Cr 4	980	740
55 Cr 3	1100	900
100 Cr 6	HRC ≥ 62	
25 Cr Mo 4	880	700
35 Cr Mo 4	980	770
42 Cr Mo 4	1080	850
16 Cr Ni 6	800	650
17 Cr Ni Mo 6	1130	880
30 Cr Ni Mo 8	1030	850
51 Cr V 4	1130	1080
16 Mn Cr 5	1080	835
20 Mn Cr 5	1230	980
36 Ni Cr Mo 16	1710	1275
51 Si 7	1000	830
60 Si Cr 7	1130	930

NOTA : Cette symbolisation s'applique aussi aux aciers non alliés de décolletage.

I.3.4 - Aciers fortement alliés

Sont des aciers dans lesquels, il y'aura au moins un élément d'addition qui atteint la teneur supérieure de 5%.

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

I.3.5- Aciers à outils

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

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

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

Les principales propriétés des aciers à outils sont :

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

I.3.6- Aciers inoxydables

Lorsqu'on ajoute au fer des quantités croissantes de chrome, on constate que la résistance à la corrosion atmosphérique augmente.

En effet, l'addition de chrome au fer, provoque une réaction qui permet la formation en surface d'un film de passivation invisible et protecteur, qui rend le métal passif. Compte tenu de ces observations, on convient d'appeler l'acier inoxydable, un alliage Fer / Chrome où la teneur en chrome est supérieure à environ 12%. Ces aciers sont résistants à de nombreux milieux corrosifs et dans des limites étendues de température.

C'est la qualité du film de passivation qui détermine les qualités d'inoxydabilité de l'acier. Ceci implique que ce film ne doit pas être endommagé, par des actions extérieures telles que des rayures...etc.

La résistance à la corrosion de l'acier inoxydable provient justement de l'oxydation naturelle de la surface de l'alliage. Bien qu'extrêmement mince, la pellicule protectrice qui se forme à la surface adhère fortement, elle est chimiquement stable, c'est-à-dire passive, dans un environnement qui lui procure suffisamment d'oxygène.

L'acier inoxydable ne peut - être considéré comme indestructible, son état de passivité peut être rompu dans certaines conditions, ce qui occasionnera alors de la corrosion surface. Elle influe essentiellement sur sa tenue à la corrosion et ses caractéristiques mécaniques. Il existe plus de cent nuances d'inox, classées en cinq grandes familles (Norme Européenne **EN 10088**).

On peut classer les aciers inoxydables selon la structure cristalline qu'ils prennent après un traitement bien déterminé. Il existe trois familles d'aciers inoxydables :

- **Les aciers Ferritique** (structure cubique centrée **CC**).
- **Les aciers Martensitique** (structure quadratique).
- **Les aciers Austénitique** (structure cubique faces centrées **CFC**).

a. Les aciers Ferritiques (magnétiques)

Ces aciers ne prennent pas la trempe. Ils sont appelés ferritique parce que leur structure cristalline est la même que celle du fer, à température ambiante. Ils possèdent une teneur en carbone très faible (de l'ordre de 0,07% de carbone). Leur teneur en chrome est comprise entre 11 et 29%, et, ne contiennent pas de nickel.

Les aciers ferritiques sont magnétiques à température ambiante. Ils sont moyennement ductiles.

b. Les aciers Martensitique (magnétiques)

Ces aciers peuvent prendre la trempe, et, sont susceptibles de donner des caractéristiques mécaniques variées suivant la teneur en carbone, et, le traitement thermique (trempe, revenu, recuit), ils ont une très bonne trempabilité, en général.

Toutefois, il faut noter que l'accroissement des caractéristiques par la trempe et le revenu est inévitablement associé à une augmentation de la sensibilité à la corrosion.

Les aciers martensitiques sont en général moins résistants à la corrosion que les aciers ferritiques. Les aciers martensitiques, les plus courants ont une teneur en chrome de 13% et des teneurs en carbone supérieures à 0,08%. (Exemple d'utilisation : lames de couteaux de cuisine).

c. Les aciers Austénitiques (amagnétiques)

Il existe deux sortes d'aciers austénitiques :

- Les austénitiques au Chrome-Nickel (18% de Chrome et 8% de Nickel). Ils sont très résistants à la corrosion grâce à la présence du chrome et sont aussi très ductiles.

Ces aciers ont une structure cubique à faces centrées à température ambiante. Cette structure est amagnétique, et peut être conservée à la température ambiante grâce à des éléments d'alliage appropriés dont le plus connu est le nickel.

- Les aciers austénitiques au Chrome-Nickel-Molybdène (18% de Chrome, 10% de Nickel et 2% de Molybdène), sont destinés pour les milieux les plus agressifs.

I.4- Conclusion

Ce chapitre est consacré à l'étude des différents aciers et ainsi qu'au comportement de leurs microstructures. Ces types d'aciers diffèrent avec l'ajout des éléments d'alliage. Chaque type d'acier dépend de sa composition chimique, ainsi qu'au domaine d'utilisation, en assurant sa durabilité dans les conditions de son emploi, en particulier environnementales.

Le choix de l'un d'eux dépend des propriétés exigées, par rapport à leur microstructure, soit au monde d'élaboration, aux traitements thermiques et thermo-chimiques dans le but d'assurer une bonne fonctionnalité et une durée de vie appréciable de la pièce à réaliser.

Chapitre II**PROCÉDÉS D'OBTENTION DES TÔLES ET DE MISE EN FORME
DES PIÈCES MÉCANIQUES****II.1- Introduction**

On entend par tôle, un produit métallique plat, qui peut se présenter sous forme de feuilles ou de bobines. Examinons le plus complètement possible les différents types de tôles formables, en donnant le sens le plus large à ce dernier mot. La fabrication des pièces de tôle aux formes demandées est obtenue par différentes opérations.

Le but de cette dernière est de conférer à une pièce métallique des dimensions situées dans une fourchette de tolérances données. Les principaux procédés d'obtention des pièces mécaniques sont apparus progressivement, donnant naissance par la suite à diverses variantes, parfois très nombreuses. Les formes modernes des divers procédés sont le plus souvent apparues récemment pour assurer la production en grande série de pièces à faible coût. On note les divers procédés des principaux travaux par déformation plastique : « Emboutissage, Découpage, Poinçonnage, Pliage,...etc. ».

II.2- Produits plats

Les produits plats sont des produits de section droite presque rectangulaire et dont la largeur est très supérieure à l'épaisseur. Leur surface est techniquement lisse et sont généralement, des tôles qui peuvent se présenter sous forme de feuilles ou de bobines.

II.3- Procédés d'obtention des tôles [3]

Les étapes globales permettant de transformer la brame (bloc d'acier brut), en une bande mince et large embobinée à chaud, ayant les caractéristiques géométriques et métallurgiques ainsi que l'état de surface requis pour sa transformation ultérieure, sont comme suit :

- Après l'obtention du brut, la brame passe par le procédé de **laminage**, qui est une opération de mise en forme par déformation plastique, destinée à réduire la section d'un produit de grande longueur, par passage entre deux ou plusieurs outils tournant autour de leur axe en sens inverse. C'est la rotation des outils qui entraîne le produit dans l'emprise par l'intermédiaire des frottements.

- **Le laminage à chaud** s'impose pour deux raisons capitales : La première est que la résistance à chaud du métal décroît très rapidement avec la température, la seconde est d'ordre métallurgique.

- **Le laminage à froid** provoque un écrouissage du métal. Le laminage ne peut se poursuivre au-delà de la limite de rupture, par ailleurs l'écrouissage peut entraîner un dépassement des capacités de puissance du système de laminage à froid.

En pratique, les premières séries de réductions commencent à chaud afin d'atteindre facilement de fortes déformations du matériau et d'ajuster les propriétés métallurgiques du produit. Le passage à froid est ensuite nécessaire pour obtenir les caractéristiques géométriques et mécaniques adéquates, ainsi qu'un bon état de surface.

II.3.1- Laminage à chaud

La brame est acheminée à travers différentes cages successives équipées de cylindres de laminage, de façon à obtenir une large bande. À la sortie de la dernière cage, la bande est refroidie par un processus d'arrosage, puis enroulée sur une bobineuse de façon à former une bobine. La bobine est ensuite déroulée sur une ligne de déroulage, redressée, planée et coupée à la longueur souhaitée, pour obtenir des tôles. Cette technique s'applique couramment à des largeurs allant jusqu'à 2150 mm et des épaisseurs allant jusqu'à 25 mm (Tout dépend notamment de la capacité du laminoir à bandes, de la ligne de déroulage, de la qualité demandée, ...). La tôle laminée à chaud non décapée est souvent qualifiée de tôle "noire".

Les bobines laminées à chaud peuvent être décapées jusqu'à une épaisseur et une largeur données. Le décapage (traitement chimique) élimine la calamine et les impuretés de la surface du produit. Pour éviter la corrosion de la surface traitée, une couche protectrice est appliquée (généralement un mince film d'huile). La norme EN 10051 reprend les tolérances sur les dimensions et la forme des bobines et des tôles à chaud décapées ou noires.

II.3.2- Laminage quarto

Dans le laminoir quarto, la brame est laminée dans deux cages quarto (constituée de quatre cylindres), une dégrossisseuse et une finisseuse, jusqu'à obtenir l'épaisseur voulue. La plaque ainsi obtenue est refroidie et aplanie. Cette technique permet de laminier des plaques plus larges et/ou plus épaisses que dans un laminoir à chaud de train à bandes. Selon la qualité demandée, les propriétés mécaniques de la tôle quarto sont souvent améliorées après le laminage par des traitements thermiques comme la normalisation. La norme EN 10029 précise les tolérances sur les dimensions et la forme de la tôle quarto.

Les cages des laminoirs sont généralement **quarto**, composées de deux cylindres de travail de faible diamètre (de l'ordre de 10 cm), assurant le laminage, et de deux cylindres d'appui de diamètre plus grand, comme schématisé sur la **Figure I.1**. Différents actionneurs de la cage « vis de serrage, vérins,... etc. », permettent de régler l'épaisseur correcte en sortie d'emprise.

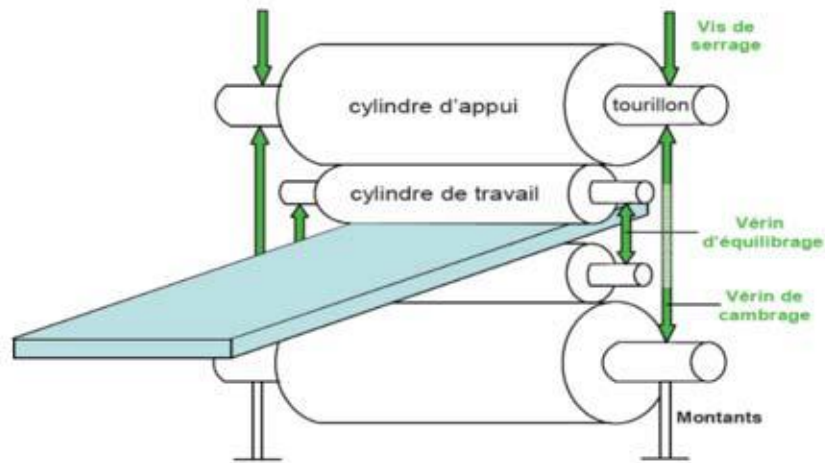


Figure II.1 : Schéma d'une cage quarto de laminage

II.3.3- Laminage à froid

La bobine laminée à chaud et décapée peut être travaillée davantage dans un laminoir à froid. Ce laminoir se compose d'une série de laminoirs en tandem à travers lesquels la bande laminée à chaud et décapée passe et subit une réduction d'épaisseur. La bande se réenroule à la sortie avec une épaisseur de 0,3 mm à 2,99 mm selon le résultat souhaité et programmé. La norme EN 10131 donne les tolérances sur les dimensions et la forme de la tôle laminée à froid. Cette bande laminée à froid peut ensuite être revêtue d'une couche de protection.

Le laminage à froid est généralement réalisé sur des laminoirs réversibles multicylindres, où plusieurs cages se succèdent, il s'agit d'un train de laminage (Voir la **Figure II.2**). Deux bobineuses sont disposées de chaque côté des cages pour assurer la traction de la bande. Le laminage s'effectue sous film d'huile minérale afin de faciliter l'écoulement du métal, éliminer la chaleur produite par le laminage et lubrifier les équipements internes de la cage de laminage.

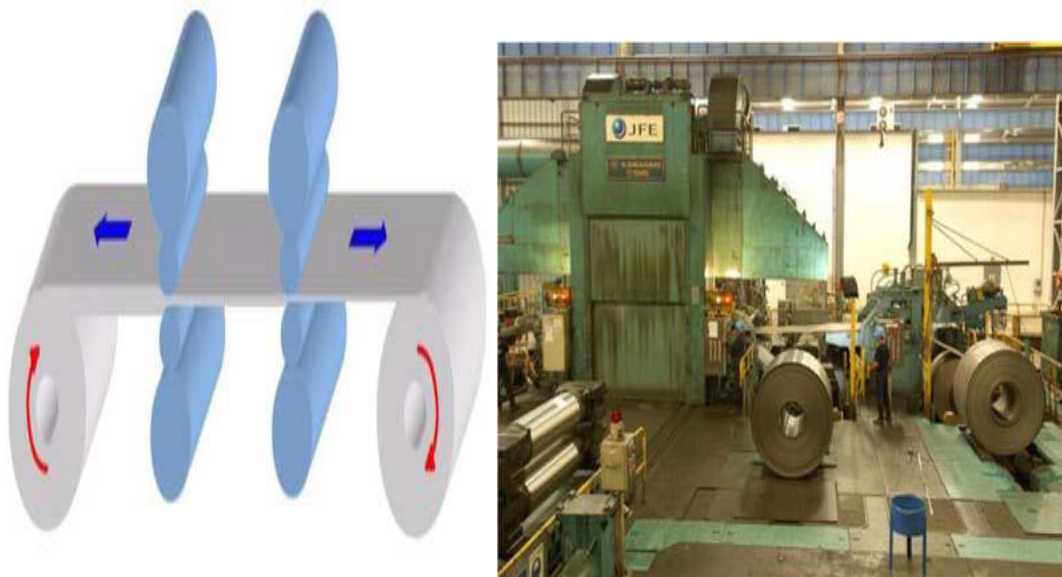


Figure II.2 : Train de laminage.

II.4- Emboutissage [4-5]

L'emboutissage est un procédé de formage par déformation plastique d'une surface de métal entraînée par un poinçon dans une matrice. Il s'agit d'un procédé de mise en forme très utilisé dans l'industrie, permettant d'obtenir des pièces de surfaces complexes à partir de feuilles de tôle minces, montées sur presse. La tôle appelée « flan », est la matière brute qui n'a pas encore été emboutie. L'opération peut - être réalisée avec ou sans serre flan pour maintenir le flan contre la matrice pendant que le poinçon déforme la feuille. Cette opération permet d'obtenir rapidement des tôles embouties à moindre coût.

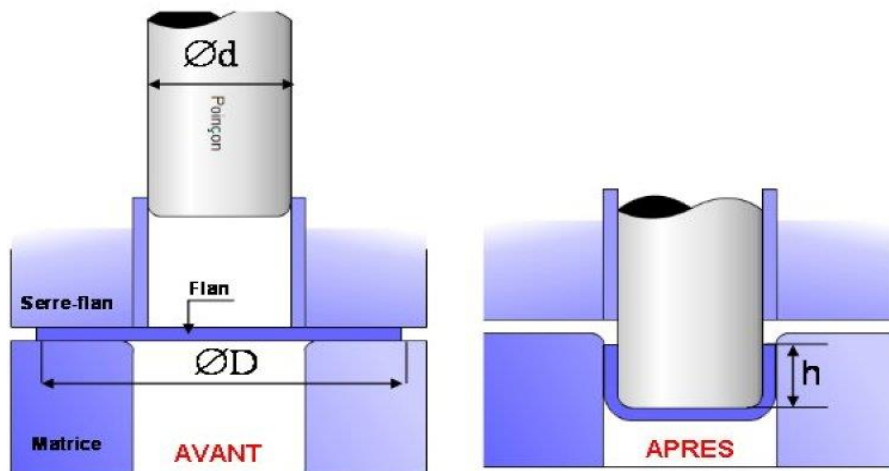


Figure II.3 : Emboutissage.

II.4.1- Principe de l'emboutissage

Le principe est basé sur la déformation plastique du matériau. L'emboutissage passe par les phases suivantes :

- **Phase 1** : Poinçon et serre flan sont relevés. La tôle, préalablement graissée, est posée sur la matrice (voir la **Figure II.4**).

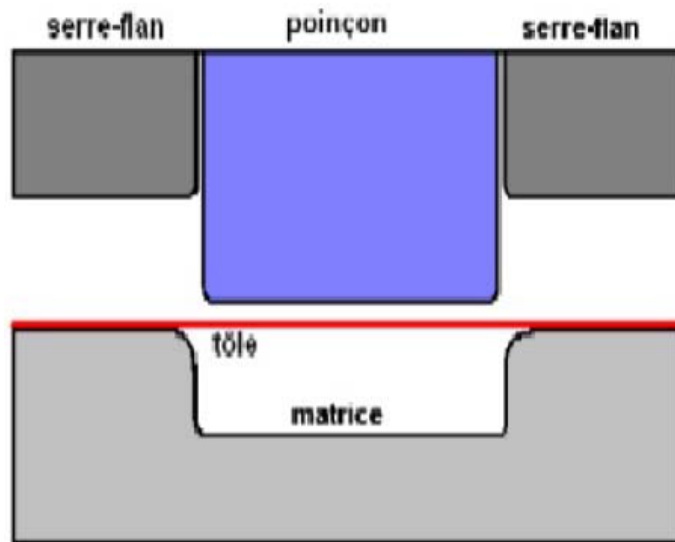


Figure II.4 : Phase 1 de l'emboutissage

- **Phase 2** : Le serre-flan est descendu et vient appliquer une pression bien déterminée, afin de maintenir la tôle tout en lui permettant de fluer (voir la **Figure II.5**).

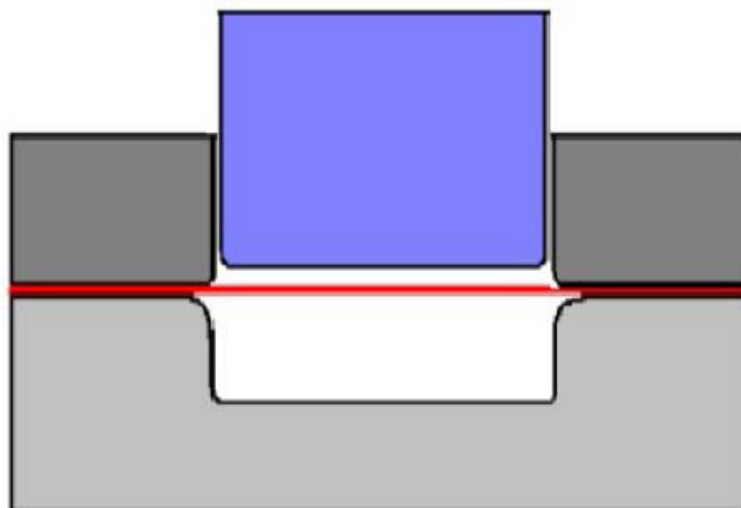


Figure II.5 : Phase 2 de l'emboutissage.

- **Phase 3** : Le poinçon descend et déforme la tôle de façon plastique, en l'appliquant contre le fond de la matrice (voir le **Figure II.6**). La tôle étant maintenue avec glissement possible

entre le serre fan et la matrice, le poinçon est abaissé et vient plaquer la tôle, en la déformant, contre le fond de la matrice

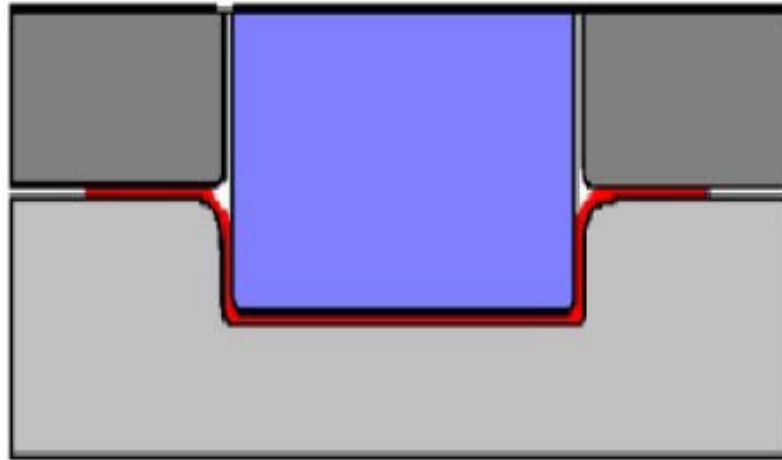


Figure II.6 : Phase 3 de l'emboutissage.

- **Phase 4** : Le poinçon et le serre flan se relèvent : la pièce conserve la forme acquise (limite d'élasticité dépassée) (voir la **Figure II.7**). La pièce formée reste au fond de la matrice. Il reste jusqu'à l'éjection et son détourage.

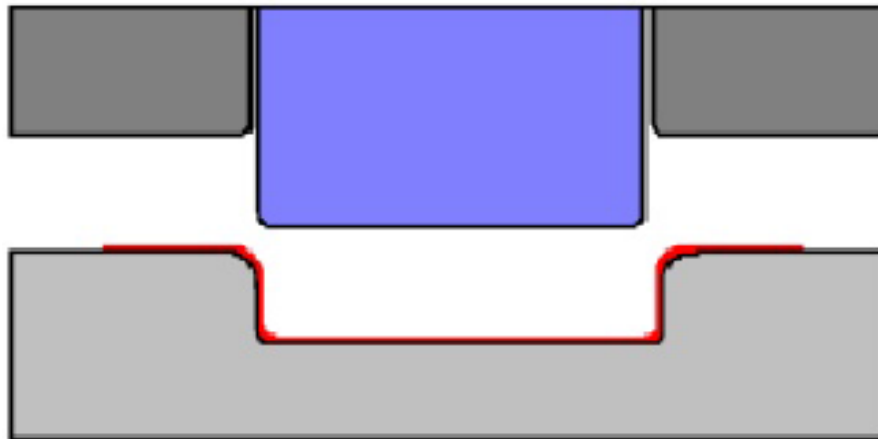


Figure II.7 : Phase 4 de l'emboutissage.

- **Phase 5** : On procède au **détourage** de la pièce, c'est-à-dire à l'élimination des parties devenues inutiles. (Essentiellement les parties saisies par le serre-flan).

II.4.2 -Techniques d'emboutissage

Les principales techniques d'emboutissage existantes dans l'industrie, sont comme suit :

a. Emboutissage à froid

Cette technique consiste à former une pièce à une température ambiante. Elle est principalement utilisée sur un outillage avec serre flan, mais peut aussi l'être sur un outillage sans serre flan dans le cas où les emboutis sont peu profonds ou s'ils nécessitent peu d'effort de serrage. Ce type de formage permet d'obtenir une meilleure précision dimensionnelle, limite les coûts et évite la formation d'oxydes.

b. Emboutissage à chaud

L'emboutissage à chaud est principalement utilisé sur presses hydrauliques simple ou double effet, le formage de fonds de réservoir en acier est le plus important domaine d'application. Cette technique facilite la déformation du matériau, permet l'emboutissage de pièces profondes par chauffage du flan (et de la matrice). Les cadences de production de l'emboutissage à chaud sont moins élevées que celles de l'emboutissage à froid du fait de l'inertie de chauffage. De plus, les pièces finies sont de moins bonne qualité, que ce soit au niveau de l'état de surface ou du dimensionnement.

II.4.3- Effort d'emboutissage

Dans le cas d'un emboutissage cylindrique, l'effort d'emboutissage se calcule comme suit:

$$F_e = \pi \cdot d \cdot e \cdot R_m \cdot K \quad (\text{II.1})$$

Avec :

F_e : Effort d'emboutissage, (**daN**).

d : Diamètre du poinçon, (**mm**).

e : Epaisseur de la tôle, (**mm**).

R_m : La résistance de la tôle à la traction, (**MPa**).

D : Diamètre du flan, (**en mm**).

K : Coefficient en fonction du rapport $\frac{d}{D}$

Tableau. II.1 : Tableau de détermination du coefficient **K** en fonction de $\frac{d}{D}$ [6]

$\frac{d}{D}$	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80
K	1	0.86	0.72	0.60	0.50	0.40

- Effort sur le serre-flan F_s

$$F_s = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot P$$

(II.2)

Avec :

P : La pression spécifique sur le serre flan.

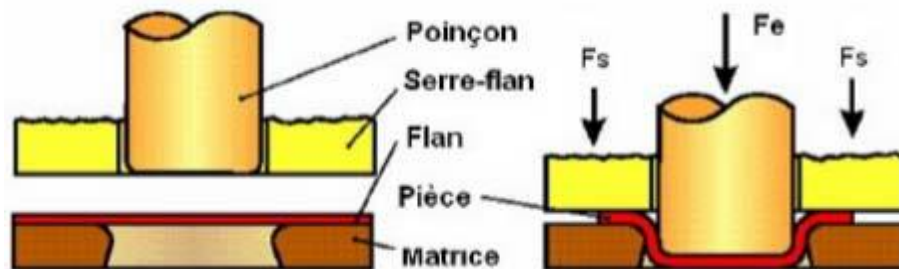


Figure II.8 : Direction des efforts F_e et F_s .

II.5- Découpage [6]

Le découpage mécanique fait partie des procédés de transformation à froid des métaux effectué sur des presses. Ce type de procédé est de loin le plus pratiqué dans le domaine industriel, et, constitue le procédé le moins couteux et le plus rapide pour obtenir un profil donné dans un produit plat en grande, moyenne, voir petite séries.

Le découpage consiste à obtenir des pièces par cisailage des tôles. Plus particulièrement, il consiste à séparer en deux parties, une tôle ou une bande de matière suivant un contour fermé. L'opération s'effectue sur une presse par l'intermédiaire d'un outil dont les parties travaillantes, sont les poinçons et les matrices. L'élément de tôle détaché est appelé le flan. L'organe principal du procédé est un outil constitué de deux éléments montrés sur la **Figure II.9** :

- **Une matrice**, qui a un évidement correspondant à la forme de la découpe souhaitée.
- **Un poinçon**, avec une forme complémentaire, généralement animé d'un mouvement de translation. Deux autres éléments principaux entrent en jeu lors du découpage, sont :
- **Une bande de tôle à découper (flan)**, s'obtient par une séparation suivant une ligne fermée dans une bande ou une feuille.

- Un **serre flan ou bien dévêtitseur**, qui a pour fonctions le maintien de la bande au cours du découpage, le guidage précis des poinçons par rapport aux matrices et le dévêtitissage des poinçons de la matière découpée.

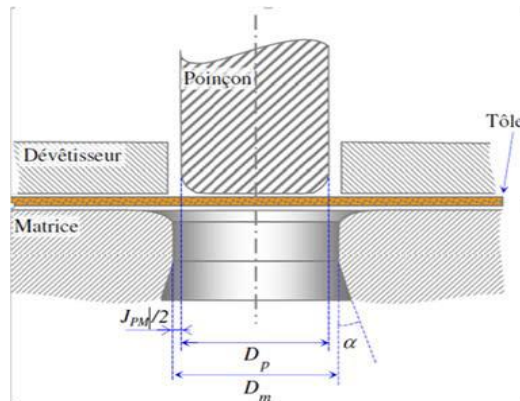


Figure II.9 : Principe du découpage.

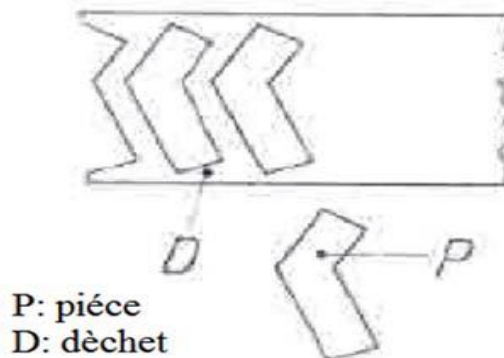


Figure II.10 : Pièce découpée.

En fonction de la complexité géométrique de la découpe, un outil de découpage peut contenir plusieurs postes de découpage. Il fait partie d'un ensemble d'éléments et d'équipements spécifiques qui assurent la réalisation de la découpe. Cet ensemble est appelé communément une ligne de découpage montré sur la **Figure II.11**.

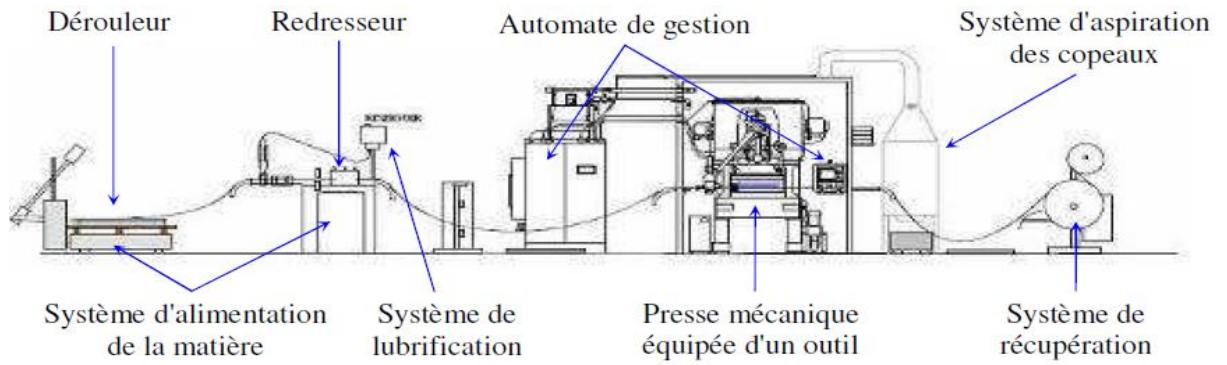


Figure II.11 : Ligne de découpe et ses périphéries.

II.5.1- Différents types de découpage

a- Cisailage

Le cisailage est une technique de découpage sans création de déchet. Il consiste à séparer un flan suivant un contour non fermé qui affecte toute la largeur de la bande. Il s'agit de la séparation totale ou partielle d'un élément métallique, à l'aide de deux lames dont l'une au moins est mobile.

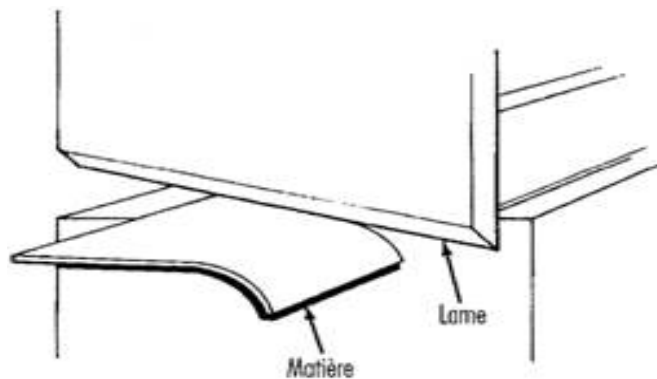


Figure II.12: Le Cisailage.

Sous l'action de la contrainte imposée par la partie active de la lame, il se produit une déformation élastique, puis, un glissement avec décohérence du métal. La lame poursuivant sa course, provoque la rupture complète du métal intercalaire.

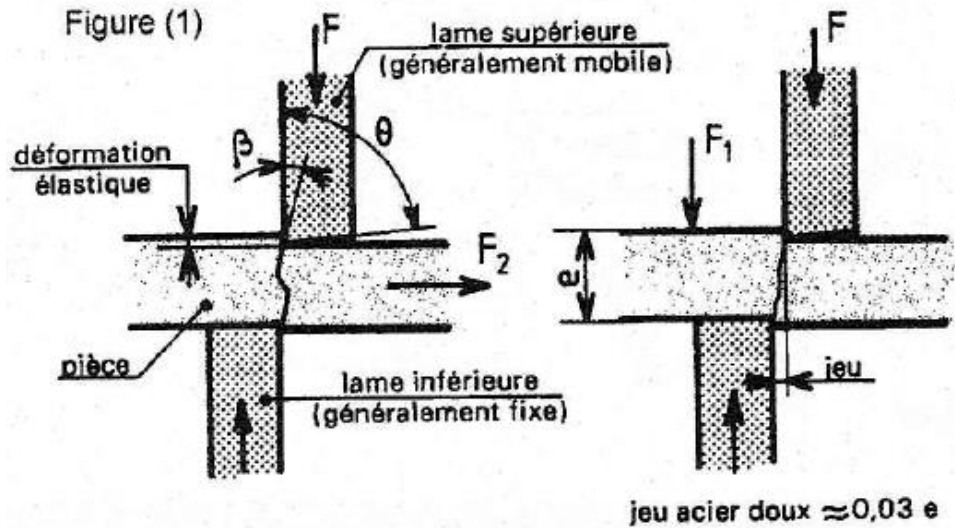


Figure II.13 : Paramètres entrants lors du cisailage.

b- Encochage

L'encochage est une opération qui s'effectue sur des produits finis. Il s'agit d'un découpage débouchant sur une zone partielle du métal sur le bord d'un flan ou d'une bande, sur un contour de la pièce considérée.

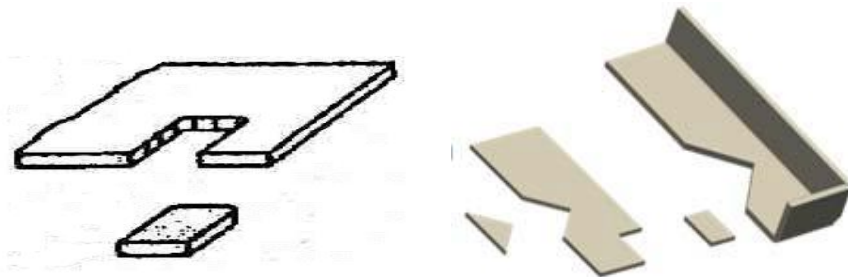


Figure II.14: Encochage.

c- Crevage

Il s'agit d'un découpage partiel, suivant un contour sans enlèvement de matière. Il consiste à ne pas détacher la chute complètement de la pièce. De plus, cette opération se fait sur des tôles épaisses.

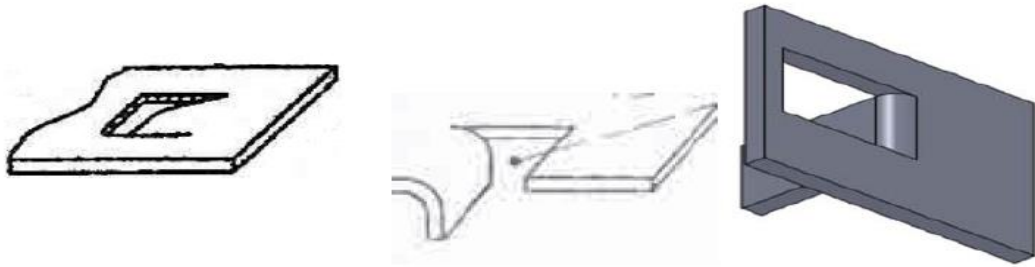


Figure II.15: Le Crevage.

d- Ajourage

Il s'agit d'une opération de découpage, de réalisation de trous de grand diamètre et des formes allongées dans un flan avant d'engager d'autres opérations de pliage ou d'emboutissage.

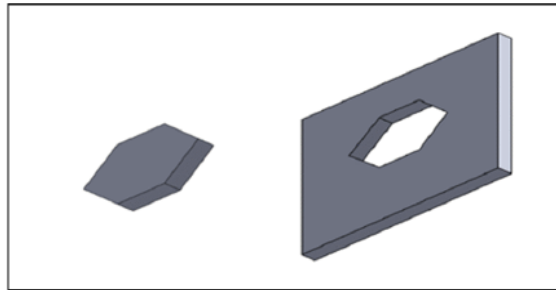


Figure II.16: Ajourage.

e- Détourage

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



Figure II.17: Le détourage.

f- Soyage

Il s'agit de former un collet (relevage des bords d'un trou), il est obtenu par un perçage de la tôle, soit par un poinçon de forme pointue, ou bien par un profil déjà formé.

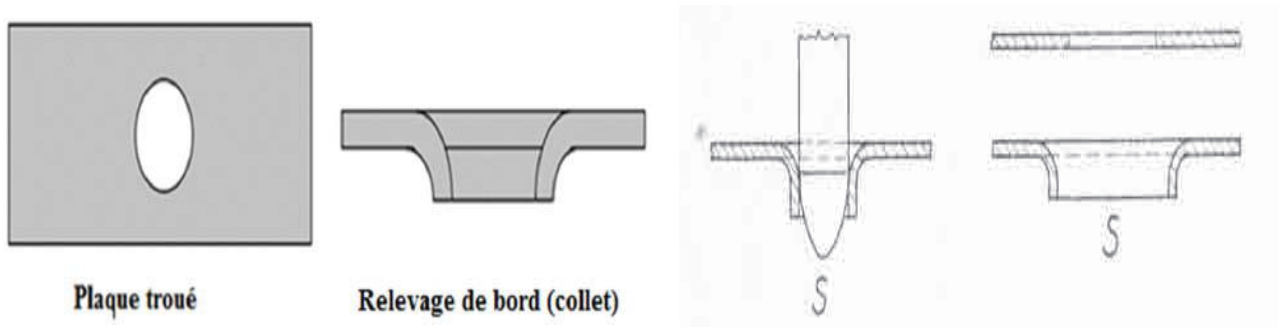


Figure II.18: Le soyage.

g- Grignotage

Le grignotage s'applique généralement sur les tôles minces. Il s'agit d'une méthode de découpage par enlèvement de petites quantités de matière, suivant une saignée dont la largeur est égale à celle du poinçon. La découpe se fait suivant un tracé précis.

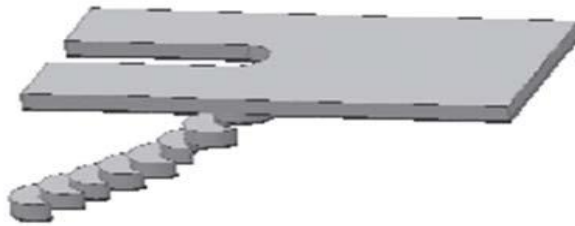


Figure II.19: Le grignotage.

II.6 - Poinçonnage

Le poinçonnage est un procédé semblable au découpage, mais différent par rapport au but de l'opération. Il s'agit de poinçonner, ainsi de conserver la partie extérieure du flan, et le déchet étant la partie intérieure (la surface débouchée).

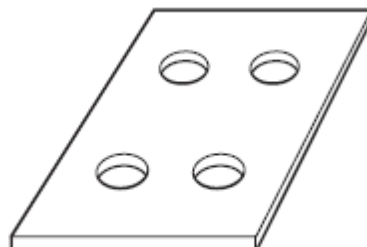


Figure II.20: Pièce poinçonnée.

II.6.1- Phases du poinçonnage

Le poinçonnage suit un mécanisme identique au procédé de découpage, qui provoque un cisaillement de la tôle. Ce cisaillement est provoqué par l'action de deux lames de découpage dont l'une agit en opposition au mouvement de l'autre, et, dont le jeu entre les arêtes de coupe, détermine l'intensité des contraintes de cisaillement. Sous l'action de la contrainte imposée par la partie active du poinçon, il se produit une déformation élastique, puis, un glissement avec décohésion du métal. Le poinçon poursuit sa course, et provoque la rupture complète de la tôle. Ainsi, le mouvement de découpe qui correspond à un coup de presse et à la pénétration du poinçon en vue de la découpe (un aller-retour du coulisseau entre le point mort haut et le point mort bas) peut,- être décomposé, en trois phases principales. Cette pénétration du poinçon doit être minime afin d'éviter sa détérioration.

- Phase 1 : Indentation du poinçon dans la tôle

Au début, l'effort croît lentement. Le poinçon s'enfonce lentement sans détacher les particules du métal, commence à pénétrer dans la tôle (légère compression), crée un bombé à l'entrée du bord découpé. Il s'agit de la phase de déformation élastique.

- Phase 2 : Cisaillement plastique

Les fibres superficielles sont découpées, alors que les fibres intérieures sont en tension. Le poinçon crée une surface sur le bord découpé, parallèle au flanc du poinçon. Cette surface est d'aspect lisse. L'effort prend sa valeur maximum : « l'effort de cisaillement (séparation et accélération des particules du métal). Des fissures apparaissent au voisinage des arêtes coupantes, du côté poinçon et du côté matrice.

- Phase 3 : Rupture

Avant que le poinçon n'ait traversé complètement l'épaisseur de la tôle, une fissure s'initie au niveau des arêtes de coupe de l'outil, provoquée par le dépassement de la limite élastique de la tôle. L'effort tombe jusqu'à la valeur nécessaire pour vaincre le frottement entre les parties détachées de matière et pour l'éjection de la pièce poinçonnée, ces fissures se rejoignent rapidement pour créer la rupture. La zone correspondante du bord découpé est appelée « zone arrachée », la pièce est alors poinçonnée

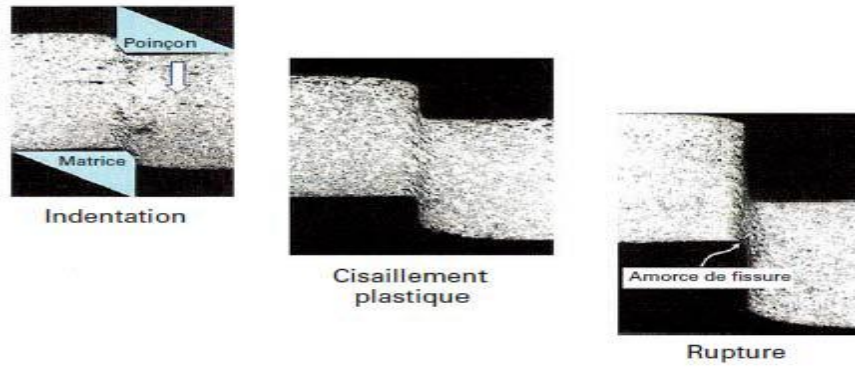


Figure II.21: Phases de poinçonnage

II.6.2- Influence des paramètres de l'opération de découpage

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.

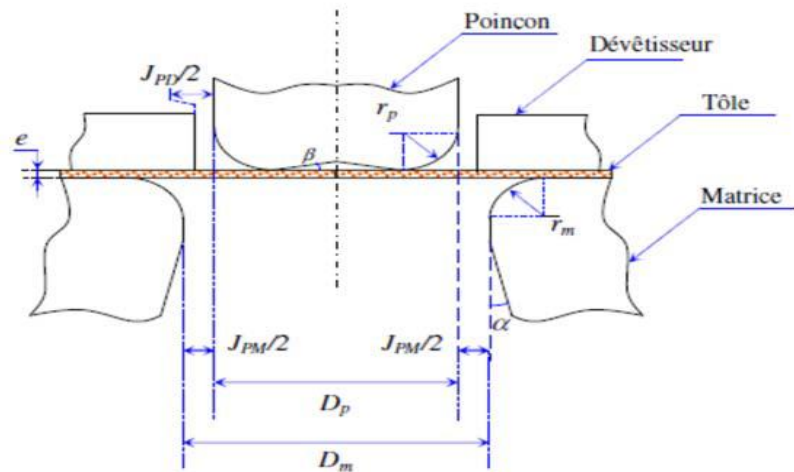


Figure II.22: Nomenclature des éléments de la géométrie du découpage.

II.6.2.1- Jeu du découpage

D'une manière générale, le jeu de découpage est défini comme étant l'espace qui sépare le poinçon de la matrice. Parmi les paramètres importants de l'opération de découpage, le jeu occupe une place majeure. Pour un découpage, le jeu est à prendre sur le poinçon. Pour le poinçonnage, le jeu est à prendre sur la matrice. Donc, pour un bon fonctionnement de l'outil, il est nécessaire d'assurer un jeu fonctionnel entre la matrice et le poinçon. Il réduit le risque de grippage ou de rupture de la matrice. Il permet également de garantir une coupe nette et franche.

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

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

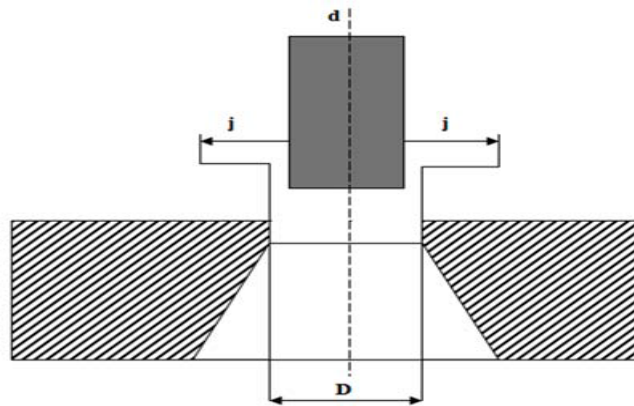


Figure II.23: Jeu du découpage.

II.6.2.2- Paramètres liés au réglage de l'outil

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

a- Le serre-flan

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

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

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

b- Pénétration du poinçon dans la matrice

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

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

c- Vitesse de découpage

Des études ont montrés que l'effort maximal de découpage diminue, et la hauteur de la zone cisailée augmente lorsque la vitesse de découpage augmente, selon la cadence de la presse. Cette vitesse n'est pas seulement dépendante de la cadence de la presse, mais ainsi, elle est en relation avec les réglages de course, et de la distance de travail que fait la presse. La vitesse s'exprime habituellement en millimètre par seconde (mm/s) et correspond à la vitesse de pénétration du poinçon dans la tôle.

II. 6.2.3- Paramètres liés à l'usure de l'outil

a- Lubrification

La cinétique d'usure des poinçons est fortement conditionnée par la nature et la quantité de 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.

b- Matériaux à outil

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

II.6.3- Effort du découpage et du poinçonnage

Les efforts de découpage et de poinçonnage d'un outil à bande se calculent suivant la formule **II.2** ci-dessous:

$$F = K \cdot P \cdot e \cdot R_c \quad (\text{II.3})$$

Avec :

F : Effort de découpage – Poinçonnage, (en N),

P : Périmètre de coupe, (en mm),

e : Epaisseur de la tôle, (en mm),

R_c : Résistance au cisaillement de la tôle, (en MPa),

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

II.6.4- Contraintes sur les poinçons**a- Contrainte de compression**

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

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

$$\sigma_{\min} < R \quad (\text{II.4})$$

$$\sigma_{\text{com}} = \frac{F}{S} \quad (\text{II.5})$$

Avec :

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

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

F : Effort de découpage, (en N),

S : Section du poinçon, (en mm²).

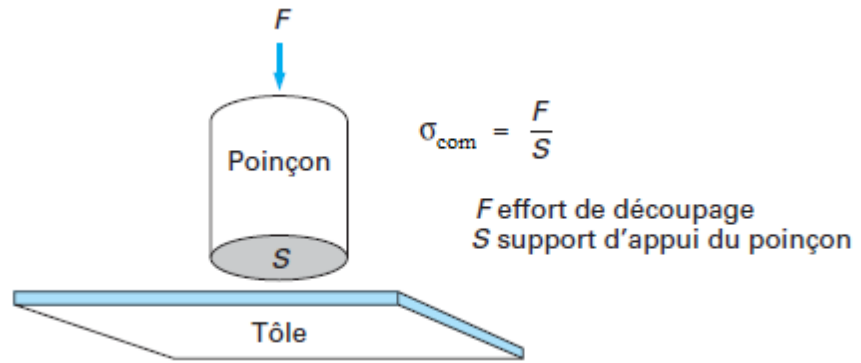


Figure II.24: Contrainte de compression sur le poinçon.

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

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

$$F < P_{CR} \quad (II.6)$$

$$P_{CR} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l^2} \quad (II.7)$$

Avec :

F : L'effort de découpage, (en N),

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

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

I : Moment d'inertie du poinçon, (en mm⁴),

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

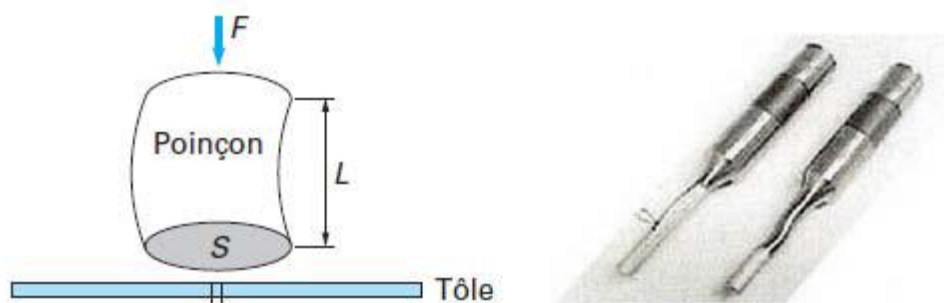


Figure II.25: Etat d'un flambement du poinçon de découpage.

II.7- Pliage

Le pliage est une opération de conformation à froid qui consiste à déformer une tôle plane en changeant la direction de ses fibres de façon brusque suivant un angle donné. La conformation est utilisée pour atteindre des déformations irréversibles en vue de donner à la pièce les spécificités attendues.

Il s'agit d'une déformation obtenue grâce à une force appliquée sur la longueur de la pièce. Celle-ci sera en appui sur deux (2) lignes d'appuis et s'apparente à la flexion. Il faudra dépasser la limite élastique pour obtenir l'angle voulu.

Il existe plusieurs techniques pour plier une pièce : Pliage en l'air dans une presse-plier, pliage en frappe, pliage sur plieuse à sommier ou universelle...

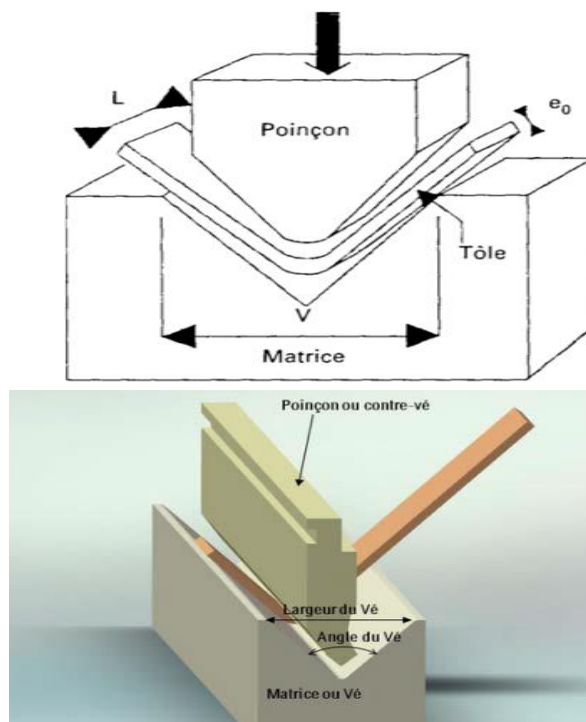


Figure II.26: Technique du pliage.

II.7.1- Différents modes de pliage

Suivant la géométrie des poinçons et des matrices, les différents types de pliage sont comme suit :

II.7.1.1- Pliage en V (en presse plieuse)

Le cas du pliage en V, le serre-flan est inutile. La variation de l'angle 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 en V peut s'effectuer par deux procédés :

- En l'air,
- En frappe.

Le schéma du pliage pour ces deux méthodes est assimilé à un schéma de flexion. Les points d'appuis représentent les arêtes du vé, et une flèche symbolise une force. C'est le réglage de la descente du poinçon qui donnera l'angle final du pliage. La **figure II.27**, montre le principe de pliage en **V** :

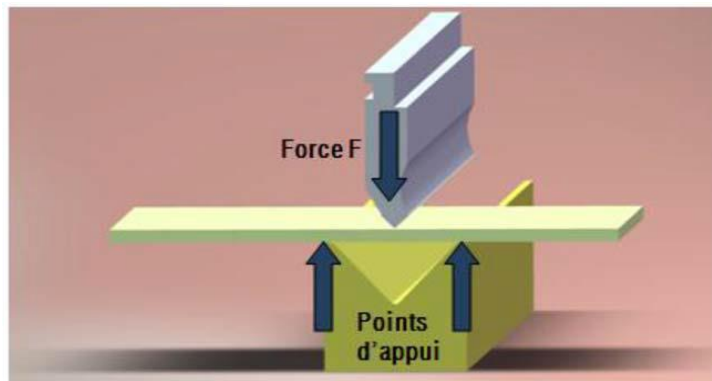


Figure II.27 : Principe du pliage en V.

a- Pliage en l'air

Il s'agit d'une méthode de pliage de tôles épaisses, la matrice est composée de deux points d'appuis pour lesquels, la tôle prend position.

L'effort de pliage cesse lorsque la tôle arrive au fond du Vé. L'angle final est celui du Vé, augmenté du retour élastique de la tôle, environ **2 à 3°**. Ce mode de pliage est couramment utilisé car les forces appliquées sont environ **5** fois moins importantes que pour du pliage en frappe. L'angle du poinçon est généralement de **88°** pour obtenir des angles de **90° à 180°**.

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

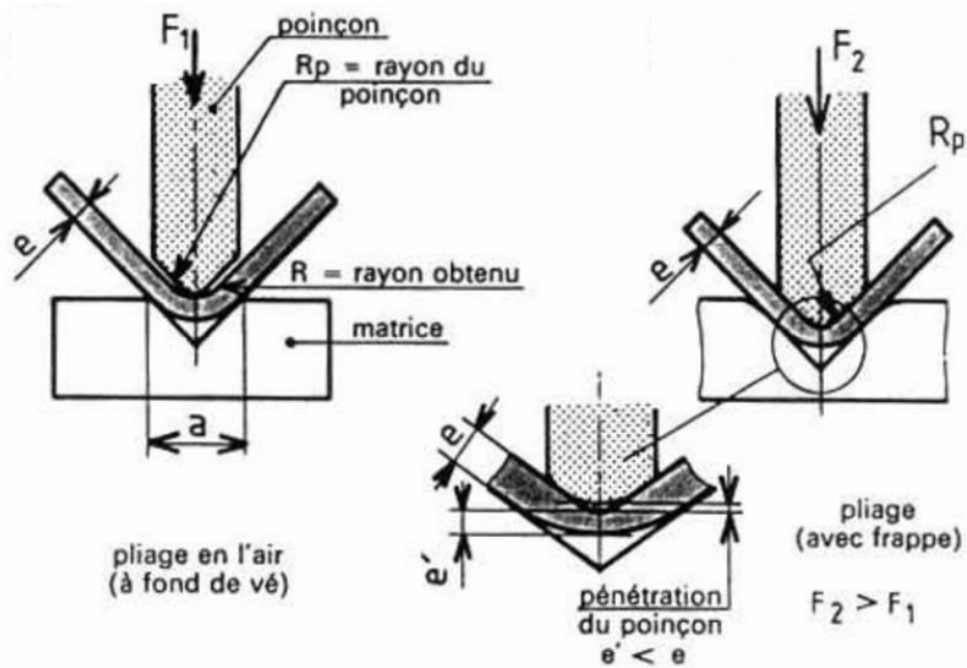


Figure II.28 : Principe du pliage en l'air.

b- 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. On réalise un emboutissage de la pièce, en imprimant une force importante dans la pièce.

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**. Le fait de matricer l'intérieur du pli permet d'obtenir des angles très précis ($\pm 0,5^\circ$).

Les figures suivantes, représentent les outils avec lesquels, le **pliage en l'air** et le **pliage en frappe**, ont été réalisés :

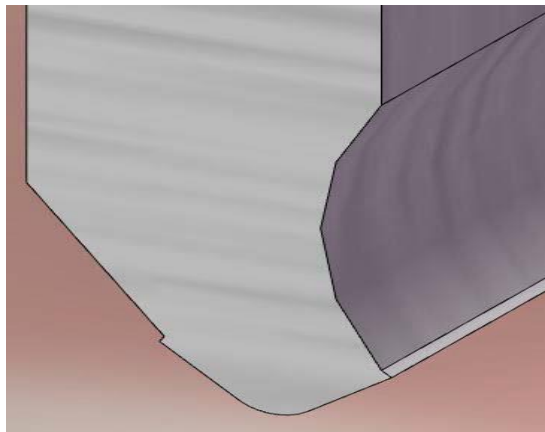


Figure II.29 : Outil de pliage en l'air.

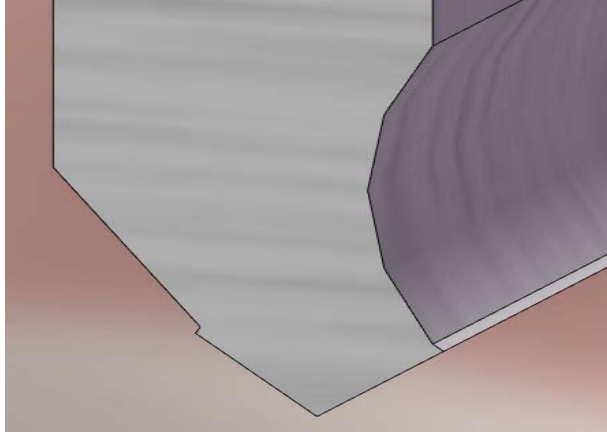


Figure II.30 : Outil de pliage en frappe.

II.7.1.2- Pliage en U

Le principe est voisin de celui du pliage en V. Seuls les outils (poinçons et matrices) seront différents). Cela ressemble cependant à de l'emboutissage. On peut obtenir avec cette méthode une infinité de formes pliées, si les outils sont disponibles.

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

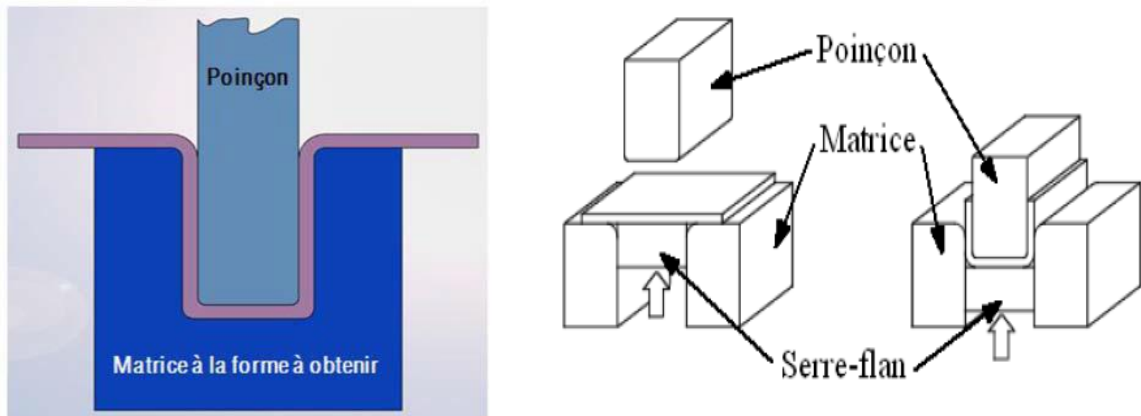


Figure II.31 : Principe du pliage en U.

II.7.1.3- Pliage en L

Le principe du pliage en L, est simple, consiste à plier un flan en porte-à-faux, à 90° maintenu entre la matrice et le serre-flan.

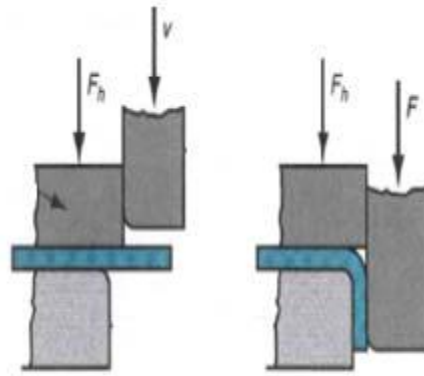


Figure II.32 : Pliage en L.

II.7.2- Rayon du au pliage

Lors de l'opération de pliage, on remarque des déformations causées, dans la zone pliée, les fibres intérieures sont comprimées, par contre celles extérieures subissent un étirement (sollicitées en traction), on obtient donc, un angle de pliage (voir la **figure II.33**). Plus le rayon est petit, plus les déformations dues au pliage sont grandes. De plus, pour un pliage dans un angle vif, soit un rayon nul ($R=0$), la pièce est à rejeter, cela est dû aux apparitions des criques, sur la zone étirée de la pièce. (Voir **figure II.35**) Pour un pliage réussi, le rayon R sera donc choisi assez grand, et, si possible, égal à 5 fois l'épaisseur de la tôle.

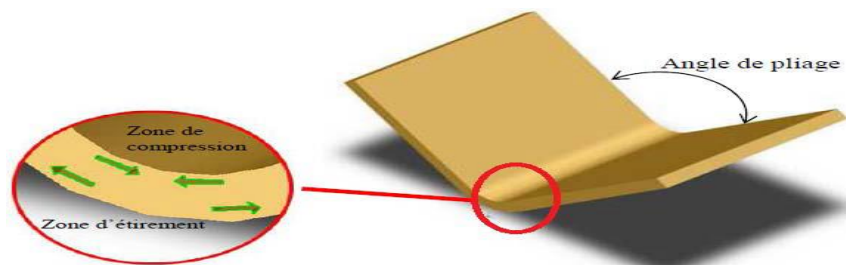


Figure II.33 : Angle de pliage.

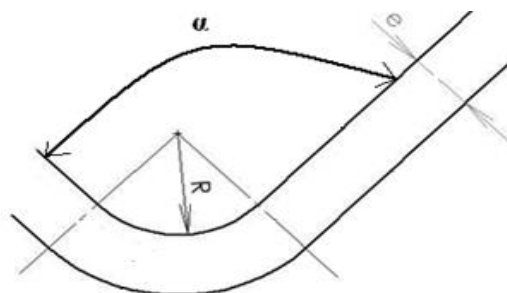


Figure II.34: Rayon de pliage.



Figure II.35 : Déformations à un angle vif ($R=0$).

Entre les deux zones de déformations, la fibre neutre qui ne subit aucun allongement ni raccourcissement, sera la base du calcul de la longueur développée.

En effet, si nous savons déterminer la longueur de cette fibre qui ne subit aucune déformation après pliage, nous trouverons la longueur de la tôle avant pliage.

Elle se situe à la distance « a » du bord intérieur. Suivant le rapport (R_i/e), la distance « a » varie, comme l'indique le Tableau suivant:

Tableau. II.2 : Variation de la distance « a » suivant le rapport (R_i/e).

R_i/e	Approche 1	Approche 2	Approche 3
a	$e/3$	$2e/5$	$e/2$

II.7.3- Retour élastique

Lors du pliage en l'air, lorsque l'on relève l'outil, la force appliquée à la pièce redevient nulle. À ce moment, les matériaux étant élastiques, la pièce s'ouvrira légèrement. Il faut donc obtenir un angle inférieur à l'angle voulu, pendant le pliage, pour obtenir un angle final exact au relâchement de l'outil. Il faut bien sûr effectuer un ou des essais pour connaître le comportement exact du produit que l'on travaille. Il faut veiller au sens de laminage des tôles, car le retour élastique est plus important, si l'on plie perpendiculairement au sens de laminage.

L'angle final « af » obtenu, diffère de celui imposé par l'outillage « ai » de la valeur correspondant, à ce retour élastique. Plus la limite élastique du matériau, est grande plus le retour élastique sera grand. On peut vouloir estimer ce retour élastique qui dépend aussi du rayon de pliage et de l'épaisseur de la tôle.

Le phénomène de retour élastique est quasi inexistant lors du pliage en frappe car on imprime avec force le poinçon dans la pièce, pour dépasser la limite d'élasticité.

La **Figure II.36**, décrit le phénomène du retour élastique :

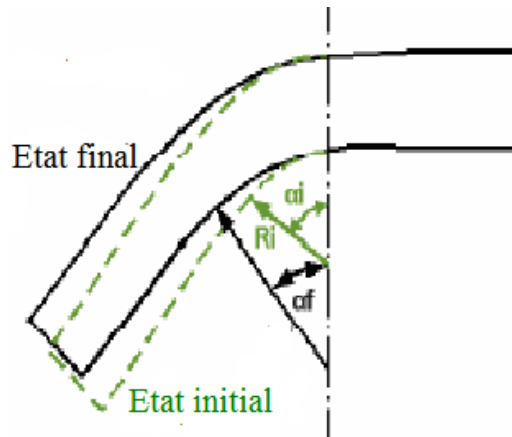


Figure II.36 : Phénomène du retour élastique.

II.7.4- Paramètres influents sur l'opération du pliage

Les différents paramètres influant sur le pliage sont comme suit :

II.7.4.1- Rayon de la matrice du pliage

Afin d'éviter le découpage ou l'étirage de la pièce à plier, le rayon de la matrice doit être supérieur à deux fois l'épaisseur de la tôle.

$$r \geq 2e \quad (\text{II.8})$$

II.7.4.2- Jeu du pliage

Lors de la conception de l'outil de pliage, il faut prévoir un jeu de pliage entre l'arête verticale extérieure du poinçon et l'arête intérieure de la matrice. Le jeu doit être égal à l'épaisseur de la tôle plus une tolérance maximale.

$$J \geq e + \text{tolérance max}$$

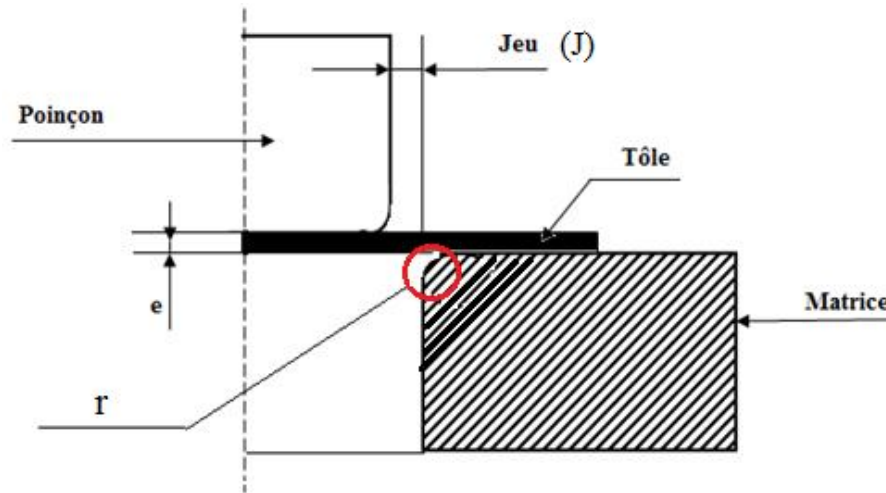


Figure II.37 : Jeu du pliage et le rayon de la matrice

II.7.5- Effort du pliage

En pratique, on admet que l'effort nécessaire pour former un pli est égal au dixième de l'effort nécessaire pour cisailier la section de la tôle à cet endroit.

$$P_{CR} = \frac{e.L.R_C}{10} \quad (\text{II.9})$$

e : l'épaisseur de la tôle, (en mm).

L : la longueur de la ligne de cambrage, (en mm).

R_C : Résistance de la tôle au cisaillement, (en daN /mm²).

Il faut noter, que l'encombrement des outils utilisés conduit à l'emploi de presses qui exercent un effort nettement supérieur à celui requis.

Le calcul de l'effort de pliage s'avère donc inutile pour le choix de la presse à utiliser.

II.8- Conclusion

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

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

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

Chapitre 3

CLASSIFICATION DES DIFFERENTES PRESSES MECANIQUES UTILISEES ET DE LEURS EQUIPEMENTS

III.1- Introduction

Pour la transformation des tôles, l'industrie a besoin des machines spécifiées dans les différentes opérations de la mise en forme des métaux telles que la coupe, le pliage ou bien l'emboutissage. Les machines utilisées sont généralement des presses.

Les presses sont des machines constituées d'un ensemble d'organes mécaniques conçus pour la réalisation des différents travaux industriels. Elles sont utilisées pour la réalisation des pièces à partir des matériaux en feuille. Ces presses sont formées d'une partie mobile (coulisseau) qui porte le poinçon et d'une partie fixe (bâti) qui porte la matrice [7].

III.2-Différentes presses mécaniques

Les presses mécaniques sont classées suivant plusieurs paramètres :

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

III.2.1- Selon le mode de transmission d'énergie

On distingue deux types de presses, les presses mécaniques et les presses hydrauliques.

III.2.1.1- Les presses mécaniques

Dans ce type de presse, l'énergie fournie par le moteur est emmagasinée dans un volant d'inertie sous forme d'énergie cinétique. Cette énergie est ensuite transmise au coulisseau en un mouvement de translation. Les presses mécaniques sont d'une plus grande rapidité de fonctionnement et généralement d'un prix moindre que celui des presses

hydrauliques équivalentes. Elles sont plus répandues car elles permettent d'atteindre des cadences élevées.

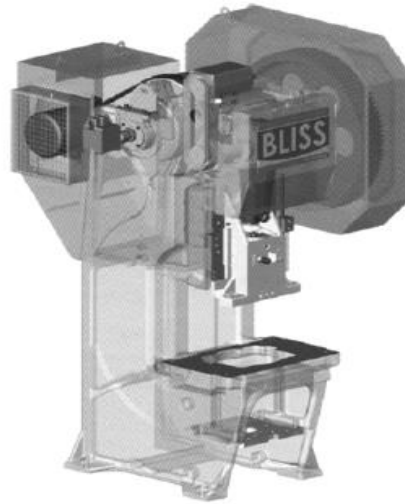


Figure III.1 : Presse mécanique

III.2.1.2- Les presses hydrauliques

Leurs structures sont comparables à celles des presses mécaniques, ce qui diffère, c'est le mode d'action du coulisseau. Elles sont actionnées par la pression d'un liquide (huile) qui entraîne le coulisseau par l'intermédiaire d'un vérin. Comme toutes les machines hydrauliques, elles offrent par rapport aux machines mécaniques l'avantage d'une plus grande souplesse qui est due aux possibilités de :

- Modifier la course du coulisseau.
- Avoir de très longues courses.
- Régler la pression exercée sur le coulisseau.
- Contrôler constamment la pression et la vitesse de descente du coulisseau.



Figure III.2 : Presse hydraulique

III.2.1.3- -Selon la forme du bâti

III.2.1.2.1- Presses à col de cygne

Elles sont moins encombrantes à simple ou à double effets, équipées d'un bâti inclinable vers l'arrière de 20°, dégagé sur les trois côtés. Leur puissance varie entre 20 et 130 tonnes force (figure I.3).



Figure III.3: Presse à col de cygne

III.2.1.2.2- Presses à arcade

Ces presses ont un bâti monobloc collé ou parfois soudé. Elles sont dotées d'une puissance allant jusqu'à 300 tonne force, ce qui leur permet de supporter des efforts importants tout en assurant une grande précision dans le guidage des outils. Elles peuvent être à simple ou à double effets.



Figure III.4: Presse à arcade

III.2.1.2.3- Presses à montants droits

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

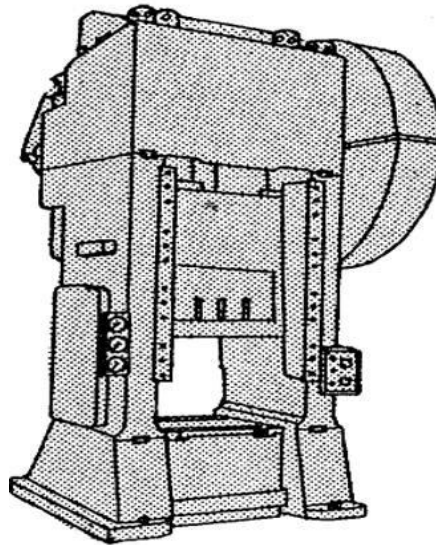


Figure III.5: Presse à montant droit

III.2.1.2.4- Presses à colonnes

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



Figure III.6: Presse à colonne

III.2.1.2.5- Presses à table mobile et bigorne

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



Figure III.7: Presse à table mobile et bigorne

III.2.1.4 - Selon le nombre de coulisseau

III.2.1.4.1 - Presse à simple effet

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

III.2.1.4.2- Presse à double effets

Ces presses comportent deux (02) coulisseaux, un coulisseau serre-flan guidé par le bâti en arcade, et guidant le coulisseau plongeur, qui supporte le poinçon. Le coulisseau qui porte le serre-flan entre en contact en premier avec la tôle, pour assurer le serrage avant que le poinçon amorce sa descente. Il doit rester immobile durant tout le travail de poinçonnage.

III.2.1.4.3- 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.

III.3- Caractéristique d'une presse

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

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

III.4- Exigence de choix d'une presse

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

- Dimension de l'outil et de la pièce.
- Longueur de course des coulisseaux.
- Cadence nominale de fonctionnement.
- Type de travail à envisager.
- L'effort nécessaire (nature de transmission de mouvement).

III.5- Différents constituants d'un outil d'une presse

L'outil de presse matérialise les résultats des réflexions et des décisions prises au cours de sa conception. Il contient le secret de la façon dont la tôle de départ est mise en

forme pour arriver à réaliser une pièce conforme en sortie de presse. En ce sens, l'outil est le cœur du développement d'un projet.

Cet outil de presse est d'une construction mécanique de précision, supposée indéformable et, en général, composée d'une partie mobile supérieure (poinçon) bridée sur le coulisseau et d'une partie inférieure fixe (matrice) bridée sur la table de la presse. Cet ensemble, parfaitement guidé, permet de travailler la tôle par des opérations successives de découpage, pliage, cambrage, emboutissage..., de façon à obtenir la pièce désirée.

III.5.1- Poinçon

Le poinçon est un outil qui a pour fonction de laisser une empreinte sur un flan, le découper ou même de le percer. Il est nécessaire de vérifier les poinçons à la compression et au flambement pour déterminer leur longueur.

III.5.2- 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.

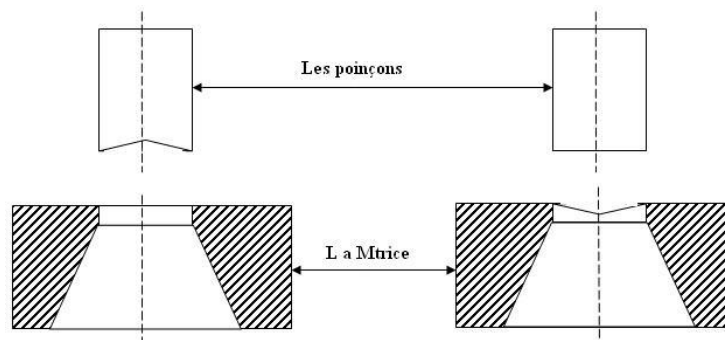


Figure III.8: Illustration poinçon et matrice

III.5.3- Dépouille

- Poinçon :

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

- **Matrice :**

Elle présente un dégagement au- dessous de sa partie active pour limiter le nombre de pièces empilées, donc de réduire l'effort de poussée. La partie active a une section constante, dite cylindrique, sur 4 à 5mm permet l'affutage.

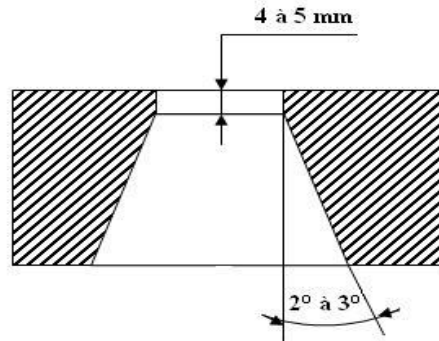


Figure III.9: Angle de dépouille de la matrice

III.5.4- Affutage

Après découpage de nombreuses pièces (de 50 à 200000 pièces pour les outils en acier) les arrêtes coupantes s'émousent et s'arrondissent. Après démontage de l'outil, poinçon et matrice sont affutés par rectification plan.

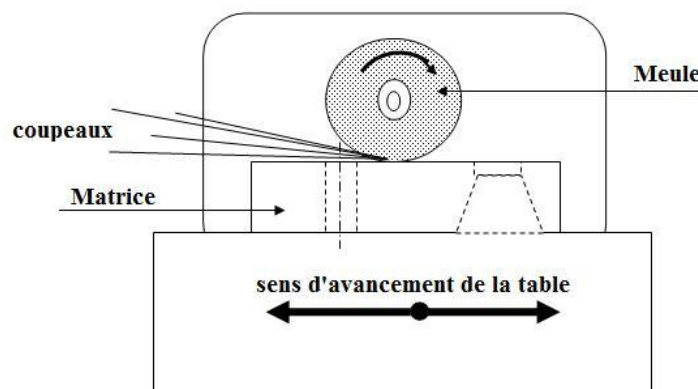


Figure III.10: Affutage de la matrice

III.6- Types d'outils de presse

III.6.1- Outil à presse-bande

Il est aussi appelé outil à colonne, la contre plaque est remplacée par une pièce analogue montée sur ressorts, c'est le presse bande (devêtisseur), cette dernière fait maintenir la bande pendant l'opération afin d'éviter toute déformation. Le guidage de

l'ensemble poinçon- matrice est assuré pas deux ou quatre colonnes de guidage selon les dimensions de l'outil.

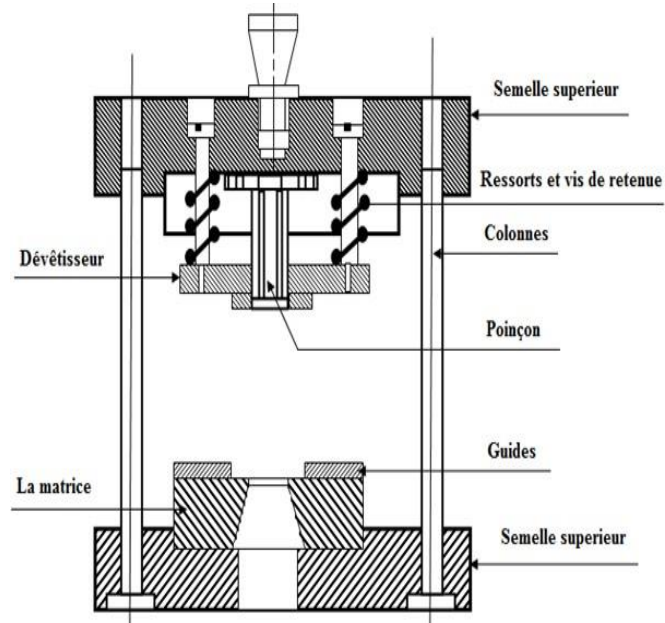


Figure III.11: Outil à presse-bande

III.6.2- Outil suisse

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

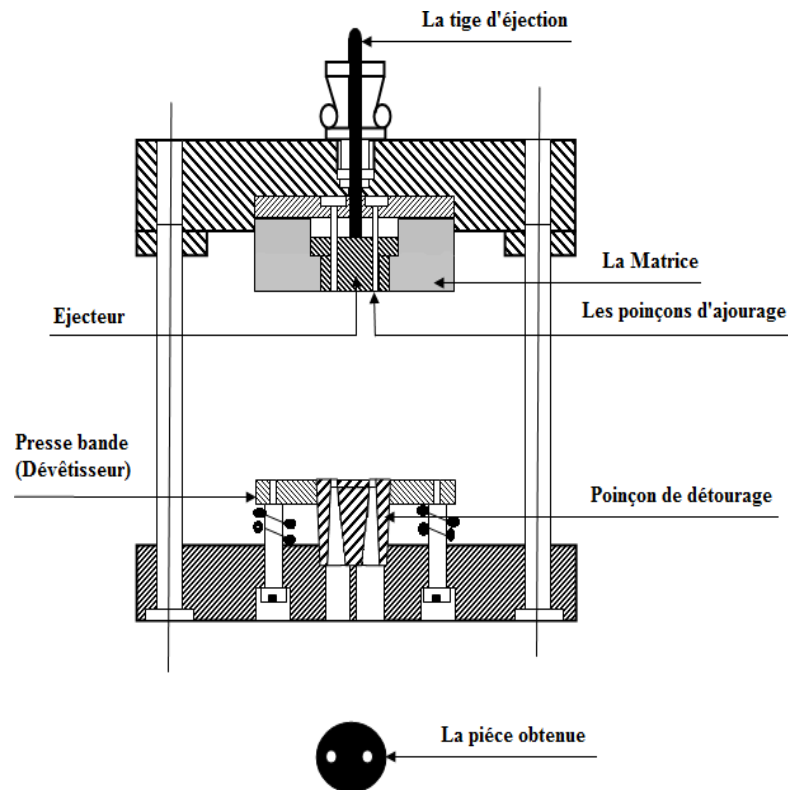


Figure III.12: Outil suisse

III.6.3- Outil 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 succédant une à une, permettent d'obtenir la pièce finale. On distingue souvent ces outils par les opérations principales réalisées: découpage, cambrage ou pliage, emboutissage, détourage... 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 séries.

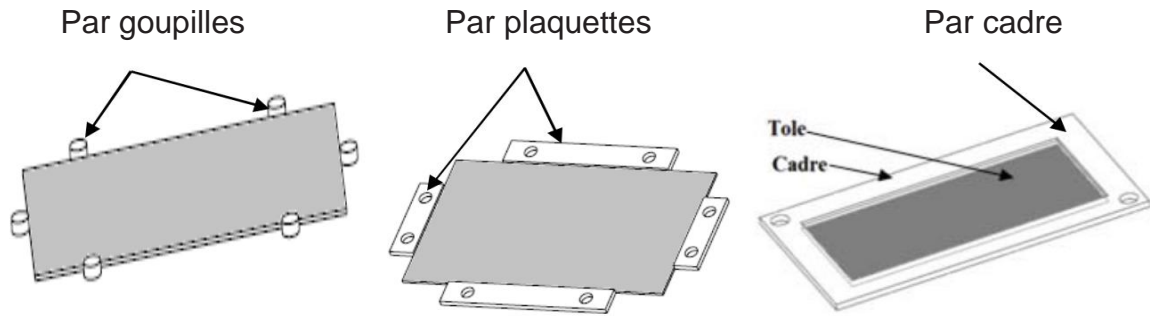


Figure III.13: Guidage du flan sur un Outil de reprise par diverses façons

III.6.4- Outil de Détourage

L’outil de détourage a pour rôle, le détourage des pièces obtenues après emboutissage, en enlevant la matière excédentaire (collerettes ou bords irréguliers). Pour cela, on distingue trois (03) types d’outils de détourage :

- Détourage normal

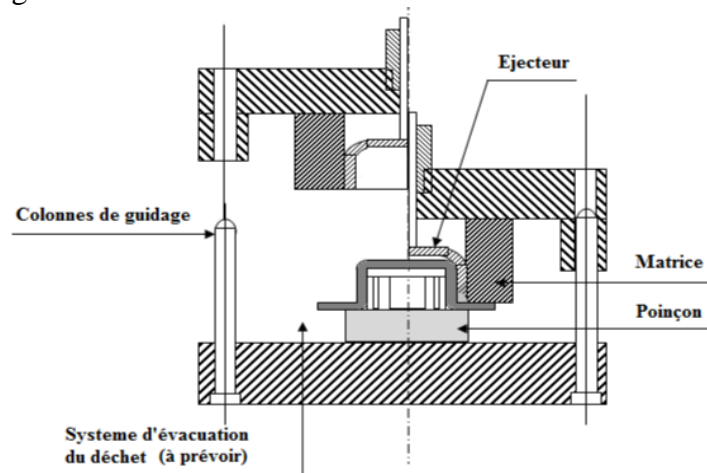


Figure III.14: Outil de détourage normal

- Détourage à ras

Il est nécessaire d’effectuer une passe de calibrage avant le détourage, afin d’obtenir un rayon minimal à l’endroit de la coupe.

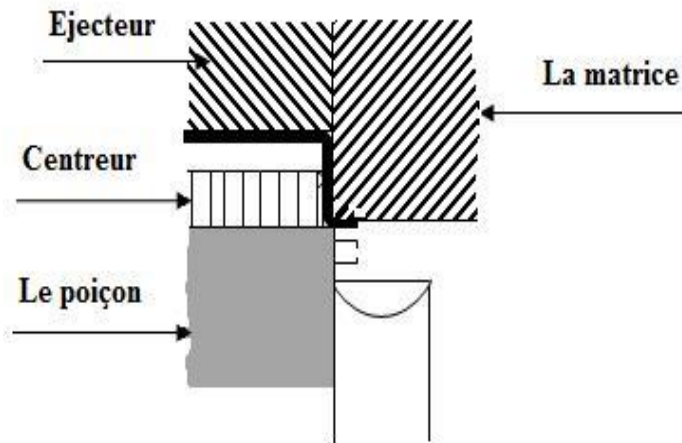


Figure III.15: Outil de détourage à ras

- Détourage-poinçonnage

Le palonnier est nécessaire, pour que le poinçon soit dans l'axe de la tige d'éjection.

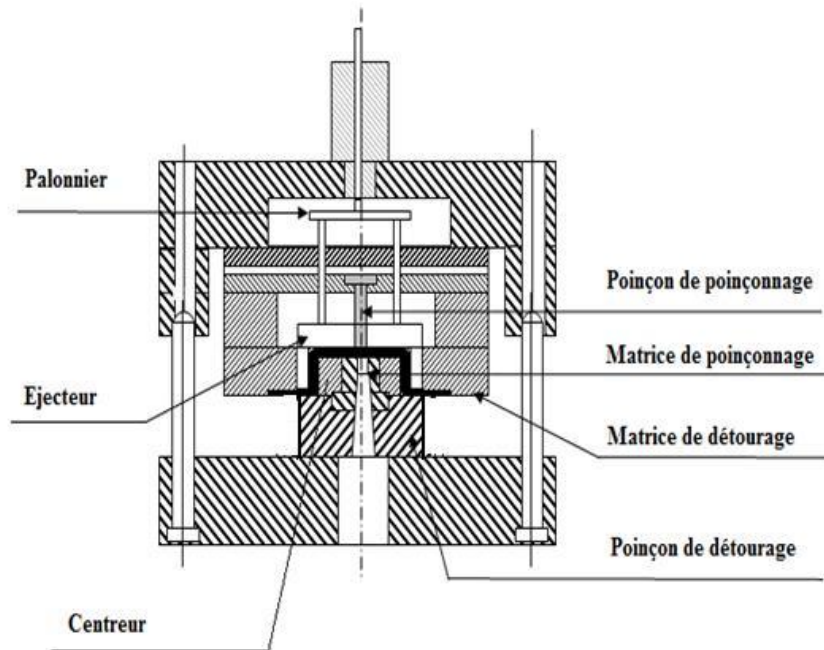


Figure III.16: Outil de détourage-poinçonnage

II.6.5- Outil à Came

Les cames ont pour but de transformer le mouvement vertical du coulisseau en mouvement horizontal, oblique ou verticale en sens contraire. Elles sont utilisées dans les outils poinçonnages ou de cambrage lorsque plusieurs opérations sont simultanées.

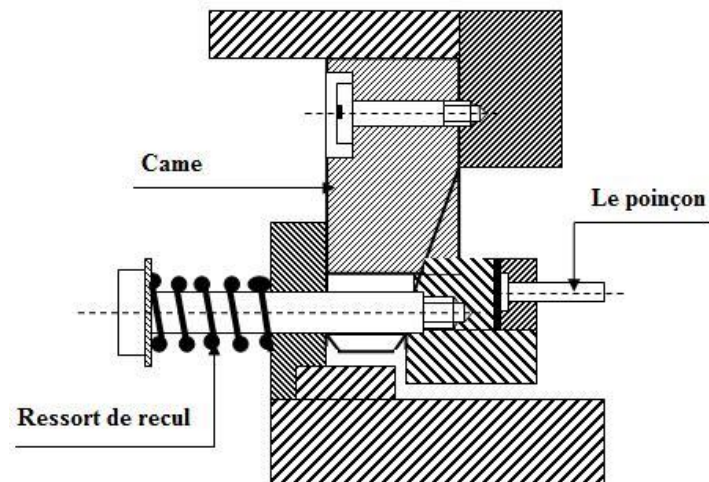


Figure III. 17: Outil à came

III.6.6- Outil d'emboutissage

L'outil d'emboutissage nous permet de formé des corps creux par déformation plastique des métaux en feuille. On trouve des outils avec ou sans serre-flan.

III.6.6.1- Outil sans serre-flan

Le plus simple se compose d'un poinçon et d'une matrice, il est également appelé outil d'emboutissage par passe à travers. Le poinçon entraîne la pièce formée à travers la matrice. Au cours de l'opération les parois de l'embouti augmentent légèrement l'épaisseur de la sortie de la matrice. A la remontée du coulisseau de la presse, la pièce est décrochée du poinçon par la face inférieure de la matrice.

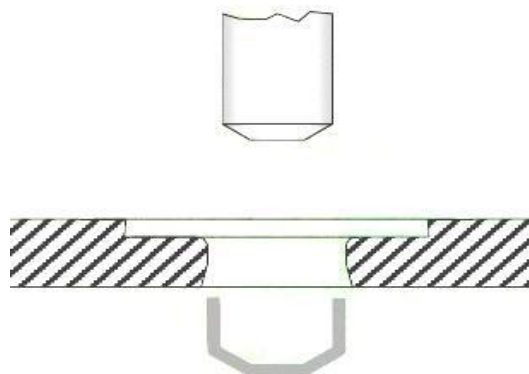


Figure III.18: Outil d'emboutissage sans serre-flan

III.6.6.2- Outil à serre-flan

On distingue deux (2) types d'outils d'emboutissage à serre-flan :

- ✓ Outil monté sur presse à simple effet

Cet outil se compose simplement d'une matrice, d'un poinçon et d'un serre-flan qui est actionné le plus souvent par des ressorts situés sous le plateau de la presse. En conséquence, l'outil est inversé au précédent ; le poinçon et le serre-flan constituent la partie inférieure de l'outil tant dis que la matrice occupe la partie supérieure. Les pièces embouties remontent avec la matrice et sont chassées par un éjecteur actionné par la presse en haut de course.

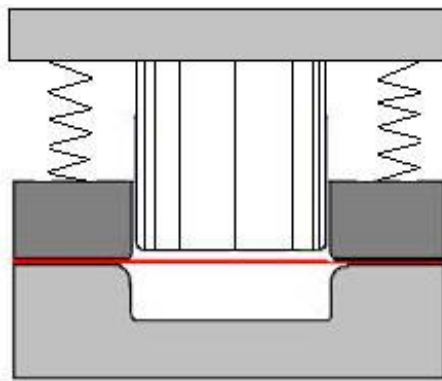


Figure III.19: Outil d'Emboutissage à Serre-Flan, placé sur une Presse à Simple Effet

- ✓ Outil monté sur presse à double effets

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

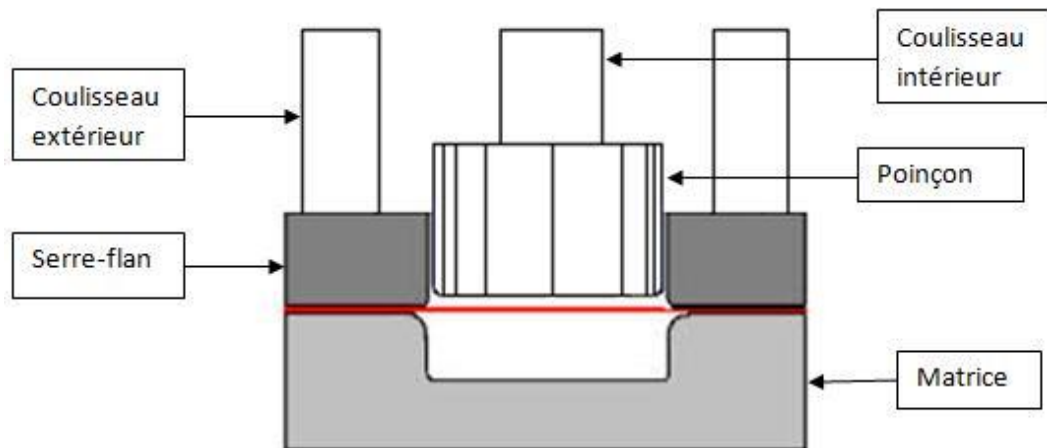


Figure III.20: Outil d'Emboutissage à Serre-Flan, placé sur une Presse à Double Effets

III.6.7- Outils à Découper

III.6.7.1- Outil à Découvert

- Outil à découvert simple

L'outil à découvert simple, simplement constitué, d'un seul poinçon et d'une seule matrice. Il est conçu pour des travaux à petites unités, ainsi, il décrit bien le principe de découpage, mais ne peut - être employé dans les travaux de série, à cause de la remontée, de la bande de tôle avec le poinçon.

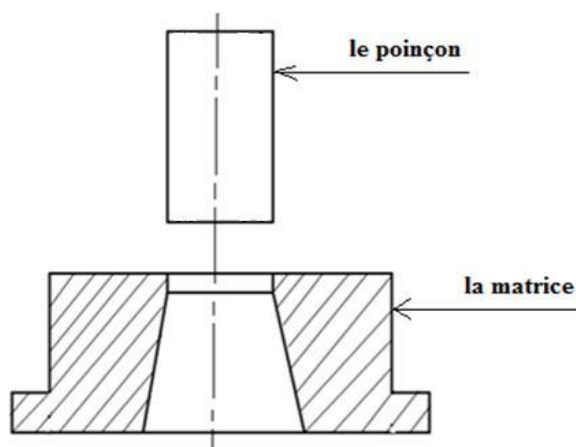


Figure III.21: Outil simple découvert

- Outil à découvert à butées

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

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

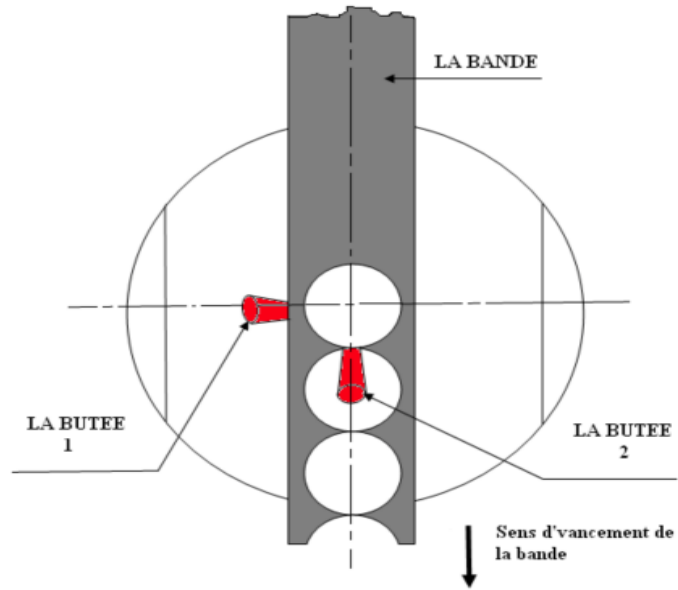


Figure III.22: Outil découvert à butées

III.6.8- Outils à contre-plaque

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

III.6.8.1- Outils à contre-plaque à engrenages

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

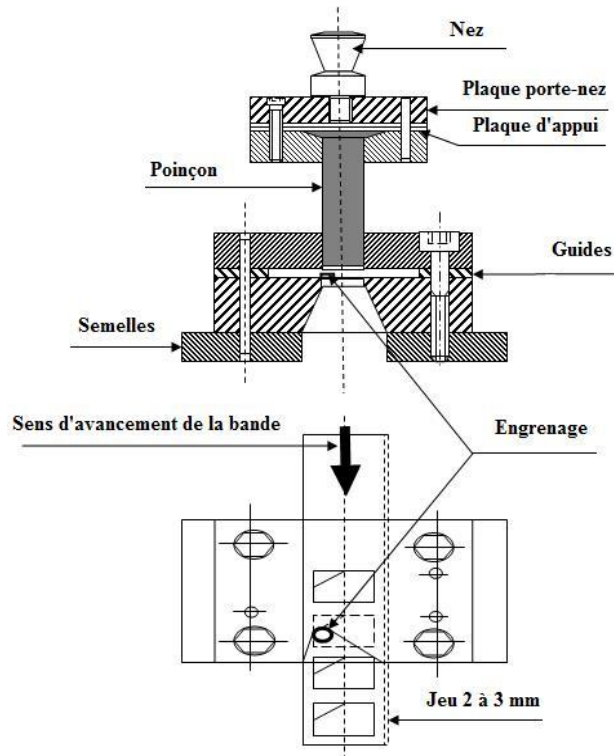


Figure III. 23: Outil à contre-plaque muni d'un avancement du flan par engrenage

III.6.8.2- Outils à contre-plaque à couteau

Sa conception est identique à celle de l'outil précédent sauf en ce qui concerne le contrôle de l'avance. L'engrenage est supprimé ; il est remplacé par un poinçon latéral appelé couteau et sa longueur est égale au pas. Entre deux coups successifs de presse, la bande est poussée ou tirée et vient buter contre le guide. Cette butée assure un contrôle de l'avance plus précis qu'avec l'engrenage.

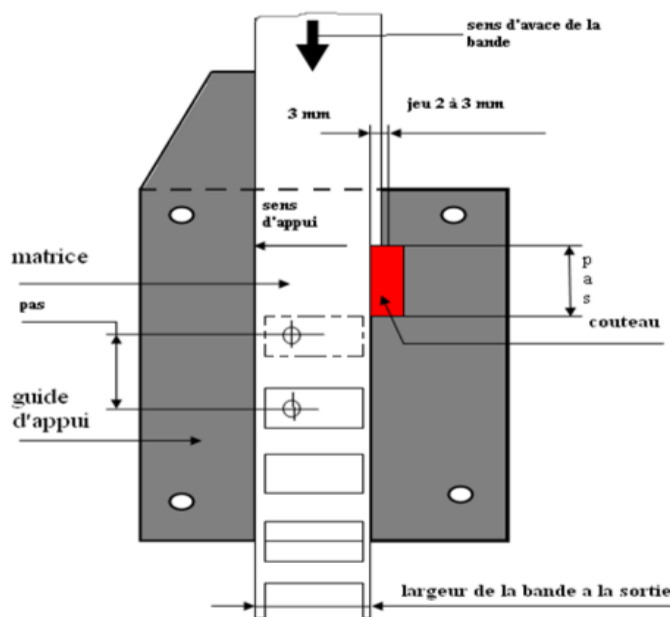


Figure III.24: Outil à contre-plaque muni d'un avancement du flan par couteau

III.6.9- Outil de pliage

Les outils de pliage sont variés à l'infini et sont déterminés par la pièce à produire. On distingue trois de ces derniers :

III.6.9.1- Outil de pliage en V

L'outil de pliage en **V** est composé d'un poinçon et d'une matrice, généralement, utilisé, pour obtenir des pièces en forme de cornière, formants l'angle de la pièce à réaliser (le **V**), équipé aussi d'un drageoir. Ce dernier est fixé sur la matrice, qui centre le flan à plier.

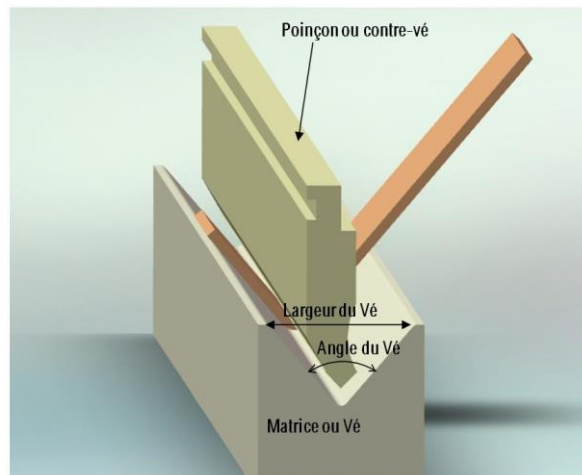


Figure III.25: Outil de pliage en V

III.6.9.2- Outil de pliage en U

En appliquant le même principe que celui du pliage en **V**, l'outil de pliage en **U** comporte presque les mêmes éléments que le précédent. Ils ne diffèrent que par la forme du poinçon, et de la matrice. Cet outil relève simultanément les deux ailes de **U**. Il travaille par symétrie.

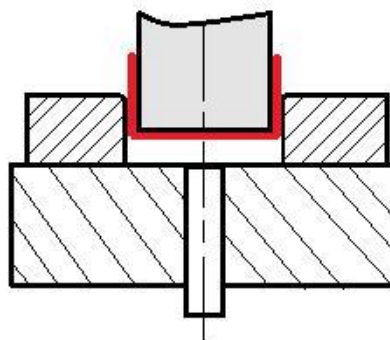


Figure III.26: Exemple d'Outil de pliage en U

III.6.9.3- Outil de pliage en Équerre

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

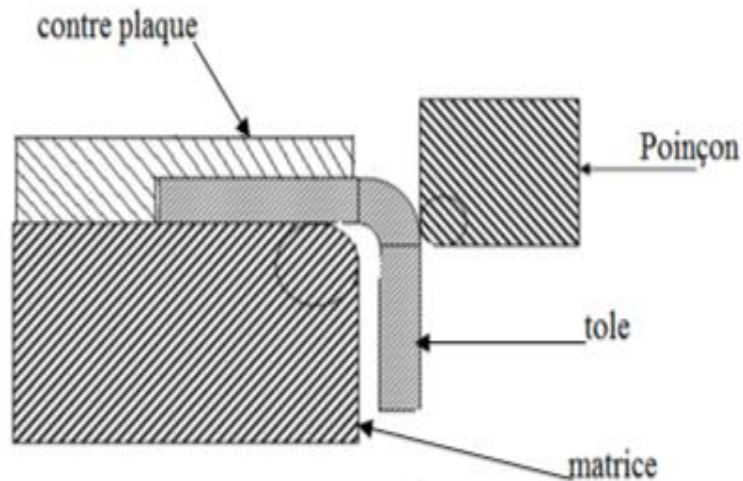


Figure III.27: Exemple d'Outil de pliage en Équerre

III.7- Montage des Outils sur les Presses

III.7.1- Petite Presse

- Partie inférieure de l'outil

Le plateau des presses présente des trous taraudés, leurs positions varient selon les constructeurs de presses, et des cales de pressions. Les semelles sont fixées sur le plateau par vis ou par bridage

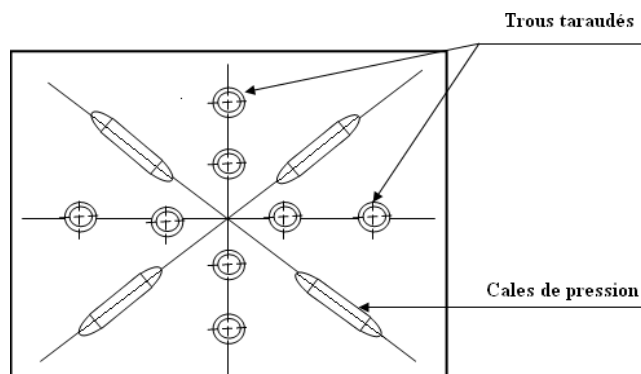


Figure III.28: Plateau de presse

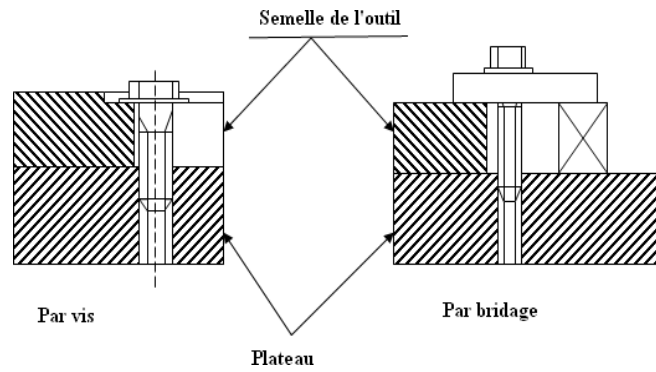


Figure III.29: Système de fixation des semelles sur le plateau

- Partie supérieure de l'outil

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

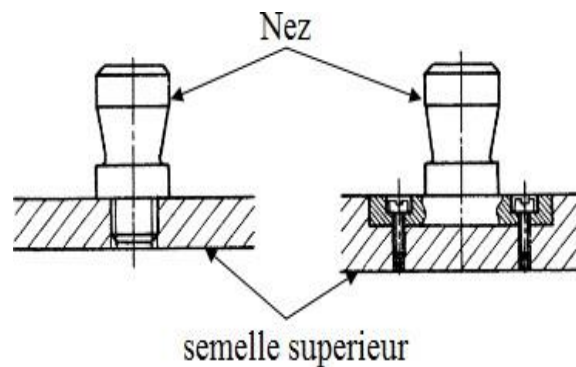


Figure III.30: Système de fixation de la partie supérieure de l'outil

III.7.2- Grosse Presse

La semelle du coulisseau et le plateau de la presse portent des rainures en **Té**. La semelle supérieure et inférieure de l'outil sont fixées par boulons ou par brides.

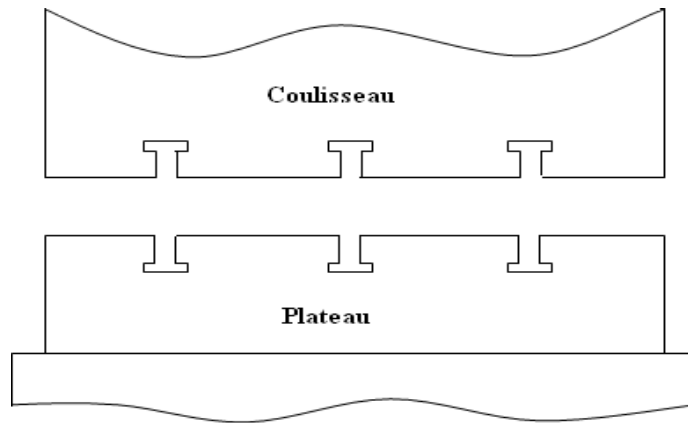


Figure III.31: Système de fixation pour les grosses presses

III.8- Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons fait un aperçu global sur les différents types de presses utilisées dans l'industrie, leur classification, leur principe de fonctionnement, les différents mécanismes de commande et ainsi que les différents outils qui existent dans l'industrie, ce qui nous donnera une idée générale sur la conception de notre outil.

La connaissance des outils de presse doit permettre de développer une réflexion constructive pour répondre au mieux aux problèmes qui pourraient se poser au cours d'un projet. Pour permettre d'atteindre les objectifs de production, le choix d'une presse mécanique est basé sur les besoins spécifiques des applications.

Chapitre 4**ETUDE ET CONCEPTION****IV. Introduction**

Le but de la production est de fabriquer des pièces ayant le minimum de déchets avec le moindre coût. Sur les chaînes de montage, on assemble ces pièces dans le but d'avoir un produit prêt à vendre, c'est le cas des tables de cuisson extra plat des cuisinières fabriquées au sein de l'entreprise ENIEM qui fera l'objet de notre travail.

Les différents modèles des caches des cuisinières diffèrent selon la matière de leur table (en verre, inox ou en tôle), de leur position de la rampe d'alimentation (à gauche, à droite ou au milieu), du nombre de feux (quatre, cinq ou six feux) et de la dispositions de ses feux.

Pour répondre aux besoins de l'entreprise, l'étude et le calcul de tous les paramètres rentrant dans la conception de cet outil de poinçonnage et détournage du cache table seront traités dans ce présent chapitre.

IV.1 Cahier de charges

Le cache table extra plat d'une cuisinière ENIEM est une pièce qui couvre tous les organes internes tels que la rampe d'alimentation, les robinets, les tubes en aluminium, la génératrice, ...etc .et qui se pose facilement sur le potager de la cuisine répondant aux normes **NF EN 30-2-1** et **IEC 60335-2-6** (La Commission Electrotechnique Internationale) délivré par **L'Institut Algérien de Normalisation IANOR**. [8]

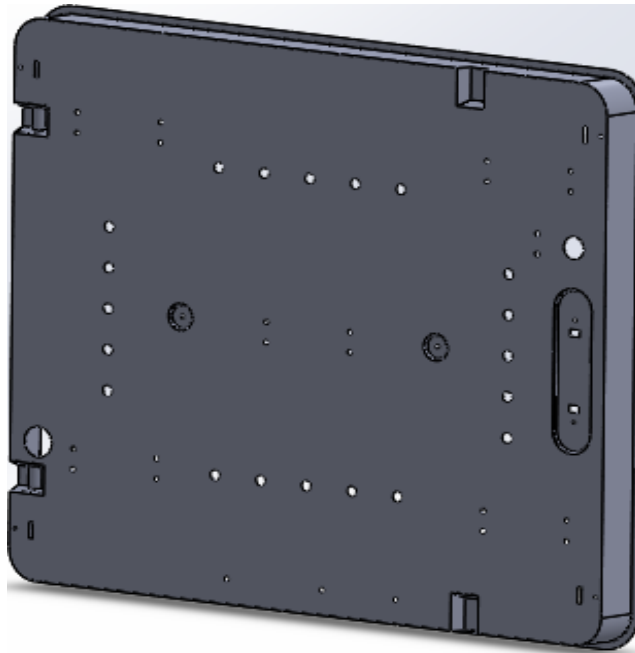


Figure IV.1 : Cache de table extra plat 05 feux

Notre pièce est de dimensions suivantes : $590 \times 490 \times 40$ avec une épaisseur de 0.6mm.

IV.2- Processus de fabrication

Lors de la fabrication, le cache table doit passer par trois étapes avant son montage sur chaîne :

- **Etape 01** : découper un flan à partir d'une bobine.
- **Etape 02** : emboutir le flanc.
- **Etape 03** : poinçonner et détourer la pièce emboutie.

A chaque étape, les pièces sont contrôlées suivant la gamme de contrôle (délivrée par le service développement).

IV.3 Fiches techniques [9]

IV.3.1- Fiches techniques de la tôle

C'est une tôle en acier revêtue (revêtement métallique de zinc) en continu par immersion à chaud par formage à froid ou en aciers galvanisés à chaud et emboutie profondément selon la norme **NF EN 10364 DX54D+Z140-N-A-C** [10]

a. Caractéristiques chimiques

Tableau IV.1 : caractéristiques chimiques de la tôle.

C (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Si (%)	Ti (%)
0.18	1.2	0.12	0.045	0.5	0.3

b. Caractéristiques mécaniques

Tableau IV.2 : caractéristiques mécaniques de la tôle.

NF EN 10364	Epaisseur (mm)	R _p (MPa)	A ₈₀ (%)
DX54D +Z	0,5 -0,7	260 – 500	≥ 22

IV.4- Détail de l'outil [11]

L'outil de travail est un ensemble d'éléments assemblés avec précision pour assurer un bon fonctionnement. L'outil de poinçonnage et du détournage est composé de deux parties essentielles qu'on peut définir comme suit :

1. Partie inférieure

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

- **Semelle inférieure** : C'est une plaque sur laquelle les portes couteaux, axes de guidages et les coupes chutes sont ajustés et fixés,
- **Porte couteaux** : c'est un élément qui est fixé sur la semelle inférieure qui consiste à maintenir en place les couteaux avec ajustement,
- **Couteaux** : Ce sont les éléments fonctionnels qui interviennent lors de l'opération de détournage.
- **Les matrices** : est une pièce qui joue le rôle du canon, mais on l'utilise quand les trous ou les rectangles sont proches entre eux,
- **La butée** : est un élément fixe qui consiste à limiter le déplacement de la partie supérieure par rapport à la partie inférieure.
- **Axes de guidage** : Ils coulissent dans les embases supérieures avec glissement et ils sont emmanchés sur les embases inférieures.
- **Coupe chute** : elle sert à découper la chute détournée pour faciliter son évacuation,

- **Empreinte inférieure** : Elle sert à positionner et maintenir les portes canons,
- **Porte canons** : c'est l'élément sur lequel les canons sont ajustés.

2. Partie supérieure

C'est la partie mobile de l'outil qui suit une trajectoire verticale imposée par la machine et elle contient les éléments suivants :

- **Semelle supérieure** : elle sert à porter les poinçons et les portes poinçons.
- **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.
- **Serre-flan** : il sert au guidage des poinçons et de fixer la tôle. Il est fixé à l'intérieur du bâti supérieur.
- **Les lames** : ce sont les éléments fonctionnels qui interviennent lors de l'opération de détournage.
- **Les embases** : ce sont des éléments qui assurent le guidage entre la semelle supérieure et inférieure par l'intermédiaire des colonnes de guidage.
- **Les ressorts** : ce sont les éléments qui assurent le dévetissage.
- **Colonne de guidage serre-flan** : elle sert au guidage et à la mise en position du serre flanc.
- **Bague de guidage** : ce sont des éléments dans lesquels les colonnes de guidage pénètrent.
- **Goujon de centrage** : c'est un élément standard normalisé qui nous permet d'assurer le centrage d'une pièce par rapport à une autre.

IV.5- Calculs des efforts et vérifications

IV.5.1 Calcul de l'effort du poinçonnage (F_p)

La pièce à réaliser comporte :

- 6 trous de $\varnothing 3,20$ mm (F_{P1}),
- 2 trous de $\varnothing 4$ mm (F_{P2}),
- 23 trous de $\varnothing 4,50$ mm (F_{P3}),
- 2 trous de $\varnothing 5$ mm (F_{P4}),
- 20 trous de $\varnothing 10$ mm (F_{P5}),
- Un trou de $\varnothing 22$ mm (F_{P6}),

- Un trou de $\varnothing 30$ mm (F_{P7}),
- 2 rectangles de $10,4 \times 7$ de dimensions en mm (F_{P8}),
- 4 rectangles de 16×4 de dimensions en mm (F_{P9}).

La relation qui nous permettra de calculer l'effort de poinçonnage (F_P) s'écrira comme suit

:

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

Avec :

P : Périmètre de la pièce à cisailier (mm),

e : Epaisseur de la tôle ($e = 0.6$ mm),

R_C : Résistance au cisaillement de la tôle ($R_C = 500$ N/mm²).

- **Calcul de l'effort du poinçonnage pour un outil de $\varnothing 3,20$ mm F_{P1}**

$$P = 2 \times \pi \times R$$

$$P_1 = 2 \times 3,14 \times 1,60 = 10,048 \text{ mm}$$

$$F_{P1} = 10,048 \times 0,6 \times 500 = 3014,4 \text{ N}$$

$$\mathbf{F_{P1} = 3014,4 \text{ N}}$$

Comme nous avons 06 poinçons, l'effort total des poinçons de $\varnothing 3,20$ mm est égal à :

$\mathbf{F_{P1TOTAL} = 18086,4 \text{ N}}$
--

- **Calcul de l'effort du poinçon de $\varnothing 4$ mm F_{P2}**

$$P = 2 \times \pi \times R$$

$$P_2 = 2 \times 3,14 \times 2 = 12,56 \text{ mm}$$

$$F_{P2} = 12,56 \times 0,6 \times 500 = 3768 \text{ N}$$

$$\mathbf{F_{P2} = 3768 \text{ N}}$$

Comme nous avons 02 poinçons, l'effort total des poinçons de $\varnothing 4$ mm est :

$\mathbf{F_{P2TOTAL} = 7536 \text{ N}}$

- **Calcul de l'effort du poinçon de $\varnothing 4,5$ mm F_{P_3}**

$$P = 2 \times \pi \times R$$

$$P_3 = 2 \times 3,14 \times 2,25 = 14,13 \text{ mm}$$

$$F_{P_3} = 14,13 \times 0,6 \times 500 = 4239 \text{ N}$$

$$\mathbf{F_{P_3} = 4239N}$$

Comme nous avons 02 poinçons, l'effort total des poinçons de $\varnothing 4,5$ mm est :

$\mathbf{F_{P_3TOTAL} = 97497 \text{ N}}$

- **Calcul de l'effort du poinçon de $\varnothing 5$ mm F_{P_4}**

$$P = 2 \times \pi \times R$$

$$P_4 = 2 \times 3,14 \times 2,5 = 15,7 \text{ mm}$$

$$F_{P_4} = 14,7 \times 0,6 \times 500 = 4710 \text{ N}$$

$$\mathbf{F_{P_4} = 4710 \text{ N}}$$

Comme nous avons 02 poinçons, l'effort total des poinçons de $\varnothing 5$ mm est :

$\mathbf{F_{P_4TOTAL} = 9420 \text{ N}}$
--

- **Calcul de l'effort du poinçon de $\varnothing 10$ mm F_{P_5}**

$$P = 2 \times \pi \times R$$

$$P_5 = 2 \times 3,14 \times 5 = 31,4 \text{ mm}$$

$$F_{P_5} = 31,4 \times 0,6 \times 500 = 9420 \text{ N}$$

$$\mathbf{F_{P_5} = 9420 \text{ N}}$$

Comme nous avons 02 poinçons, l'effort total des poinçons de $\varnothing 10$ mm est :

$\mathbf{F_{P_5TOTAL} = 188400 \text{ N}}$
--

- **Calcul de l'effort du poinçon de $\varnothing 22$ mm F_{P_6}**

$$P = 2 \times \pi \times R$$

$$P_6 = 2 \times 3,14 \times 11 = 69,08 \text{ mm}$$

$$F_{P_6} = 69,08 \times 0.6 \times 500 = 20724 \text{ N}$$

$$\mathbf{F_{P_6} = 20724 \text{ N}}$$

Comme nous avons 01 poinçon, son effort total est égal à :

$\mathbf{F_{P_6 \text{ TOTAL}} = 20724 \text{ N}}$
--

- **Calcul de l'effort du poinçon de $\varnothing 30$ mm F_{P_7}**

$$P = 2 \times \pi \times R$$

$$P_7 = 2 \times 3,14 \times 15 = 94,2 \text{ mm}$$

$$F_{P_7} = 94,2 \times 0.6 \times 500 = 28260 \text{ N}$$

$$\mathbf{F_{P_7} = 28260 \text{ N}}$$

Comme nous avons 01 poinçon, son effort total est égal à :

$\mathbf{F_{P_7 \text{ TOTAL}} = 28260 \text{ N}}$
--

- **Calcul de l'effort du poinçon rectangulaire de $10,4 \times 7$ mm F_{P_8}**

$$P = 2 \times (a + b)$$

$$P_8 = 2 \times (10,4 + 7) = 34,8 \text{ mm}$$

$$F_{P_8} = 34,8 \times 0.6 \times 500 = 10440 \text{ N}$$

$$\mathbf{F_{P_8} = 10440 \text{ N}}$$

Comme nous avons 02 poinçons rectangulaires, l'effort total est :

$\mathbf{F_{P_8 \text{ TOTAL}} = 20880 \text{ N}}$
--

- **Calcul de l'effort du poinçon rectangulaire de 16×4 mm F_{P_9}**

$$P = 2 \times (a + b)$$

$$P_9 = 2 \times (16 + 4) = 40 \text{ mm}$$

$$F_{P_9} = 40 \times 0.6 \times 500 = 12000 \text{ N}$$

$$F_{P_8} = 1200 \text{ N}$$

Comme nous avons 02 poinçons rectangulaires de $16 \times 4 \text{ mm}$, l'effort total est égal à :

$$F_{P_{8 \text{ TOTAL}}} = 48000 \text{ N}$$

L'effort total du poinçonnage ($F_{P_{total}}$)

$$F_{P_{TOTAL}} = F_{P_1} + \dots + F_{P_9}$$

$$F_{P_{TOTAL}} = 438\,803,4 \text{ N}$$

IV.5.2- Calcul de l'effort de détournage (F_D)

Le calcul de l'effort de détournage est calculé par la relation suivante :

$$F_D = P \times e \times R_c$$

Avec :

- F_D : effort de détournage,
- P : périmètre à découper
- e : épaisseur de la tôle ;
- R_c : résistance de la tôle au cisaillement $R_c = 500 \text{ N/mm}^2$

Calcul du périmètre :

$$P = [2 \times (\text{longueur} + \text{largeur})] + [4 \times (\text{longueur d'arc})]$$

La longueur de l'arc est déterminée à partir du logiciel SolidWorks en utilisant la fonction évaluer puis mesurer et on obtient.

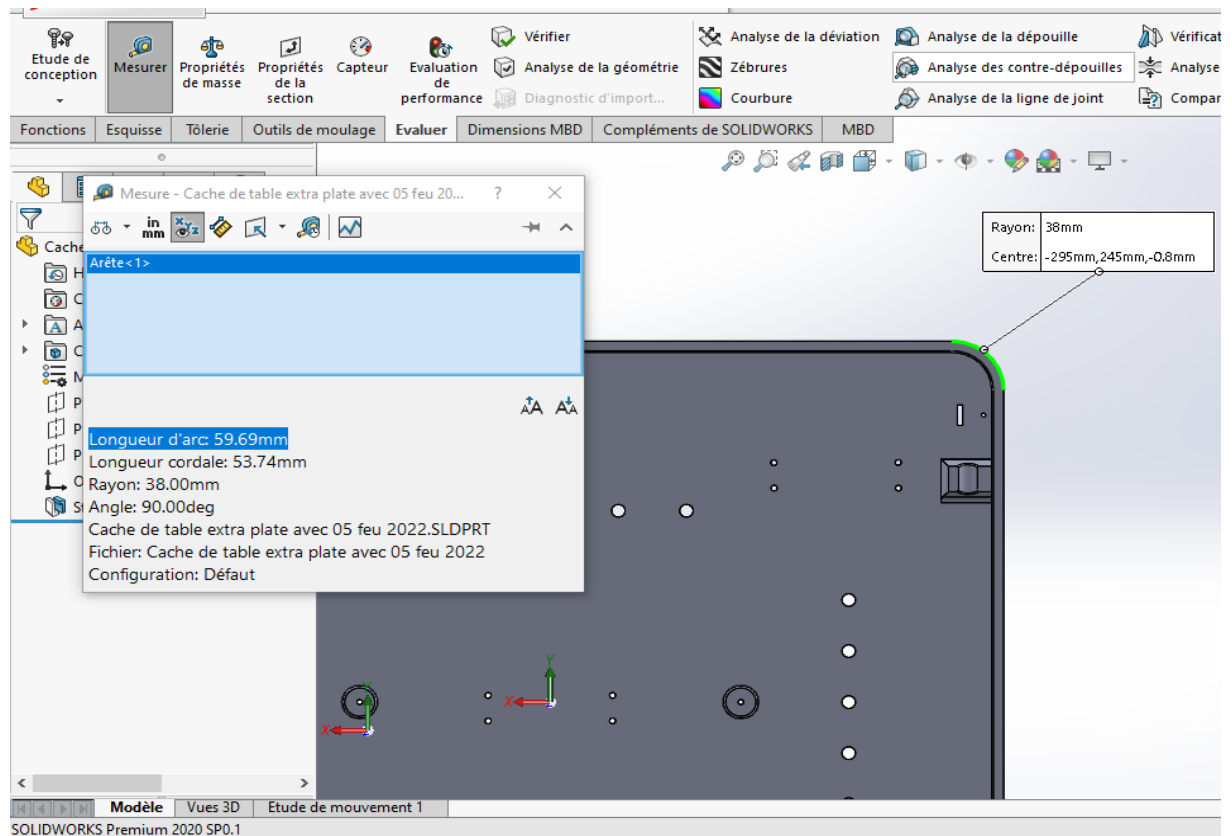


Figure IV.2 : Mesure de longueur d'arc avec le logiciel SolidWorks [12].

Application numérique :

$$P = [2 \times (590 + 490)] + [4 \times (59.69)]$$

$$P = 2398.76 \text{ mm}$$

Effort du détourage

$$F_D = P \times e \times R_C$$

$$F_D = 2398.76 \times 0.6 \times 500$$

$$F_D = 719628 \text{ N}$$

IV.5.3- Calcul de l'effort total (F_{Total})

L'effort total F_t exercé par la presse est égal à la somme des deux efforts de poinçonnage et de détourage.

$$F_{Total} = F_{P_{Total}} + F_D$$

$$F_{Total} = 438\,803,4 + 719\,628$$

$$F_{Total} = 1\,158\,431,4 \text{ N}$$

IV.4 Calcul de l'effort du serre flanc (F_{sf})

C'est l'effort nécessaire pour dégager les poinçons du bond après poinçonnage, il est égal, en général, à 7% de l'effort total.

$$F_{sf} = 7\% * F_{Total}$$

Application numérique :

$$F_{sf} = \frac{7 * 1\,158\,431,4}{100} = 81\,090,198 \text{ N}$$

$$F_{sf} = 81\,090,198 \text{ N}$$

IV.5- Effort total que doit fournir la presse (F_{Pr})

La force produite provient de la presse à utiliser. Elle doit produire un effort supérieur à la somme des efforts de poinçonnage, détournage et de l'effort fournit par le serre flanc :

$$F_{Pr} \geq F_{P_{Total}} + F_D + F_{sf}$$

$$F_{Pr} \geq 438\,803,4 + 719\,628 + 81\,090,198$$

$$F_{Pr} \geq 1\,239\,521,598 \text{ N}$$

Après obtention de cet effort et pour une bonne sécurité au cours du travail, nous choisirons une presse d'un tonnage délivrant un effort supérieur à l'effort calculé.

Parmi les presses disponibles au sein de l'entreprise, nous avons opté pour la presse de 124 Tonnes- Forces:

$$F_{Pr} \geq 124 \text{ Tonnes-Force}$$

IV.6 Vérification de la résistance des poinçons au flambement

Les poinçons sont assimilés à des poutres longues et droites. Ces derniers sont soumis à des forces axiales opposées et qui subissent une déformation par flambement.

Ce dernier se produit pour une certaines valeurs de charge appelée charge critique (F_{cr}) :

$F_p < F_{cr}$: La poutre ne subit qu'un faible raccourcissement qui est dû à la compression.

$F_p > F_{cr}$: La poutre se déforme et la rupture peut intervenir rapidement.

La relation qui nous permet de calculer la charge critique d'Euler est donnée par la formule suivante :

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

Avec:

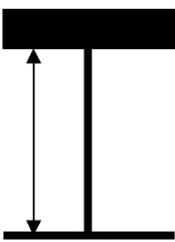
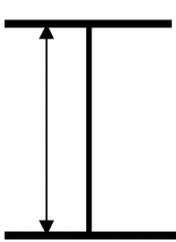

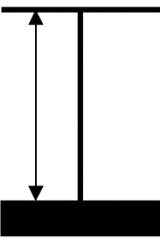
E : Module de Young (210 000 N/mm²)

I : Moment d'inertie,

L : Longueur du poinçon.

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

Tableau 04 : Longueurs libres de flambage en fonction du type de liaisons [13].

LONGUEUR LIBRE DE FLAMBAGE				
Type 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	 $l=2L$	 $l=L$	 $l=L/2$	 $l=0.7L$

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

La longueur L soumise au flambement est la même pour tous les poinçons, $L=80$ mm.

- **Poinçon de $\varnothing 3,20$ mm**

Le moment quadratique : $I = 63,62 \text{ mm}^4$ (Mesuré à partir du logiciel de CAO SOLIDWORKS),

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{(2 \times L)^2} = \frac{3,14^2 \times 210000 \times 63,62}{(2 \times 80)^2} = 5145,55 \text{ N}$$

La force critique à ne pas dépasser est :

$$F_{cr} = 5145,55 \text{ N}$$

D'après les résultats obtenus,

On a $F_{P1} = 3014,4 \text{ N}$ (effort poinçonnage pour le poinçon $\varnothing 3,20$).

On a $F_{P1} < F_{cr}$

La condition est vérifiée, donc le poinçon résiste au flambement.

- **Poinçon de $\varnothing 4$ mm**

Le moment quadratique : $I = 63,62 \text{ mm}^4$ (Mesuré à partir du logiciel de CAO SOLIDWORKS)

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{(2 \times L)^2} = \frac{3,14^2 \times 210000 \times 63,62}{(2 \times 80)^2} = 5145,55 \text{ N}$$

On a $F_{P2} = 3768 \text{ N}$ (effort poinçonnage pour le poinçon $\varnothing 4$ mm).

On a $F_{P2} < F_{cr}$

La condition est vérifiée, donc le poinçon résiste au flambement.

- **Poinçon de $\varnothing 4,5$ mm**

Le moment quadratique : $I = 63,62 \text{ mm}^4$ (Mesuré à partir du logiciel de CAO SOLIDWORKS)

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{(2 \times L)^2} = \frac{3,14^2 \times 210000 \times 63,62}{(2 \times 80)^2} = 5145,55 \text{ N}$$

On a $F_{P3} = 4239 \text{ N}$ (effort poinçonnage pour le poinçon $\emptyset 4,5 \text{ mm}$).

On a $F_{P3} < F_{cr}$

La condition est vérifiée, donc le poinçon résiste au flambement.

- **Poinçon de $\emptyset 5 \text{ mm}$**

Le moment quadratique : $I = 63,62 \text{ mm}^4$ (Mesuré à partir du logiciel de CAO SOLIDWORKS)

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{(2 \times L)^2} = \frac{3,14^2 \times 210000 \times 63,62}{(2 \times 80)^2} = 5145,55 \text{ N}$$

On a $F_{P4} = 4710 \text{ N}$ (effort poinçonnage pour le poinçon $\emptyset 5 \text{ mm}$).

On a $F_{P4} < F_{cr}$

La condition est vérifiée, donc le poinçon résiste au flambement.

- **Poinçon de $\emptyset 10 \text{ mm}$:**

Le moment quadratique : $I = 490,87 \text{ mm}^4$ (Mesuré à partir du logiciel de CAO SOLIDWORKS)

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{(2 \times L)^2} = \frac{3,14^2 \times 210000 \times 490,87}{(2 \times 80)^2} = 39701,33 \text{ N}$$

On a $F_{P5} = 9420 \text{ N}$ (effort poinçonnage pour le poinçon $\emptyset 10 \text{ mm}$).

On a $F_{P5} < F_{cr}$

La condition est vérifiée, donc le poinçon résiste au flambement.

- **Poinçon de $\emptyset 22 \text{ mm}$**

Le moment quadratique : $I = 11499,01 \text{ mm}^4$ (Mesuré à partir du logiciel de CAO SOLIDWORKS)

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{(2 \times L)^2} = \frac{3,14^2 \times 210000 \times 11499,01}{(2 \times 80)^2} = 930034,54 \text{ N}$$

On a $F_{P6} = 20724 \text{ N}$ (effort poinçonnage pour le poinçon $\emptyset 22 \text{ mm}$).

On a $F_{P6} < F_{cr}$

La condition est vérifiée, donc le poinçon résiste au flambement.

- **Poinçon de $\varnothing 30\text{ mm}$**

Le moment quadratique : $I = 39760,78\text{mm}^4$ (Mesuré à partir du logiciel de CAO SOLIDWORKS)

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{(2 \times L)^2} = \frac{3,14^2 \times 210000 \times 39760,78}{(2 \times 80)^2} = 3215833,25\text{ N}$$

On a $F_{p7} = 28260\text{ N}$ (effort poinçonnage pour le poinçon $\varnothing 30\text{ mm}$).

On a $F_{p7} < F_{cr}$

La condition est vérifiée, donc le poinçon résiste au flambement.

- **Poinçon de $10,4 \times 7\text{mm}$**

Le moment quadratique : $I = 1401,98\text{ mm}^4$ (Mesuré à partir du logiciel de CAO SOLIDWORKS)

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{(2 \times L)^2} = \frac{3,14^2 \times 210000 \times 1401,98}{(2 \times 80)^2} = 113391,5\text{N}$$

On a $F_{p8} = 10440\text{ N}$ (effort poinçonnage pour le poinçon $10,4 \times 7\text{mm}$).

On a $F_{p8} < F_{cr}$

La condition est vérifiée, donc le poinçon résiste au flambement.

- **Poinçon de $16 \times 4\text{mm}$**

Le moment quadratique : $I = 7853,98\text{ mm}^4$ (Mesuré à partir du logiciel de CAO SOLIDWORKS)

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{(2 \times L)^2} = \frac{3,14^2 \times 210000 \times 7853,98}{(2 \times 80)^2} = 635226,2\text{ N}$$

On a $F_{p9} = 12000\text{ N}$ (effort poinçonnage pour le poinçon $16 \times 4\text{mm}$).

On a $F_{p9} < F_{cr}$

La condition est vérifiée, donc le poinçon résiste au flambement.

En conclusion, tous les poinçons résistent au flambement.

IV.7 Choix des ressorts de rappel

La raideur des ressorts doit assurer le dévêtissage. Ce sont les éléments qui doivent assurer le retour du serre flanc à sa position initiale après chaque opération.

On distingue 6 types de ressorts classés par couleur, qui signifie le type de charge



Figure IV.3 : type de ressort

La course de compression du ressort est **12 mm**

Tableau 05: catalogue STEINEL NORMALIEN ressort charge extra forte [9- 10]

Order no. **SZ 8040.** x

Tube Ø D _h ^{H15}	Rod Ø D _{dh15}	Wire 	Unloaded length L ₀	Spring coefficient in N/mm c ± 10%	long life s ₁ = 15% in mm	F ₁ in N	medium life s ₂ = 20% in mm	F ₂ in N	max. working traverse s _n = 25% in mm	F _n in N	max. travel stroke S _{max} ca.	
25	12,5	5,6x4,6	32	374,4	4,8	1797	6,4	2396	8,0	2995	11	25 x 032
25	12,5		38	346,0	5,7	1972	7,6	2629	9,5	3287	13	25 x 038
25	12,5		44	244,0	6,6	1610	8,8	2147	11,0	2684	16	25 x 044
25	12,5		51	207,5	7,6	1577	10,2	2116	12,8	2656	18	25 x 051
25	12,5		64	161,0	9,6	1545	12,8	2060	16,0	2576	23	25 x 064
25	12,5		76	130,8	11,4	1491	15,2	1988	19,0	2485	26	25 x 076
25	12,5		89	110,5	13,3	1469	17,8	1966	22,3	2464	31	25 x 089
25	12,5		102	96,3	15,3	1473	20,4	1964	25,5	2455	36	25 x 102
25	12,5		115	85,7	17,2	1474	23,0	1971	28,8	2468	41	25 x 115
25	12,5		127	76,3	19,0	1449	25,4	1938	31,8	2426	47	25 x 127
25	12,5		152	63,5	22,8	1447	30,4	1930	38,0	2413	54	25 x 152
25	12,5		178	53,9	26,7	1439	35,6	1918	44,5	2398	63	25 x 178
25	12,5		203	47,0	30,4	1428	40,6	1908	50,8	2387	72	25 x 203
25	12,5		305	30,9	45,7	1412	61,0	1884	76,3	2357	113	25 x 305
32	16	7,2x5,6	38	528,2	5,7	3010	7,6	4014	9,5	5017	12	32 x 038
32	16		44	424,4	6,6	2810	8,8	3734	11,0	4668	15	32 x 044
32	16		51	353,0	7,6	2682	10,2	3600	12,8	4518	17	32 x 051
32	16		64	269,2	9,6	2584	12,8	3445	16,0	4307	22	32 x 064
32	16		76	218,5	11,4	2490	15,2	3321	19,0	4151	25	32 x 076
32	16		89	180,3	13,3	2397	17,8	3209	22,3	4020	33	32 x 089
32	16		102	155,0	15,3	2371	20,4	3162	25,5	3952	36	32 x 102
32	16		115	140,0	17,2	2408	23,0	3220	28,8	4032	42	32 x 115
32	16		127	124,0	19,0	2356	25,4	3149	31,8	3943	46	32 x 127
32	16		152	102,0	22,8	2325	30,4	3100	38,0	3876	56	32 x 152
32	16		178	88,2	26,7	2354	35,6	3139	44,5	3924	64	32 x 178
32	16		203	76,0	30,4	2310	40,6	3085	50,8	3860	71	32 x 203
32	16		254	60,8	38,1	2316	50,8	3088	63,5	3860	90	32 x 254
32	16		305	49,0	45,7	2239	61,0	2989	76,3	3738	103	32 x 305

Le nombre de ressort N_r assurant l'opération de dévissage est donné par la formule suivante :

$$N_r = \frac{F_{dév}}{F_{ressort}}$$

Avec

N_r : Nombre de ressort

$F_{dév}$: Effort de dévêtissage

$F_{ressort}$: Effort d'un seul ressort

Vu que l'effort assurant le dévêtissage est d'une grande intensité, nous avons opté pour le ressort de couleur jaune pour minimiser le nombre de ressort à utiliser.

Du tableau précédent, on tire la valeur de la force du ressort choisi qui est égale à 5017 N

$$F_{ressort} = 5017 \text{ N}$$

Application numérique

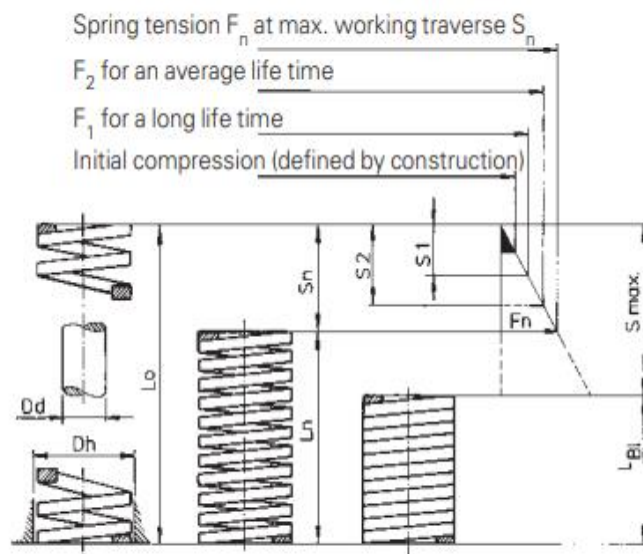
$$N_r = \frac{81090.198}{5017}$$

$$N_r = 16.17$$

On prend donc 17 ressorts

Le ressort qui pourra répondre aux conditions de travail est le ressort à charge extra forte (couleur jaune) tiré de tableau qui a les caractéristiques suivantes :

- La longueur $L = 38 \text{ mm}$.
- $D = 32 \text{ mm}$.
- $D1 = 16 \text{ mm}$.
- $A = 12 \text{ mm}$, (course de ressort comprimée)
- $F_{ressort} = 5017 \text{ N}$.



IV.8- Choix de la machine

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

- L'effort de la presse doit être supérieur aux efforts utilisés.
- La longueur et la largeur de la table, suffisamment supérieure 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. Dans notre cas, il s'agit de poinçonnage et détournage, une presse mécanique est mieux indiquée.

Après avoir calculé l'effort total de découpage qui est de 124 tonnes et ainsi qu'après avoir vérifié les dimensions de l'outil par rapport à celle de la table de travail de la presse, nous avons conclu, avec la coopération du service outillage (de l'unité cuisson), d'utiliser une presse T31B excentrique MANZONI, de construction Italienne ayant les caractéristiques suivantes :

- Capacité de la presse 200 (tonnes),
- Dimensions de la table (longueur et largeur) 1850×1250 (mm),
- Distance entre la table et le coulisseau en (PMH) 1040 (mm),
- Distance entre la table et le coulisseau en (PMB) 725 (mm),
- Cours du coulisseau 315 (mm).

IV.9- Conclusion

Le Logiciel SolidWorks nous a permis de déterminer les dimensions du flanc et les surfaces d'emboutissage sans recours aux essais expérimentaux, ce qui représente un gain de temps, une bonne précision et une économie ;

Nous avons conçu notre outil économique avec :

- ❖ Le choix de matériaux fiables ;
- ❖ Évitations du surdimensionnement des éléments ;
- ❖ La grande cadence de fabrication de ce cache.

CONCLUSION GENERALE

Les notions pratiques acquises au niveau de l'unité cuisson de l'entreprise de fabrication de l'électroménager ENIEM dans le cadre de réalisation de notre projet de fin d'étude, nous ont permis de développer notre esprit de recherche, ainsi que de concrétiser et de mettre en application les connaissances acquises durant la formation Master en Génie Mécanique.

Parmi les techniques utilisées, nous citerons le poinçonnage et le détournage qui sont des techniques les plus répandues dans l'industrie. Cette étude nous a permis d'élargir nos connaissances dans ce procédé qui ne cesse de se développer au fil des dernières années dans le processus de la transformation des tôles.

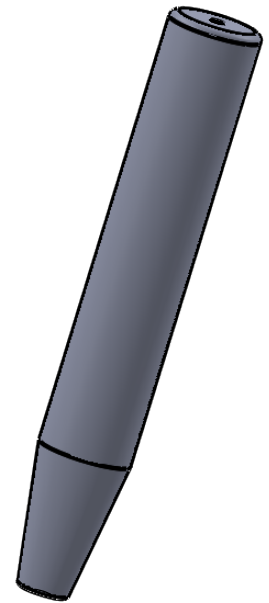
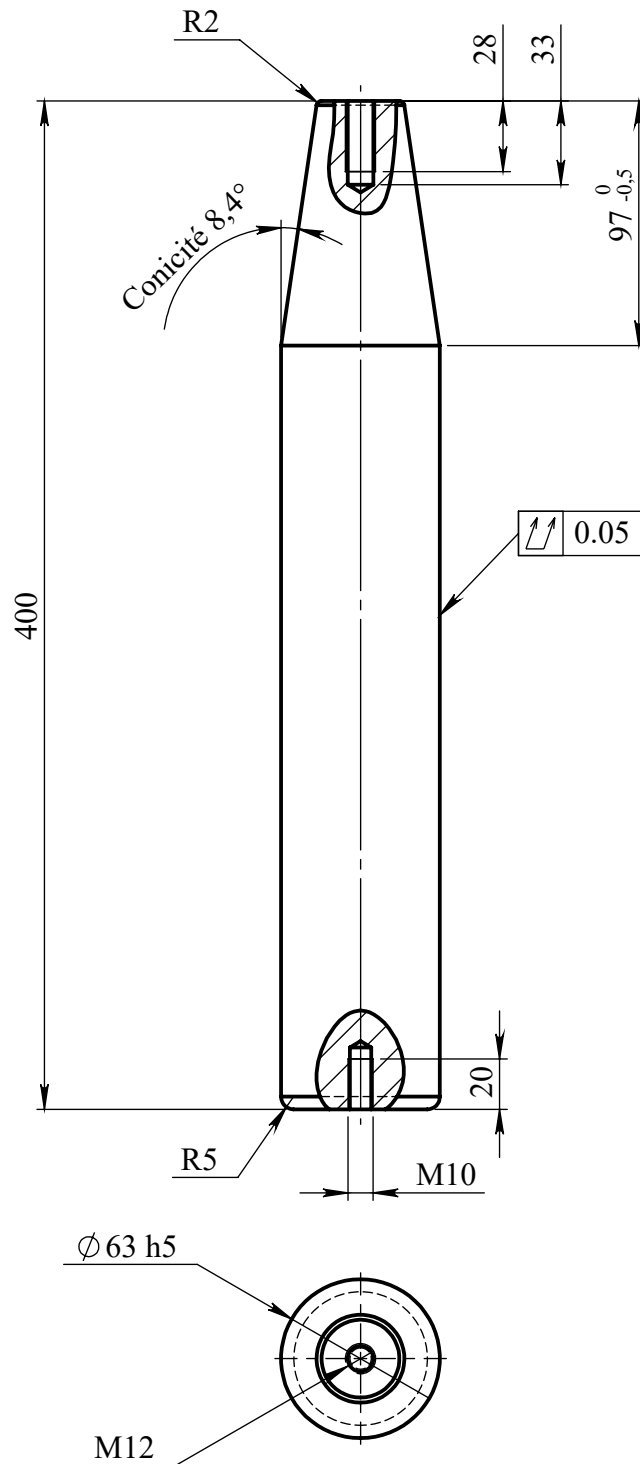
Les connaissances acquises dans les recherches lors de l'étude des différentes caractéristiques des matériaux telles que l'acier ont servi de base pour la conception de notre outil. Ces métaux sont choisis pour faciliter la réalisation des pièces et avoir un coût de revient le plus bas possible avec une bonne qualité de fabrication.




Le logiciel de conception assisté par ordinateur Solid Works nous a permis de définir les caractéristiques dimensionnelles et géométriques des différentes pièces. La puissance de ce logiciel nous a aidé à concevoir un outil précis, fiable et rentable.

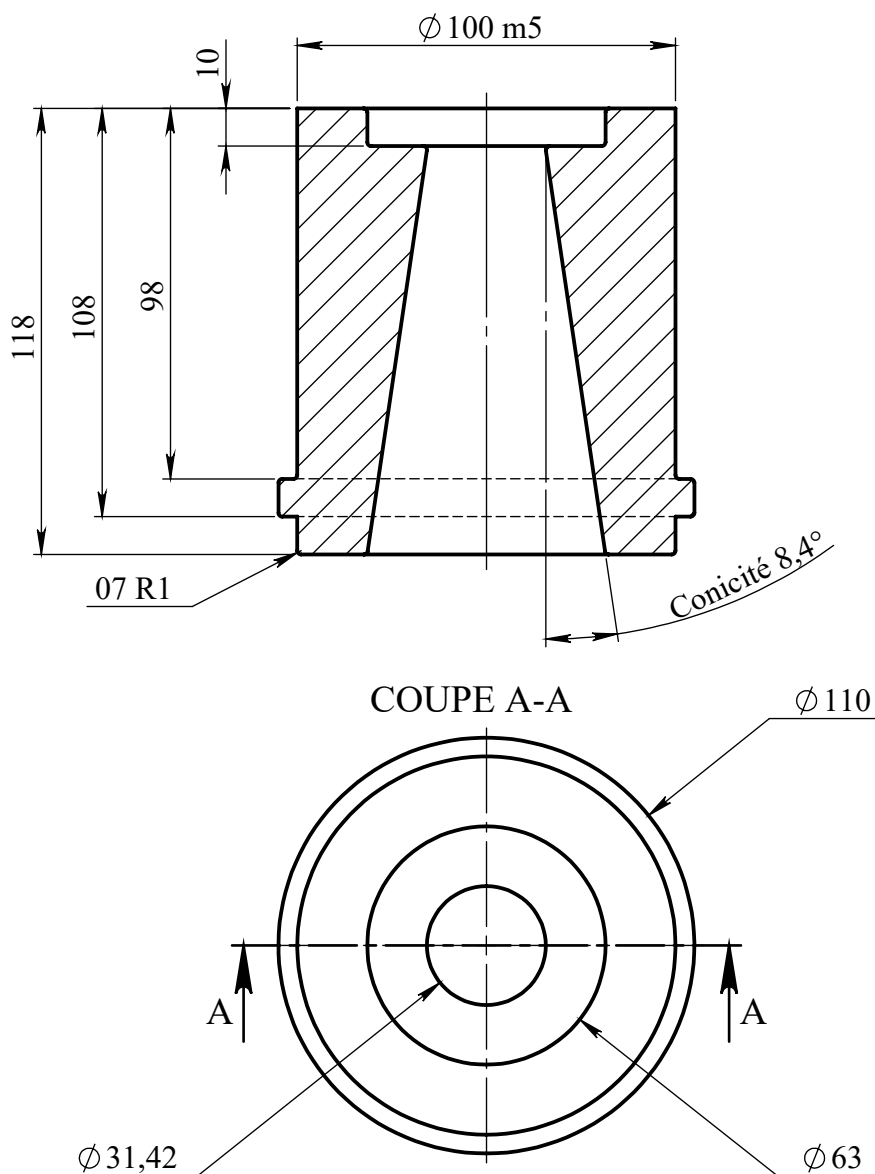
Enfin, nous souhaitons que ce travail va servir comme support pédagogique pour les promotions à venir.

Références Bibliographiques

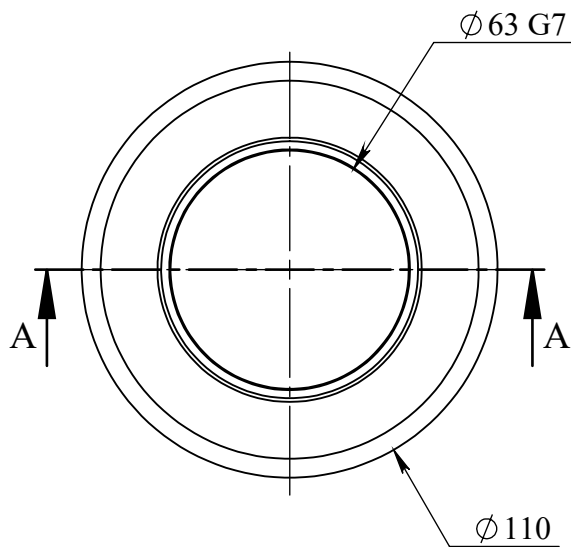
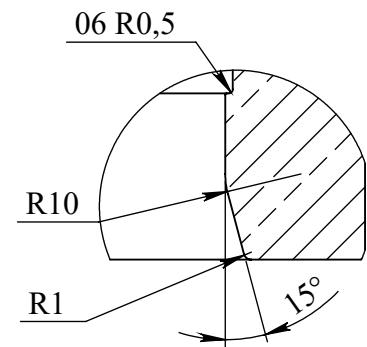
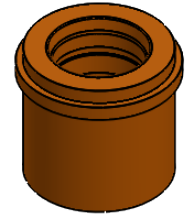
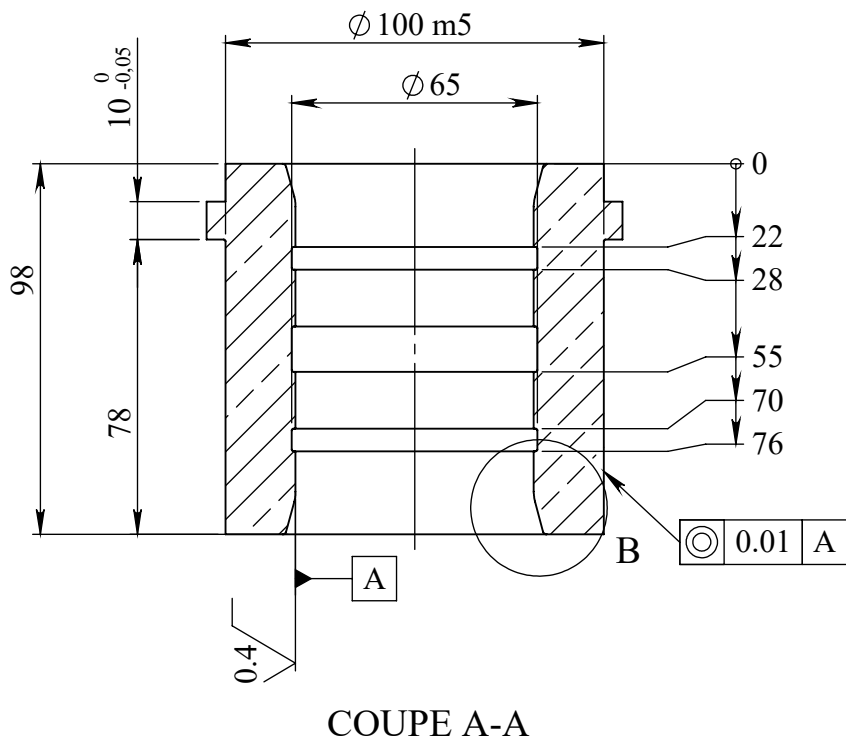
- [1]- Classifications des aciers et des fontes, Professeur BEN SAADA.S. Université de BISKRA
- [2]- Guide traitement thermique / COMITE PERFORM , <http://www.comiteperform.ca>
- [3]- Cours découpage des tôles ; Professeurs Zerouki.M ; IST institut des sciences et de la technologie
- [4]- Cours pliage des tôles ; Professeurs Zerouki.M ; IST institut des sciences et de la technologie
- [5]- R.Djabri ; I.Mihoubi ; Mémoire Master Académique; Etude Et Réalisation D'une Emboutisseuse Des Tôles de Faible Epaisseur ; Faculté de Technologie ; Département de Mécanique, Tlemcen; Année universitaire : 2017 /2018.
- [6]- Support de cours Génie Mécanique Niveau 1, Procédés de mise en forme: M. JERBI A.U 2017/2018 ; Institution supérieur des études technologique de NABEUL
- [7]- Dridi Mohamed Salah ; Guendouzi Abdelghani, Master II, Académique, Conception d'une presse mécanique pour emboutissage de 40 tonnes, Université Mouloud MAMMERY, Promotion juin 2019
- [8] NORME AFNOR 35-552 AF65C45
- [9]- Documentation offerte par l'entreprise ENIEM
- [10]- Guide des normes fontes, www.loiselet.com
- [11] S.LARBI ; S .HIDER, Mémoire d'ingénieur; Etude et conception d'un outil à suivre à bande; Université Mouloud MAMMERY, Tizi- Ouzou ; 2010
- [12] DASSAULT Systèmes SOLID WORKS 2020
- [13] Guide de guidage des éléments RABOURDIN RG



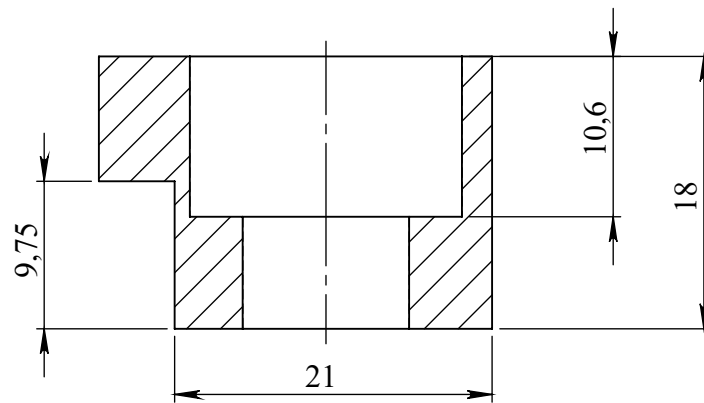
01	04	Axe de guidage	Acier allié	Trempe a coeur 60/62 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle 1 : 3		Etude et conception d'un outil poinçonnage détourage d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM	Etat de surface	
Planche N°: 01			Ra = 0.4 	
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane	Promo : 2021/2022	
A4		 FGC DGM UMMTO	MASTER II	



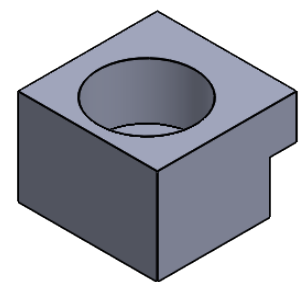
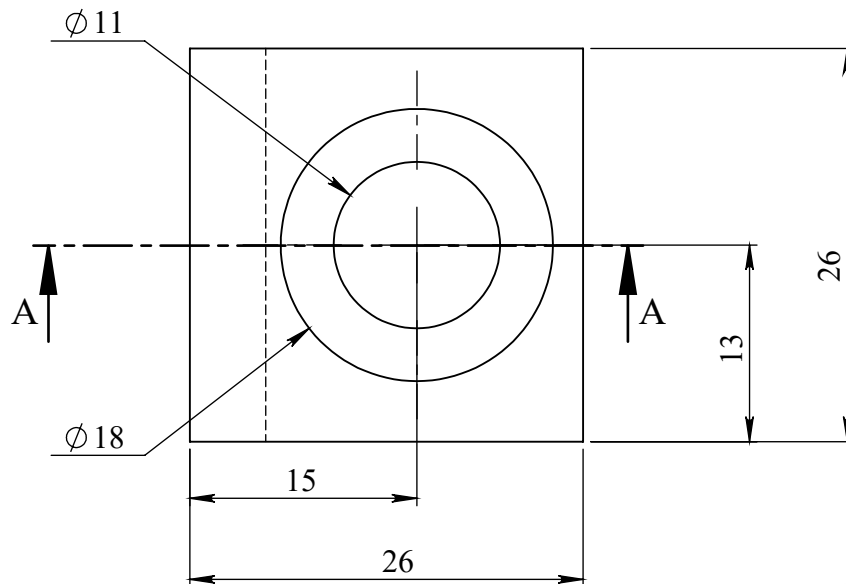
02	04	Bague inferieure	Acier allié	Tr+Rv 60/64 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle 1 : 2		Etude et Conception d'un outil poinçonnage et détournage d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM	Etat de surface	
Planche N° 02			Ra = 3.2	
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane	Promo : 2021/2022	
A4		FGC DGM UMMTO	MASTER II	





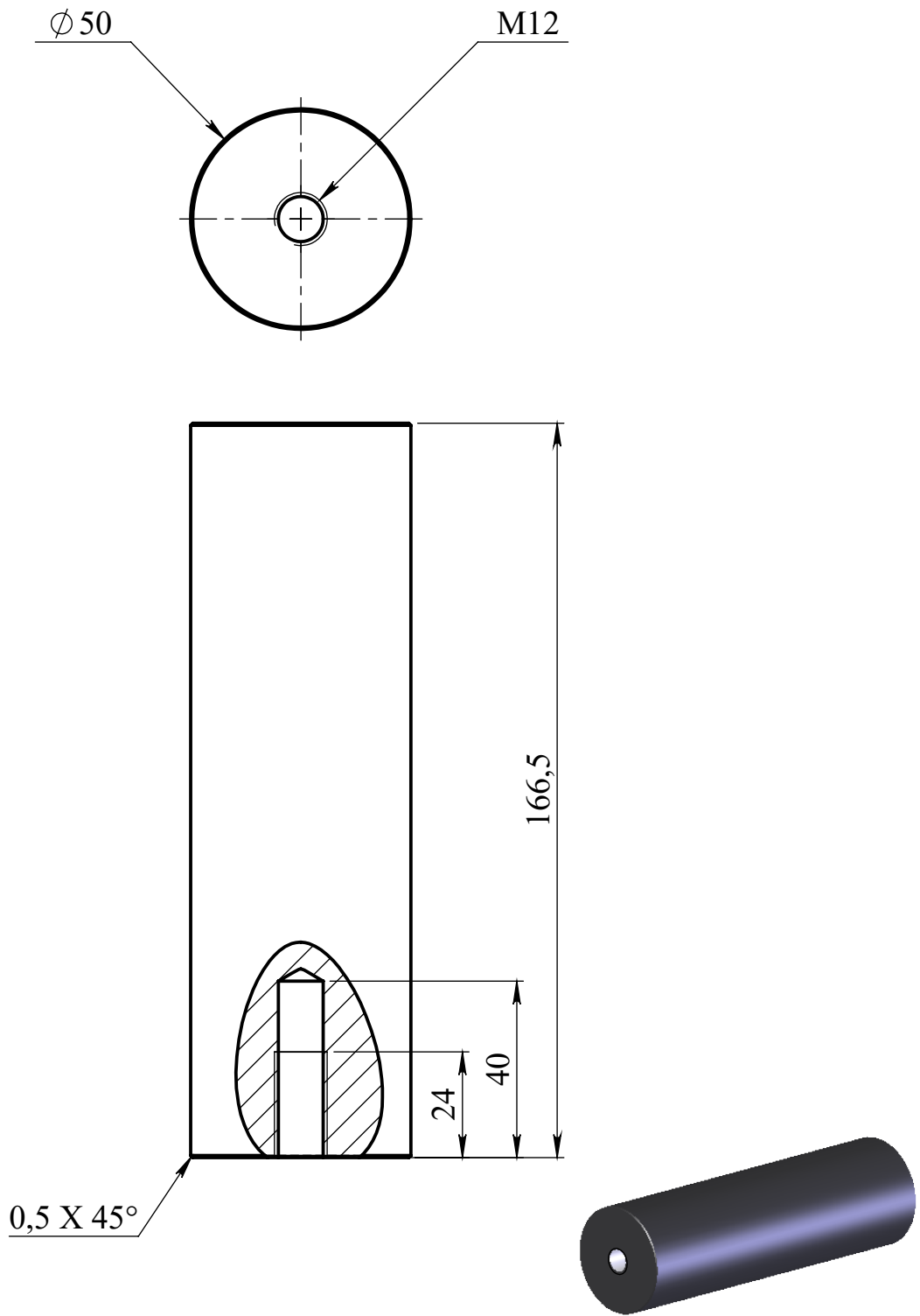
03	04	Bague superieure	Bronze	-
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle 1 : 2		Etude et conception d'un outil poinçonnage et détourage d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM		Etat de surface
Planche N°: 03				Ra = 3.2
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane		Promo : 2021/2022
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II



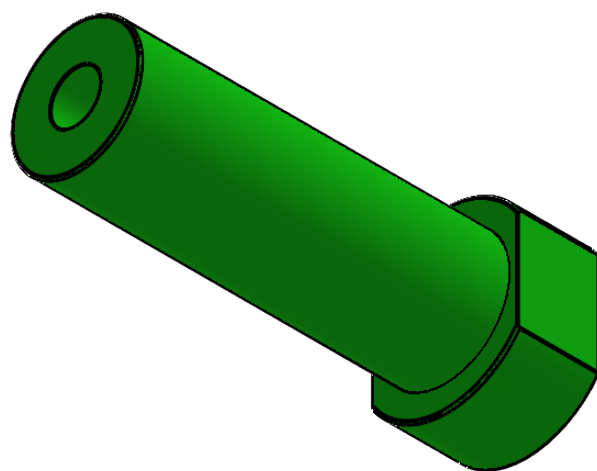
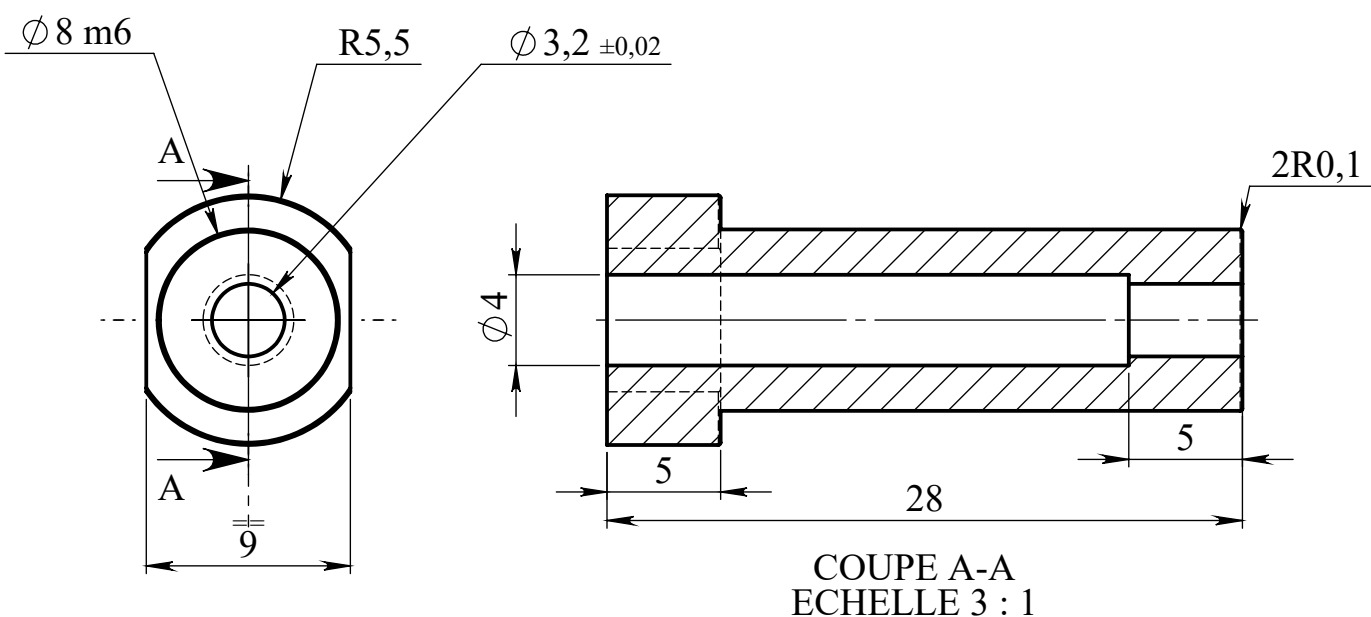
COUPE A-A



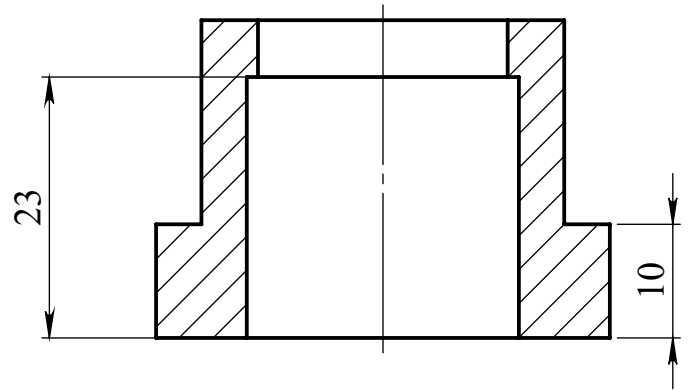
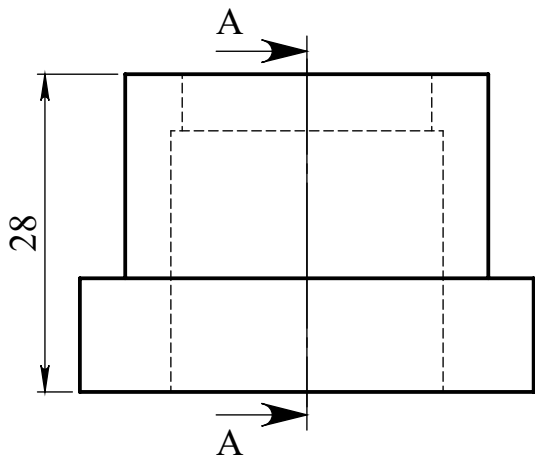
16	24	Bride	Acier	NF E 63-125
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle 2 : 1		Etude et conception d'un outil poinçonnage et détournage d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM		Etat de surface
Planche N°: 16				$Ra = 3.2 \sqrt{\quad}$
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane		Promo : 2021/2022
A4		 FGC DGM UMMTO		MASTER II



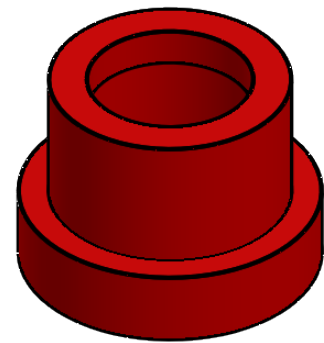
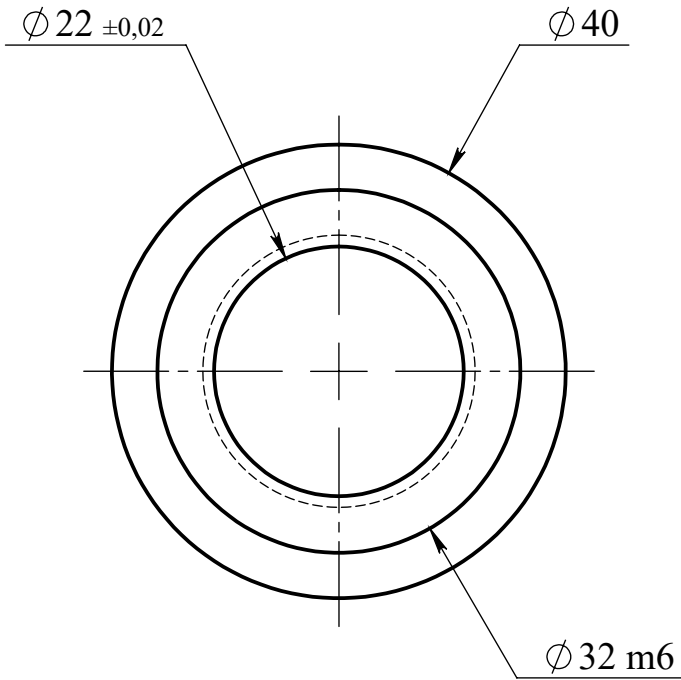
04	04	Butée fin de course	XC 38	-
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle : 1:1.5		Etude et conception d'un outil poinçonnage détournage d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM		Etat de surface
Planche N°: 04				6.3/
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane		Promo : 2021/2022
A4			FGC DGM UMMTO	MASTER II

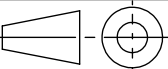



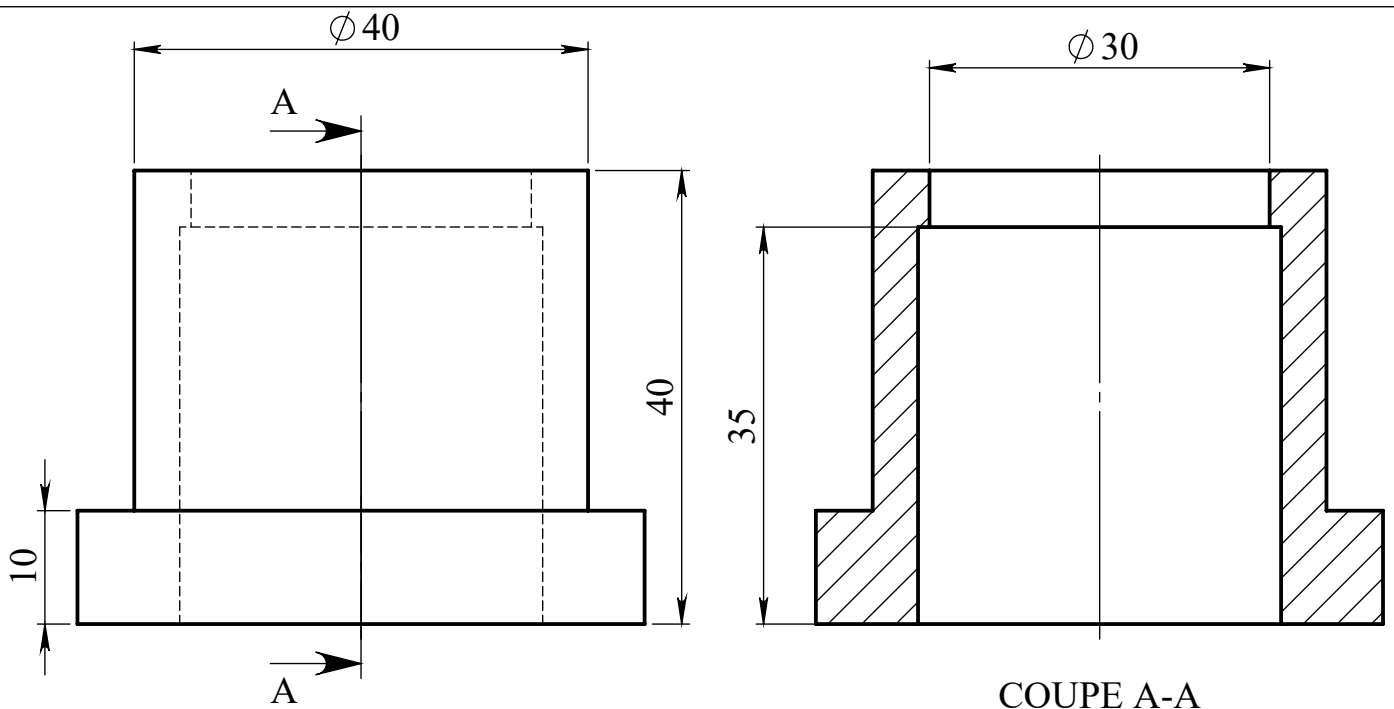
05	04	Canon $\phi 3,2$ Carré	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 3:1		Etude et conception d'un outil poinçonnage détournage d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM	Etat de surface	
Planche N°: 05			1.6/	
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane	Promo : 2021/2022	
A4			FGC DGM UMMTO	MASTER II



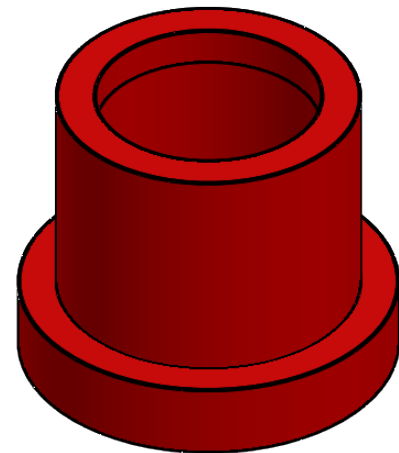
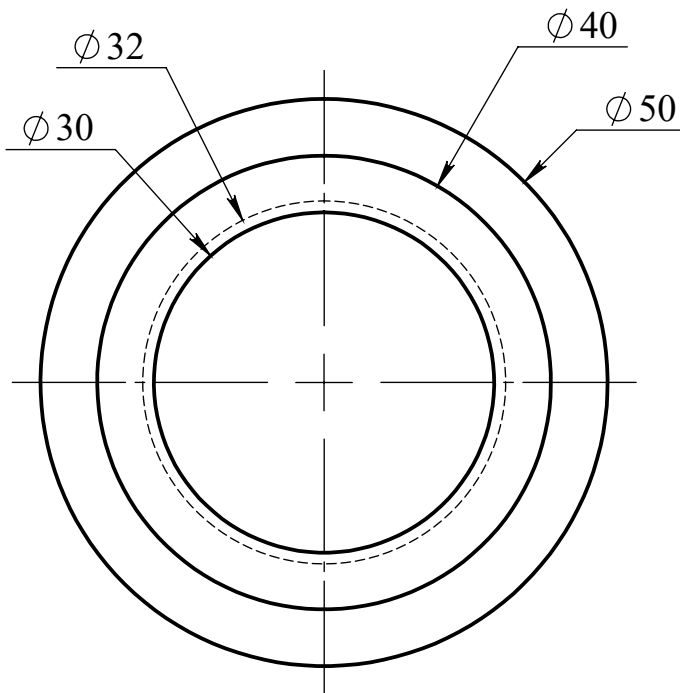
COUPE A-A
ECHELLE 1.5 : 1



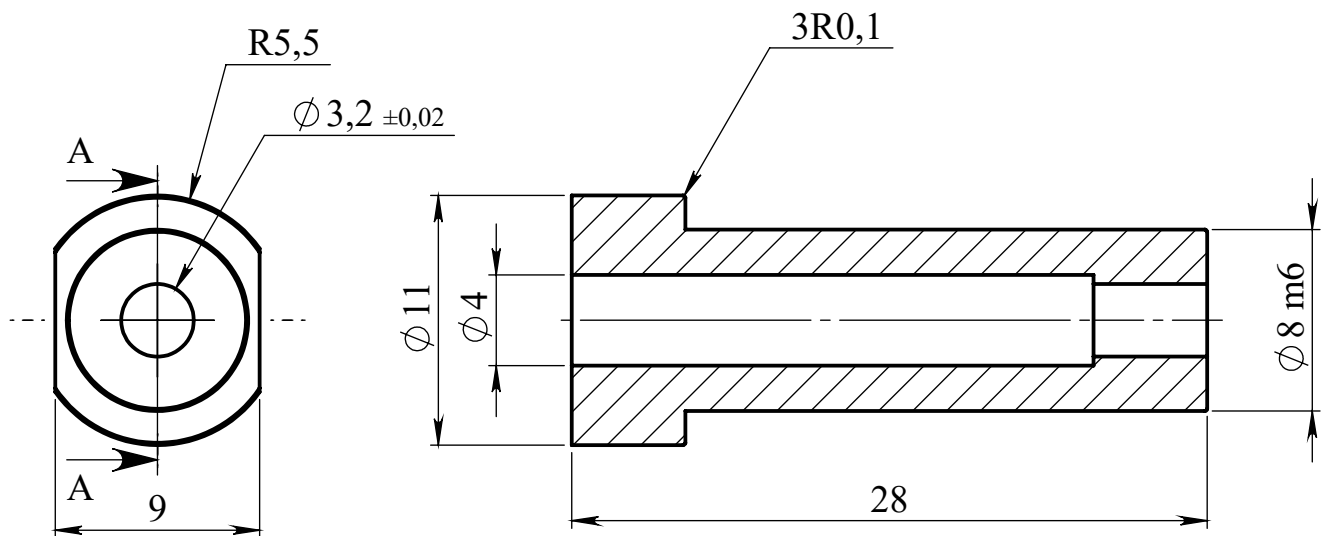
06	01	Canon $\phi 22$	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 1.5:1		Etude et conception d'un outil poinçonnage détourage d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM		Etat de surface
Planche N°: 06				1.6/ ✓
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane		Promo : 2021/2022
A4		 FGC DGM UMMTO		MASTER II



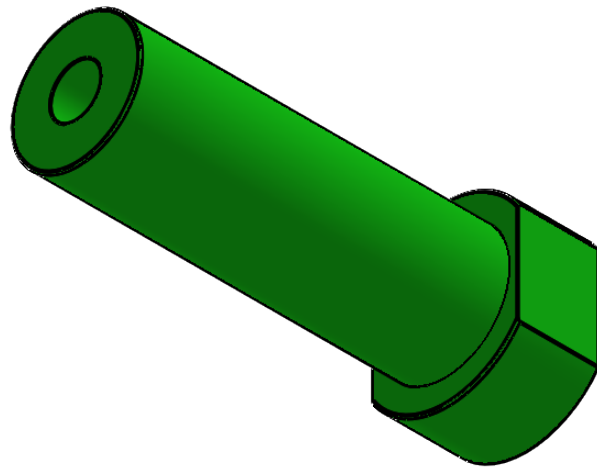
COUPE A-A
ECHELLE 1.5 : 1



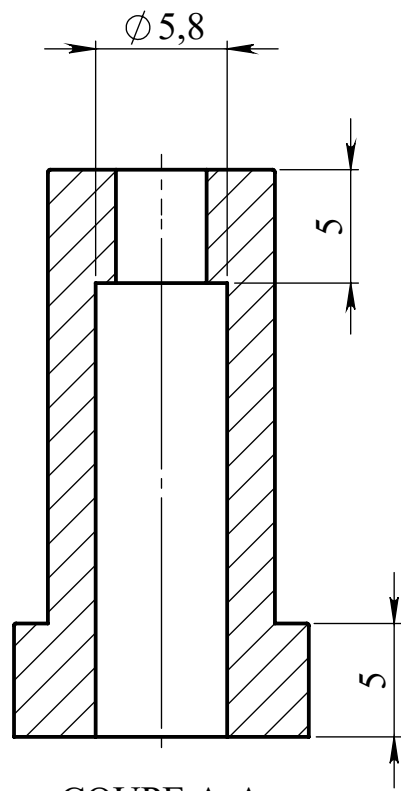
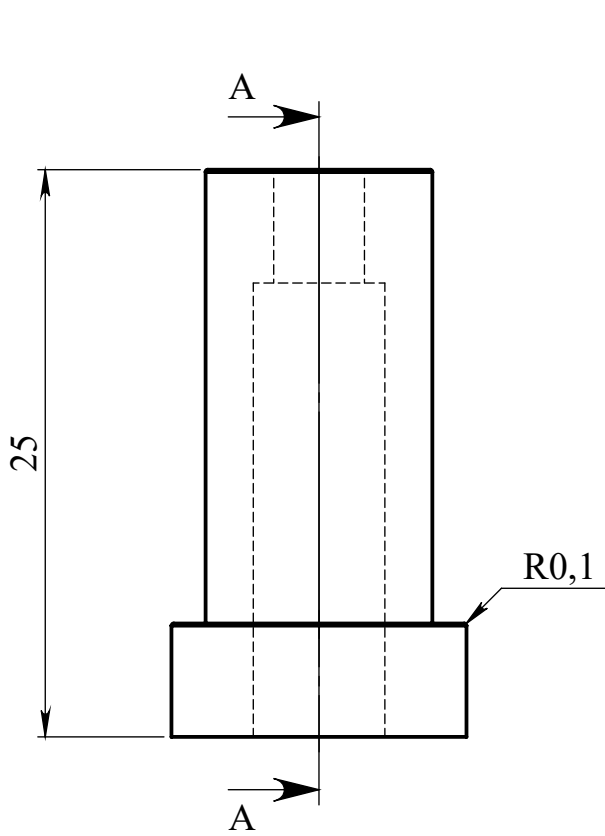
07	01	Canon $\phi 30$	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 1.5:1		Etude et conception d'un outil poinçonnage détournage d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM		Etat de surface
Planche N°: 07				1.6/ ✓
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane		Promo : 2021/2022
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II



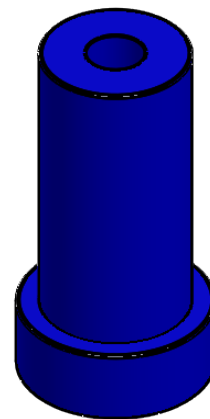
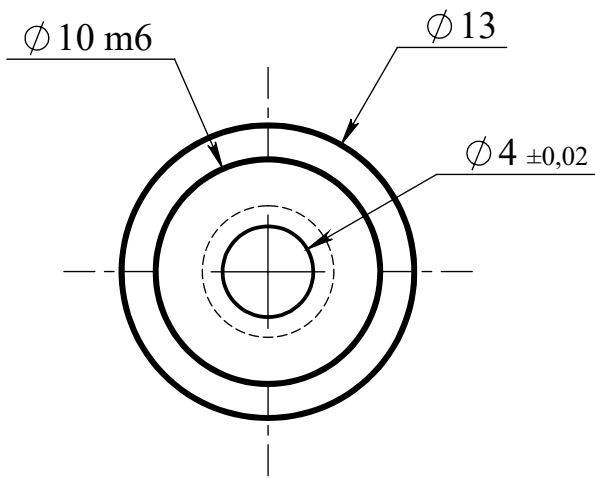
COUPE A-A
ECHELLE 3 : 1



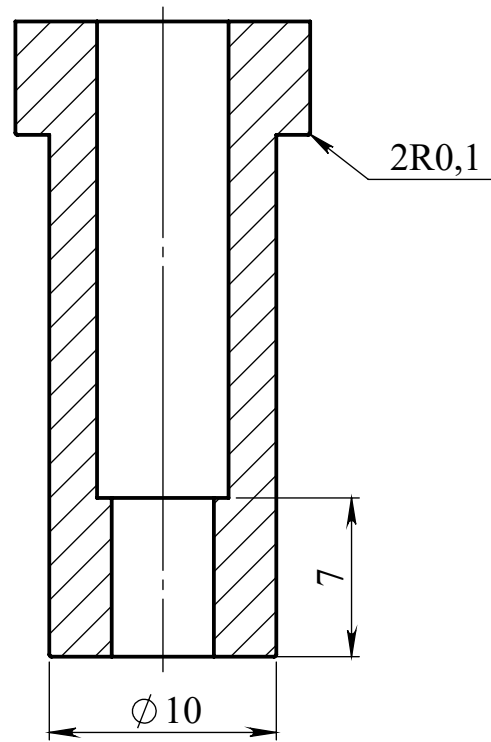
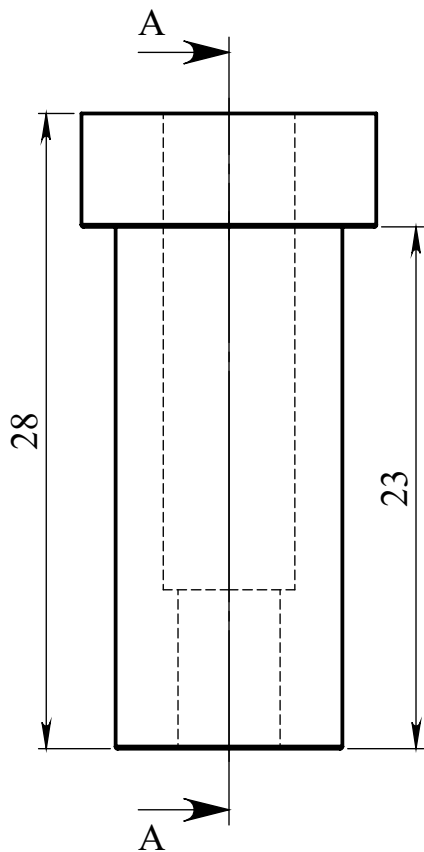
-	04	Canon 3,2 Carré	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle:	3:1	Etude et conception d'un outil poinçonnage détournage d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM		Etat de surface
Planche N°:	7			1.6/
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane		Promo : 2021/2022
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II



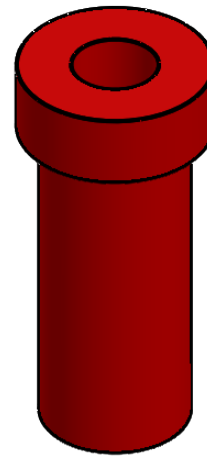
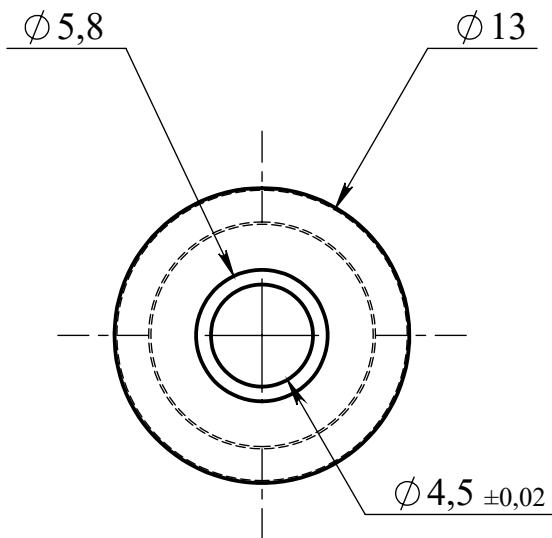
COUPE A-A
ECHELLE 3 : 1



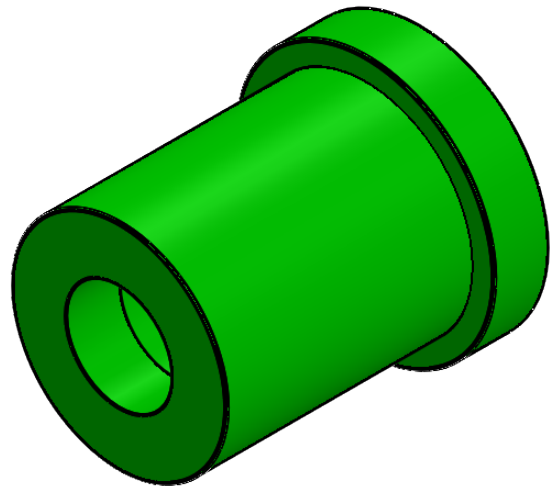
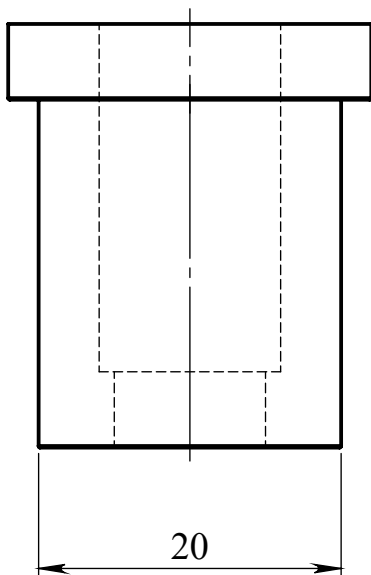
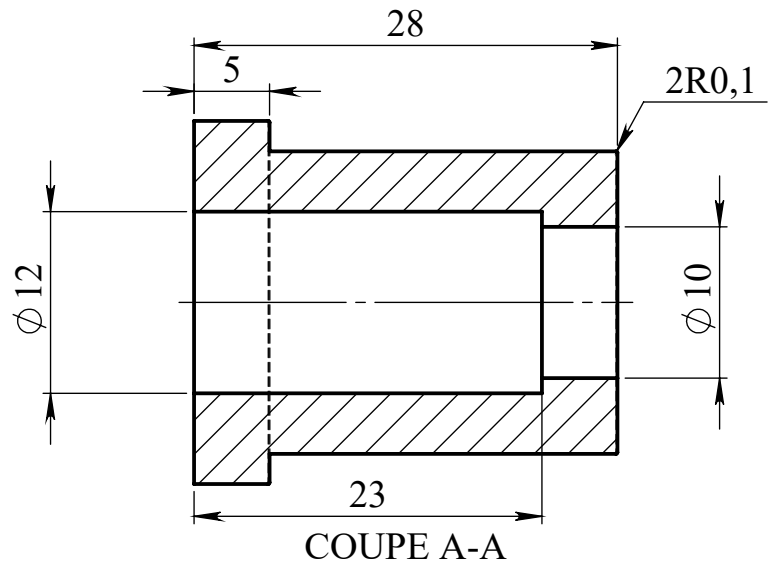
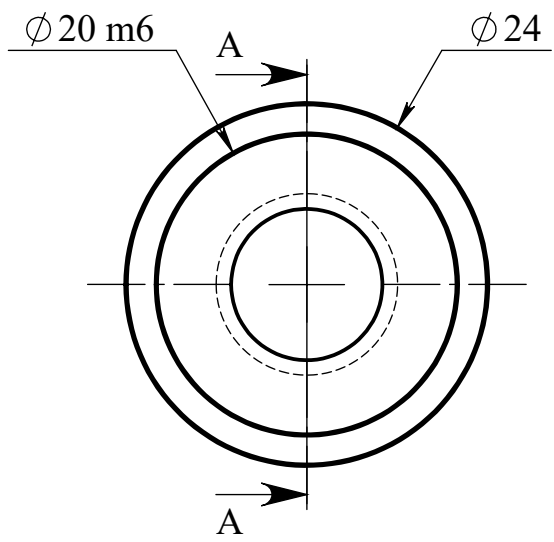
08	02	Canon $\phi 4$	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 3:1		Etude et conception d'un outil poinçonnage détourage d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM		Etat de surface
Planche N°: 08				1.6/
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane		Promo : 2021/2022
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II



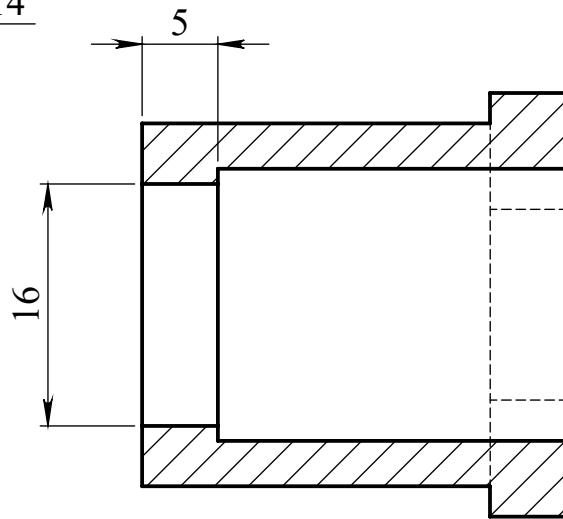
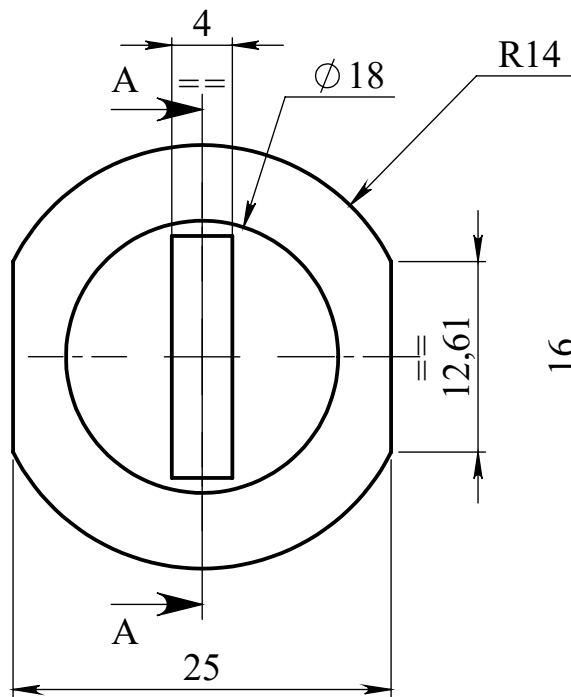
COUPE A-A
ECHELLE 3 : 1



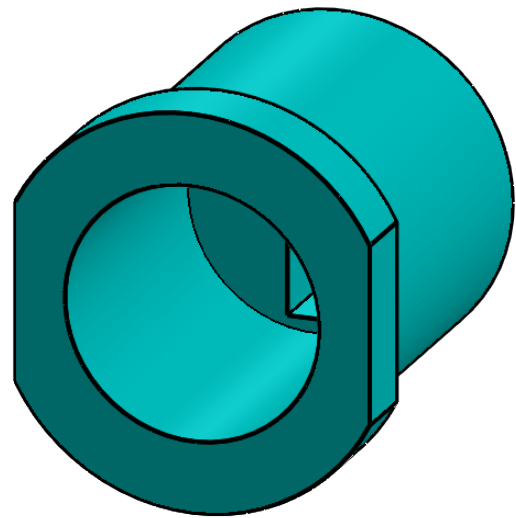
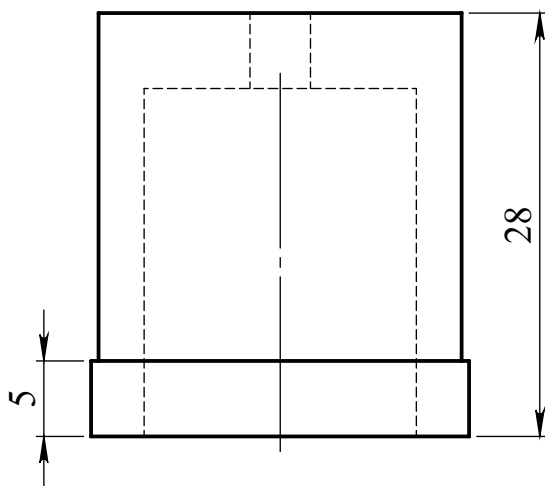
09	23	Canon $\phi 4,5$	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 3:1		Etude et conception d'un outil poinçonnage détourage d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM		Etat de surface
Planche N°: 09				1.6/
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane		Promo : 2021/2022
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II

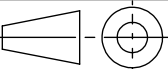



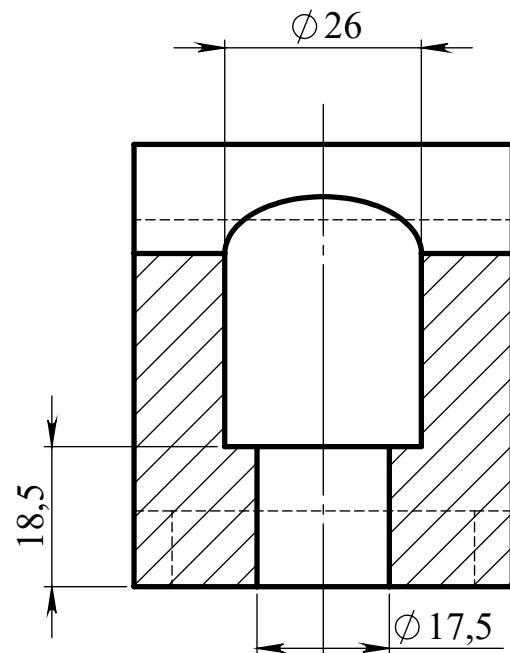
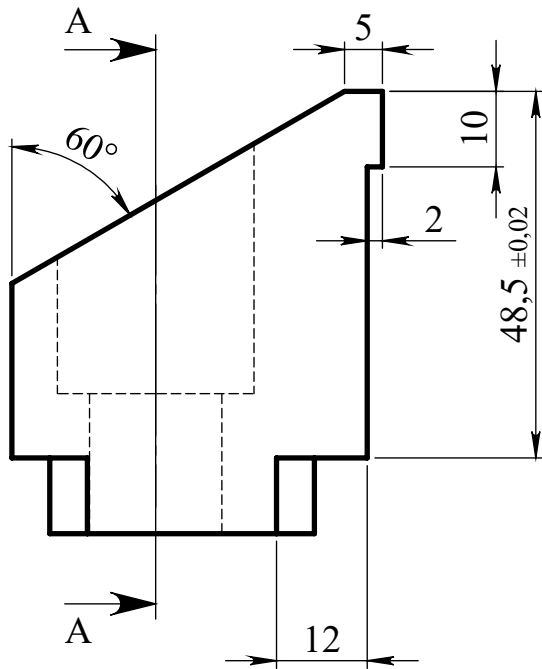
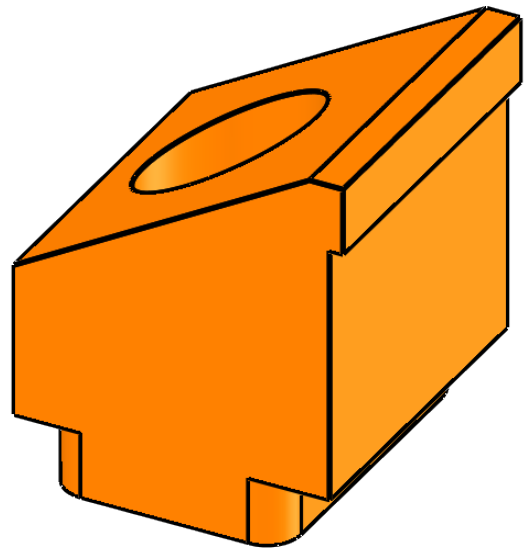
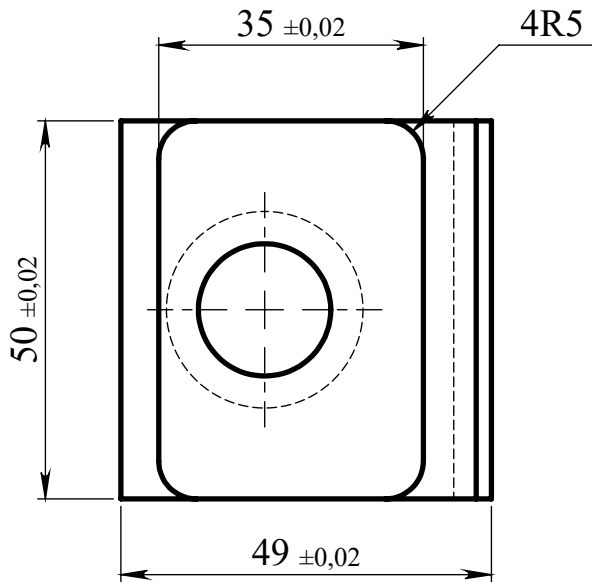
10	20	Canon $\phi 10$	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 3:1		Etude et conception d'un outil poinçonnage détourage d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM		Etat de surface
Planche N°: 10				1.6/ √
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane		Promo : 2021/2022
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II






COUPE A-A

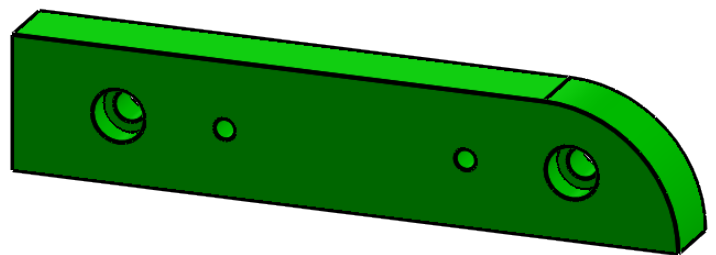
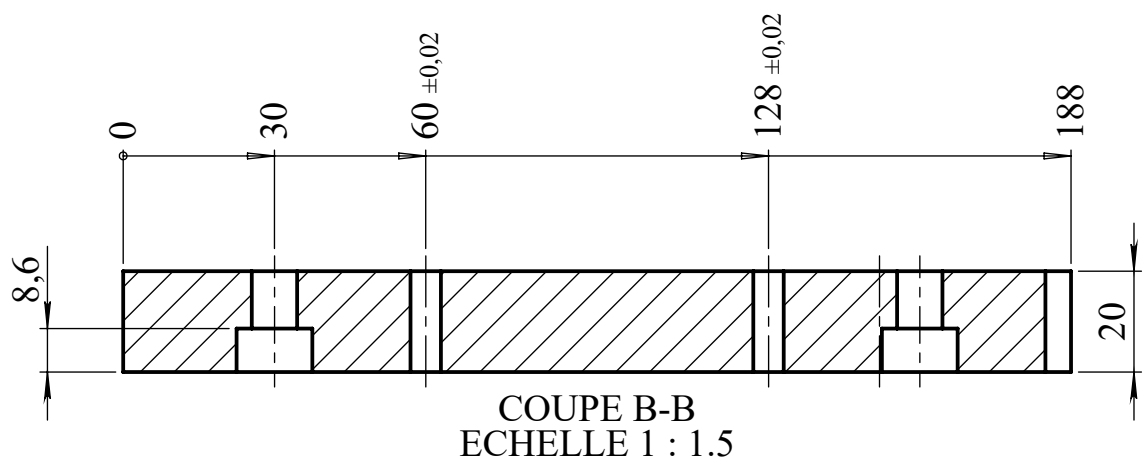
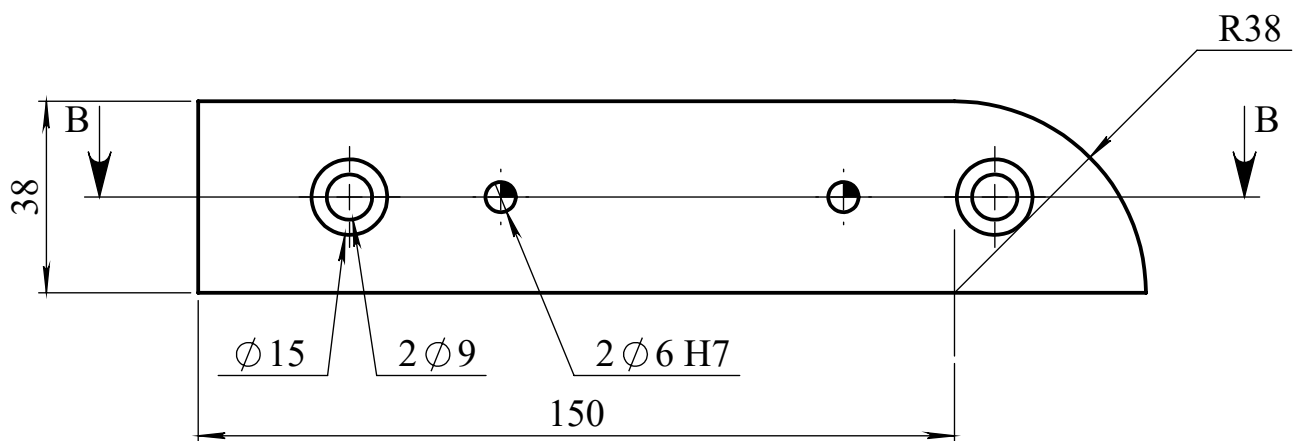


11	04	Canon carré 4 x 16	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 2:1	Etude et conception d'un outil poinçonnage détournage d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM			Etat de surface 1.6/
Planche N°: 11	HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane			Promo : 2021/2022
	A4	 FGC DGM UMMTO	MASTER II	

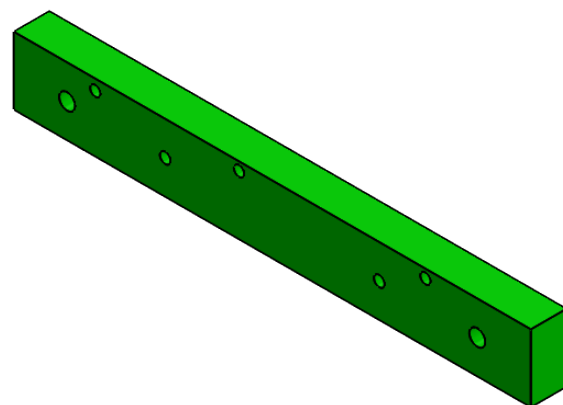
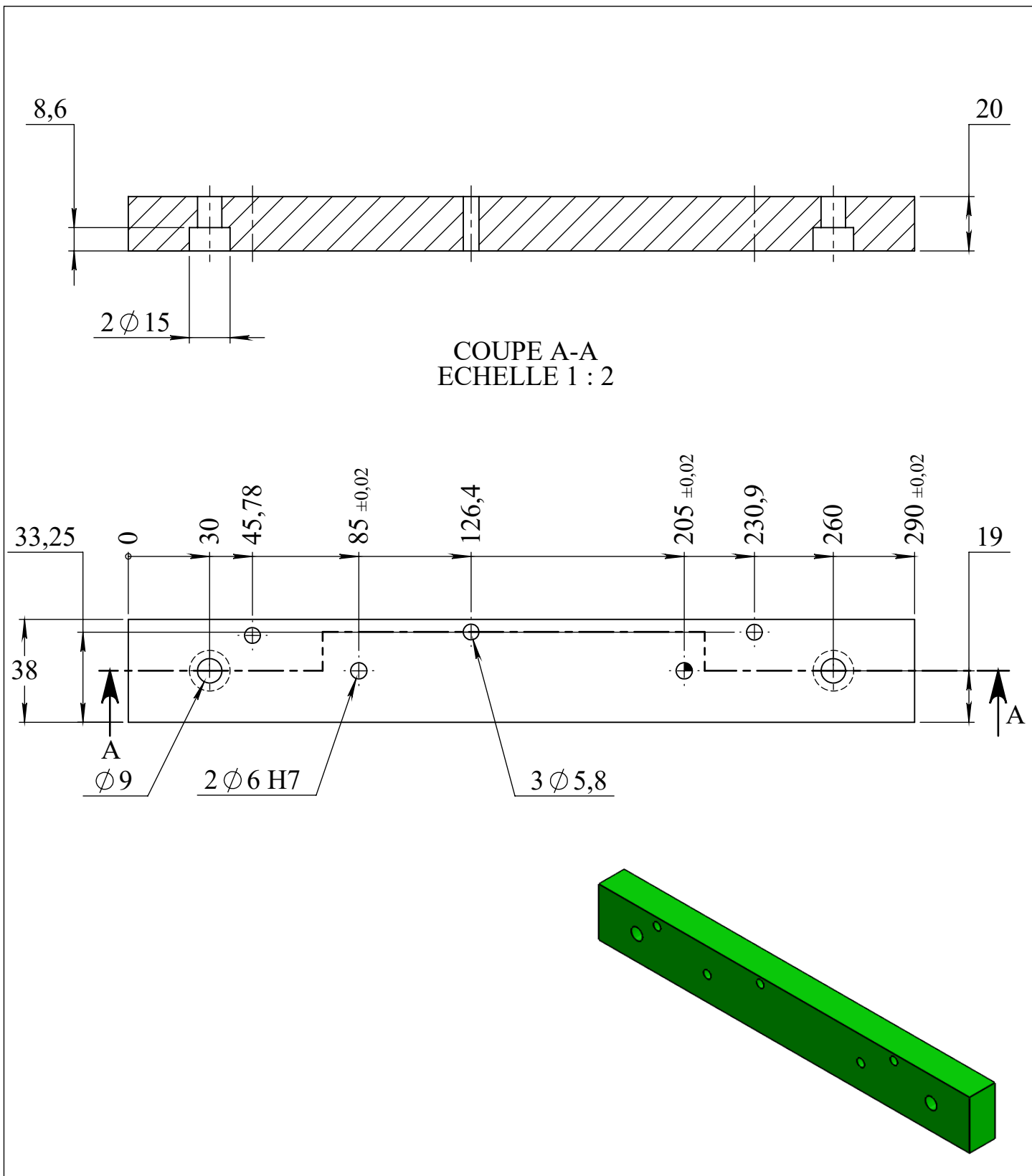




COUPE A-A

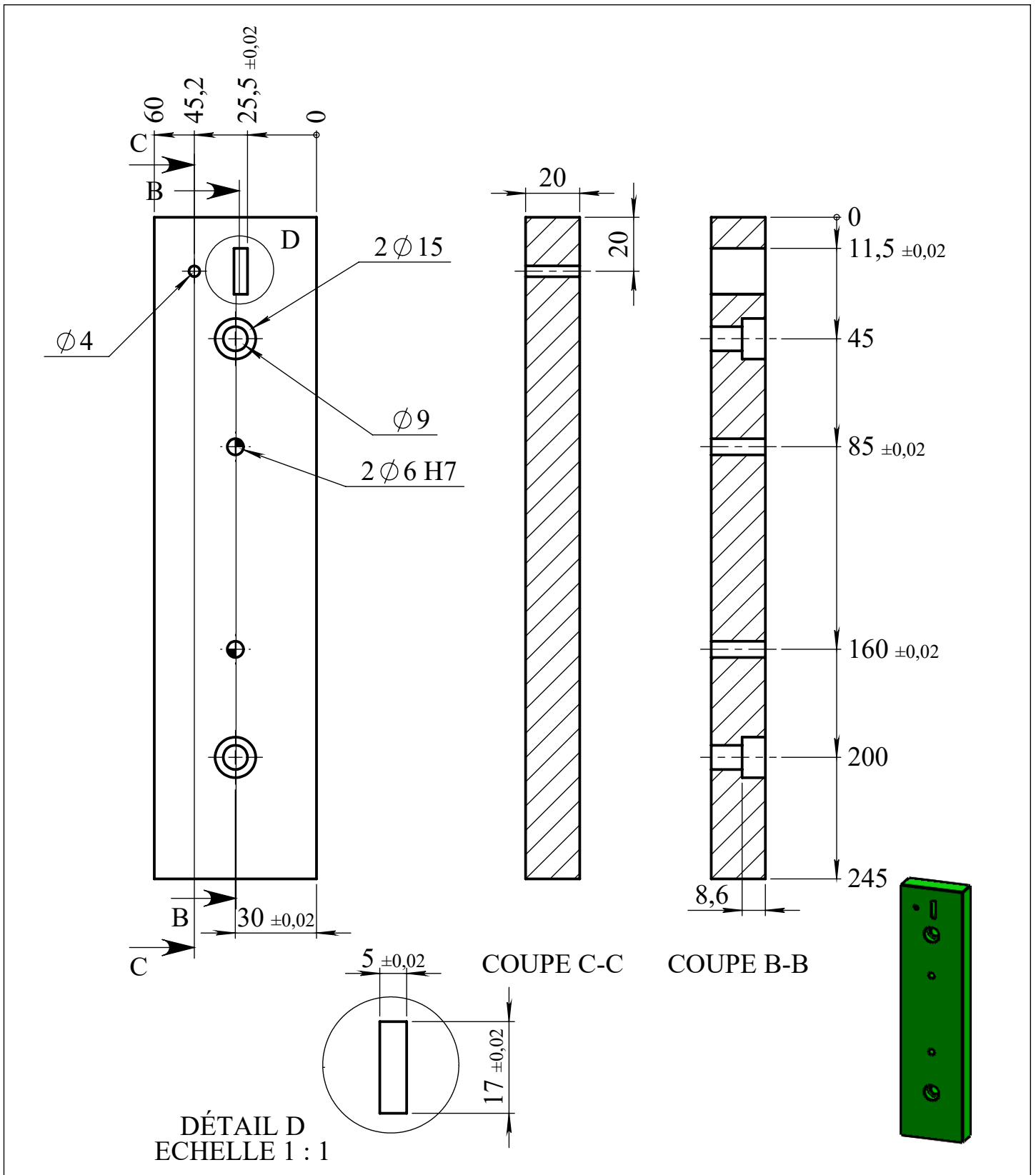
12	04	Coupe Chute	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle:	1:2	Outil poinçonnage detourage cache table extras plat		Etat de surface
Planche N°:	12			1.6/
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane		Promo : 2021/2022
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II



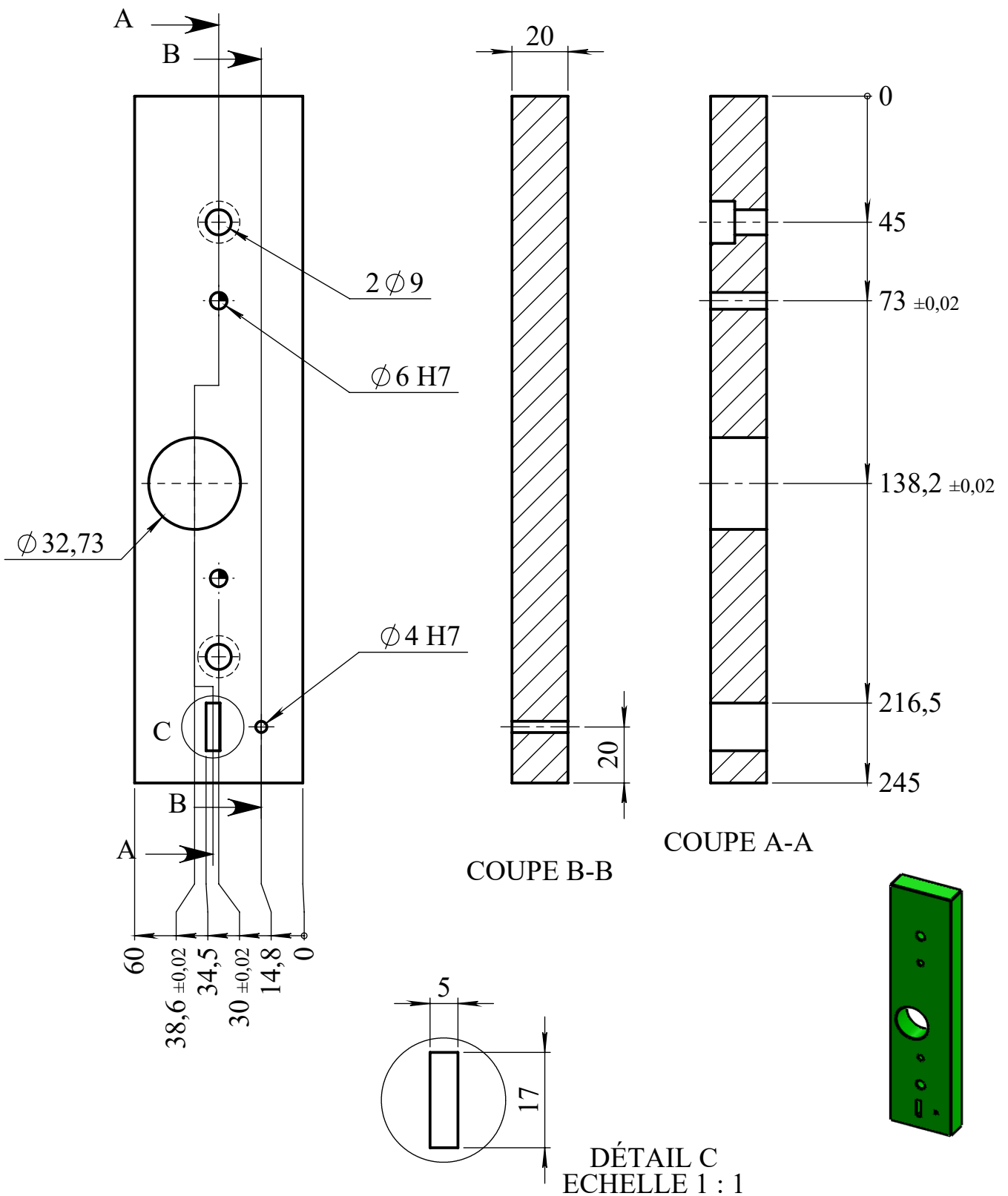
14	02	Couteau 2	Z200C12	Tr+rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle:	1:1/2	Etude et conception d'un outil poinçonnage détourage d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM		Etat de surface
Planche N°:	14			1.6/
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane		Promo : 2021/2022
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II



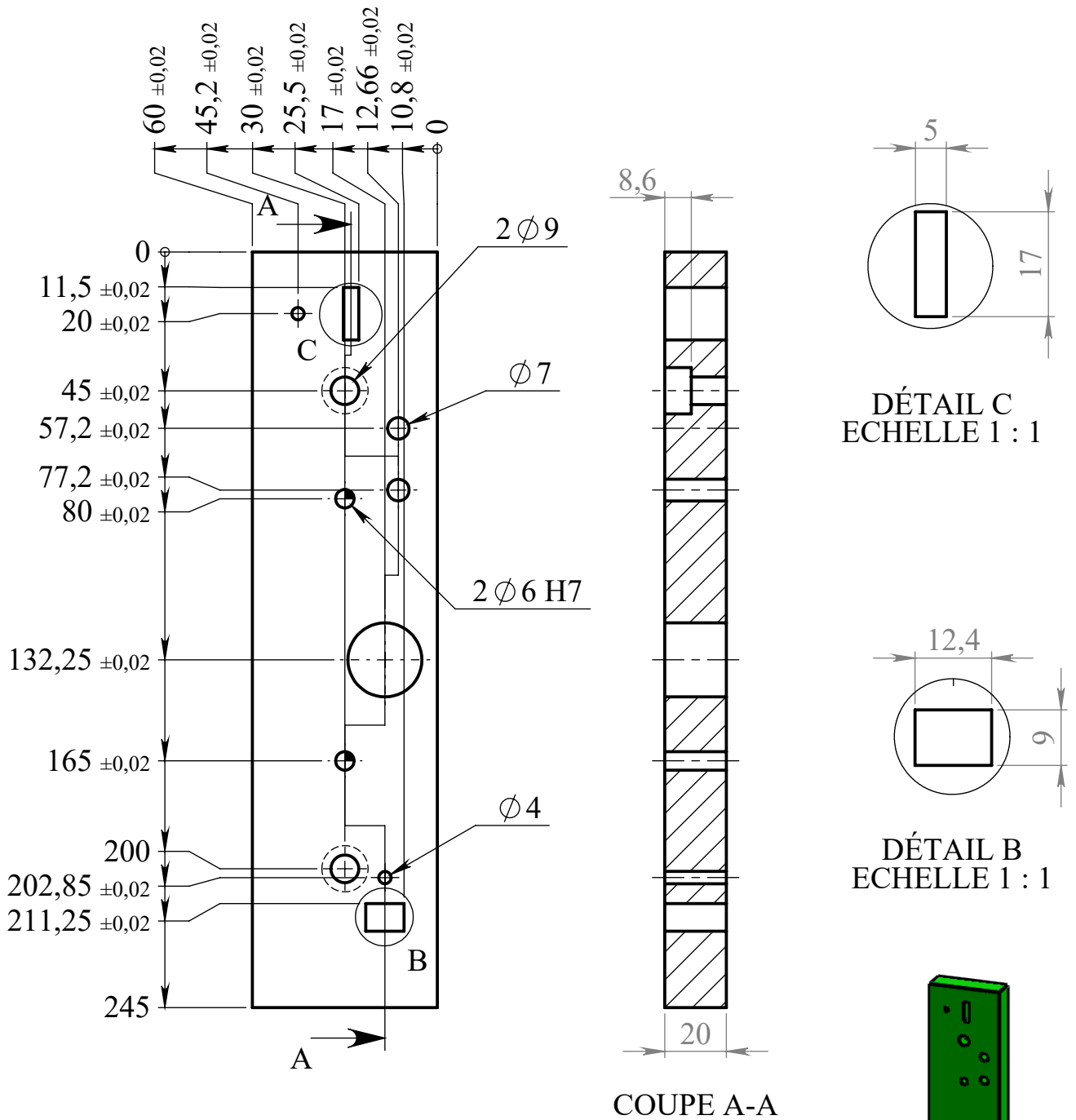
17	01	Couteau 04	Z200C12	Tr+Rv 58/60 RHC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 1/2	Étude et conception d'un outil poinçonnage détourage d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM			Etat de surface $Ra = \sqrt{\quad}$
Planche N°: 17	HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane			Promo : 2021/2022
		FGC DGM UMMTO		MASTER II
A4				



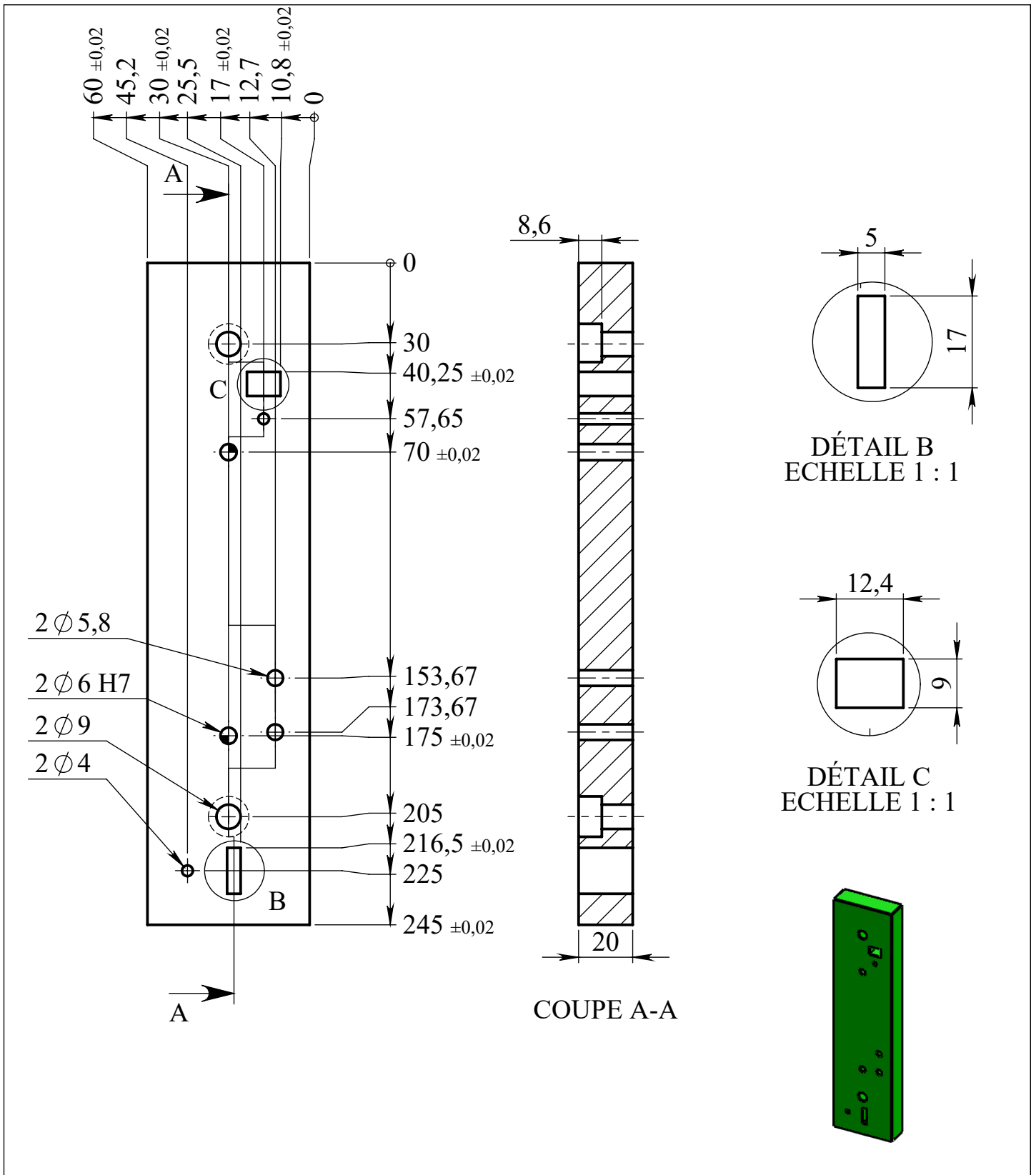
18	01	Couteau 5	Z200C12	Tr+rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle:	1:2	Etude et conception d'un outil poinçonnage détourage d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM		Etat de surface
Planche N°:	18			1.6/
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane		Promo : 2021/2022
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II



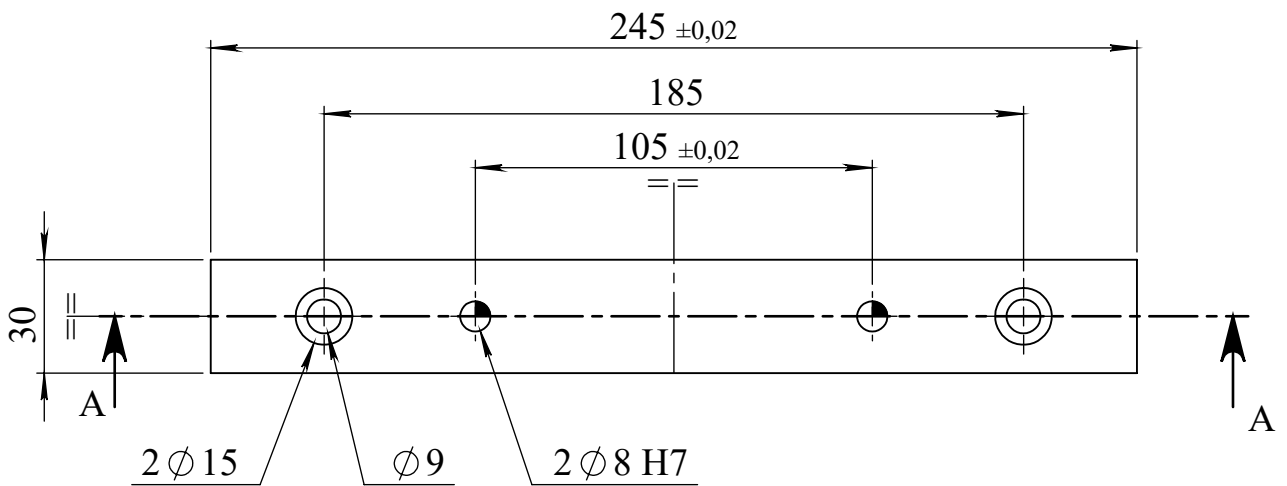
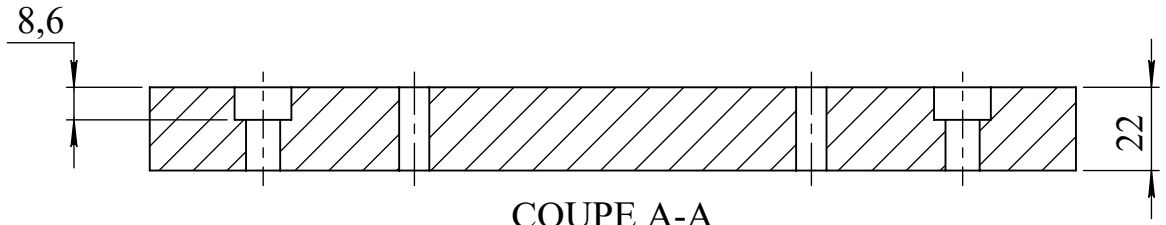
19	01	Couteau 6	Z200C12	Tr+rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle:	1:2	Etude et conception d'un outil poinçonnage détourage d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM		Etat de surface
Planche N°:	19			1.6/
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane		Promo : 2021/2022
A4				MASTER II





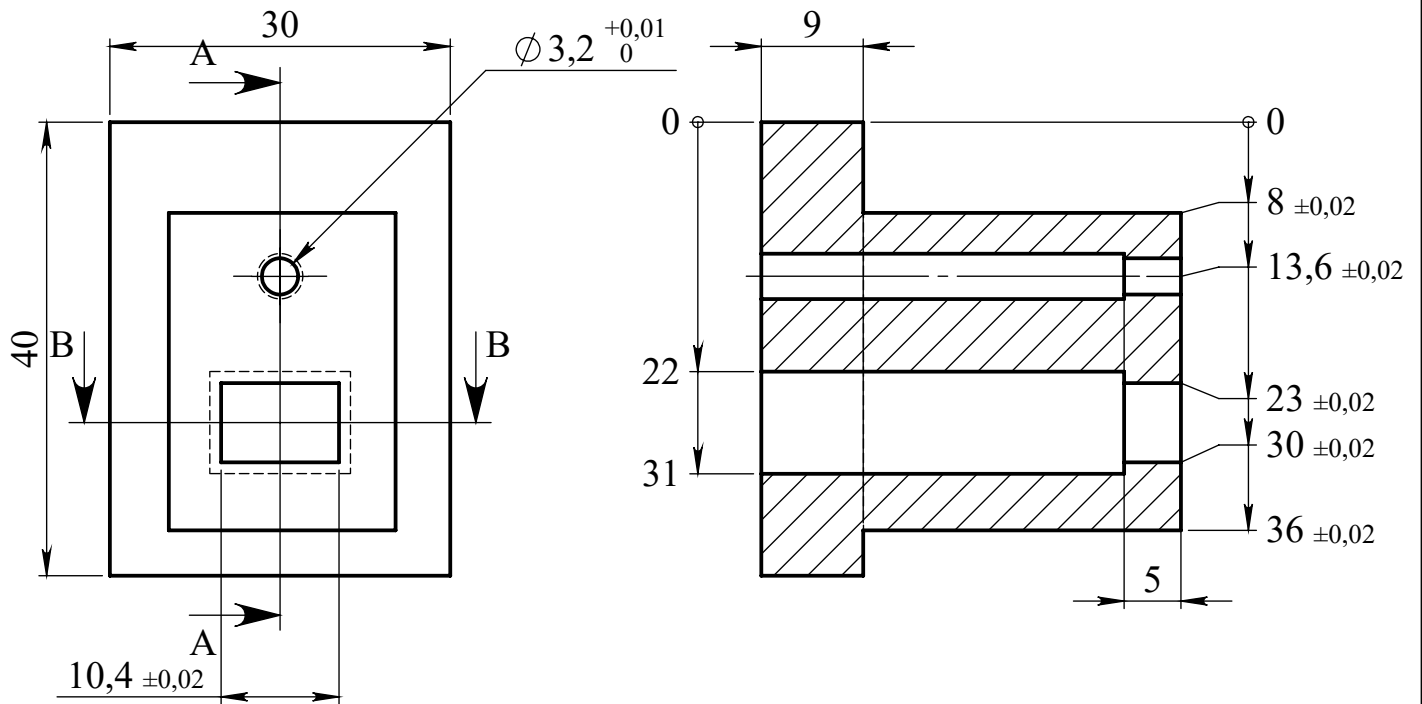
20	01	Couteau 7	Z200C12	Tr+rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle:	1:2	Etude et conception d'un outil poinçonnage détourage d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM		Etat de surface
Planche N°:	20			1.6/
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane	Promo : 2021/2022	
A4	FGC DGM UMMTO		MASTER II	



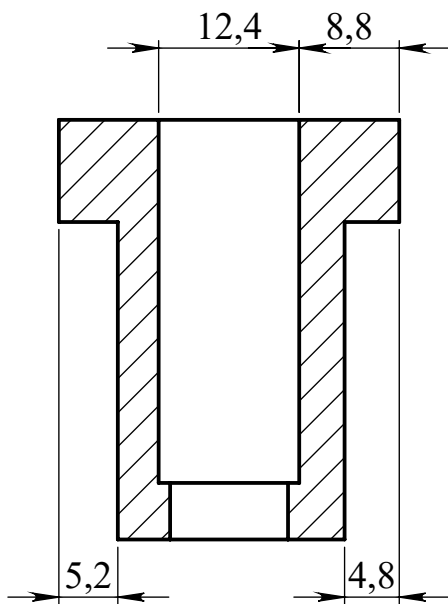
21	01	Couteau 8	Z200C12	Tr+rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 1:2	Etude et conception d'un outil poinçonnage détourage d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM			Etat de surface 1.6/
Planche N°: 21	HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane			Promo : 2021/2022
A4	FGC DGM UMMTO			MASTER II



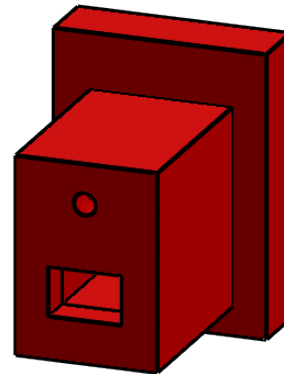
22	04	Lamme SUP 490	Z200C12	Tr+rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle:	1:2	Outil poinçonnage detourage cache table extras plat		Etat de surface
Planche N°:	22			1.6/
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane		Promo : 2021/2022
A4		 FGC DGM UMMTO		MASTER II



COUPE A-A
ECHELLE 1.5 : 1



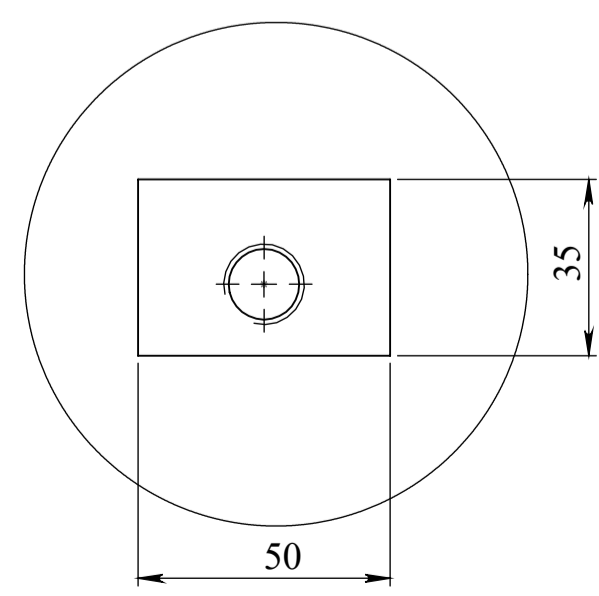
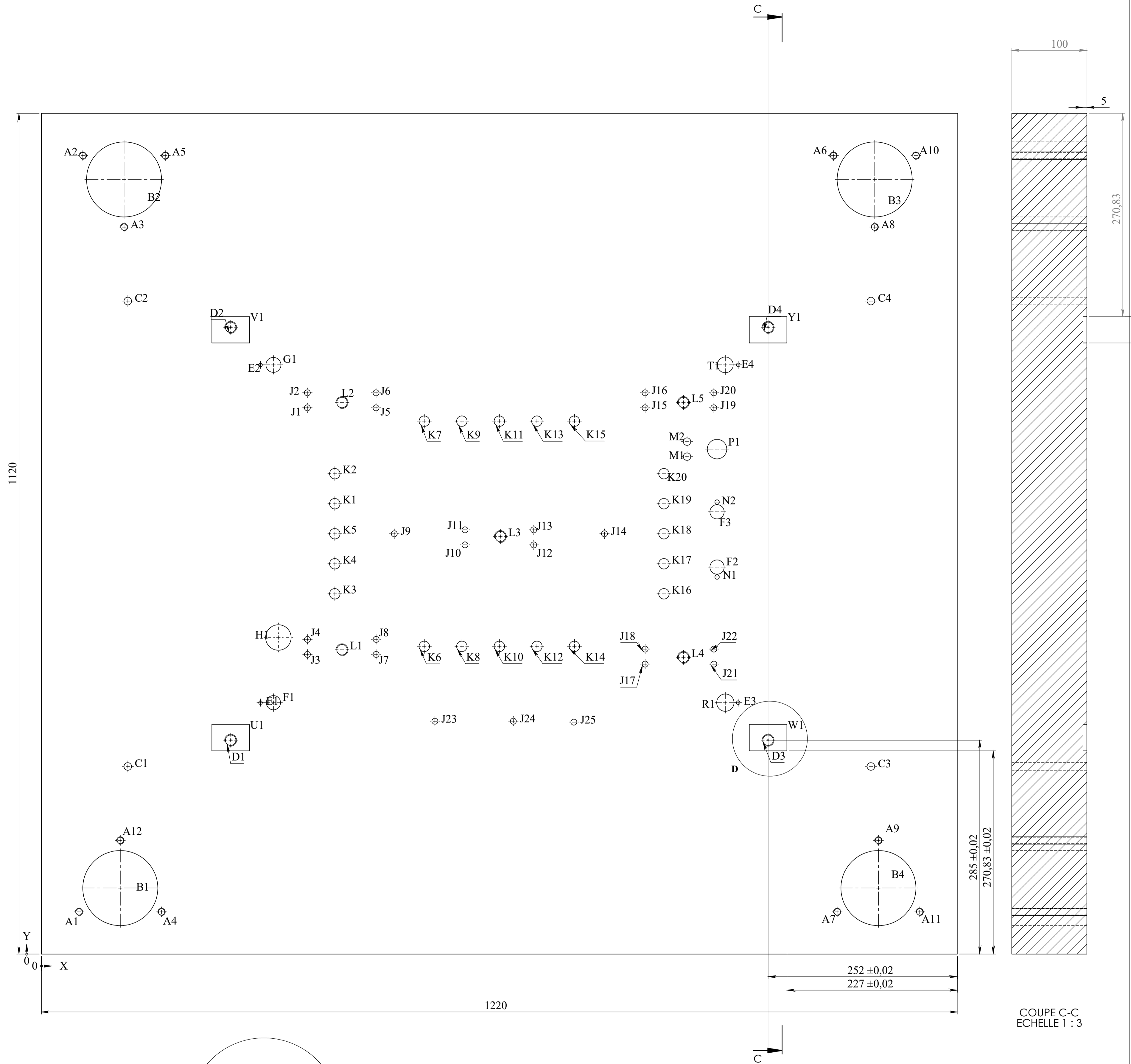
COUPE B-B
ECHELLE 1.5 : 1



23	02	Matrice	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 1.5:1		Etude et conception d'un outil poinçonnage détourage d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM	Etat de surface 1.6/	
Planche N°: 23				
		HAMOUR Agihles - HAMOUR Sofiane	Promo : 2021/2022	
A4			FGC DGM UMMTO	MASTER II

REPERE	POSITION X	POSITION Y	TAILLE
A1	50,04	56,27	Ø 8,5 A TRAVERS TOUT M10 - 6H A TRAVERS TOUT
A2	55,04	1063,73	Ø 8,5 A TRAVERS TOUT M10 - 6H A TRAVERS TOUT
A3	110	968,54	Ø 8,5 A TRAVERS TOUT M10 - 6H A TRAVERS TOUT
A4	159,96	56,27	Ø 8,5 A TRAVERS TOUT M10 - 6H A TRAVERS TOUT
A5	164,96	1063,73	Ø 8,5 A TRAVERS TOUT M10 - 6H A TRAVERS TOUT
A6	1055,04	1063,73	Ø 8,5 A TRAVERS TOUT M10 - 6H A TRAVERS TOUT
A7	1060,04	56,27	Ø 8,5 A TRAVERS TOUT M10 - 6H A TRAVERS TOUT
A8	1110	968,54	Ø 8,5 A TRAVERS TOUT M10 - 6H A TRAVERS TOUT
A9	1115	151,47	Ø 8,5 A TRAVERS TOUT M10 - 6H A TRAVERS TOUT
A10	1164,96	1063,73	Ø 8,5 A TRAVERS TOUT M10 - 6H A TRAVERS TOUT
A11	1169,96	56,27	Ø 8,5 A TRAVERS TOUT M10 - 6H A TRAVERS TOUT
A12	105	151,47	Ø 8,5 A TRAVERS TOUT M10 - 6H A TRAVERS TOUT
B1	105	88	Ø 100 JUSQU'AU PROCHAIN
B2	110	1032	Ø 100 JUSQU'AU PROCHAIN
B3	1110	1032	Ø 100 JUSQU'AU PROCHAIN
B4	1115	88	Ø 100 JUSQU'AU PROCHAIN
C1	115	250	Ø 10,2 JUSQU'AU PROCHAIN
C2	115	870	Ø 10,2 JUSQU'AU PROCHAIN
C3	1105	250	Ø 10,2 JUSQU'AU PROCHAIN
C4	1105	870	Ø 10,2 JUSQU'AU PROCHAIN
D1	252	285	Ø 14 ∇ 20 M16 - 6H ∇ 20
D2	252	835,01	Ø 14 ∇ 20 M16 - 6H ∇ 20
D3	968	285	Ø 14 ∇ 20 M16 - 6H ∇ 20
D4	968	835	Ø 14 ∇ 20 M16 - 6H ∇ 20
E1	291,80	335,01	Ø 5 JUSQU'AU PROCHAIN
E2	291,80	785,01	Ø 5 JUSQU'AU PROCHAIN
E3	928,20	335,01	Ø 5 JUSQU'AU PROCHAIN
E4	928,20	785,01	Ø 5 JUSQU'AU PROCHAIN
F1	309	335,01	Ø 19 JUSQU'AU PROCHAIN
F2	900	515,60	Ø 19 JUSQU'AU PROCHAIN
F3	900	589,26	Ø 19 JUSQU'AU PROCHAIN
G1	309	785	Ø 20 JUSQU'AU PROCHAIN
H1	315,60	421,80	Ø 34 JUSQU'AU PROCHAIN
J1	354,23	727,79	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
J2	354,23	747,79	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
J3	354,30	399,28	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
J4	354,30	419,28	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
J5	445,73	727,80	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
J6	445,73	747,80	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
J7	445,80	399,28	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
J8	445,80	419,28	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
J9	470	560,01	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
J10	564,21	545,23	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
J11	564,24	565,23	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
J12	655,73	545,15	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
J13	655,73	565,19	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
J14	750	560,01	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
J15	804,16	727,80	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
J16	804,16	747,80	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
J17	804,20	386,34	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
J18	804,20	406,34	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
J19	895,66	727,80	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
J20	895,66	747,80	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
J21	895,70	386,34	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
J22	895,70	406,34	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
J23	524,10	310,25	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
J24	628,60	310,33	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
J25	709,22	309,04	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
K1	390,77	600	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
K2	390,77	640	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
K3	390,77	480,01	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
K4	390,77	520,01	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
K5	390,77	560,01	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
K6	510	410,01	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
K7	510	710,01	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
K8	560	410,01	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
K9	560	710,01	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
K10	610	410,01	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
K11	610	710,01	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
K12	660	410,01	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
K13	660	710,01	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
K14	710	410,01	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
K15	710	710,01	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
L1	400,39	405,46	Ø 14 ∇ 30 M16 - 6H ∇ 30
L2	400,39	734,84	Ø 14 ∇ 30 M16 - 6H ∇ 30
L3	611,40	556,29	Ø 14 ∇ 30 M16 - 6H ∇ 30
L4	855,25	395,33	Ø 14 ∇ 30 M16 - 6H ∇ 30
L5	855,25	734,84	Ø 14 ∇ 30 M16 - 6H ∇ 30
M1	860	662,76	Ø 10 JUSQU'AU PROCHAIN
M2	860	682,76	Ø 10 JUSQU'AU PROCHAIN
N1	900	502,36	Ø 6 JUSQU'AU PROCHAIN
N2	900	602,16	Ø 6 JUSQU'AU PROCHAIN
P1	900	672,76	Ø 26 JUSQU'AU PROCHAIN
R1	911	335,01	Ø 23,1 JUSQU'AU PROCHAIN
T1	911	785,01	Ø 21 JUSQU'AU PROCHAIN
U1	252	288,33	
V1	252	831,67	
W1	968	288,33	
Y1	968	831,67	

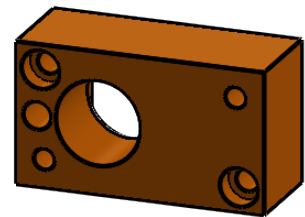
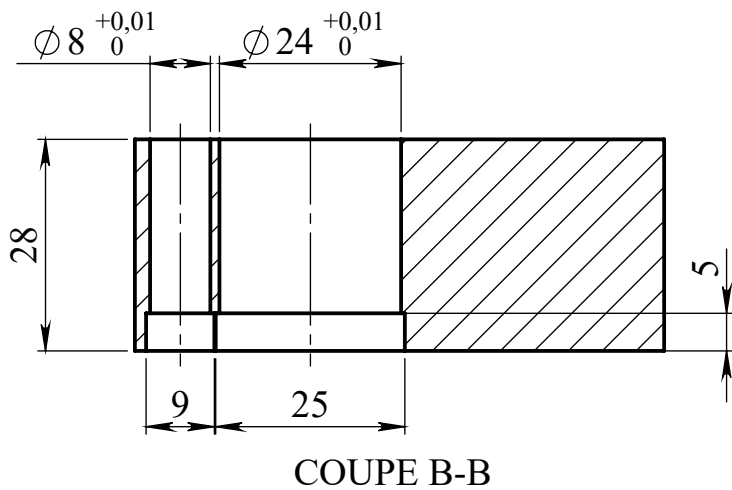
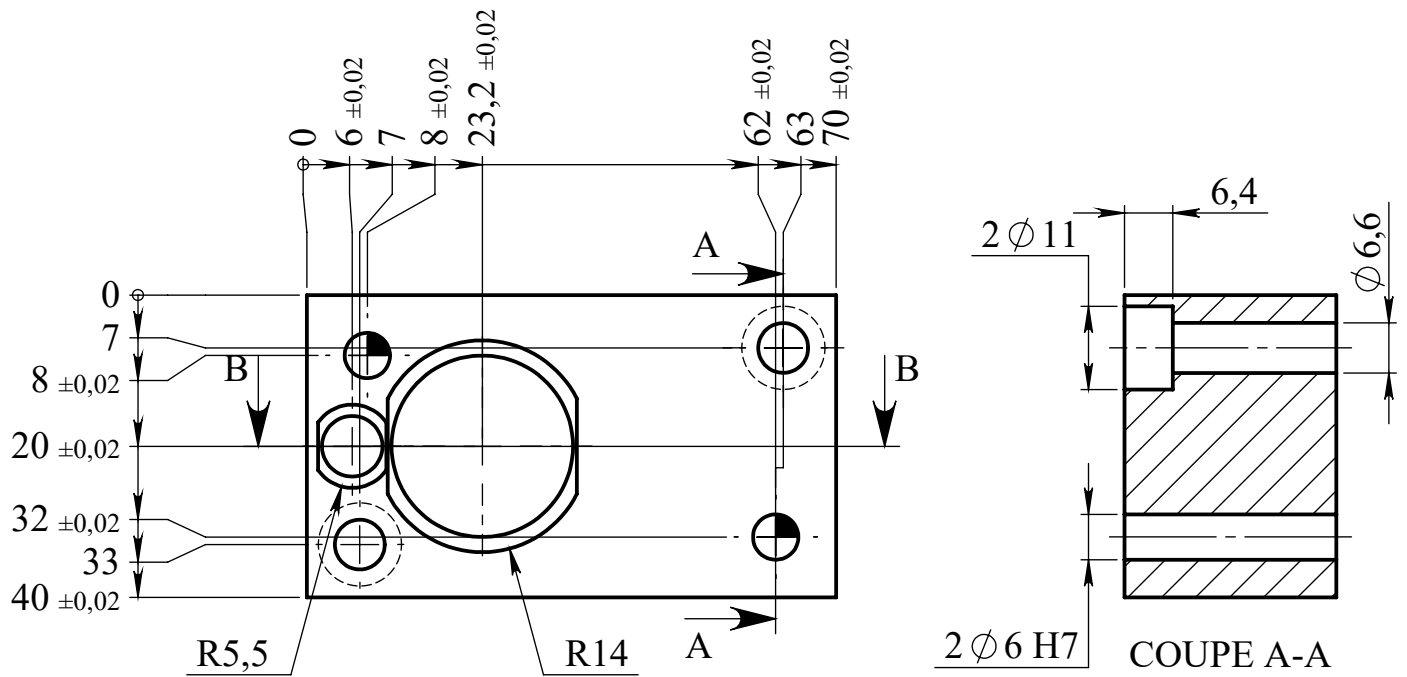
REPERE	POSITION X	POSITION Y	TAILLE
K16	829,23	480,01	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
K17	829,23	520,01	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
K18	829,23	560,01	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
K19	829,23	600,01	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
K20	829,23	640,01	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
L1	400,39	405,46	Ø 14 ∇ 30 M16 - 6H ∇ 30
L2	400,39	734,84	Ø 14 ∇ 30 M16 - 6H ∇ 30
L3	611,40	556,29	Ø 14 ∇ 30 M16 - 6H ∇ 30
L4	855,25	395,33	Ø 14 ∇ 30 M16 - 6H ∇ 30
L5	855,25	734,84	Ø 14 ∇ 30 M16 - 6H ∇ 30
M1	860	662,76	Ø 10 JUSQU'AU PROCHAIN
M2	860	682,76	Ø 10 JUSQU'AU PROCHAIN
N1	900	502,36	Ø 6 JUSQU'AU PROCHAIN
N2	900	602,16	Ø 6 JUSQU'AU PROCHAIN
P1	900	672,76	Ø 26 JUSQU'AU PROCHAIN
R1	911	335,01	Ø 23,1 JUSQU'AU PROCHAIN
T1	911	785,01	Ø 21 JUSQU'AU PROCHAIN
U1	252	288,33	
V1	252	831,67	
W1	968	288,33	
Y1	968	831,67	



DÉTAIL D
ECHELLE 2 : 3

COUPE C-C
ECHELLE 1 : 3

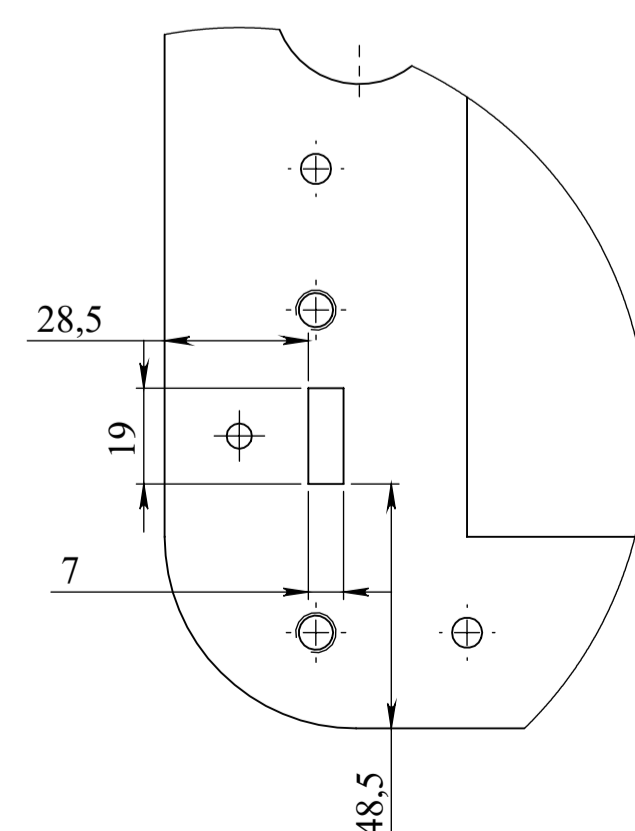
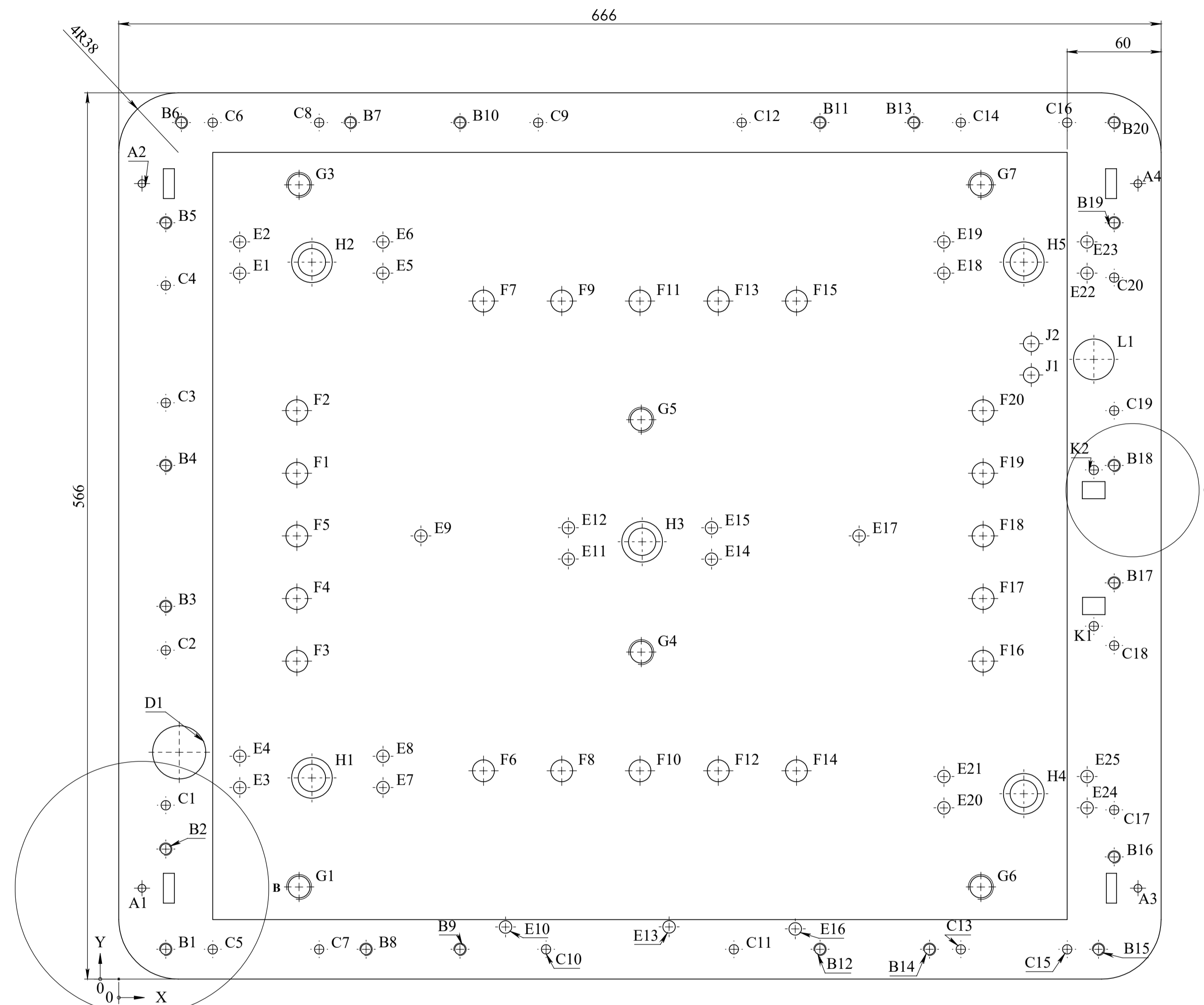
40	01	Semelle INF	Ft 30	-
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle : 1/3		Etude et conception d'un outil poinçonnage et détourage		Etat de surface
Planche N°: 40		d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM		6.3
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane		Promo: 2021/2022
A1		FGC - DGM - UMMTO		Master II



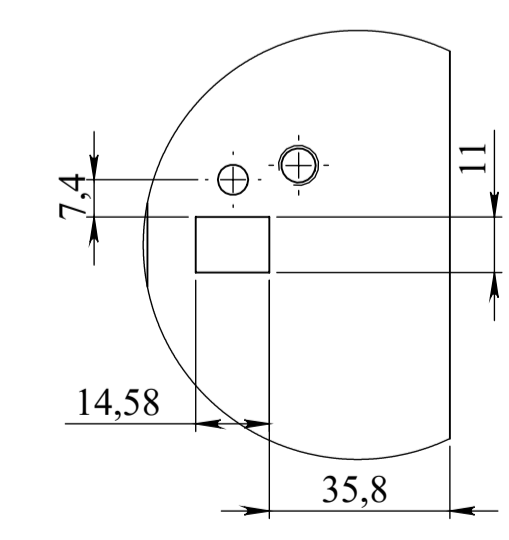
24	02	Porte Canon 1	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 1.5:1	Etude et conception d'un outil poinçonnage détourage			Etat de surface
Planche N°: 24	d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM			1.6/
	HAMOUR Agihles - HAMOUR Sofiane			Promo : 2021/2022
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II

Table de perçages			
REPERE	POSITION X	POSITION Y	TAILLE
A1	14,80	58	Ø 5 JUSQU'AU PROCHAIN
A2	14,80	508	Ø 5 JUSQU'AU PROCHAIN
A3	651,20	58	Ø 5 JUSQU'AU PROCHAIN
A4	651,20	508	Ø 5 JUSQU'AU PROCHAIN
B1	30	19	Ø 6,8 ∇ 15 M8 - 6H ∇ 15
B2	30	83	Ø 6,8 ∇ 15 M8 - 6H ∇ 15
B3	30	238	Ø 6,8 ∇ 15 M8 - 6H ∇ 15
B4	30	328	Ø 6,8 ∇ 15 M8 - 6H ∇ 15
B5	30	483	Ø 6,8 ∇ 15 M8 - 6H ∇ 15
B6	40	547	Ø 6,8 ∇ 15 M8 - 6H ∇ 15
B7	148	547	Ø 6,8 ∇ 15 M8 - 6H ∇ 15
B8	158	19	Ø 6,8 ∇ 15 M8 - 6H ∇ 15
B9	218	19	Ø 6,8 ∇ 15 M8 - 6H ∇ 15
B10	218	547	Ø 6,8 ∇ 15 M8 - 6H ∇ 15
B11	448	547	Ø 6,8 ∇ 15 M8 - 6H ∇ 15
B12	448,03	19	Ø 6,8 ∇ 15 M8 - 6H ∇ 15
B13	508	547	Ø 6,8 ∇ 15 M8 - 6H ∇ 15
B14	518	19	Ø 6,8 ∇ 15 M8 - 6H ∇ 15
B15	626	19	Ø 6,8 ∇ 15 M8 - 6H ∇ 15
B16	636	78	Ø 6,8 ∇ 15 M8 - 6H ∇ 15
B17	636	253	Ø 6,8 ∇ 15 M8 - 6H ∇ 15
B18	636	328	Ø 6,8 ∇ 15 M8 - 6H ∇ 15
B19	636	483	Ø 6,8 ∇ 15 M8 - 6H ∇ 15
B20	636	547	Ø 6,8 ∇ 15 M8 - 6H ∇ 15
C1	30	111	Ø 6 ∇ 15
C2	30	210	Ø 6 ∇ 15
C3	30	368	Ø 6 ∇ 15
C4	30	443	Ø 6 ∇ 15
C5	60	19	Ø 6 ∇ 15
C6	60	547	Ø 6 ∇ 15
C7	128	19	Ø 6 ∇ 15
C8	128	547	Ø 6 ∇ 15
C9	268	547	Ø 6 ∇ 15
C10	273	19	Ø 6 ∇ 15
C11	393	19	Ø 6 ∇ 15
C12	398	547	Ø 6 ∇ 15
C13	538	19	Ø 6 ∇ 15
C14	538	547	Ø 6 ∇ 15
C15	606	19	Ø 6 ∇ 15
C16	606	547	Ø 6 ∇ 15
C17	636	108	Ø 6 ∇ 15
C18	636	213	Ø 6 ∇ 15
C19	636	363	Ø 6 ∇ 15
C20	636	448	Ø 6 ∇ 15
D1	38,60	144,80	Ø 34 JUSQU'AU PROCHAIN
E1	77,23	450,78	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
E2	77,23	470,78	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
E3	77,30	122,27	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
E4	77,30	142,27	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
E5	168,73	450,79	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
E6	168,73	470,79	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
E7	168,80	122,27	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
E8	168,80	142,27	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
E9	193	283	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
E10	247,10	33,25	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
E11	287,21	268,23	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
E12	287,24	288,23	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
E13	351,60	33,32	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
E14	378,73	268,15	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
E15	378,73	288,19	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
E16	432,22	32,04	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
E17	473	283	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
E18	527,16	450,80	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
E19	527,16	470,80	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
E20	527,20	109,33	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
E21	527,20	129,33	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
E22	618,66	450,80	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
E23	618,66	470,80	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
E24	618,70	109,33	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN
E25	618,70	129,33	Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN

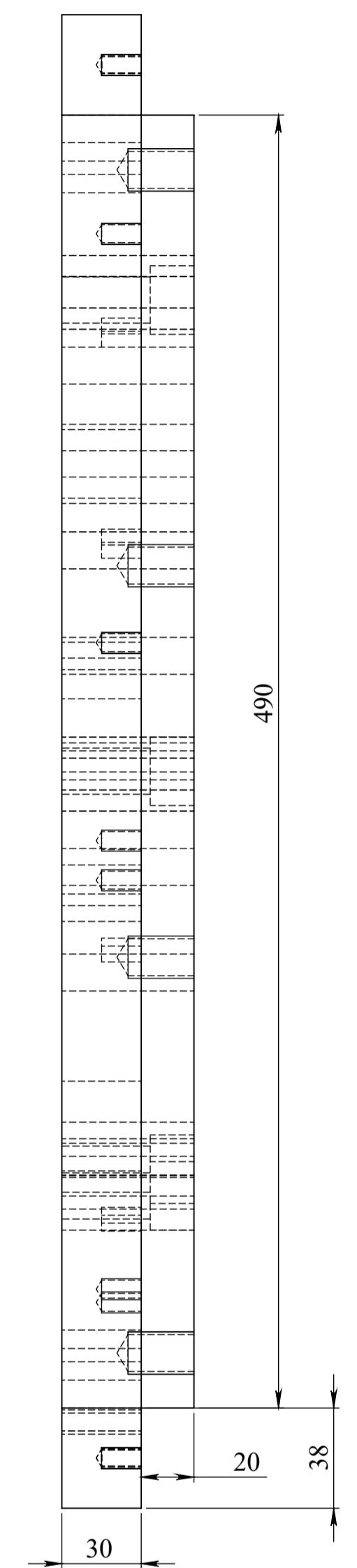
Table de perçages			
REPERE	POSITION X	POSITION Y	TAILLE
F1	113,77	323	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
F2	113,77	363	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
F3	113,77	203	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
F4	113,77	243	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
F5	113,77	283	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
F6	233	133	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
F7	233	433	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
F8	283	133	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
F9	283	433	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
F10	333	133	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
F11	333	433	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
F12	383	133	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
F13	383	433	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
F14	433	133	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
F15	433	433	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
F16	552,23	203	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
F17	552,23	243	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
F18	552,23	283	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
F19	552,23	323	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
F20	552,23	363	Ø 14 JUSQU'AU PROCHAIN
G1	115,18	58,80	Ø 14 ∇ 25 M16 - 6H ∇ 25
G3	115,18	507,20	Ø 14 ∇ 25 M16 - 6H ∇ 25
G4	333,80	208,80	Ø 14 ∇ 25 M16 - 6H ∇ 25
G5	333,80	357,20	Ø 14 ∇ 25 M16 - 6H ∇ 25
G6	550,82	58,80	Ø 14 ∇ 25 M16 - 6H ∇ 25
G7	550,82	507,20	Ø 14 ∇ 25 M16 - 6H ∇ 25
H1	123,39	128,45	Ø 17,5 A TRAVERS TOUT □ 26 ∇ 16,6
H2	123,39	457,83	Ø 17,5 A TRAVERS TOUT □ 26 ∇ 16,6
H3	334,40	279,28	Ø 17,5 A TRAVERS TOUT □ 26 ∇ 16,6
H4	578,25	118,32	Ø 17,5 A TRAVERS TOUT □ 26 ∇ 16,6
H5	578,25	457,83	Ø 17,5 A TRAVERS TOUT □ 26 ∇ 16,6
J1	583	385,75	Ø 10 JUSQU'AU PROCHAIN
J2	583	405,75	Ø 10 JUSQU'AU PROCHAIN
K1	623	225,35	Ø 6 JUSQU'AU PROCHAIN
K2	623	325,15	Ø 6 JUSQU'AU PROCHAIN
L1	623	395,75	Ø 26 JUSQU'AU PROCHAIN



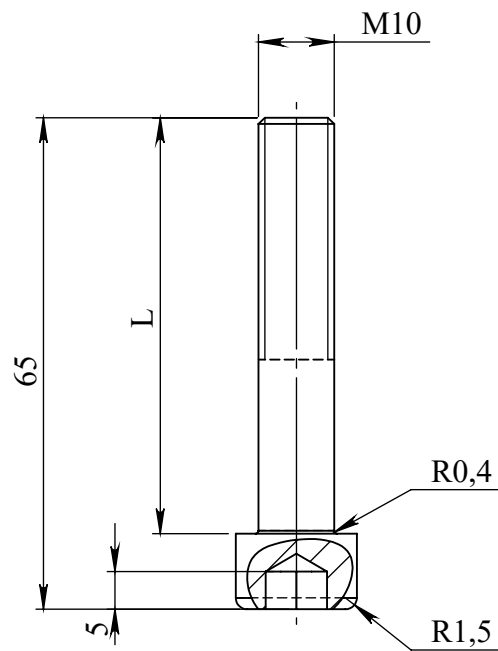
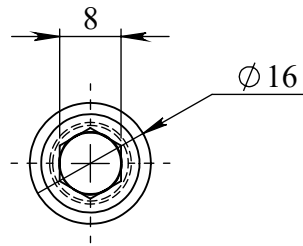
DÉTAIL B
ECHELLE 1 : 1,5





DÉTAIL C
ECHELLE 1 : 1,5

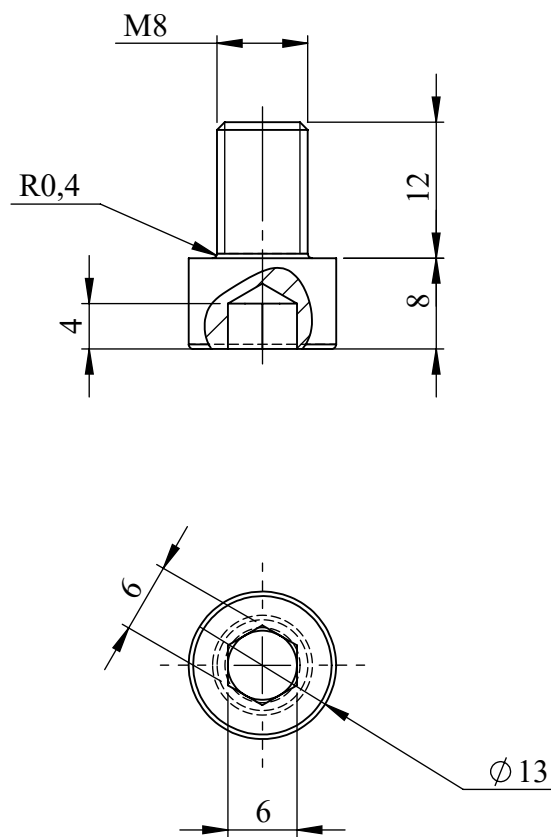


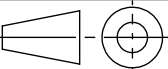

43	01	Porte coîteaux	XC 48	-
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle :		Etude et conception d'un outil poinçonnage et détourage d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM		Etat de surface
Planche N°: 43				Ra =
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane		Promo: 2021/2022
A1		FGC - DGM - UMMTO		Master II

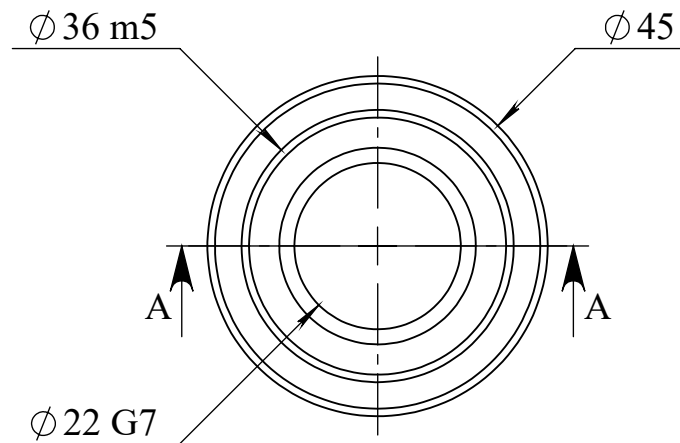
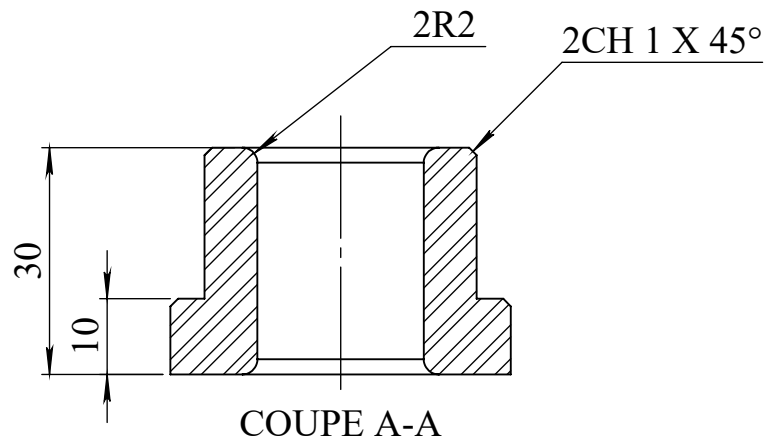




	Pour Goujons	Pour Brides	Pour Butée de fin de courses
Ref	08	09	10
Nbr	06	24	24
L	55	16	100

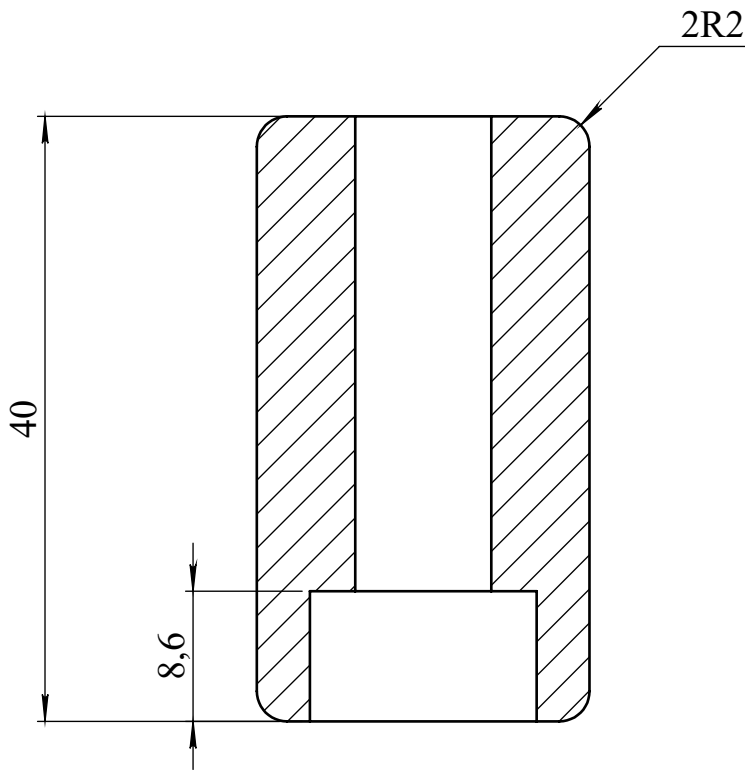
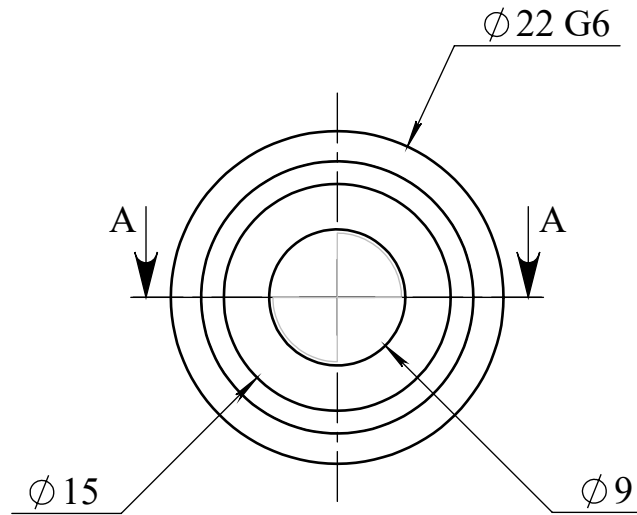
-	-	Vis CHc M10	Acier	ISO 4762
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle 1:1	Outil d'emboutissage			Classe de qualité 8.8
Planche N°: 25	Cache de table extra plat			
	CHALAL MOURAD - SI AMMOUR ANIS			Promo : 2020/2021
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II



26	04	Vis CHc M12 X 45	Acier	ISO 4762
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle 3 : 2		Outil d'emboutissage Cache de table extra plat		Classe de qualité 8.8
Planche N°: 26				
		CHALAL MOURAD - SI AMMOUR ANIS		Promo : 2020/2021
A4		 FGC DGM UMMTO		MASTER II




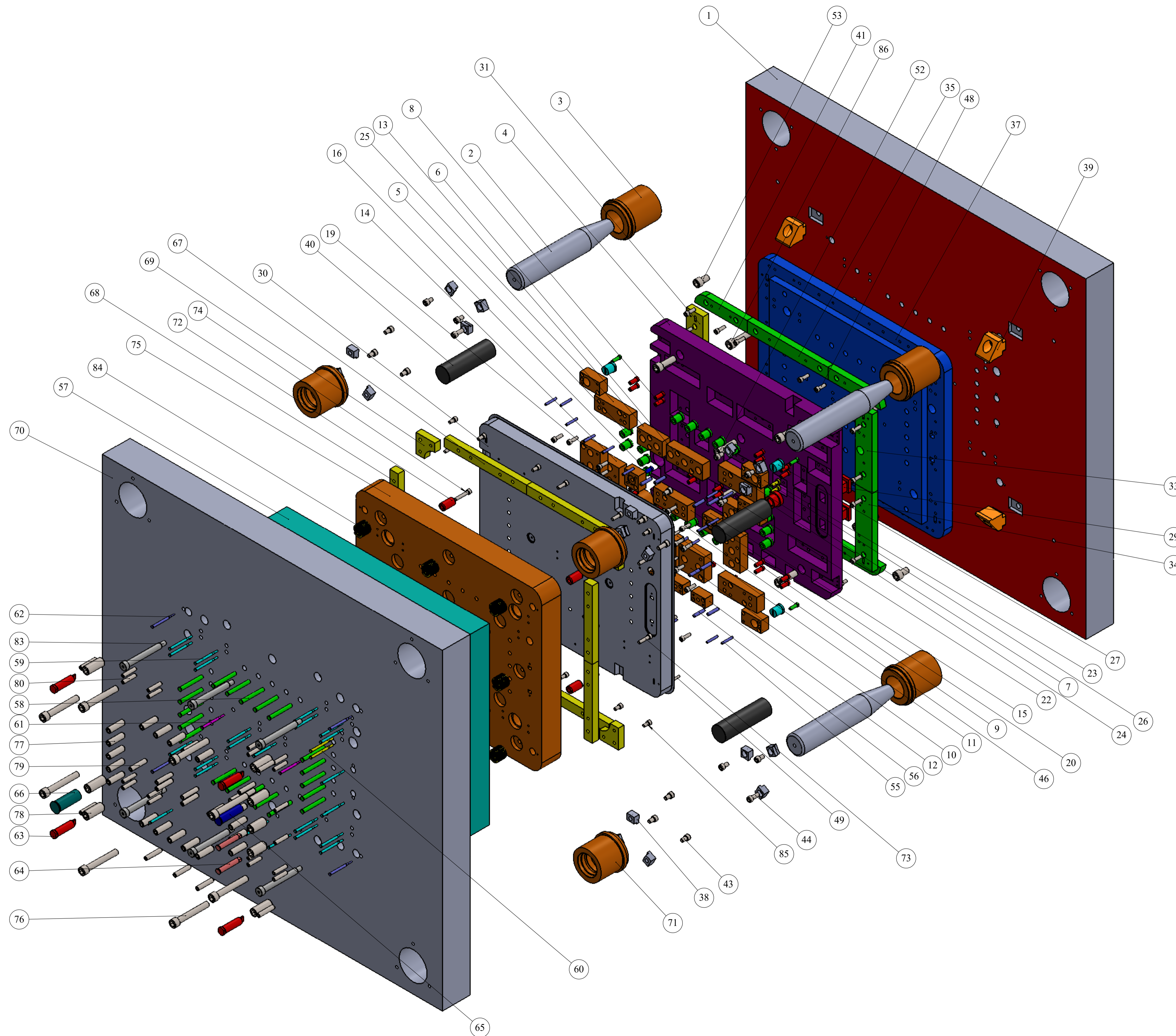
27	02	Bague de guidage serre flan	Bronze	-
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 1/1		Etude et conception d'un outil poinçonnage et détournage d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM	Etat de surface	
Planche N°: 27				
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane	Promo : 2021/2022	
A4		 FGC DGM UMMTO	MASTER II	



COUPE A-A
ECHELLE 2 : 1

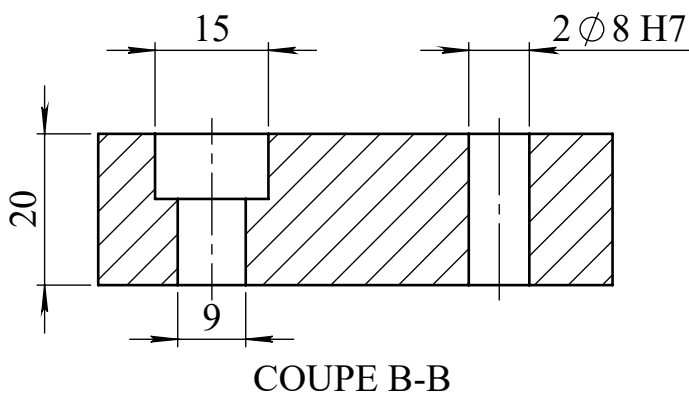
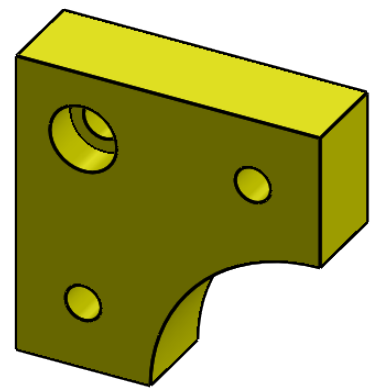
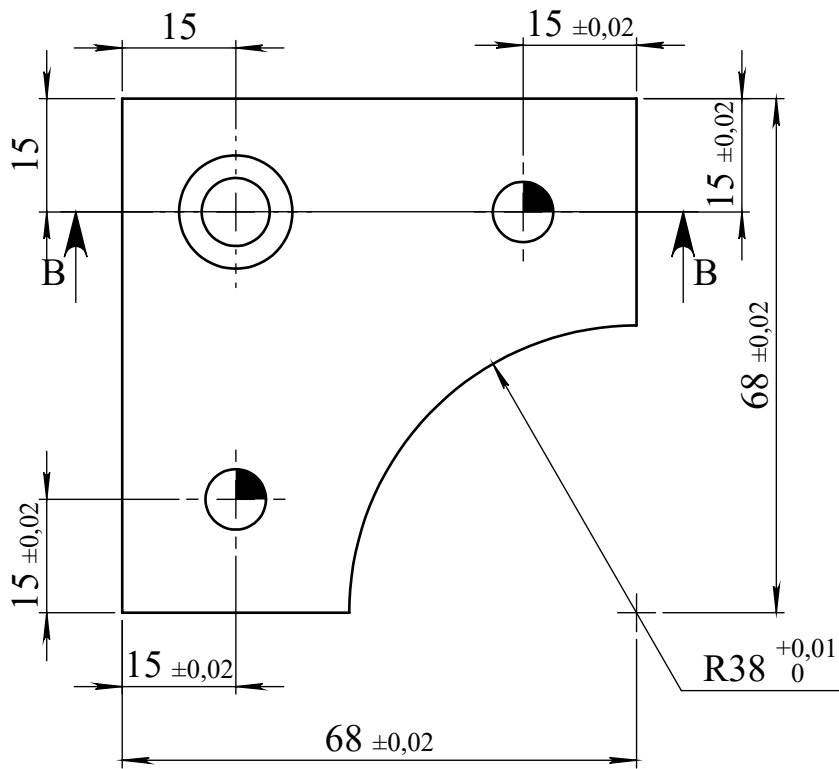


28	02	Axe de guidage du serre flan	Acier a Outil	Tr+Rv 60/64 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 2:1	Etude et conception d'un outil poinçonnage et détourage d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM			Etat de surface 1.6/√
Planche N°: 28	HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane			Promo : 2021/2022
A4	 FGC DGM UMMTO			MASTER II

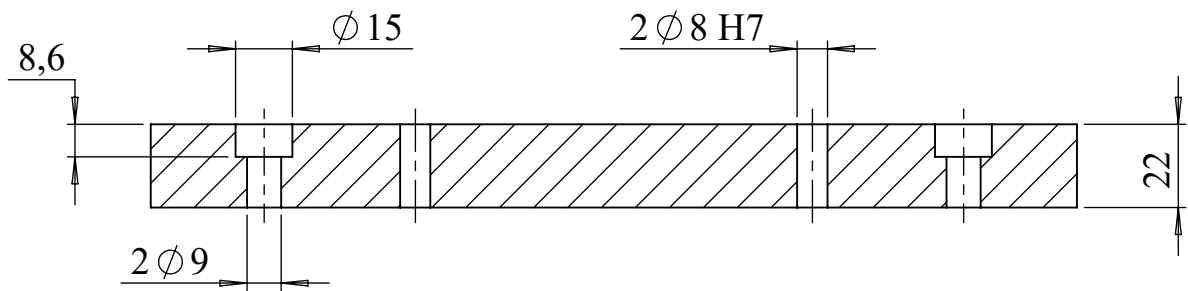


85	ISO 4762 M8 x 16 - 16N	13			
84	ressort5017 sz 8040	17			
83	ISO 7379 - 13 x 70 --- C	6			
82	bague de guidage du serre flanc	4			
81	ISO 4027 - M24 x 60-N	2			
80	ISO 4027 - M10 x 50-N	18			
79	ISO 4027 - M12 x 60-N	15			
78	ISO 4026 - M24 x 60-N	6			
77	ISO 4027 - M16 x 60-N	20			
76	ISO 4762 M16 x 110 - 44N	8			
75	serre flanc 2	1			
74	ISO 4762 M8 x 45 - 28N	2			
73	ISO 4762 M8 x 35 - 35N	6			
72	Axe de guidage du serre flanc	4			
71	BAGUE SUPERIEUR EN BRONZE	4			
70	SEMELLE SUPP AGH	1			
69	Lamme 45	4			
68	Lamme supp sur 490	4			
86	ISO 4762 M16 x 60 - 60N	5			
67	Lamme supp sur 590	4			
66	Poinçon 30	1			
65	Poinçon 22	1			
64	Pièce2.poinçon 10.4 7	2			
63	Pièce1 poinçon 164	4			
62	Poinçon 3.20	4			
61	Poinçon 4	2			
60	Poinçon 5	2			
59	Poinçon 4.50	25			
58	Poinçon 10	20			
57	Empreine sup 27 06 22	1			
56	GOUPILLE D8 X 40	12			
55	GOUPILLE D6 X 40	34			
54	ISO 4762 M16 x 55 - 55N	1			
53	ISO 4762 M16 x 25 - 25N	3			
52	ISO 4762 M16 x 50 - 50N	6			
51	ISO 4762 M6 x 35 - 24N	2			
50	JIS B 1176 M8 x 35 (35) --N	2			
49	ISO 4762 M6 x 25 - 25N	12			
48	ISO 4762 M8 x 25 - 25N	34			
47	JIS B 1176 M5 x 25 (25) --N	4			
46	JIS B 1176 M8 x 25 (25) --N	8			
45	JIS B 1176 M5 x 35 (22) --N	2			
44	ISO 4762 M10 x 25 - 25N	3			
43	SEMELLE INF AGH	1	1	SEMELLE INF AGH	1
42	Couteau 2	2			
41	COUTEAU 1	2			
40	butée de fin de cours AGH	4			
39	coupe chute	4			
38	BRIDE	24			
37	porte couteaux	1			
36	Couteau 4	1			
35	Couteau 3	1			
34	Couteau 8	1			
33	Couteau 7	1			
32	Couteau 6	1			
31	Couteau 5	1			
30	Cache de table extra plate avec 05 feu 2022	1			
29	Matrice de la génératrice	2			
28	Canon 32 Carré	4			
27	Canon carré 4x16	4			
26	Porte canon 1	4			
25	Porte canon 2	1			
24	CANON 22 22	1			
23	canon 5 mm	2			
22	Porte canon 6	1			
21	CANON 30	1			
20	Porte canon 10	1			
19	Porte canon 11	1			
18	Porte canon 7	1			
17	Porte canon 13	1			
16	Canon 40	2			
15	Porte canon 9	2			
14	Porte canon 12	1			
13	Porte canon 3	1			
12	Porte canon 16	3			
11	Porte canon 14	1			
10	Porte canon 15	1			
9	Porte canon 8	1			
8	Canon 45	23			
7	Porte canon 5	2			
6	Porte Canon 4	1			
5	Canon 100	20			
4	Empreinte 33	1			
3	BAGUE EN BRONZE	4			
2	AXE DE GUIDAGE	4			
1	SEMELLE INF AGH	1			

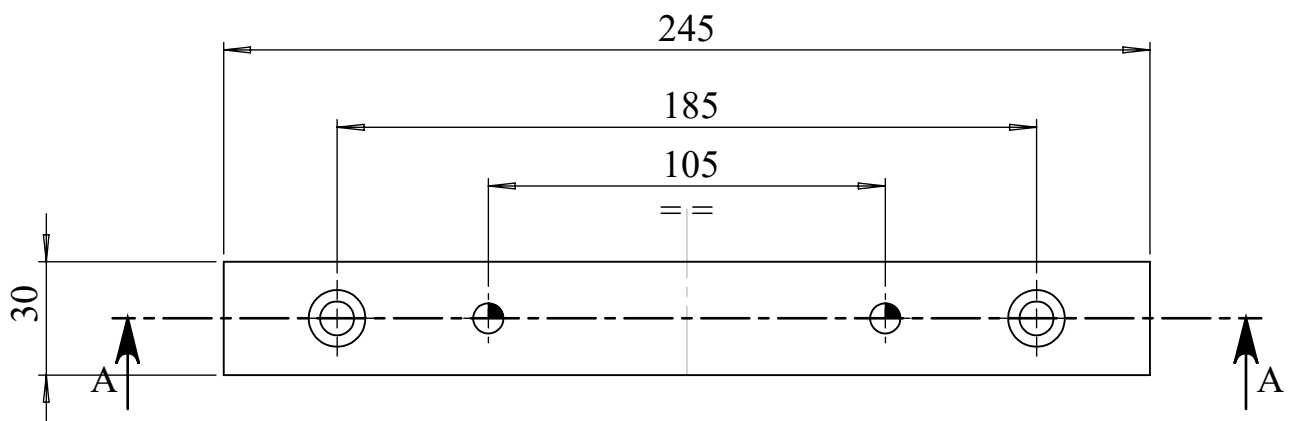
Ref	Désignation	Nbr	Ref	Désignation	Nbr
Etude et conception d'un outil poinçonnage et détourage					
Etat de surface					
Planche N°: 45					
d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM					
HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane					
Promo: 2021/2022					
A1					
FGC - DGM - UMMTO					
Master II					





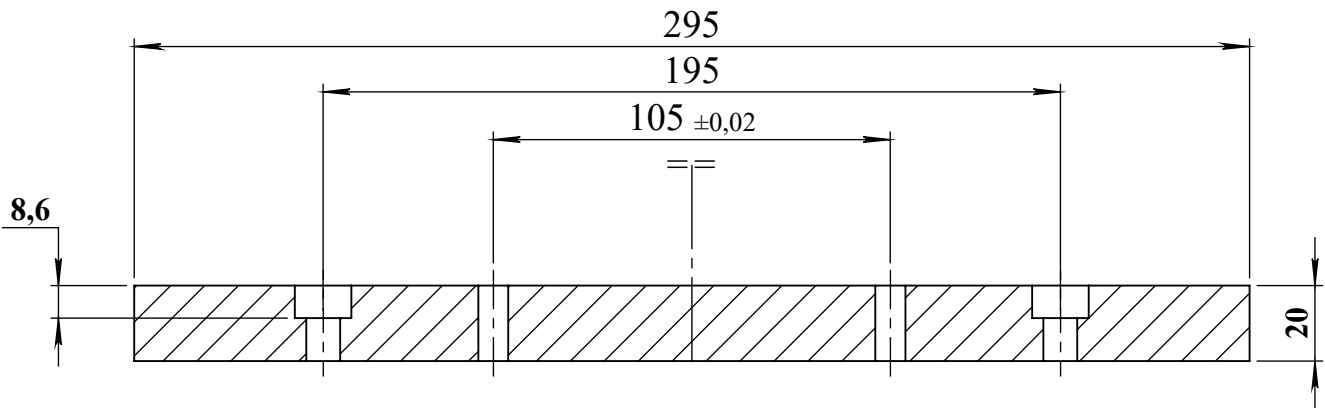
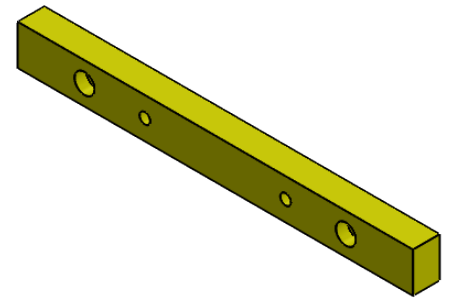
29	04	Lamme 45	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 1:1		Etude et conception d'un outil poinçonnage et détourage d'un cache de table extra plat 5 feux ENIEM		Etat de surface
Planche N°: 29				1.6/
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane		Promo : 2021/2022
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II



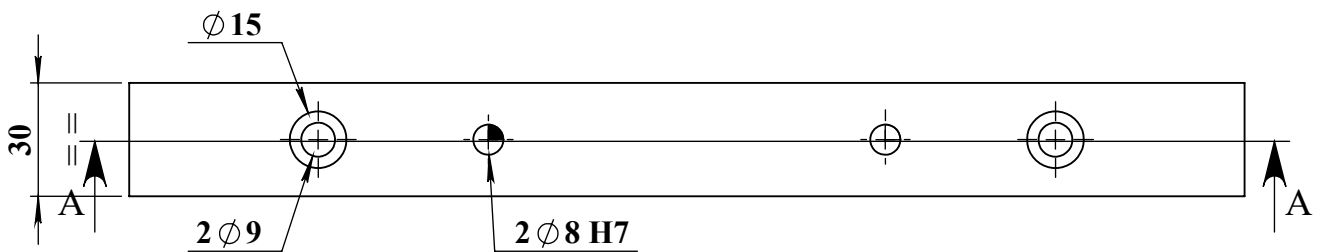
COUPE A-A



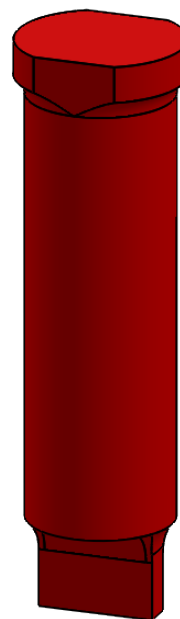
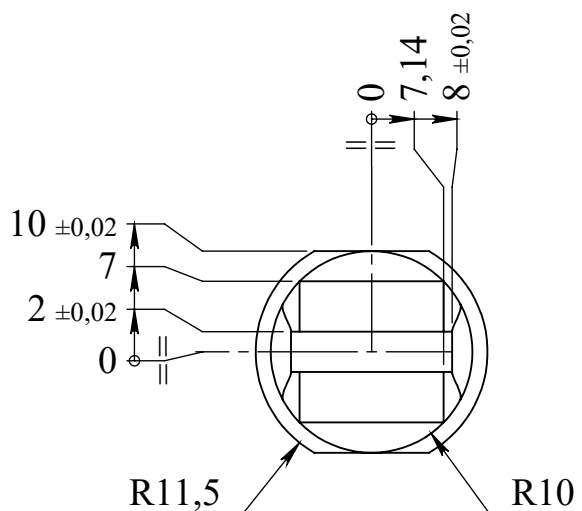
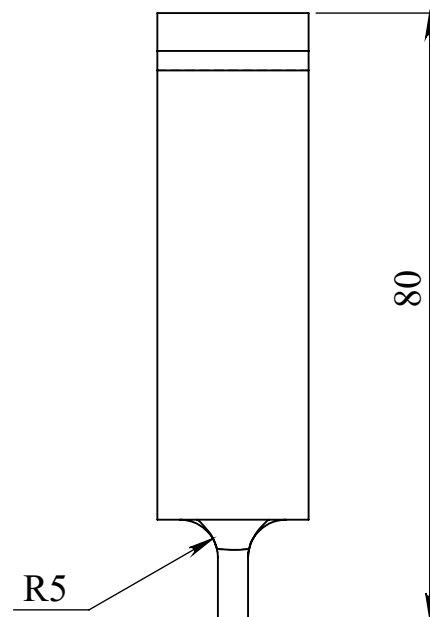
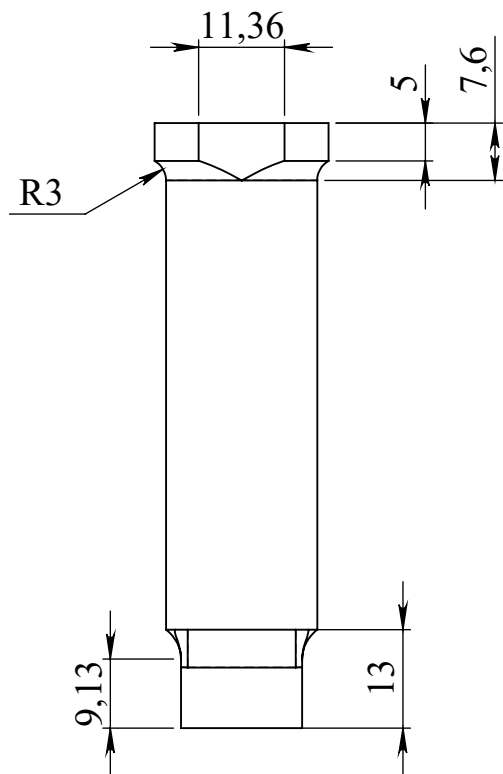
30	04	Lamme SUP 490	Z200C12	Tr+rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 1:2		Outil poinçonnage detourage cache table extras plat		Etat de surface
Planche N°: 30				1.6/ ✓
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane		Promo : 2021/2022
A4		 FGC DGM UMMTO		MASTER II






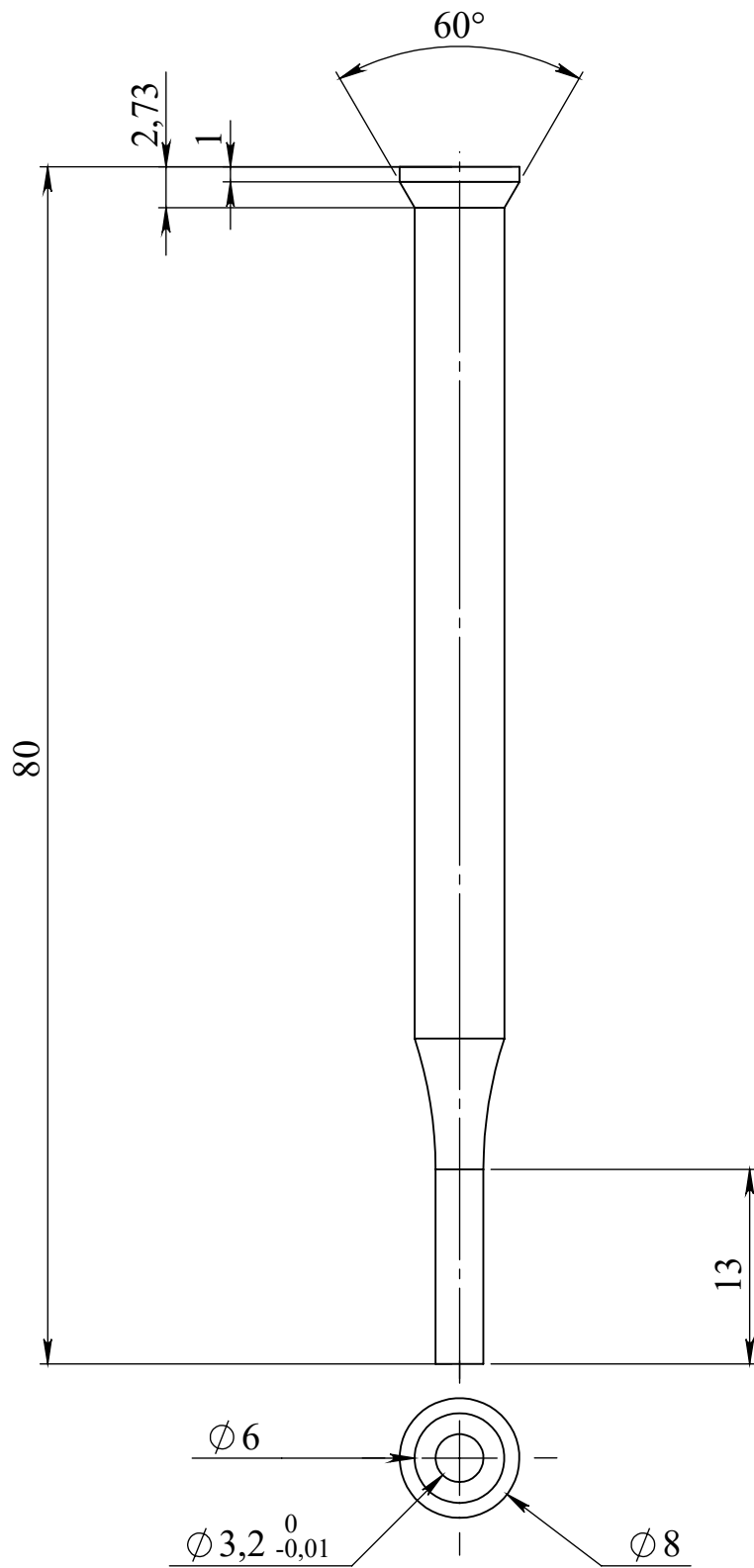
COUPE A-A
ECHELLE 1 : 2



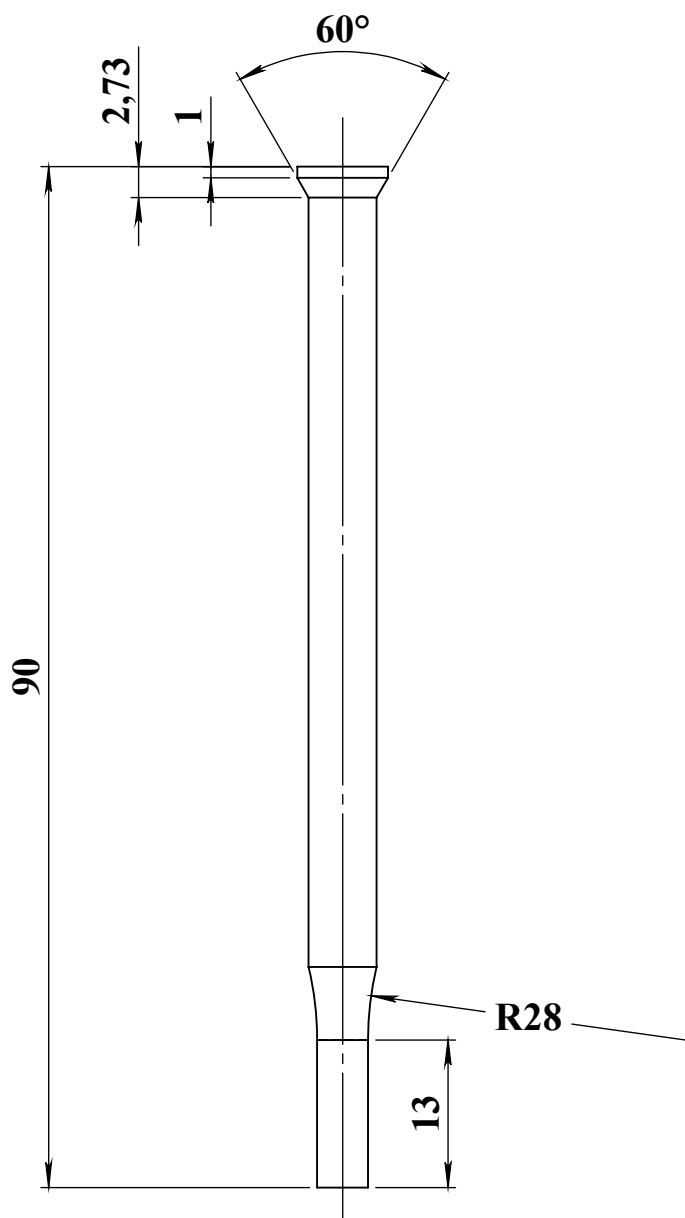
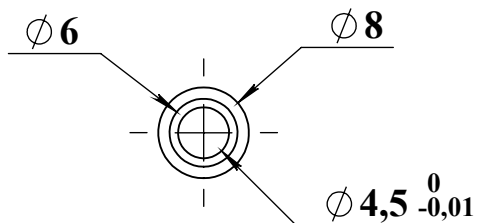
31	04	Lamme SUP 590	Z200C12	Tr+rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle:	1:2	Etude et conception d'un outil poinçonnage détourage d'un cache de table extra plat 5feux ENIEM		Etat de surface
Planche N°:	31			1.6/
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane		Promo : 2021/2022
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II




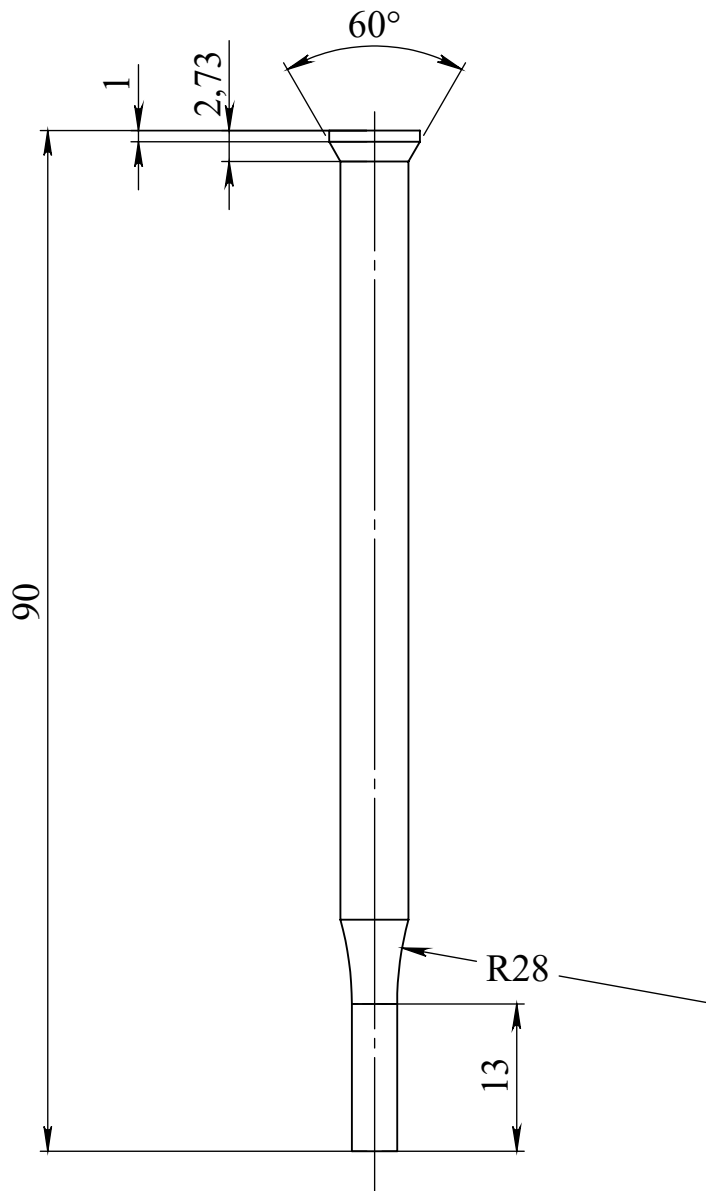
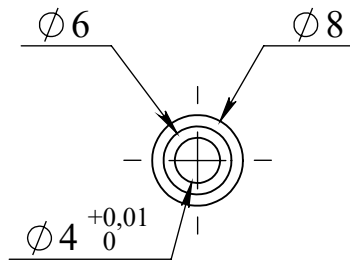
32	4	Poinçon 16*4mm	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 1/1	Etude et conception d'un outil poinçonnage détourage d'un cache de table extra plat 5feux ENIEM			Etat de surface
Planche N°: 32				1.6/
		HAMOUR Agihles - HAMOUR Sofiane		Promo : 2021/2022
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II




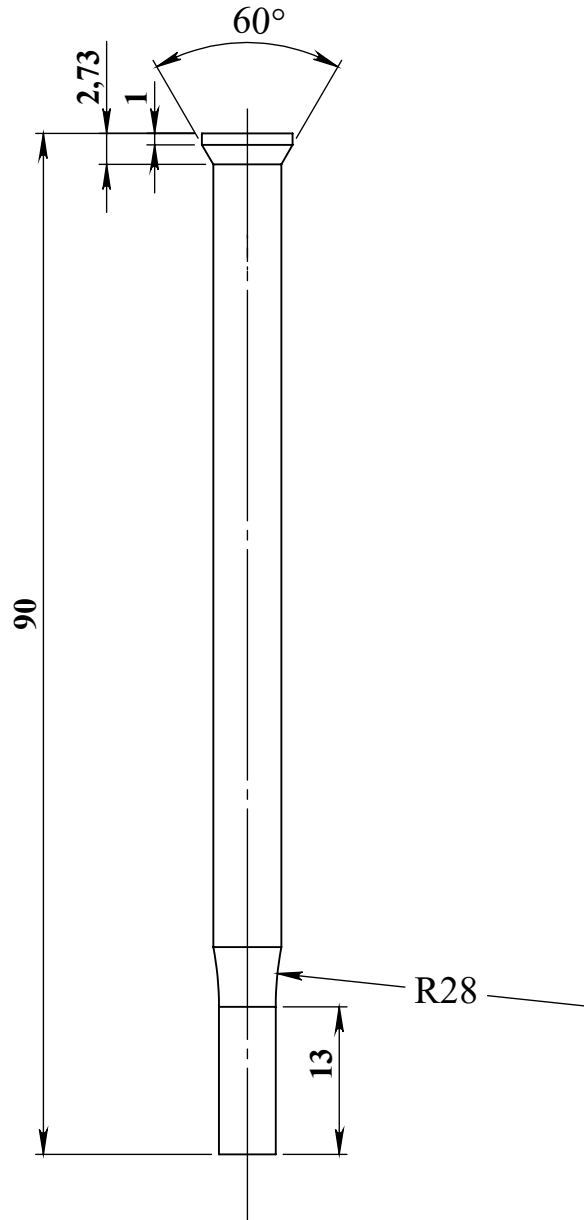
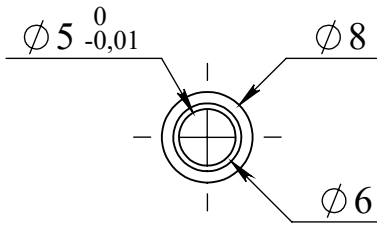
33	04	Poinçon $\phi 3.2 \times 80$	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 2:1		Etude et conception d'un outil poinçonnage détourage d'un cache de table extra plat 5feux ENIEM	Etat de surface	
Planche N°: 33			1.6/	
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane	Promo : 2021/2022	
A4			FGC DGM UMMTO	MASTER II





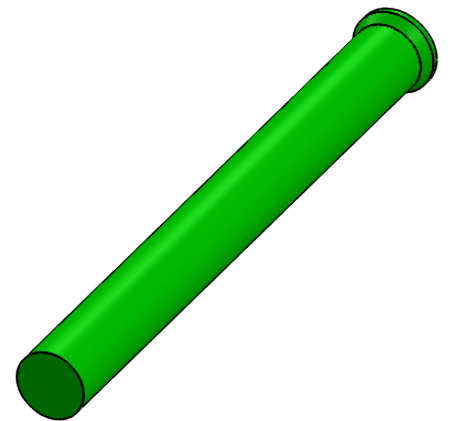
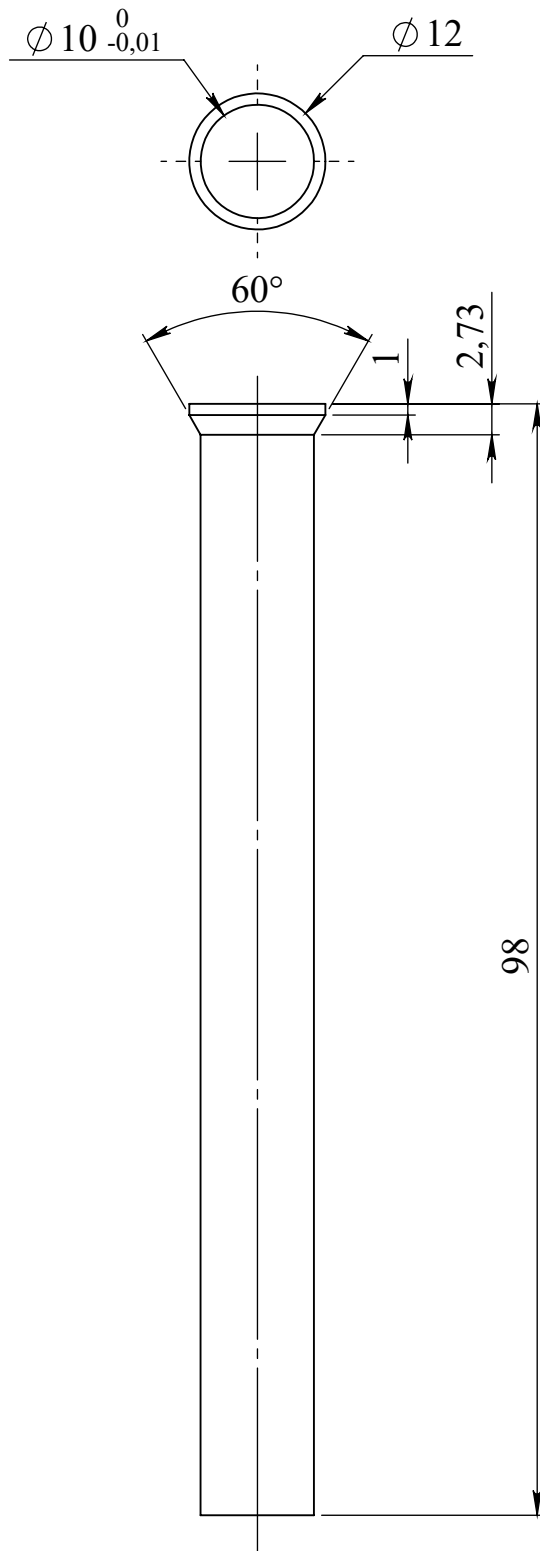
34	22	poinçon $\phi 4.5 \times 90$	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 1.5/1	Etude et conception d'un outil poinçonnage détournage d'un cache de table extra plat 5feux ENIEM			Etat de surface 1.6/ ✓
Planche N°: 34	HAMOUR Agihles - HAMOUR Sofiane			Promo: 2021/2022
A4	 FGC DGM UMMTO			MASTER II





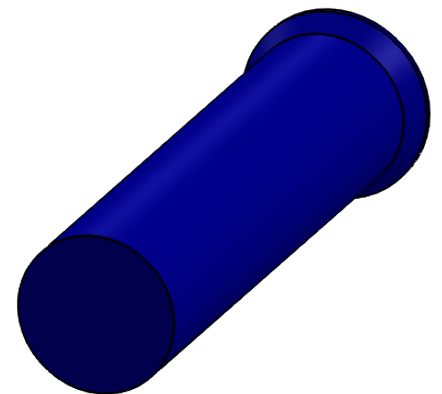
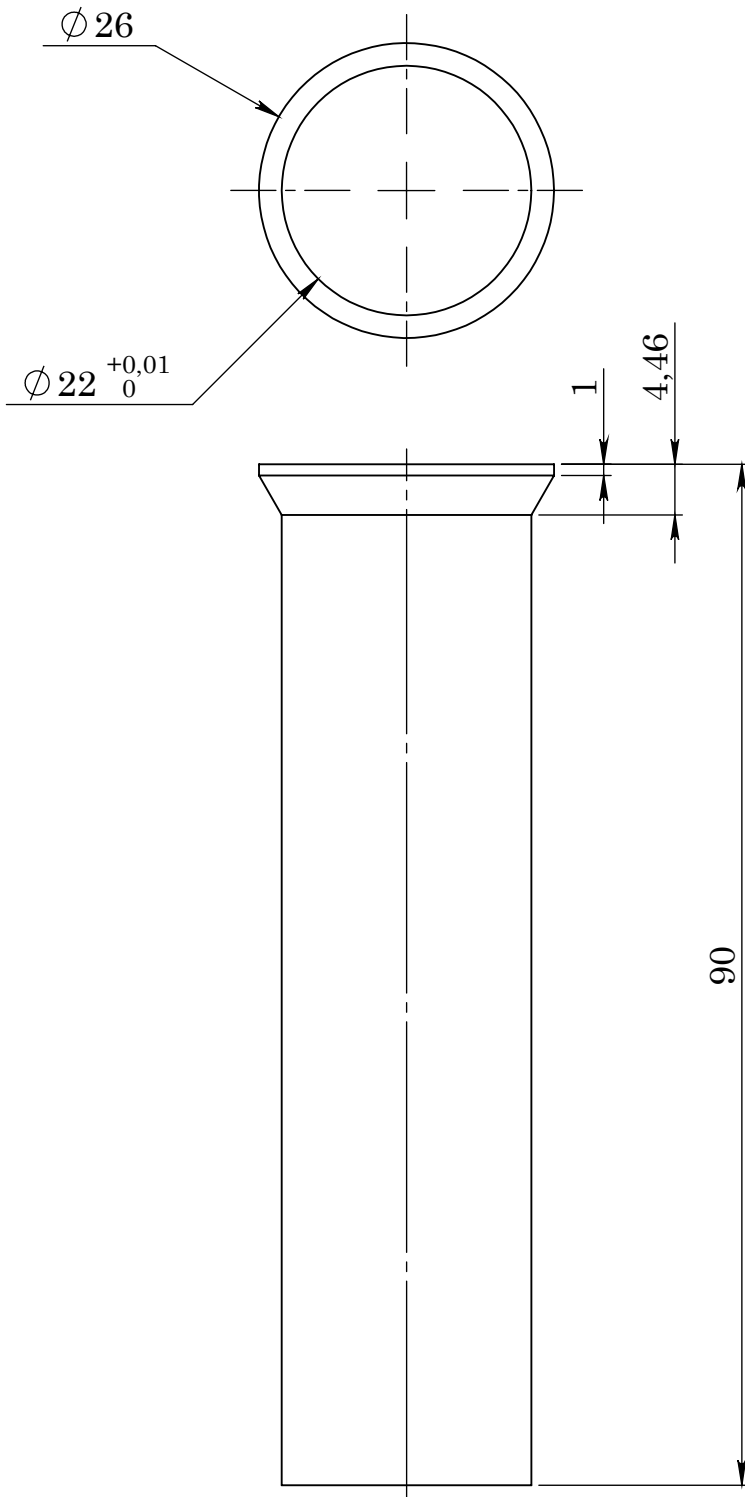
35	02	Poinçon $\phi 4 \times 90$	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 1.5/1	Etude et conception d'un outil poinçonnage détournage d'un cache de table extra plat 5feux ENIEM			Etat de surface 1.6/ √
Planche N°: 35	HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane			Promo : 2021/2022
A4	 FGC DGM UMMTO		MASTER II	

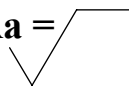




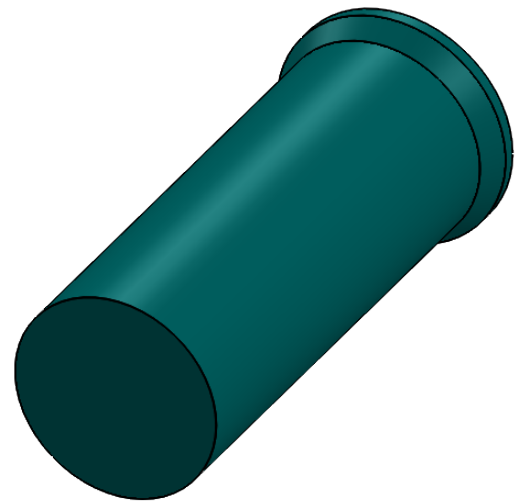
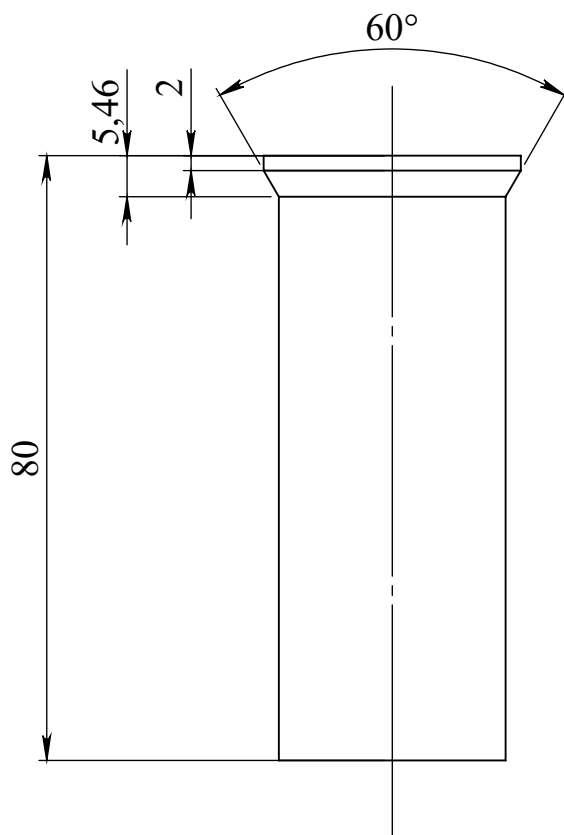
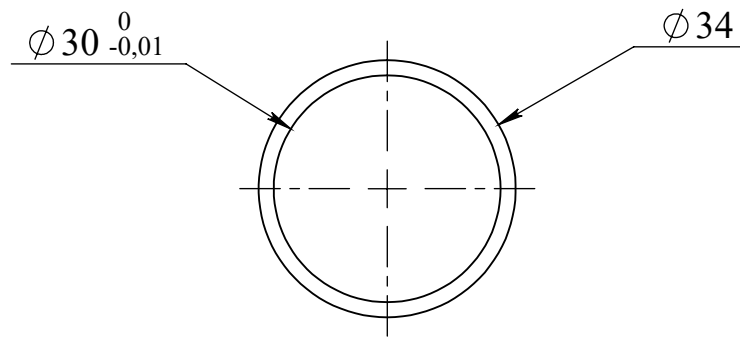
36	02	Poinçon $\phi 5 \times 90$	Z200C12	Tr+Rv 58/60HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 1.5/1		Etude et conception d'un outil poinçonnage détournage d'un cache de table extra plat 5feux ENIEM	Etat de surface	
Planche N°: 36			1.6/	
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane	Promo: 2021/2022	
A4		 FGC DGM UMMTO	MASTER II	





37	20	poinçon $\phi 10 \times 98$	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 1.5/1	Etude et conception d'un outil poinçonnage détournage d'un cache de table extra plat 5feux ENIEM			Etat de surface
Planche N°: 37				1.6/ ✓
	HAMOUR Agihles - HAMOUR Sofiane			Promo : 2021/2022
A4		FGC DGM UMMTO	MASTER II	



38	01	Poinçon $\phi 22 \times 90$	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 3:2		Etude et conception d'un outil poinçonnage détournage d'un cache de table extra plat 5feux ENIEM	Etat de surface	
Planche N°: 38			Ra = 	
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane	Promo : 2021/2022	
A4		 FGC DGM UMMTO	MASTER II	



39	01	Poinçon $\phi 30 \times 80$	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 1:1		Etude et conception d'un outil poinçonnage détournage d'un cache de table extra plat 5feux ENIEM	Etat de surface	
Planche N°: 39			1.6 ✓	
		HAMOUR Aghiles - HAMOUR Sofiane	Promo : 2021/2022	
A4		 FGC DGM UMMTO	MASTER II	