

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

*Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique*

*Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou*

*Faculté de Génie de la construction*

*Département de Génie Mécanique*



## *Mémoire de fin d'étude*

**Option :** Génie Mécanique

**Spécialité :** fabrication mécanique et productive

### *Thème*

## **Conception et réalisation d'une mini-extrudeuse pour l'élaboration des matériaux composites**

Proposé et dirigé par :

*Mlle HANNACHI.M*

*Mr NECHICHE.M*

Réalisé par :

*KERRICHE ADEL*

*DJEBARI HAKIM*

**2020**

**Nom : Boubchir**  
**Prénom : Rachida**

**Groupe : A2**

**2019-2020**

## REMERCIEMENTS

*Nous remercions avant tout Dieu le tout puissant de nous avoir donné la volonté et le courage de mener à bien ce modeste travail.*

*Nous adressons nos sincères remerciements à notre promoteur monsieur NECHICHE.M et notre promotrice madame HANNACHI.M pour nos avoir conseillé, dirigé pendant la réalisation de ce travail, et aussi pour nous avoir fait l'honneur de nous encadrer.*

*Nous remercions le personnel du hall technologie d'OUED AISSI, de nous avoir facilité l'accès au hall ainsi l'équipe d'ingénieur et techniciens pour leur aide et leur orientation pendant la réalisation de ce travail.*

*Nous remercions aussi les responsables du laboratoire SDM pour leur aides et orientation.*

*Nos remerciements s'adressent aux membres de jury pour avoir accepté de jurer et examiner ce modeste travail.*

*Enfin nous remercions tous nos enseignants et toutes personnes qui nous ont aidés à mener à bien ce travail.*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes chers parents.*

*Mes frères.*

*Tous ceux qui m'ont aidé à mener ce travail.*

*Tous mes amis sans exception.*

*Djebari Hakim*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes chers parents.*

*Mes frères.*

*Mes sœurs.*

*Tous ceux qui m'ont aidé à mener ce travail.*

*Tous mes amis sans exception.*

*Kerriche Adel.*

# SOMMAIRE

<b>Introduction générale.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Généralités sur la conception des systèmes mécaniques.....</b>	<b>4</b>
1. Introduction.....	5
2. Définition de la conception mécanique.....	5
2.1 Démarche de la conception .....	5
3. La conception et l'organisation dans l'entreprise .....	5
3.1 La direction générale.....	5
3.2 Bureau d'études dans l'entreprise .....	6
3.2.1 Les principaux acteurs du bureau d'études .....	6
3.3 La gestion de la fabrication .....	6
3.4 Bureau de méthodes BM.....	6
3.5 Principes et buts de la dynamique de groupe .....	7
3.5.1 Les principes .....	7
3.5.2 Les buts .....	7
3.6 Elaboration du produit.....	8
3.6.1 Période de conception .....	8
3.6.2 Période de production.....	8
3.6.3 Période de marché .....	8
3.7 Environnement de la conception et de la production .....	8
4. Type de conception selon les demandes .....	9
4.1 La Conception créatrice .....	9
4.2 La Conception innovatrice .....	9
4.3 La Conception habituelle.....	9
5. Les étapes de la conception.....	10
5.1 Etape d'analyse .....	10
5.2 Etape de conception .....	10
5.3 Etape de choix .....	10
6. Méthodes de conception mécanique .....	11
6.1. Méthode facile.....	11
6.2 Méthode cyclique .....	11
6.3 Méthodes d'amélioration.....	11
7. Méthodes et outils d'amélioration de la phase d'analyse et de conceptions.....	12
7.1 L'intelligence fonctionnelle .....	12
7.2 La méthode de QFD (Quality Function Deployment).....	12

7.3 La méthodes de SADT (Structured Analysis and Design Technique) .....	13
8. Les opérations sur la conception .....	13
8.1 Vérification de la conception .....	13
8.2 Validation de la conception .....	14
8.3 Modification de la conception .....	14
9. Cahier de charge fonctionnel(CDCF) .....	14
9.1 Définition .....	14
9.2 Les fonctions de service .....	14
9.3 Forme du cahier de charge fonctionnel .....	15
9. Lois d'utilisation du cahier de charge fonctionnel .....	15
10. Conception assistée par ordinateur (CAO) .....	15
10.1 Définition .....	15
10.2 Avantage de la CAO .....	15
10.3 Application de la CAO dans le domaine mécanique .....	15
10.4 Matériel de la CAO .....	16
10.5 Logiciel de CAO .....	16
10.6 Outils.....	16
<b>Chapitre II : Généralités sur l'extrusion des matériaux.....</b>	<b>17</b>
1.Introduction.....	18
2. Historique.....	18
3.Définition de l'extrusion .....	19
4.Principe du processus d'extrusion .....	19
5. Produits fabriqués et domaines d'application .....	20
6. Zones fonctionnelles d'une extrudeuse.....	22
7. Les composantes d'une ligne d'extrusion.....	23
8. Défauts d'extrusion.....	23
9. Les différents types d'extrusion.....	24
9 .1 Les extrudeuse mono-vis .....	24
9 .1 .1 Description générale et principe de fonctionnement .....	24
9 .1 .2 Géométrie du système vis /fourreau .....	25
9.1.3 La tête porte-filière.....	26
9.1.4 Filière :.....	26
9.1.5 Groupe entrainement de la vis .....	28
9.1.6 Description et mécanismes des zones phénoménologiques.....	28
9.1.6.1 Zones de convoyage solide.....	28
9.1.6.2 Zones de fusion.....	29

9.1.6.3 Zones de pompage .....	29
9.2 Extrudeuse bi-vis .....	29
9.2.1 Description générale .....	29
9.2.2 Les parties essentielles d'une extrudeuse bi-vis.....	30
9.2.3 Systèmevis-fourreau.....	31
9.3 Différents types d'extrudeuses bi-vis.....	31
<b>Chapitre III : Généralité sur les polymères et les matériaux composite.....</b>	<b>33</b>
1. Introduction.....	33
2. Généralité sur les matériaux polymère .....	33
2.1 Définition .....	33
2.2 Classification des polymères.....	34
2.3 Architecture des polymères.....	34
2.4 Réaction chimique des polymères .....	36
2.4.1 Préparation de polymères.....	36
2.4.2 Réaction de polymères .....	36
2.4.3 La séparations des produits.....	36
2.5 Analyse thermique des polymères .....	37
2.6 Les différents types de matières plastiques.....	37
2.6.1 Thermoplastiques .....	37
2.6.2 Thermodurcissables : .....	38
2.6.3 Élastomères .....	38
2.7 Méthode de mise en œuvre : .....	38
2.8 Propriétés des polymères .....	39
2.9 Avantages et inconvénients de polymères .....	39
2.10 Domaines d'utilisation des polymères .....	39
3. Généralité sur les matériaux composite .....	40
3.1 Définition .....	40
3.2 Caractéristiques d'un matériau composite .....	40
3.3 Matrice .....	41
3.4 Renforts.....	42
3.4.1 Les fibres.....	43
3.4.2 Les particules .....	44
3.4.3 Les adjuvants et interface.....	44
3.5 Caractéristiques mécaniques des matériaux composites.....	44
3.6 Classification des matériaux composites .....	45

3.6.1 D'après la forme .....	45
3.6.2 D'après la nature : .....	46
3.7 Structure des matériaux composites.....	47
3.8 Méthodes de mise en œuvre des composites .....	48
3.9 Avantages et inconvénients des matériaux composites .....	49
3.10 Domaines d'utilisation des composites :.....	49
<b>Chapitre IV : conception du dispositif .....</b>	<b>50</b>
1. Introduction.....	51
2. Problématique .....	51
3. Objectif .....	51
3.1 Cahier de charge fonctionnel.....	52
3.2Principe de fonctionnement .....	53
3.3 Conditions de fonctionnement.....	53
3.4 Choix des solutions.....	54
3.4.1 Groupe d'entraînement .....	54
3.4.2 La vis sans fin .....	57
3.4.3 Fourreau.....	58
3.4.4 Trémie.....	58
3.4.5 Filière.....	58
3.4.6 Système de chauffage .....	59
3.4.7 Régulation de la température .....	60
3.4.8 Système de refroidissement .....	61
4. Conception de la machine .....	62
4.1 Choix des matériaux .....	62
4.2 Propriétés physiques et mécaniques de l'alliage utilisé.....	62
5. Modélisation géométrique du dispositif.....	63
5.1 Modélisation géométriques des pièces de l'extrudeuse.....	63
5.2 Assemblage des composants de l'extrudeuse .....	67
5.3 Modélisation géométrique de groupe d'entraînement .....	68
5.4 Modélisation géométrique des supports de dispositif.....	69
5.5 Assemblage final de l'extrudeuse.....	71
6. Etalonnage du système de chauffage .....	71
<b>CHAPITRE V : réalisation du dispositif.....</b>	<b>73</b>
1. Introduction.....	74
2. Gamme d'usinage .....	74

2.1 Rédaction d'une gamme d'usinage.....	74
3. Etablissement d'un processus d'usinage.....	75
4. Méthode d'analyse du dessin de définition.....	76
4.1 Inventaire des surfaces a usinés.....	76
4.2Contraintes d'usinage .....	76
4.2.1Contraintes de cotation .....	76
4.2.2Contraintes géométrique et dimensionnelles.....	76
4.2.3L'analyse des spécifications d'état de la surface.....	76
4.2.4Contraintes technologiques.....	76
4.2.5Contraintes économiques.....	76
4.2 Analyse des surfaces élémentaires .....	77
4.4 Description des opérations de gamme optimale .....	77
5. Le choix des machines .....	78
6. Le choix des outils .....	78
7. Fabrication du dispositif .....	79
7.1 Matériels utilisés.....	79
7.2 Feuilles d'analyse de la poulie menante .....	81
7.2 Feuilles d'analyse de la poulie menée .....	92
7.2 Feuilles d'analyse de la bague de fixation.....	103
7.2 Feuilles d'analyse de la pièce raccordée au fourreau .....	110
7.2 Feuilles d'analyse de la filière.....	120
<b>Conclusion .....</b>	<b>130</b>

# LISTE DES FIGURES

## Chapitre I :

Figure I.1 : les services de l'entreprise industrielle .....	7
Figure I.2 : Processus d'élaboration d'un produit.....	8
Figure I.3 : Cycle de l'environnement .....	9
Figure I.4 : Processus de modélisation .....	10
Figure I.5: pyramide de la méthode facile .....	11
Figure I.6: Pyramide inversée des méthodes d'amélioration.....	12
Figure I.7:Diagramme des activités associées au diagramme de donnée.....	13

## Chapitre II :

Figure II. 2 : procédé d'injection-soufflage.....	21
Figure II. 3: zones fonctionnelles d'une extrudeuse .....	22
Figure II.4 : schéma d'une ligne d'extrusion .....	23
Figure II.5: Extrudeuse mono-vis. ....	25
Figure II.6: schéma d'une vis d'extrusion .....	26
Figure II.7 : filière pour la fabrication des tuyaux pleins ou creux.....	27
Figure II.8: tête d'extrudeuse équipée d'une filière à trou circulaire .....	27
Figure II.9 : tête d'extrudeuse équipée d'une filière à trou rectangulaire.....	27
Figure II.10 : schéma d'une extrudeuse bi-vis Co-rotative.....	30
Figure II.11 :Les principales configurations d'extrudeuse bivis. ....	31

## Chapitre III :

Figure III.1: ouverture d'une double liaison .....	36
Figure III.2: Matériaux composite.....	40
Figure III.3: types de matrice .....	41
Figure III.4: différents types de renforts.....	42
Figure III.5: fibre de verre .....	43
Figure III.6: fibre de carbone .....	43
Figure III.7: fibre d'aramide .....	44
Figure III.8 : composite à paillettes.....	45
Figure III.9: composite à fibres.....	46
Figure III.10 : composite à particule .....	46
Figure III.11: matériaux composite monocouche.....	47
Figure III.12: composite stratifié .....	48

Figure III.13: matériaux composite sandwichs.....	48
---	----

## **Chapitre IV :**

Figure IV. 1 : moteur pas à pas .....	54
Figure IV 2 : Schéma du branchement du moteur pas à pas et carte Arduino.....	55
Figure IV. 3: exemple d'une courroie trapézoïdale .....	56
Figure IV. 4 : vis sans fin.....	57
Figure IV.5: mèche à bois.....	57
Figure IV.6: support pour les résistances.....	59
Figure IV 7 : conception du système de chauffage.....	60
Figure IV 8 : schéma de régulation électronique de la température .....	61
Figure IV 9 : modèle CAO de la vis .....	63
Figure IV 10: modèle CAO de la clavette .....	64
Figure IV 11: modèle CAO de fourreau .....	64
Figure IV 12 : modèle CAO de la pièce(A).....	65
Figure IV 13 : modèle CAO de la bague conique.....	65
Figure IV 14: modèle CAO de la bague de fixation pour le roulement.....	66
Figure IV 15: modèle CAO de la filière .....	66
Figure IV 16: modèle CAO de la trémie.....	67
Figure IV 17:Assemblage des composants de l'extrudeuse .....	67
Figure IV 18 : modèle CAO de moteur pas à pas. ....	68
Figure IV 19: modèle CAO de la poulie menante .....	68
Figure IV 20 : modèle CAO de la poulie menée .....	69
Figure IV 21: modèle CAO de support moteur .....	69
Figure IV 22: modèle CAO de support extrudeuse .....	70
Figure IV 23: modèle CAO de la table .....	70
Figure IV 24: assemblage final de l'extrudeuse .....	71
Figure IV 25: étalonnage de température.....	72

## **Chapitre V :**

Figure V.1 : schéma directeur de la gamme d'usinage.....	75
Figure V.2 : scie mécanique.....	79
Figure V.3: tour universel.....	80
Figure V.4: fraiseuse vertical.....	80

# LISTE DES TABLEAUX

## Chapitre III :

Tableaux III.1 : modes de classification des polymères .....	34
Tableau III.2 : structures des polymères .....	35
Tableau III.3 : types et principe d'analyse thermique.....	37
Tableau III.4 : les propriétés d'un matériau composite .....	40
Tableau III.5 : Caractéristiques mécaniques de matériaux composites .....	45
Tableau III.6 : Type de composite selon la nature de la matrice .....	47
Tableau III.6 : Exemples des matériaux composites et leurs domaines d'applications.....	49

## Chapitre IV :

Tableau IV 1 : caractéristiques électrique du moteur pas a pas .....	55
--	----

# Introduction générale

# Introduction générale

De nos jours les matériaux composites a matrice polymères sont utilisés dans divers domaines, et ils ont éclipsés d'autres matériaux dans de nombreuse branche telles que la construction, l'emballage, l'industrie automobile et de transport et l'industrie du bâtiment, etc.

Les matériaux composites sont des matériaux contenant au moins deux composés ou plus de matière différente, aujourd'hui les polymères apparaissent comme de véritables matériaux miracles, et on trouve trois types de plastiques, les thermoplastiques, les thermodurcissables et les élastomères.

Dans notre projet de fin d'étude l'objectif est de concevoir et réaliser un dispositif qui va permettre l'élaboration de ces matériaux, et il est nécessaire de disposer d'une machine de mise en forme de ces composites a matrice polymères. Pour cela il nous a été proposé de concevoir et fabriquer une extrudeuse mono vis comme machine de mis en forme.

L'extrusion des matériaux est probablement le plus anciens des procédés de fabrication et de mis en forme. L'extrusion s'applique a divers produits tels que les métaux, les matériaux plastiques, les matériaux composites et aussi les céramiques techniques, l'argile pour la fabrication des briques.

L'extrudeuse est une machine qui sert à fondre la matière dans une température donnée pour prendre une forme précise. On trouve deux grandes familles de ce types de machines : les extrudeuses baxis et les extrudeuses monovis. et on trouve plusieurs type sur le marche et les extrudeuses modernes ont été développées en raison de leurs divers applications, et ils peuvent être comme un outil de mélange.

Le présent mémoire est organisé comme suite :

- \_ premier chapitre : est dédié pour les généralités sur la conception mécanique, les principes méthodes de conception.
- \_ le deuxième chapitre : dédié aux généralités sur l'extrusion des matériaux en particulier les matériaux plastiques, en passant par l'histoire, la définition, les différentes composantes d'une extrudeuse mono vis et le principe de fonctionnement.

- \_ Le troisième chapitre : dédié pour les généralités sur les matériaux polymères et les matériaux composites.
- \_ le quatrième chapitre : c'est pour la conception du notre dispositif, en précisant toutes les pièces constitutives ainsi que leurs rôles.
- \_ le cinquième chapitre : ce dernier chapitre c'est pour la réalisation du dispositif conçu.

En fin nous terminerons par une conclusion générale qui va récapitulé tous les points essentiels de notre projet.

# CHAPITRE I

## Généralités sur la conception de systèmes mécaniques

# Chapitre I : Généralités sur la conception des systèmes mécaniques

## 1. Introduction

Aujourd'hui le domaine industriel est soumis à une pression économique importante et concurrentielle très forte sur le marché. Le client demande à l'entreprise de fournir un produit avec des exigences : faible prix, large choix, disponibilité assurée, bonne qualité et maintenance/service après-vente assuré. Pour répondre à ces exigences l'entreprise applique une stratégie qui correspond au développement de la conception d'un produit par la création et l'amélioration de cycle d'élaboration des produits et/ou processus depuis l'idée jusqu'à la mise sur le marché [1].

## 2. Définition de la conception mécanique

Dans le domaine industriel, la conception mécanique est une activité d'un bureau d'études qui réalise un dossier de définition d'un produit à partir de l'expression d'un besoin exprimé par un client. Ce travail demande un savoir technique et des capacités personnelles. Aussi, la phase créative d'un projet permet de créer un système ou un processus répondant à un besoin en tenant compte des contraintes.

Le système doit être accessible pour sa fabrication, sa construction/assemblage, son installation et son fonctionnement/utilisation doivent être aisés pour satisfaire les besoins du demandeur ou de l'utilisateur [2].

### 2.1 Démarche de la conception

La méthodologie de la conception c'est le plan du travail de la conception dans l'entreprise, elle présente une organisation des étapes de la conception qui respecte les délais et les détails du travail [3].

## 3. La conception et l'organisation dans l'entreprise

La conception et la production mécanique dans l'industrie sont des travaux économiques et techniques organisés par une entreprise. Les services de cette organisation sont les suivants :

### 3.1 La direction générale

C'est la direction générale de l'entreprise qui gère le temps de travail, les finances, les travailleurs, le marketing, etc. [4].

### 3.2 Bureau d'études dans l'entreprise :

C'est le lieu de naissance de la conception d'un produit par un dossier de définition. Il peut être indépendant ou bien relié à l'un des services de l'entreprise, il contient une ou plusieurs personnes. Ce bureau est le premier responsable de la conception.

#### 3.2.1 Les principaux acteurs du bureau d'études :

Chaque personne du bureau d'études a un rôle très important à jouer dans la conception du produit, dans ce bureau on distingue trois personnages :

- **L'ingénieur d'études**

C'est le responsable d'une étude. Son rôle est de répondre à tous les besoins du client par le dossier de définition, il assure les détails de travail et les délais.

- **Le dessinateur d'études**

Son rôle est de finaliser le dossier de définition livré par le concepteur d'études, le dessinateur réalise des dessins d'ensemble et de définitions.

- **Le projeteur**

C'est lui qui reçoit le dossier final d'une étude. Il est le responsable de la réalisation du produit son rôle est de prendre en charge tout ce qui est technique, encadrer le dessinateur, rester en contact direct avec le client et les services d'entreprise, faire un compte-rendu pour les concepteurs d'études sur les problèmes rencontrés et les solutions proposées [2].

### 3.3 La gestion de la fabrication

C'est une direction responsable de diriger la fabrication de début jusqu'à la fin (production, maintenance, stocks) [4].

### 3.4 Bureau de méthodes BM

Techniquement il prend les décisions sur la fabrication, la transformation en forme réelle, l'assurance de qualité, l'assemblage, le déplacement et la finition [4].

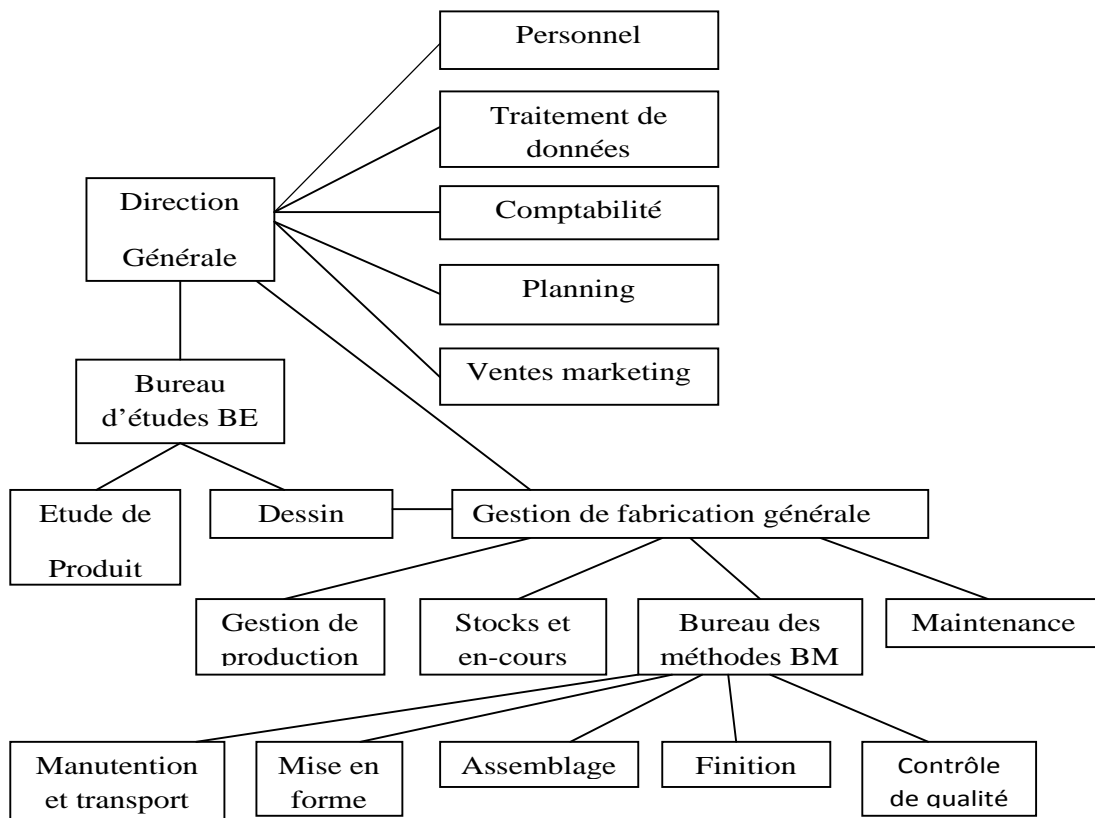


Figure I.1 : les services de l'entreprise industrielle.

### 3.5 Principes et buts de la dynamique de groupe

La conception d'un produit dans l'entreprise peut être un travail individuel ou bien collectif, la création d'une dynamique de groupe favorise le travail collectif.

#### 3.5.1 Les principes

- Favoriser la création des activités collective forte.
- Coordonner les actions dans l'objectif de réaliser le travail demandé.

#### 3.5.2 Les buts :

- Créer une relation forte entre les membres de groupe et avoir un bon positionnement relatif des acteurs.
- Créer une relation entre la vision d'une seule personne et celle d'un groupe du système à composer.
- Activer des boucles d'amélioration (idées, actions, développements) [5].

### 3.6 Elaboration du produit :

L'entreprise essaye de donner une meilleure qualité du produit pour avoir une place dans le marché et satisfaire l'utilisateur. Pour atteindre cet objectif, l'entreprise se base sur la conception qui donne naissance au produit, de façon à ce qu'il puisse devenir une réalité physique. L'élaboration du produit (figure2) distingue trois périodes essentielles (Conception, production, marché).

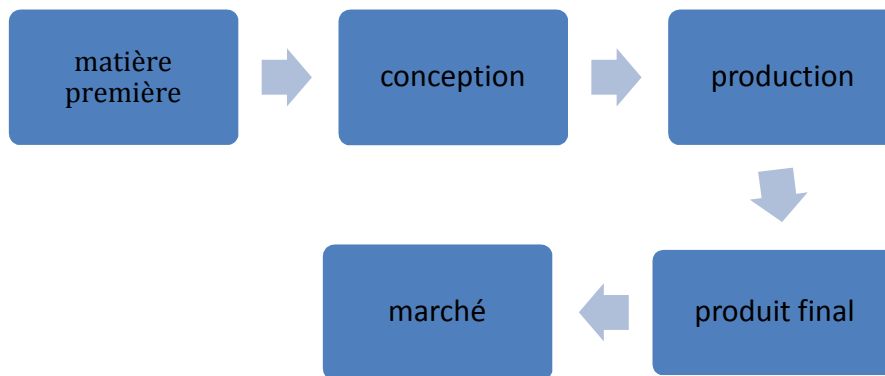


Figure I.2 : Processus d'élaboration d'un produit.

#### 3.6.1 Période de conception

Une source d'informations qui détermine le produit et exprime les besoins du client à l'aide d'un cahier des charges.

#### 3.6.2 Période de production

Etape de planification de la production et de la fabrication, qui permettent de transformer les matières premières achetées en un produit fini prêt à être mis sur le marché.

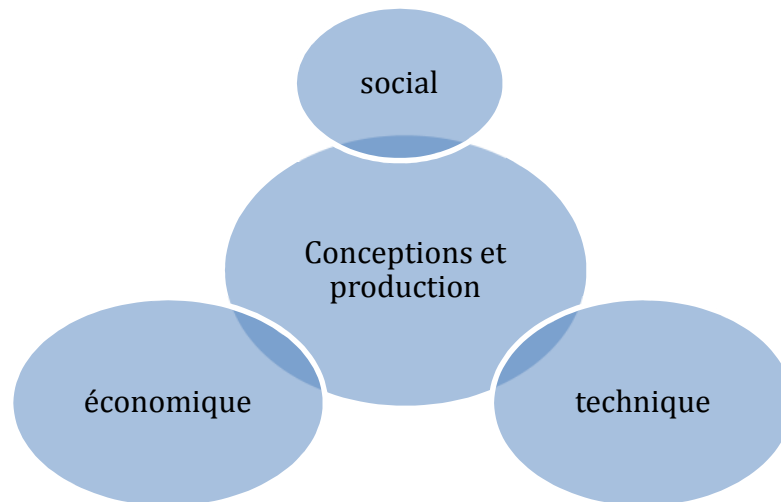
#### 3.6.3 Période de marché

Dans cette étape le produit final sera transmis de l'entreprise vers le marché pour le vendre après qu'il soit fabriqué à partir d'une expression des besoins du client en termes de nouveaux produits ou d'amélioration sur les produits existants [6].

### 3.7 Environnement de la conception et de la production :

La conception et la production des produits est une organisation d'une entreprise qui impose un mode de fonctionnement à la conception qui est fortement influencée par

l'environnement social (les personnages), techniques (le produit), économique (le marché : le client). La figure suivante représente le cycle de l'environnement [6].



**Figure I.3 :** Cycle de l'environnement.

## 4. Type de conception selon les demandes

Le concepteur reçoit des demandes dont l'objectif est de satisfaire différents types de besoins. Selon ces demandes et la construction, il va appliquer l'un des types de conception ci-après.

### 4.1 La Conception créatrice

Appliqué pour réaliser un nouveau produit pour palier à un problème difficile à résoudre.

### 4.2 La Conception innovatrice

Appliqué pour réaliser un produit connu qui présente un problème particulier à résoudre.

### 4.3 La Conception habituelle

Appliqué pour prendre des décisions d'ordre technologique, sa concerne juste les objets technique [6].

## 5. Les étapes de la conception

### 5.1 Etape d'analyse

C'est une étape qui détecte le problème (quoi ?) et réfléchir à lui trouver une solution. On évitera les erreurs par un choix judicieux de solutions techniques possibles.

### 5.2 Etape de conception

Le concepteur cherche une solution pour le problème identifié dans l'analyse, c'est-à-dire «comment», et pour arriver à cette solution, il va tracer un chemin entre la situation actuelle qui est le problème posé et son objectif qui est la solution. Dans ce chemin, le concepteur doit modéliser, créer, améliorer, vérifier ces idées et ces moyens de travail. Tout ça permet au concepteur de trouver des actions possibles pour diminuer le problème jusqu'à ce qu'il trouve un sous-problème qu'il peut résoudre. La figure I.4 représente le processus de modélisation.

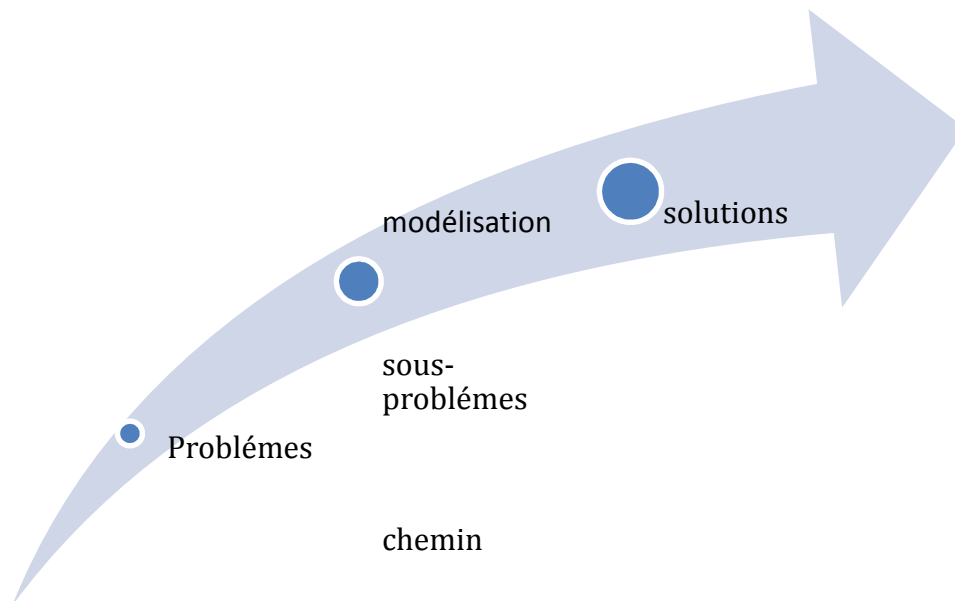


Figure I.4 : Processus de modélisation.

### 5.3 Etape de choix

Parmi les actions proposées dans la conception, les concepteurs vont sélectionner une seule action la plus vite possible qui va assurer la suite de projet dans un milieu où les moyens sont disponibles [6].

## 6. Méthodes de conception mécanique

### 6.1. Méthode facile

Pour réussir un produit on va identifier les problèmes, les modéliser, ensuite choisir les solutions à adopter. La figure I.5 représente la pyramide de la méthode facile.

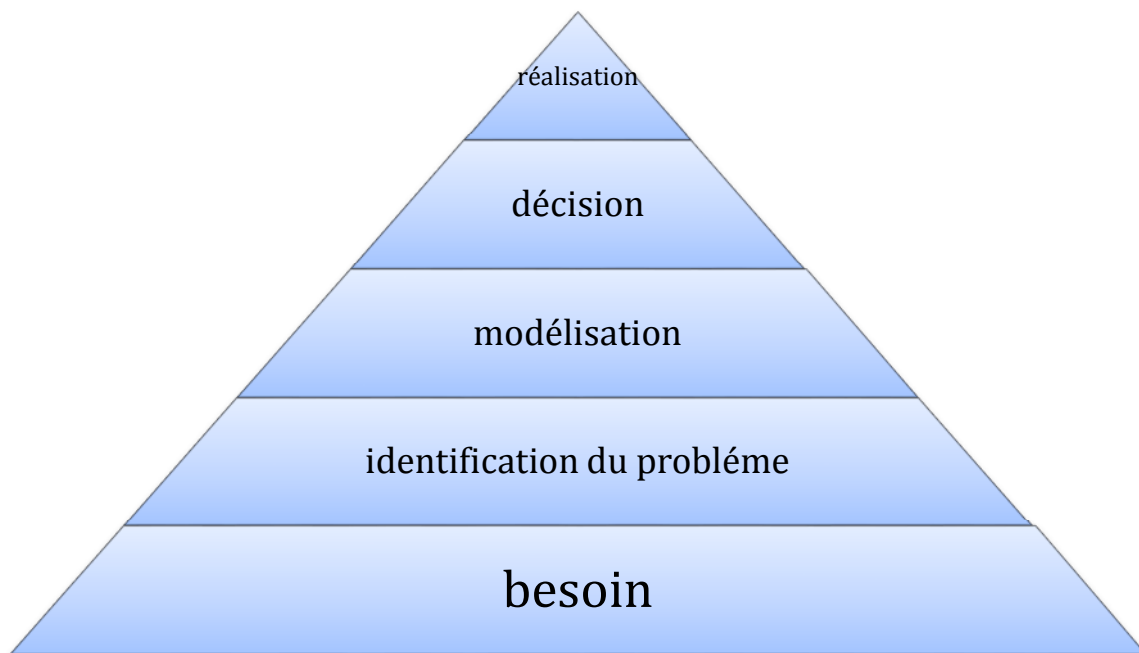


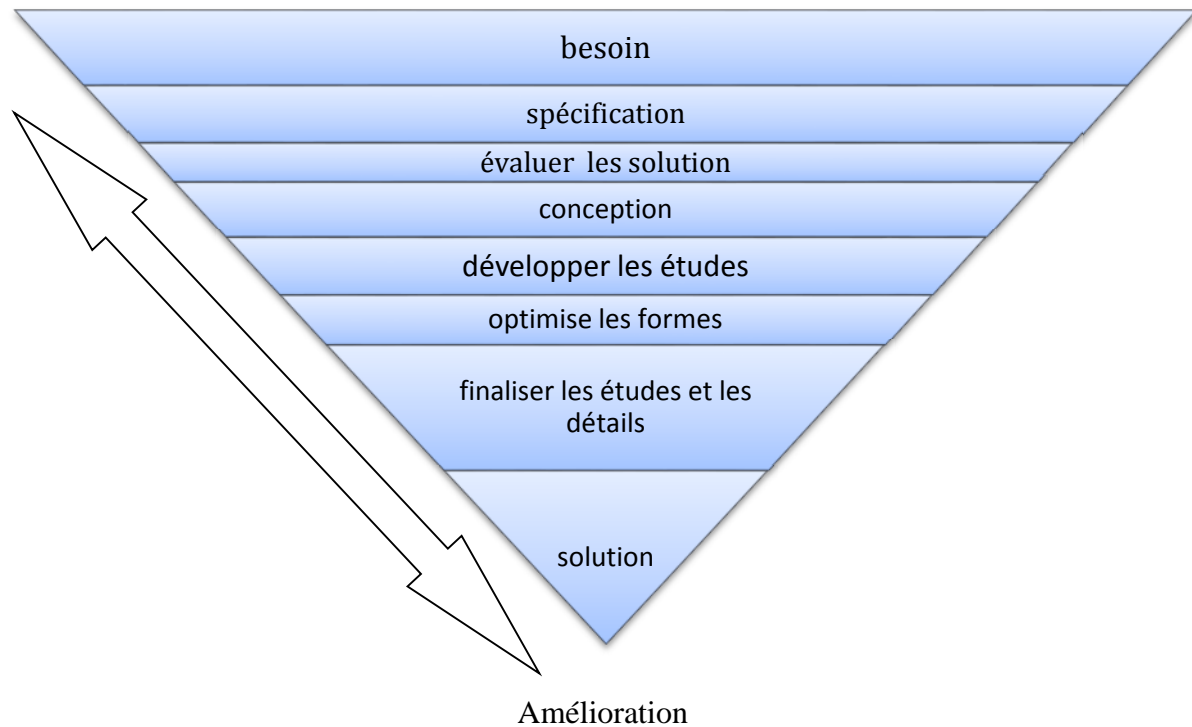
Figure I. 5: pyramide de la méthode facile.

### 6.2 Méthode cyclique

Dans ces méthodes, on peut modifier les opérations de chaque étape pour évaluer la conception finale. Par le cycle de développement qui valide les problèmes et les solutions d'après les tests qui sont faits sur la conception (fonctionnelle et détaillée).

### 6.3 Méthodes d'amélioration

Dans cette méthode le concepteur peut accéder à toutes les étapes dans le but d'amélioration qui permet de développer les études de la conception et de l'environnement et les finaliser [5].



**Figure I.6:** Pyramide inversée des méthodes d'amélioration.

## 7. Méthodes et outils d'amélioration de la phase d'analyse et de conceptions

Le but de la conception et de trouver des meilleures définitions pour le produit, pour arriver à cet objectif, certains outils et méthodes ont été développés de façon à aider les concepteurs pour améliorer la phase d'analyse et de conception. On cite trois méthodes [6].

### 7.1 L'intelligence fonctionnelle :

Travail en équipe qui détermine les besoins du client : critères d'appréciation, niveau d'un critère, flexibilité, limite d'acceptation.... Ces fonctions permettent de lier les solutions (comment) aux problèmes (quoi).

### 7.2 La méthode de QFD (Quality Function Deployment) :

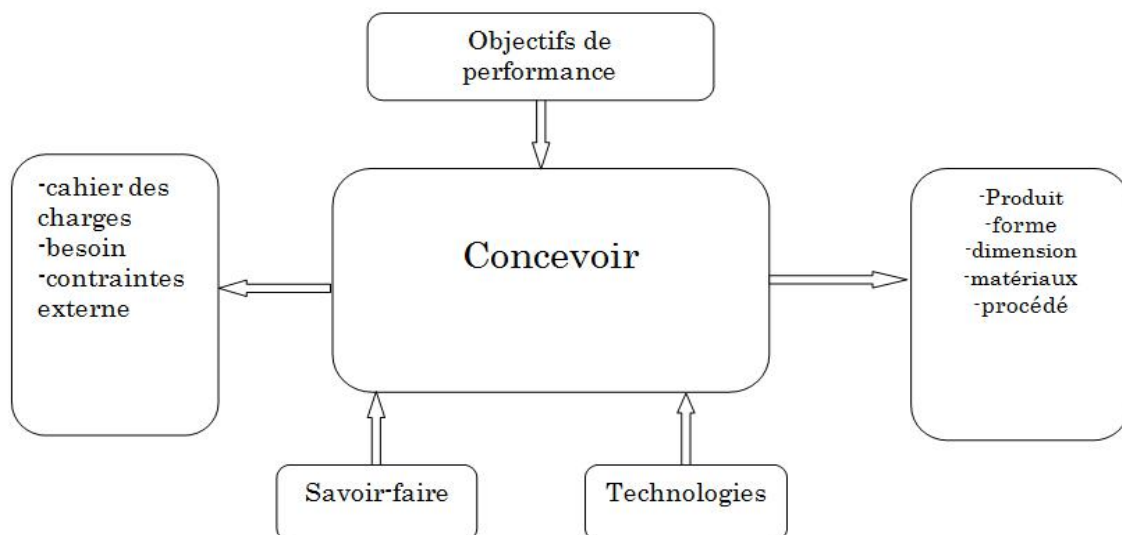
Utiliser en reconception de produit. C'est une méthode de différenciation, de comparaison et de capitalisation de savoir-faire. Son but est d'évaluer la satisfaction apportée par les solutions retenues aux fonctions à remplir. On met en rapport les " quoi ? " et les " Comment ? ".

### 7.3 La méthodes de SADT (Structured Analysis and Design Technique) :

Présente une structure d'activités et de données.

- L'activité : représente un changement de la connaissance du produit.
- Les données d'entrée : représentent les demandes du marché sous forme d'un cahier des charges.
- Les données de sortie : caractérisent le produit par la connaissance de ses formes, de ses dimensions, des matériaux employés et de son procédé d'élaboration.
- Les données de contrôle : caractérisent les objectifs de performance de l'entreprise qui sont définis au niveau stratégique [6].

La figure I.7 représente le diagramme des activités associé au diagramme de données [2].



**Figure I. 7:** Diagramme des activités associées au diagramme de données.

## 8. Les opérations sur la conception

Parmi l'opération que le concepteur doit faire pour améliorer son travail et assurer la bonne qualité de productions on va citer trois opérations.

### 8.1 Vérification de la conception

Permet de garantir que les étapes de la conception sont correctes ; ce contrôle peut être assurée par chaque concepteur dans les bureaux ou bien l'atelier, la vérification

s'applique sur : le travail des autres, le produit et sa qualité, les moyens de travail, les études et détails et les délais.

## 8.2 Validation de la conception

Cette étape se trouve dans la dernière action de la conception (commercialisation). Si le produit réalisé va satisfaire le client, il sera confirmé, donc sa conception validée.

## 8.3 Modification de la conception

Si la validation de la conception n'est pas faite et que le client demande une meilleure production que celle proposée, le concepteur doit changer et modifier son produit ainsi que la méthode de la conception pour :

- Faciliter le fonctionnement et la production de produit.
- Améliorer les caractéristiques.
- Développer la qualité en ajoutant des idées et des options.
- Assurer la sécurité et l'environnement [7].

## 9. Cahier de charge fonctionnel(CDCF)

### 9.1 Définition

C'est un document réalisé avec le client, composé par le concepteur qui explique le produit à fabriquer sous la forme : << c'est fait pour >>. Dans ce document, les besoins du client sont exprimés en fonctions principales et contraintes.

### 9.2 Les fonctions de service :

Ce sont les fonctions principales ou contraintes, qui sont déterminées dans la conception de système mécanique à partir d'un outil méthodologique de conception.

- La fonction principale : déterminée à partir d'une relation entre le système à concevoir et deux éléments extérieurs.
- La fonction contrainte : déterminée à partir d'une relation entre un élément extérieur et le Système à concevoir.

### 9.3 Forme du cahier de charge fonctionnel

- **Caractéristiques des fonctions** : ajoutées par le concepteur.
- **Le niveau des fonctions** : mentionnées par le concepteur à partir de son savoir sur ces fonctions ou bien des informations données par le client.
- **La flexibilité** : C'est la propriété du client, qui donne une probabilité au concepteur de négocier sur ce qui pose un problème dans le cahier de charge fonctionnel.

### 9.4 Lois d'utilisation du cahier de charge fonctionnel

- Pour avoir un contrat avec le concepteur, le client doit signer le CDCF.
- Pour modifier le CDCF il faut justifier la raison de modification.
- L'élaboration du CDCF doit être limitée dans le temps [2].

## 10. Conception assistée par ordinateur (CAO)

### 10.1 Définition

Moyen très développé par l'informatique pour la conception d'un produit présenté par le travail d'un homme sur un ordinateur en trois dimensions. La CAO est une activité qui demande des meilleures qualités technologiques dans l'objectif de résoudre des problèmes techniques.

### 10.2 Avantage de la CAO

La CAO permet de :

- Résoudre rapidement les problèmes.
- Trouver plusieurs solutions et faciliter la prise de décision.
- Avoir une précision dans les calculs.
- Déterminer la géométrie du produit.
- Livrer des dossiers avec suffisamment d'informations
- Donner une meilleure qualité de la production.

### 10.3 Application de la CAO dans le domaine mécanique

Dans le domaine mécanique, la CAO est utilisée pour la conception et le dessin des pièces, c'est une étude de précision sur les dimensions et sur la résistance des matériaux.

## 10.4 Matériel de la CAO

Il s'agit d'un ordinateur sur lequel sont installés des logiciels de CAO et des banques de données sur les pièces usuelles, les matériaux, la fabrication mécanique, etc.

## 10.5 Logiciel de CAO

Ensemble des programmes, procédés et règles, relatifs au fonctionnement d'un ensemble de traitement de données. Permet de faire des activités de conception. Parmi les logiciels de CAO on peut citer : AutoCAD, SolidWorks, Catia, SolidConcept.

## 10.6 Outils

### - L'ingénierie assistée par ordinateur (IAO)

L'analyse par éléments finis (AEF) est une étude qui montre l'ensemble de solutions techniques qui permettent de penser à la forme de produit à réaliser.

### - La fabrication assistée par ordinateur (FAO)

Outil de programmation, c'est un ensemble de solutions, il fabrique des pièces à l'aide de CAO.

### - Les machines-outils à commande numérique (CN)

Appliquer le programme FAO pour tailler un profil, tracer une explication, donner une forme pour un volume, finir un sujet [8].

# CHAPITRE II

## Généralités sur l'extrusion des matériaux

# Chapitre II : Généralités sur l'extrusion des matériaux

## 1. Introduction

De nos jours l'extrusion est de loin le plus important et le plus ancien des procédés de mise en forme des matériaux polymères thermoplastiques [9].

L'extrudeuse, parfois nommée boudineuse, est la machine qui sert à réaliser une opération d'extrusion. L'extrudeuse comprend un fourreau cylindrique chauffant à l'intérieur duquel tourne une (ou deux) vis sans fin alimentée(s) à travers des doseurs par des trémies d'alimentation en granulés ou en poudre.

La technique d'extrusion permet à partir d'outillages différents de fabriquer des produits tels que les profilés, plaques, feuilles, films, câbles, corps creux, granulés...

Il existe plusieurs types d'extrudeuses, les deux grandes familles sont les extrudeuses monovis et les extrudeuses bivis. L'extrusion mono-vis, dérivée du principe de la vis d'Archimède, consiste à faire passer le matériau thermoplastique sous pression au travers d'une filière, jusqu'à la fusion et l'homogénéisation de la matière première grâce à une vis de rotation.

L'extrudeuse bivis, elle procède deux vis qui tournent à l'intérieur d'un fourreau. On trouve aussi des extrudeuses Co-rotatives, extrusions réactives, extrudeuses à étages [9].

## 2. Historique

L'extrusion est une très vieille technique de mise en forme et de fabrication de produits finis ou semi-finis. L'histoire remonte aux années 1870 et peut se décomposer en quatre périodes successives :

- La première période s'étend de 1870 à 1940 : l'extrusion mono-vis, dérivée du principe de la vis d'Archimède, s'est développée à partir des années 1880 d'abord dans le domaine du caoutchouc, puis dans le domaine des polymères à partir des années 1940.
- La deuxième période (1940-1950) voit se développer les applications dans le domaine des matières plastiques. Les vis s'allongent (10 fois le diamètre), les

profils restant généralement simples : profondeur constante et pas décroissant. Du côté de l'extrusion bivis apparaissent les vis modulaires et les premiers éléments de mélange (1949).

- La troisième période s'étend de 1950 à 1965. Elle est caractérisée par les premières études théoriques du procédé mono-vis : écoulement du polymère fondu (Carley et al. 1953), convoyage du polymère solide (Maillefer, 1954), puis fusion (Maddock, 1959).
- La dernière période, enfin, s'étend de 1965 à nos jours. Les progrès technologiques réalisés en extrusion mono-vis ont été considérables : développement des vis barrières, apparition des zones d'alimentation rainurées, utilisation d'éléments de mélange.

En même temps, l'extrusion bi-vis voit enfin éclore les premières approches théoriques : pour les vis contrarotatives, Schenkel (1963), puis Doboczky (1965) établissent les bases, développées ensuite par Kim et al. (1973), puis Janssen (1978). Pour les vis corotatives, Erdmenger (1964) puis Martelli (1971) sont les premiers à considérer les écoulements dans les éléments de vis, alors que Werner (1976) propose le premier modèle d'écoulement dans les éléments malaxeurs.

De nos jours l'extrusion avec ses divers procédés fait partie des techniques les plus utilisées dans la transformation des polymères thermoplastiques. Plus de 90 millions de tonnes de thermoplastiques sont transformées chaque année [10].

### **3. Définition de l'extrusion**

Le mot extrusion vient du verbe extruder, qui signifie « pousser hors de ». L'extrusion est un procédé de fabrication mécanique par lequel un matériau thermoplastique compressé est contraint de traverser une filière afin d'obtenir un produit continu ayant un profil donné [10].

### **4. Principe du processus d'extrusion**

Le procédé d'extrusion consiste simplement en un moulage par injection d'un thermoplastique visqueux dans une matrice ouverte aux extrémités. Il s'agit donc d'un procédé de mise en forme. La méthode utilisée consiste à introduire la matière à la partie arrière d'une ou plusieurs vis qui tourne dans un fourreau chauffé. La vis sans fin pousse le matériau aggloméré dans un compartiment où il est successivement comprimé, fondu et transformé en une charge continue de liquide visqueux. L'extrusion se produit lorsque le

matériau fondu est poussé au travers d'un « trou » appelé filière qui lui donne la forme finale souhaitée.

Une extrudeuse comprend une chambre chauffée, généralement horizontale, appelée fourreau, dans laquelle tournent une ou plusieurs vis entraînés par un réducteur motorisé.

A l'entrée du fourreau se situe une trémie par laquelle on alimente la vis de plastification en matière thermoplastique qui arrive sous forme de granulés ou de poudre. La vis située à l'intérieur du fourreau tourne et permet de faire passer la matière le long du fourreau chauffé à l'aide des résistances chauffantes jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène.

Ensuite, la matière fondue est amenée jusqu'au bout du fourreau où se trouve la filière. La matière fondue sort de la filière chaude et déformable puis elle sera maintenue et refroidie pendant sa mise en forme définitive [10].

## 5. Produits fabriqués et domaines d'application

L'extrusion est un procédé de mise en forme utilisé pour la fabrication de produits finis ou semi produits, films, câblerie, comme les plaques, les fibres, les tubes, gainage de câble, les corps creux...

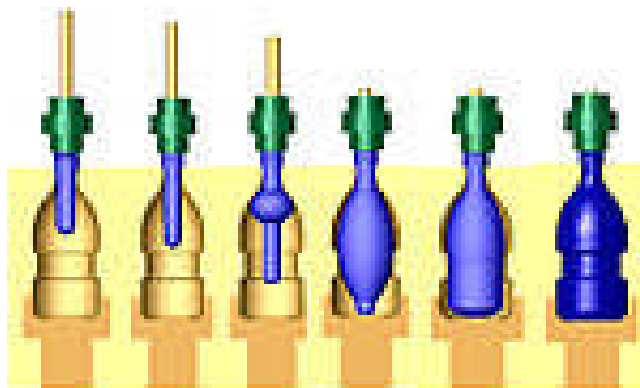
Les techniques d'extrusion des matières thermoplastiques sont utilisées dans plusieurs procédés de fabrication tels que :

- **Extrusion-gainage** : cette technique permet de recevoir des conducteurs électriques d'au moins une couche de matériau polymère pour les isoler. L'installation qui applique une matière plastique sur un conducteur s'appelle ligne d'extrusion, une ligne simple est composée de plusieurs accessoires.
- **Extrusion-formage** : cette technique est adaptée aux grandes séries et à la fabrication de pièces grandes dimensions (valises, barquettes, etc.).
- **Extrusion-calandrage** : cette technique est utilisée pour la fabrication de feuilles et plaques.



**Figure II.1** : Des rouleaux de calandrage.

- **Extrusion en filière plat** : cette extrusion permet de réaliser des plaques de 1 mm à 10 mm d'épaisseur, et de longueur qui dépasse les 2 m.
- **Extrusion-soufflage** : c'est une extrusion qui permet de mouler en discontinu des corps creux (bouteilles...), elle consiste à gonfler un tube obtenu par extrusion, en y soufflant de l'air ou du gaz interne, ensuite la matière fluide se plaque contre les parois du moule soufflage.



**Figure II. 2** : procédé d'injection-soufflage.

- **Extrusion-gonflage** : ce procédé n'utilise pas de moule. Cette méthode nous permet d'obtenir des films (sac plastiques, etc.).

Les produits fabriqués par l'extrusion sont utilisés dans divers domaines tels que :

- Pétrochimie : bandes de glissement.
- Le médical –Pharmacie : tubes pour analyses, tubes protecteurs pour aiguilles.
- L'agroalimentaire : tubes pour le conditionnement de produits alimentaires.

- Emballage : tubes d'alimentation pour machines de montage, tubes de protection.
- L'automobile : profilés pour joints de planchers de camions, joints de protection pour cache bagages de coffres.
- L'aéronautique : profilés pour marquage au sol des cabines d'avions civils.
- L'électronique : composants de câbles, tous types de tubes isolants, emballages de protection de connecteurs.
- Télécoms : profilés pour centrales téléphoniques.
- Le bâtiment et l'ameublement: portails, clôtures, revêtements muraux.

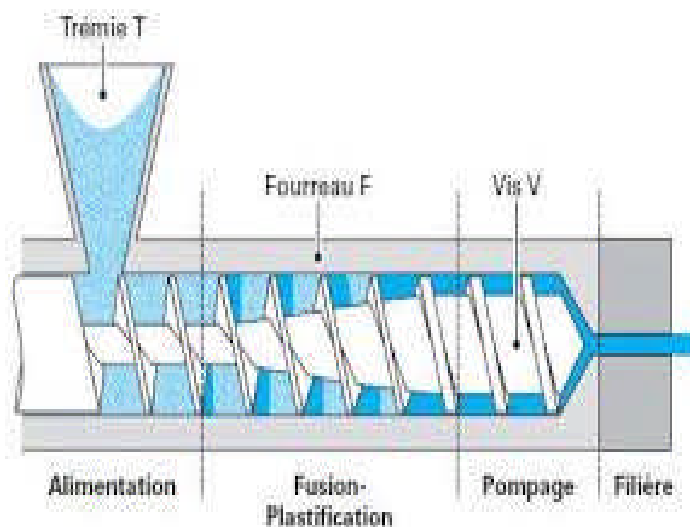
## 6. Zones fonctionnelles d'une extrudeuse

Sur le long d'une extrudeuse on peut distinguer trois zones fonctionnelles :

- La zone d'alimentation : où la matière à extruder « polymère » est encore solide (sous forme de granulés ou poudre).
- La zone de fusion-plastification : dans cette zone le polymère commence à fondre et prends forme d'une pâte molle et passe de l'état solide à l'état fondu.

La fusion de la matière à l'intérieur du fourreau se fait par deux sources de chaleur :

- (1) Par conduction : au contact du fourreau chauffé électriquement (résistances chauffantes).
  - (2) Par frottement visqueux interne : le polymère est déformé grâce au travail mécanique fourni par la rotation de la vis.
- La zone de pompage : c'est la dernière zone géométrique, le polymère est totalement fondu et homogénéisé et mis en pression [10].



**Figure II. 3:** zones fonctionnelles d'une extrudeuse.

## 7. Les composantes d'une ligne d'extrusion

Une ligne d'extrusion se compose généralement de cette façon :

- Une ou plusieurs extrudeuses, mono-vis ou bi-vis
- Une filière d'extrusion
- Un dispositif de conformation
- Un bac de refroidissement
- Un banc de tirage
- Un banc de découpe
- Un banc de réception ou enrouleur

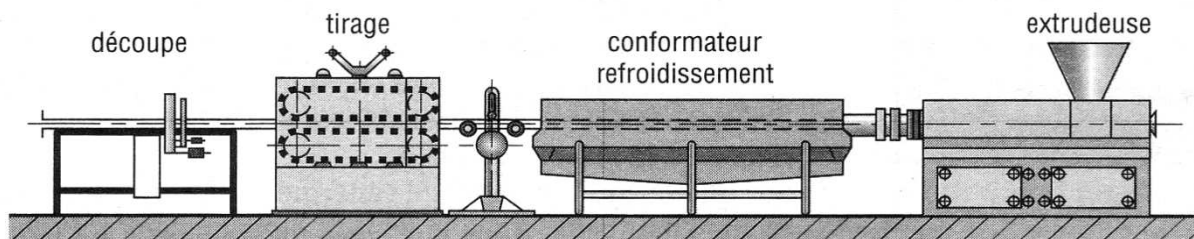


Figure II.4 : schéma d'une ligne d'extrusion.

## 8. Défauts d'extrusion

Les défauts d'extrusion sont des déformations d'extrudât souvent observées pendant l'extrusion à grande vitesse des matériaux thermoplastiques. On peut distinguer plusieurs déformations d'extrudât. Citons par exemple :

- Déformations de surface : Les déformations de surface sous leurs diverses formes sont une conséquence d'un écoulement de surface libre.
- Déformations de volume : Les déformations de volume proviennent des instabilités d'écoulement apparaissant à l'entrée de la filière.
- Défauts mécaniques : vis trop usée...
- Mauvaises conditions de procédé : vis pas adaptée, vitesse de rotation trop grande, mauvais profil de température ...

- Défauts électrique : des zones sont anormalement chaudes...
- Problèmes de débit [11].

## 9. Les différents types d'extrusion

On peut distinguer deux grandes familles d'extrudeuses :

### 9.1 Les extrudeuse mono-vis

#### 9.1.1 Description générale et principe de fonctionnement

Une extrudeuse mono vis est composée généralement de quatre éléments de base :

- Trémie d'alimentation : endroit qui assure l'entrée du produit à transformer.
- Une vis sans fin ou vis d'Archimède : l'élément principal de l'extrudeuse, elle est le responsable du transport de la matière à extruder jusqu'à la filière.
- Fourreau : corps principal de l'extrudeuse dans lequel tournent les vis sans fin.
- Filière : extrémité de l'extrudeuse qui donne la forme finale au produit.

Les autres accessoires de l'extrudeuse sont :

- Colliers chauffants et accessoires de refroidissement : ils servent à chauffer le fourreau et à le refroidir.
- Les automates de pilotage : permettent la commande du procédé.

Le fourreau est composé de plusieurs modules fermés ou équipés d'un orifice d'alimentation ou de dégazage.

La vis est caractérisée par sa longueur (L) et son diamètre (D) ainsi que par le ratio de ces deux paramètres (L/D). Les vis sont en acier allié à haute résistance à la fatigue. Elles sont entraînées par moteur électrique.

La vis malaxe, compresse, cisaille, échauffe et transporte en continu la matière à extruder le long du fourreau. Celle-ci confèrera à la masse plastifiée la forme désirée.



**Figure II.5:** Extrudeuse mono-vis.

### 9 .1 .2 Géométrie du système vis /fourreau

La géométrie de la vis est définie pour permettre au procédé de travailler dans des conditions optimales en fonction du polymère utilisé généralement le diamètre du corps de la vis augmente de l'arrière à l'avant de la machine, soit sur toute la longueur, soit sur une partie seulement de la longueur.

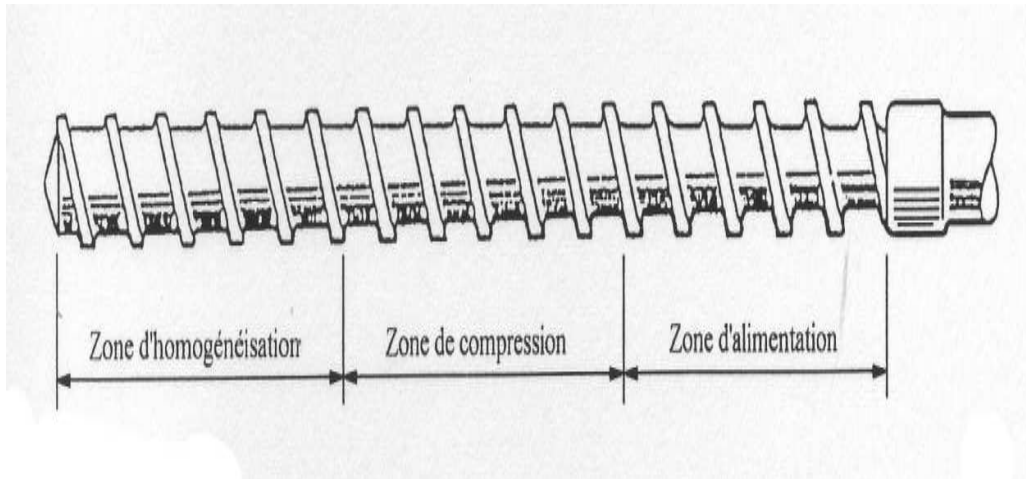
Le couple vis-fourreau constitue le cœur du procédé d'extrusion et conditionne ses performances. Les sections de la vis sont strictement liées à la géométrie de la vis.

On peut distinguer trois zones géométriques :

- (1) La zone d'alimentation : la profondeur du chenal est constante.
- (2) La zone de compression : la profondeur du chenal est progressivement diminuée.
- (3) La zone de pompage : la profondeur du chenal est de nouveau constante, mais avec une valeur plus faible qu'en zone d'alimentation.

Pour ce qui concerne le fourreau est d'une forme cylindrique, à l'intérieur tourne la vis, et le déplacement de la matière à extruder se fait par l'action des filets de la vis sur le polymère qui frotte à la paroi interne du fourreau.[9, 12].

La figure II.6 montre une vis d'extrusion avec ses différentes zones géométriques.



**Figure II.6:** schéma d'une vis d'extrusion.

### 9.1.3 La tête porte-filière

La tête est l'ensemble mécanique fixé à l'extrémité du fourreau de l'extrudeuse. Son rôle est de permettre le montage d'une filière à travers laquelle sera extrudé.

On peut fixer la tête avec plusieurs manières :

- Par bride et boulons
- Par colliers de serrage conique
- Par filetage ; etc.

### 9.1.4 Filière :

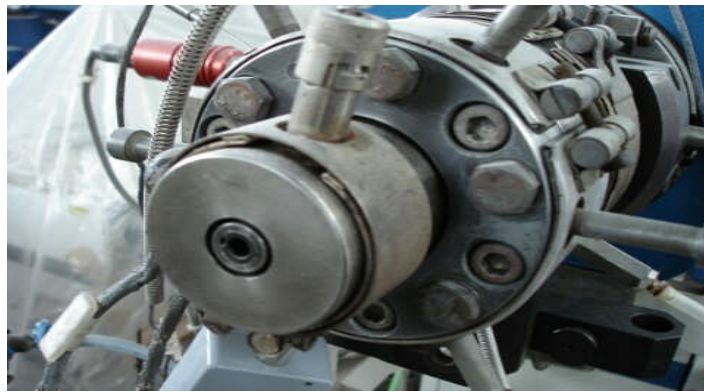
La filière est un outil très dur qui a un trou ou plus, par lesquels on fait passer par pression une matière thermoplastique, pour réaliser un étirage. Et doit se démonter facilement pour être nettoyée ou changée.

Une vis d'extrudeuse force la matière fondue vers la filière, on peut fabriquer différents types de pièces selon la géométrie de la filière.

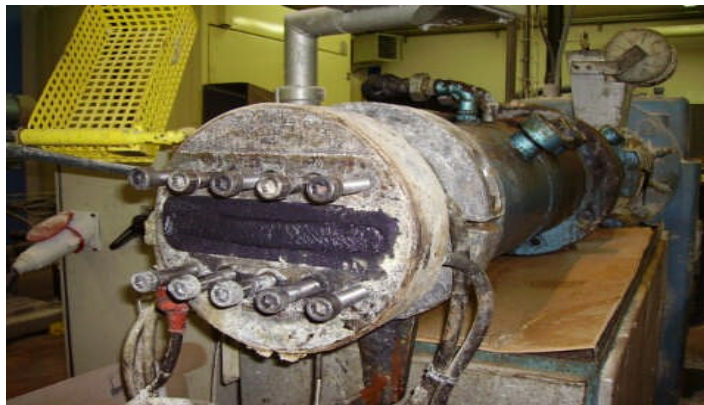
Les figures II.7, II.8 et II.9 montrent quelques types de filières :



**Figure II.7 :** filière pour la fabrication des tuyaux pleins ou creux.



**Figure II.8:** tête d'extrudeuse équipée d'une filière à trou circulaire.



**Figure II.9 :** tête d'extrudeuse équipée d'une filière à trou rectangulaire.

On peut classer les filières de la façon suivante :

- (1) Filières sans poinçon pour les profils pleins (joncs, fils, plaques)
- (2) Filières avec poinçon pour les profils creux (tube à section circulaire, rectangulaire, paraisons, gaines).

- (3) Filières avec poinçon monté sur tête d'équerre pour la réalisation de gainage de câbles, de gaines gonflées.

### 9.1.5 Groupe entraînement de la vis

- Réducteur de vitesse.
- Moteur courant continu ou alternatif.

C'est la partie responsable de la rotation de la vis. Le contrôle du débit de matière plastique sortante de la buse se fait par un moteur à vitesse variable contrôlable.

### 9.1.6 Description et mécanismes des zones phénoménologiques

#### 9.1.6.1 Zones de convoyage solide

La zone de transport des solides, le matériau est principalement à l'état solide. Cette zone est le siège d'une densification et d'un échauffement progressifs de la matière, c'est ce qui provoque la formation d'un film de polymère fondu entre le solide et la surface du fourreau.

Pour décrire et traiter la zone de convoyage phénoménologiquement on la divise en trois sous zones différents :

- (1) La zone de compaction : à l'entrée de la vis, sous la trémie se forme un mélange d'air et de granulés de polymère, ce mélange a une faible densité, pénètre dans l'extrudeuse et se densifie en s'écoulant. Le degré de densification varie selon la granulométrie du matériau utilisé.
- (2) La zone d'écoulement piston avec force motrice de frottement : une fois la matière est comprimée, un écoulement piston se développe sur la vis d'extrusion. L'avance de la matière première est due au frottement entre le fourreau et la force motrice, ce qui fait l'augmentation de la pression et la température.
- (3) La zone d'écoulement piston avec force motrice visqueuse : un mince film de polymère fondu se forme lorsque l'interface solide-fourreau atteint la température de la fusion. Dans ce cas l'avance de la matière première est provoquée par une contrainte de cisaillement sur le lit solide [9].

### 9.1.6.2 Zones de fusion

La zone de fusion est une zone clé du procédé. C'est là où se transforme la matière première de l'état solide vers l'état liquide (fondu). Le contrôle du mécanisme de fusion nous permet d'obtenir un produit homogène et exempt de dégradation.

Deux mécanismes de transfert de chaleur interviennent lors de cette étape :

- (1) Fusion par dissipation : en raison de la forte viscosité des polymères, un cisaillement important génère une chaleur par dissipation visqueuse. ce mécanisme est gouverné au premier lieu par la viscosité du polymère.
- (2) Fusion par conduction : ce mécanisme est lent et guidé par la forme et la taille des particules, car les polymères ont une conductivité thermique faible [9].

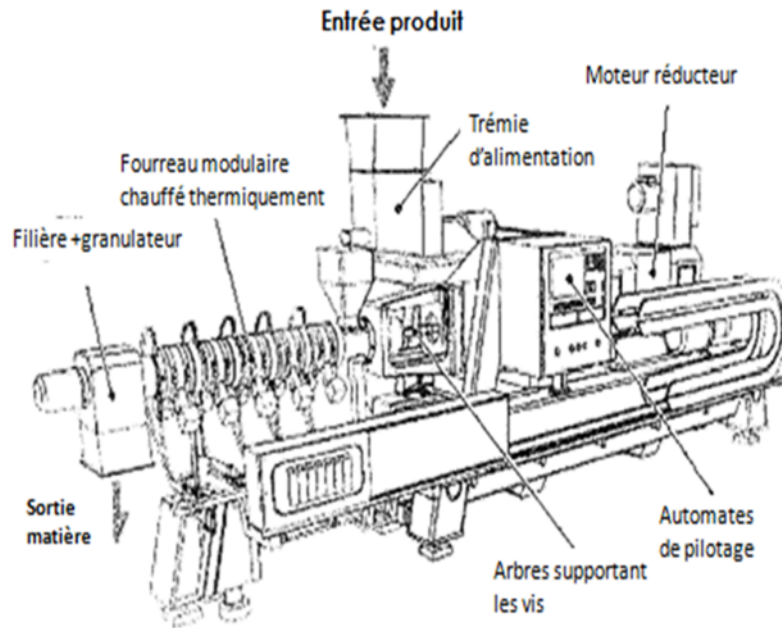
### 9.1.6.3 Zones de pompage

Dans cette zone la matière première (polymère) est totalement fondue, cette zone sert à porter le polymère à la pression nécessaire pour assurer l'écoulement dans la filière au débit voulu, la zone de pompage doit être associée à une filière [9].

## 9.2 Extrudeuse bi-vis

### 9.2.1 Description générale

Les procédés d'extrudeuses bi-vis se sont développés depuis le début du XX siècle. Une extrudeuse bi-vis est constituée de deux vis généralement parallèles, qui tournent à l'intérieur d'un fourreau qui a la forme du chiffre huit.



**Figure II.10** : schéma d'une extrudeuse bi-vis Co-rotative

L'extrudeuse bi-vis est conseillée pour :

- La production de profilés de grandes dimensions ;
- Les matières plus rigides ;
- L'alimentation régulière ;
- Des débits plus importants.

### 9.2.2 Les parties essentielles d'une extrudeuse bi-vis

- l'ensemble vis-fourreau avec ses accessoires pour que la température soit régulière.
- le groupe d'entraînement (ensemble du réducteur, du diviseur de couple et du limiteur).
- le moteur principal.
- des dispositifs pour l'alimentation en matière ou pour son traitement.
- un dispositif de coupe ou de mise en forme de la matière extrudée (filière), s'il y a lieu.
- pour la conduite de l'extrudeuse, une armoire de pilotage qui réunit les variateurs des moteurs, les organes de démarrage et de sécurité, les dispositifs de régulation, de commande, d'affichage et de mesure [12].

### 9.2.3 Système vis-fourreau

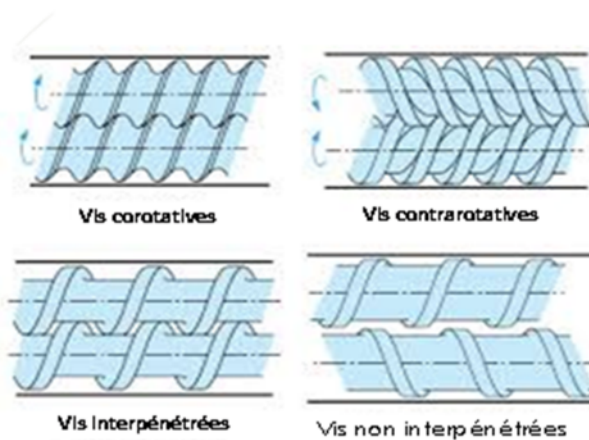
C'est la partie qui assure le traitement de la matière. Cette matière est introduite à l'intérieur de l'extrudeuse par des dispositifs d'alimentation tels que les pompes. Le fourreau est muni d'un système de chauffage et de refroidissement qui permet de réguler la commande de la température. A l'intérieur du fourreau se trouvent les deux vis tournantes qui assurent le déplacement de la matière première. La matière doit pouvoir circuler, d'une vis à l'autre, pour permettre une meilleure homogénéisation. Ensuite cette matière est transférée vers l'extrémité et sort à travers une filière qui a la forme souhaitée.

### 9.3 Différents types d'extrudeuses bi-vis

La classification des extrudeuses se fait selon deux critères principaux :

- **Les sens de rotation des vis** : si les vis tournent dans le même sens, l'extrudeuse est corotative ; si elles tournent dans le sens inverse on l'appelle extrudeuse contrarotatives.
- **L'interpénétration**: les vis sont dites interpénétrées si le filet de l'une pénètre à l'intérieur du canal de l'autre ; sinon, dans les autres cas, on les appelle extrudeuses non-interpénétrées.

Si les deux vis tournent dans le même sens (corotatives), la matière s'écoule dans un espace en forme de 8 et subit un malaxage très fort. Si les deux vis tournent en sens inverse (contrarotatives), la matière est enfermée dans un espace en forme de C et un broyage très fort [9].



**Figure II.11** : Les principales configurations d'extrudeuse bi-vis.

# CHAPITRE III

## Généralités sur les polymères et les matériaux composites

# Chapitre III : Généralité sur les polymères et les matériaux composite

## 1. Introduction :

Tous les domaines industriels se sont intéressés depuis toujours à la recherche et à l'amélioration des matériaux favoriser par leurs : résistance mécanique et chimique, la souplesse, la disponibilité, la rapidité de production [14].

Nous traitons dans ce chapitre deux catégories de matériaux issus des polymères : les polymères et leurs mélanges et les matériaux composites.

**Les matériaux polymères** : sont des plastiques fabriqués à base des polymères qui peuvent être d'origine naturel ou bien créer par l'homme, le polymère est caractériser par le type et l'enchaînement des motifs (monomères) ce qui donne plusieurs polymères et produits de nature et de forme différentes [15].

**Les matériaux composites** : sont des mélanges composés au moins de deux matériaux différents, généralement un mélange est constitué d'une matrice et des renforts. Les

Composites les plus réalisés et utilisées sont les composites à matrices polymère et à renfort fibreux car ils ont des propriétés mécanique et chimique importantes [16].

Ce chapitre est divisé en deux parties :

- La première partie : présente une généralité sur les matériaux polymères.
- La deuxième partie : présente une généralité sur les matériaux composites.

## 2. Généralité sur les matériaux polymère :

### 2.1 Définition :

Le polymère d'origine c'est un mot Grec (polus-meros) qui veut dire (plusieurs-partie). Les polymères sont constitués d'un grand nombre d'unités fondamentales, appelés

monomères. Ce sont des molécules organiques rattachés les une aux autres par des liaisons chimique.

Les matériaux polymères sont des matériaux plastiques avec des matières premières de forme naturelle (bois, peaux, fibres) , ces matériaux sont renforcées par des fibres ( verres , carbone ) ainsi que des polymères à plus haut module et à meilleur résistance à la T°. [17] [18].

## 2.2 Classification des polymères :

Les polymères sont classés selon plusieurs modes qui sont montrée dans le tableau suivant :




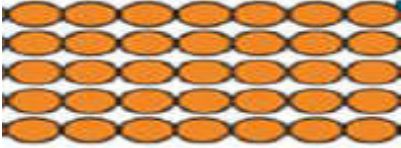
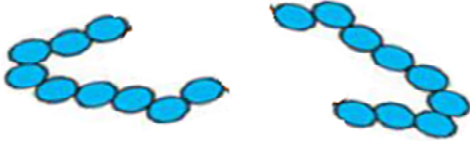
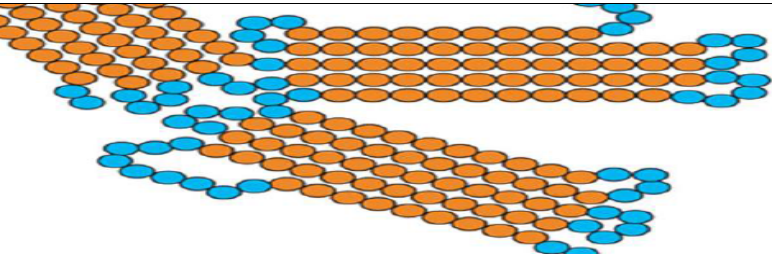
Modes	Polymères	Caractéristique	Exemple
Selon la nature chimique	- minéraux - organiques - mixtes	-Composite à matrice minérale -composite à matrice organique -composite à matrice mixte	-béton -papier
Selon l'origine	-naturels -artificiels - synthétiques	-Source animal ou végétal -modification chimique de polymère naturel - réalisé par l'homme	- cellulose, amidon nitrocellulose.
Selon le domaine d'application	-grande diffusion -techniques spéciaux	- meilleure production meilleurs caractéristiques mécanique - propriété particulière	-polystyrène -polyamides -thermostable
Selon la structure	-linéaires -bidimensionnels -tridimensionnels	- chaîne macromoléculaire fini forme de feuillets bidimensionnels – dimension infinie	-ligne -plan réseau
Selon le comportement thermique	-thermoplastiques -thermodurcissables -élastomères	- sensible à la température insensible à la T, forme fixe -propriété d'élasticité caoutchouteuse	-PE,PS, PVC poudre à mouler solide, résine liquide -matériaux amorphe

**Tableaux III.1** : modes de classification des polymères [18] [19].

## 2.3 Architecture des polymères :

Suivant la chimie des polymères plusieurs structures moléculaire on étés définies, tel que les polymères linéaires amorphes, polymères ramifiés et les polymères réticulés.

Le tableau ci-dessous montre les structures les plus importantes:

Type des polymères	Structures moléculaire
Linéaires	
Bidimensionnels	
Tridimensionnels	
Cristallin	
Amorphe	
Semi-cristallin	

**Tableau III.2 :** structures des polymères [18] [20].

## 2.4 Réaction chimique des polymères :

La création de polymères se fait en trois étapes :

**2.4.1 Préparation de polymères :** avoir la matière première (monomères).

**2.4.2 Réaction de polymères :** les polymères substances organiques macromoléculaires, sont obtenus par l'assemblage des monomères de base. Cette opération s'appelle la polymérisation. On peut distinguer deux principaux types :

**a. Polymérisation en chaîne:** dans cette méthode les polymères présentent une double liaison carbone-carbone (C=C), celle-ci peut s'ouvrir pour devenir (-C-C-), et à laquelle d'autres monomères peuvent se lier. C'est une réaction en chaîne dont la cinématique peut être très rapide et qu'on peut contrôler par des retardateurs [21].



**Figure III.1:** ouverture d'une double liaison

n : nombre de molécules arrangé

La polymérisation passe par plusieurs étapes en commençant par la création d'un radical libre ensuite la propagation et en fin la terminaison ou la chaîne macromoléculaire sera ionisée en présence d'eau [22].

**b. Polycondensation (polymérisation par étapes) :** la polymérisation par condensation entraîne des réactions chimiques qui produisent la formation de sous-produits, on peut éliminer les sous-produits par la chaleur. Et ces réactions sont des réactions par étapes [21].

### 2.4.3 La séparation des produits :

Faire des opérations unitaires thermique et mécanique sur les polymères pour séparer les monomères de plus sous formes (gaz, liquides, solides) qui sont transportés vers une unité de recyclage ou de nettoyage.

On peut ajoutés des additifs desantioxydants, des stabilisateurs UV, des supports de fabrication pour la transformation et la protection des polymères, en général c'est des opérations de finition sur le produit final [21].

## 2.5 Analyse thermique des polymères :

L'analyse thermique présente un ensemble de méthodes qui permet de mesurer les variations d'énergie thermique c'est une approche macroscopique qui autorise l'étude de la variation physique des polymères en fonction de la température, les types d'analyse thermique sont données dans le tableau suivant :

Type d'analyse	Principe
Analyse thermique différentielle (ATD)	Mesurer le gradient de la température
Analyse enthalpique différentielle (AED)	mesurer le gradient de puissance
Analyse thermomécanique (ATM)	mesurer les variations dimensionnelles
Analyse dynamique mécanique (ADM)	caractériser les phénomènes de relaxation
Analyse dynamique électrique (ADE)	caractériser les propriétés diélectriques, mesurer les variations de courant

**Tableau III.3 :** types et principe d'analyse thermique [23].

## 2.6 Les différents types de matières plastiques :

On peut classer ces matières en trois groupes :

### 2.6.1 Thermoplastiques :

Les thermoplastiques leurs microstructures est semi-cristallin et amorphe peu réticules, lorsque ils sont ramollissais sous l'effet de chaleur, ils deviennent souples, et durcissent à nouveau quand on le refroidit.

Et comme si cette transformation est réversible, les thermoplastiques sont faciles à recycler car ils ont des faibles liaisons.

### 2.6.2 Thermodurcissables :

Les thermodurcissables sont des polymères de structure tridimensionnelle, leurs microstructure est amorphe, très réticulés. Sont des plastiques qui prennent une forme définitive au premier refroidissement, car ils ne peuvent pas revenir à l'état solide après le chauffage du fait des grandes liaisons chimiques fortes entre les macromolécules.

Leurs transformation est irréversible et ils ne ramollissent pas une fois moulés et se dégradent et se brûlent lorsque ils sont soumis à une forte température.

### 2.6.3 Élastomères :

Se sont des polymères de haute moléculaire et à chaîne linéaires. Et sont des matériaux bien particuliers, lorsque la contrainte est nulle, la microstructure de ces matériaux est amorphe.

## 2.7 Méthode de mise en œuvre :

Le procédé utilisé pour un polymère donné est en fonction de plusieurs facteurs, selon le type de matières plastiques, selon la taille et la forme du produit fini...

- **Moulage par injection** : le moulage par injection consiste le procédé de fabrication des matériaux thermoplastiques le plus répandu, généralement on utilise des presses à vis-piston, l'injection de produit se fait dans un moule de dimension défini de la pièce à fabriquer. Ce procédé est connu aussi sous le nom de moulage par injection et réaction.
- **Extrusion** : dans cette méthode on utilise une extrudeuse qui peut être avec une seule vis

(Mono-vis) ou bien à deux vis.

- **Moulage par compression à chaud** : cette méthode consiste à placer le polymère et l'additif bien mélangé entre deux pièces d'un moule à compression. Une pièce du moule est mobile et chaude, ensuite le moule est renfermé, soumis à la pression et au chauffage, ce qui rend la matière plastique visqueuse et lui donne la forme du moule.

Il y a aussi d'autres types tels que le moulage par soufflage, le coulage...

L'assemblage des pièces se fait par le soudage et l'usinage. La finition de ces pièces se fait par la peinture le vernis et la métallisation [24].

## 2.8 Propriétés des polymères :

Les polymères sont constitués de macromolécules, liés entre elles par des liaisons faibles. Les propriétés des polymères dépendent du comportement de ces liaisons faibles, et voici quelques propriétés :

- Généralement ont un faible module d'élasticité.
- Facile à mettre en forme.
- Une bonne déformabilité.
- Bonne résistance à l'usure.
- Facile à assembler.
- Matériaux légers, durs, transparents.
- matière recyclable.
- résistants aux variations des températures et aux conditions atmosphériques [21].

## 2.9 Avantages et inconvénients de polymères :

### Les avantages :

- La disponibilité de la première matière naturelle.
- La possibilité de fabriquer des pièces avec différentes formes.
- La facilité de découpage.

### Les inconvénients :

- La difficulté de mise en productions.
- La pollution de la nature à cause des déchets.
- Produit de faibles durées de vie.

## 2.10 Domaines d'utilisation des polymères :

Les polymères sont utilisés dans différents domaines comme :

La médecine, la mécanique, l'aéronautique, l'électronique, la construction, les architectes, l'agriculteur...etc.

### 3. Généralité sur les matériaux composite :

#### 3.1 Définition :

Un matériau composite c'est un mélange de deux ou plusieurs matériaux de natures différentes, l'association de ces composites donne lieu à un nouveau matériau dont les caractéristiques sont supérieures à celle des matériaux constitutifs. Ce mélange plus compliqué est efficace par rapport à ces matériaux initiaux réservés séparément.

Les constituants d'un matériau composite sont matrice et renforts, et on peut même ajouter des additifs, des charges, et des adjuvants pour améliorer les caractéristiques et les propriétés mécaniques de matériau composite [25].

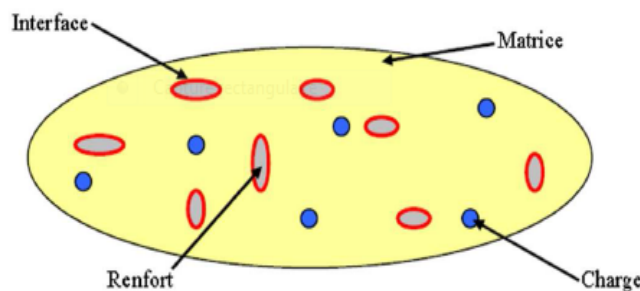


Figure III.2: Matériaux composite.

#### 3.2 Caractéristiques d'un matériau composite :

Généralement un matériau composite est composé d'une << matrice >> qui présente la partie continue de mélange, l'autre partie est discontinue c'est le < renfort > qui a des qualités mécaniques supérieures à celles de la matrice.

Matériaux composite	Propriétés
Matériaux constituants	Propriété, nature
Renfort	Distribution géométrique
Matrice-renfort	Interaction, interface

Tableau III.4 : les propriétés d'un matériau composite [25]

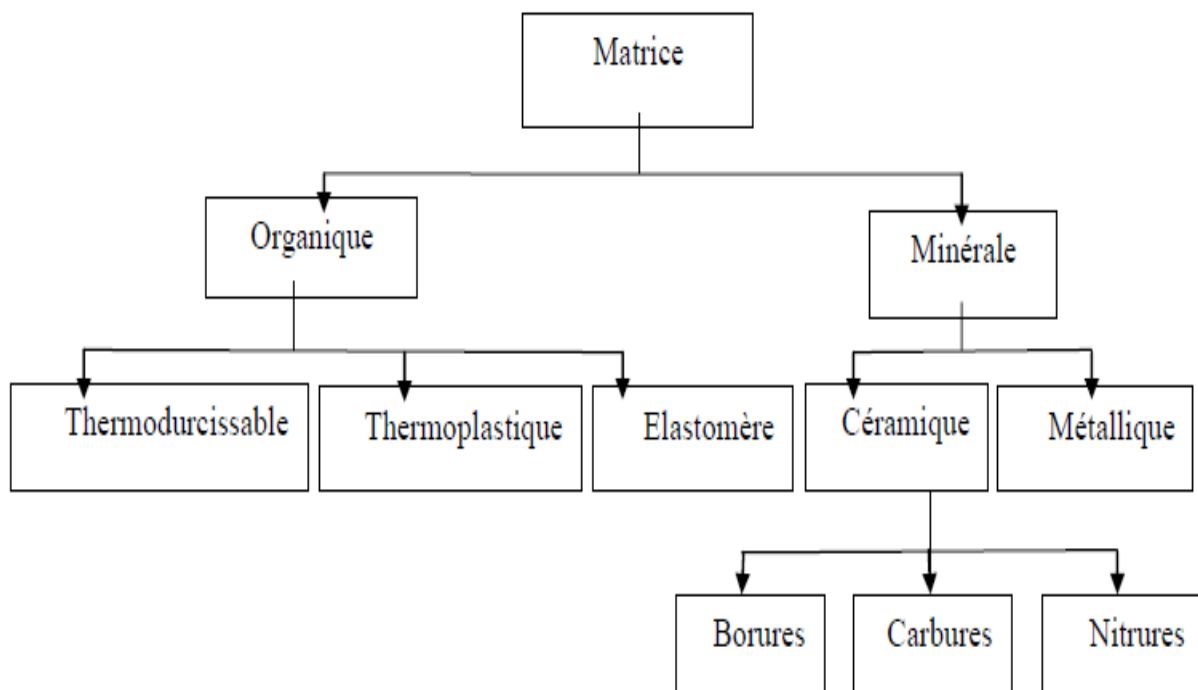
### 3.3 Matrice :

C'est une matière dans la quelle ce trouve les renforts et les charges, Elle permet la liaison des particules de renforts entre elles, Son rôle est :

- Attacher et protéger les fibres.
- Assure le transfert de charges entre les fibres.
- Protéger les renforts contre les agressions extérieures.
- Assurer la répartition des renforts.
- Contrôler le fini de surface.
- Donner assure la forme finale au produit [26].

La matrice peut-être un polymère ou une résine organique qui sont donner dans la

Figure ci-dessous :



**Figure III.3:** types de matrice.

**a- Résines thermoplastiques :** sont des polymères mis en forme par chauffage et refroidissement pour les ramollis et les durcis [27].

**b- Résines thermodurcissables :** sont des polymères avec des propriétés mécaniques élevées (traitement thermique ou physico-chimique). Sont mises en forme qu'une seule fois [28].

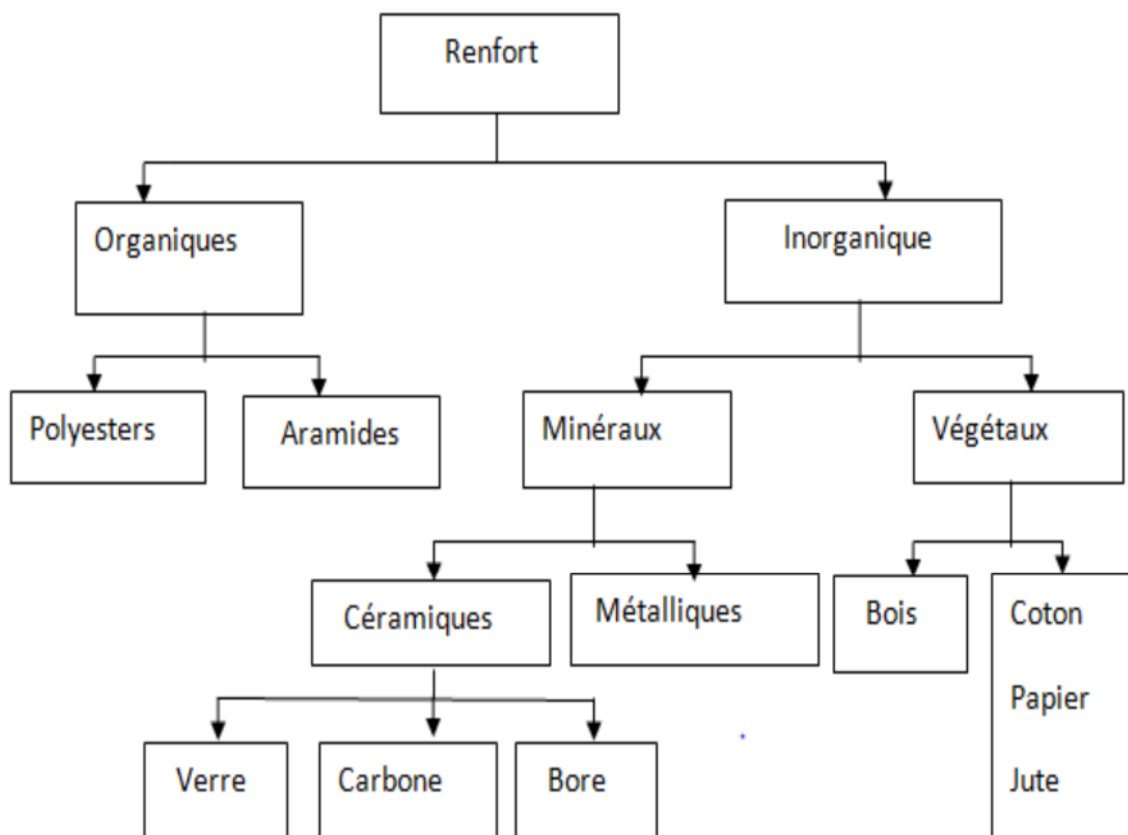
**c- Les matrices naturelles :** matrice originale réalisé par les êtres vivants, animaux et micro-Organismes [28].

**d- Résines thermostables :** sont des polymères avec des caractéristiques mécaniques stables [27].

### 3.4 Renforts:

Ce trouve dans le composite sous forme de fibres ou particules qui participants à améliorer la résistance mécanique et la rigidité des matériaux composites, on peut les rencontrer sous plusieurs formes : billes, poudres, fibres continues ou non, et fibres tissées ou en mats [27].

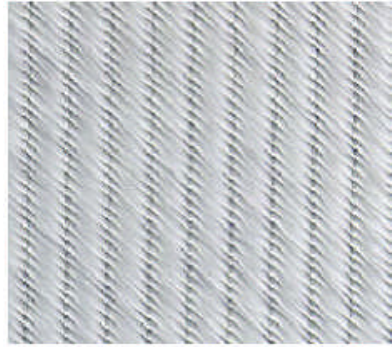
Les différents types de renforts sont cités dans l'organigramme ci-dessous



**Figure III.4:** différents types de renforts.

### 3.4.1 Les fibres : fibres continues ou discontinues, les plus utilisés sont :

- **fibre de verre** : les renforts en verre peuvent être divers formes : billes, fibres broyées ou coupées, ces fibres sont appliquées pour l'isolation thermique et le renforcement plastique.



**Figure III.5:** fibre de verre.

- **Fibre de carbone** : utilisé dans les composites hautes performances, et aussi dans l'industrie automobile pour fabriquer des arbres de transmissions et de suspensions.



**Figure III.6:** fibre de carbone.

- **Fibre d'aramide** : est le résultat de la chimie polyamides aromatiques, utiliser pour Renforcer les composites hautes performances.



**Figure III.7:** fibre d'aramide.

- **Fibre de bore :** utilisé car il est insensible à l'oxydation à hautes températures.
- **Fibre de silicium :** fibres de haute tenue chimique et thermique, utilisées dans les tubes [28].

### 3.4.2 Les particules:

La particule est dure à des faibles dimensions :

- **Les charges :** la charge peut être minérale ou végétale, ajoutée à un polymère pour améliorer les caractéristiques mécaniques, électriques ou thermiques.
- **Les additifs :** sont des colorants ou des agents de démoulage de composites.

### 3.4.3 Les adjuvants et interface :

On peut ajouter de nombreux adjuvants aux polymères, ce qui entraîne des variations parfois importantes de leurs propriétés.

- **Adjuvants :** les adjuvants en général sont des produits organiques, tels que les colorants, les stabilisants, les plastifiants, lubrifiants. lorsque on les mélange aux polymères, en modifiant les propriétés physiques et les propriétés chimiques.
- **Interface :** c'est une liaison entre la matrice et le renfort.

## 3.5 Caractéristiques mécaniques des matériaux composites :

Les matériaux composites sont nombreux et leurs domaines d'utilisations est différents, pour montrer quelques Caractéristiques mécaniques en prend comme exemple Les matériaux composites en construction navale militaire :

Renfort		Matrice	Ratio fibre/ matrice	Masse volu- mique (g/cm <sup>3</sup> )	Module d'élasticité E (MPa)		Contraintes à la rupture				Module de cisaillement G (MPa)	Coefficient de Poisson ν
							Traction σ <sub>r</sub>		Compression σ <sub>r</sub>			
Nature	Présentation				ℓ (MPa)	t (MPa)	ℓ (MPa)	t (MPa)	ℓ (MPa)	t (MPa)		
verre E	tissus équilibrés	époxyde	0,5 (V)	1,9	20 000	20 000	400	400	390	390	2 850	0,13
carbone HR	tissus équilibrés	époxyde	0,5 (V)	1,45	54 000	54 000	420	420	360	360	4 000	0,045
aramide	tissus équilibrés	époxyde	0,45 (V)	1,33	22 000	22 000	500	500	170	170		
verre E	tissus équilibrés	vinylester	0,48 (P)		14 700	13 500	160	164	247	237	2 100	0,24
verre E	tissus équilibrés	polyester		1,65	15 490	15 490	236	236	172	172	2 373	0,151
verre E	UD unidirectionnel	époxyde	0,6 (V)	2,08	45 000	12 000	1250	35	600	141	4 500	0,3

ℓ : longitudinal ; t : transversal ; P : pondéral ; V : volumétrique.

**Tableau III.5 :** Caractéristiques mécaniques de matériaux composites [29].

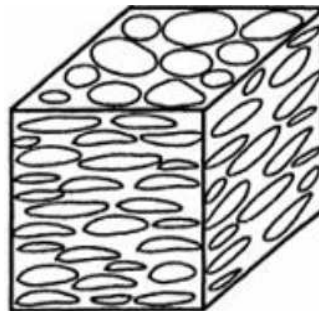
### 3.6 Classification des matériaux composites :

Le classement des matériaux composites se fait d'après la forme ou la nature des composants :

#### 3.6.1 D'après la forme :

Dans ce cas le renfort se trouve sous forme de fibres ou particules ou paillettes :

- **Composites à paillettes :** matériau composé avec des paillettes de petites dimensions qui sont placées parallèlement l'un à l'autre. [30]



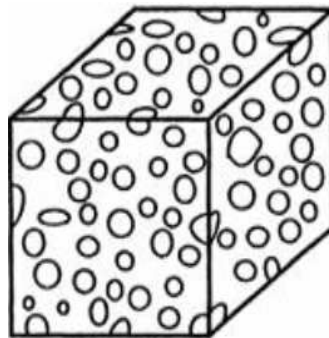
**Figure III.8 :** composite à paillettes.

- **Composite à renforts fibre** : les fibres utilisées sont caractérisées par des longueurs bien supérieures par rapport aux autres renforts, on a deux types de ce composite : composite en fibres courtes ou en fibres longues [30].



**Figure III.9:** composite à fibres.

- **Composite à renforts particules** : les particules sont utilisées pour améliorer : La rigidité, la température et la résistance des matrices [25].



**Figure III.10 :** composite à particule.

### 3. 6.2 D'après la nature :

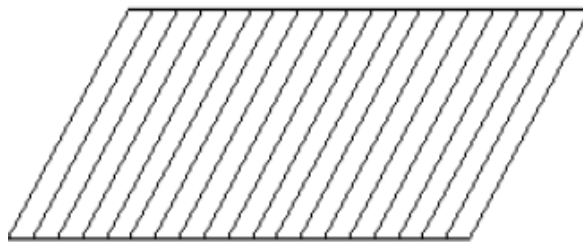
Suivant la nature de la matrice et ces renforts associés, les matériaux composites sont classés en trois classes des composites qui sont déterminés dans le tableau suivant [25] :

Type de composite	Constituants	Domaine des températures
Composites à matrice organique	(Résine, charge) avec : fibres minérales : verre, carbone. fibres organiques : kevlar, polyamides. fibres métalliques : bore, aluminium.	$T \leq (200 \text{ à } 300 \text{ °C})$
Composites à matrice métallique	(aluminium, magnésium, titane) avec : fibres minérales : carbone de silicium (SiC) fibres métallique : bore fibres métallo-minérales : fibres de bore revêtues de carbure de silicium (BorSiC)	$T \leq 600 \text{ °C}$
Composites à matrice minérale	(céramique) avec : fibres métallique : bore particules métallique : cermets particules minérales : carbures, nitrures	$T \leq 1000 \text{ °C}$

**Tableau III.6 :** Type de composite selon la nature de la matrice.

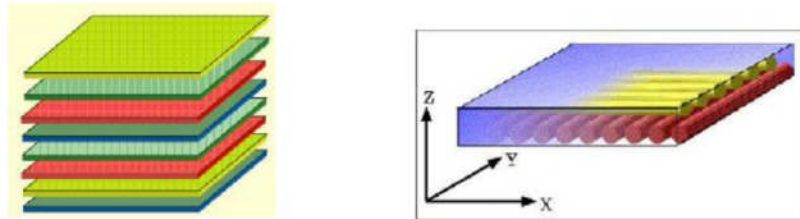
### 3.7 Structure des matériaux composites : On a trois types des structures :

- **Les monocouches:** un matériau avec une seule et unique couche, caractérisé par la forme du renfort :



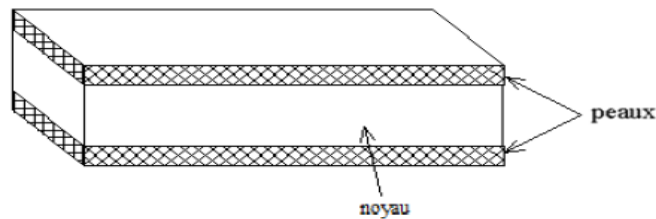
**Figure III.11:** matériaux composite monocouche.

- **Les Stratifiés** : un matériau de plusieurs couches de différentes orientation des fibres.



**Figure III.12:** composite stratifié.

- **Les sandwichs** : c'est un matériau composé de deux composants avec une épaisseur différente :
- peaux : se présente avec deux couches de faible épaisseur.
- noyau : une seule couche d'une épaisseur supérieure à celui de la peau.



**Figure III.13:** matériaux composite sandwichs.

**3.8 Méthodes de mise en œuvre des composites** : Les techniques utilisées pour la mise en œuvre de composites sont :

- Moulage au contact
- Projection simultanée
- moulage par compression
- Moulage par injection
- Moulage par Transfer de résine
- Pultrusion
- Usinage [31].

### 3.9 Avantages et inconvénients des matériaux composites :

Un matériau composite est favorisé par son poids léger qui résiste à la déformation et qui peut prendre différentes formes, aussi insensibles à certaines liquides. Les inconvénients d'un composite sont : la Difficulté de réalisation des produits final, les prix d'achats de ces produits et leurs matières premières, la gestion des déchets.

**3.10 Domaines d'utilisation des composites :** On peut citer quelques exemples des matériaux composites et leurs domaines d'applications dans le tableau suivant :

Type de composite	Composition	Utilisations
1. Composites à matrice organique : papier, carton panneaux de particules panneaux de fibres pneumatique	Résine/charges/fibres Résine/copeaux de bois Résine/fibres de bois Caoutchouc/toile/acier	Imprimerie, emballage Menuiserie Bâtiment Automobile
2. composites à matrice minérale : Béton Composite carbone-carbone Composite céramique	Ciment/sable/granulats Carbone/fibres de carbone Céramique/fibres céramique	Génie civil Aviation, espace, sport biomédecine. Pièces thermomécanique.
3. Composites à matrice métallique	Aluminium/fibres de bore Aluminium/fibre de carbone	Espace

**Tableau III.6 :** Exemples des matériaux composites et leurs domaines d'applications

# CHAPITRE IV

## Conception du dispositif

# Chapitre IV : conception du dispositif

## 1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons expliquer la conception de notre machine de mise en forme (extrudeuse), et montrer les composants essentiels pour sa réalisation et son fonctionnement.

## 2. Problématique

Dans le domaine industriel, plusieurs méthodes ont été appliquées pour la mise en forme des matériaux composites et des polymères comme le moulage, la compression, l'injection plastique, l'extrusion ...etc. L'application de certaines de ces méthodes prend un peu de temps pendant la réalisation de produit ce qui donne une faible production. la meilleure méthodes qu'on a choisi pour l'amélioration de la production c'est la méthodes d'extrusion qui présente une technique de transformation, elle permet l'élaborations des matériaux sous forme de produits fini ou semi-finis , l'avantage de cette méthode est la fabrication continue des produits et avoir une grande quantité de la production .

## 3. Objectif

Notre objectif est de concevoir et réaliser une mini-extrudeuse mono-vis de laboratoire qui permettra la démonstration du principe de fonctionnement d'une telle machine. Le dispositif à fabriquer sera donc un modèle très réduit et avec moins d'options qu'une machine d'élaboration des matériaux polymères. Toutefois, elle doit permettre l'élaboration d'échantillons de matériaux polymères et de composites.

A l'échelle industrielle ou de la Recherche, une machine telle machine est semi-automatique dont le fonctionnement (extrusion) est assuré par une vis tournant dans un tube cylindrique lui-même chauffé par des colliers chauffants. Le cycle de température de traitement, qui dépend de la matière à élaborer, est assuré à l'aide d'un régulateur de température et d'un système de refroidissement.

### 3.1 Cahier de charge fonctionnel

Le dispositif à concevoir est destiné à la démonstration du principe de l'élaboration par extrusion.

Pour la conception du dispositif, il faudra tout d'abord savoir quels aspects du fonctionnement de l'extrudeuse aborder. Il s'agit de déterminer les principaux composants nécessaires permettant la mise en évidence de certains aspects phénoménologiques de l'extrusion. La vis d'extrusion étant une pièce aux formes géométriques complexes, très difficile, voire impossible à réaliser sur un tour parallèle, et, de surcroît à partir d'un acier fortement allié (indisponible), nous nous contenterons de l'utilisation d'une mèche à bois comme vis pour notre dispositif.

Pour le reste des points importants du cahier de charges, nous pouvons citer :

- Avoir un groupe d'entraînement qui va fournir une puissance mécanique nécessaire pour faire fonctionner le dispositif.
- Le dispositif doit permettre un variateur de vitesse pour ralentir ou accélérer la rotation de la vis.
- La température doit être régulée de manière électronique afin d'assurer une certaine précision.
- Le dispositif doit être équipé d'un système de circulation d'eau pour le refroidissement et participer à la régulation de la température. Pour ce point, les difficultés inhérentes à la fabrication d'un système aussi réduit (indisponibilité de résistances chauffantes couvertes et déformables aux dimensions du fourreau) nous contraignent à nous contenter du système d'autorégulation afin de bien contrôler la température et à un refroidissement lent.
- Le dispositif doit être fabriqué à partir de matériaux stables et résistants aux températures/contraintes mécaniques d'élaboration.
- Il doit permettre un assemblage facile (montage, démontage).
- Le dispositif doit reposer sur des supports fixés sur une table à l'aide de boulons pour éviter son déséquilibre.
- Il doit être un dispositif robuste permettant l'équilibre pendant le fonctionnement.

### 3.2 Principe de fonctionnement :

La matière à extruder sous forme solide sera versée dans une trémie placée à l'entrée du fourreau cylindrique pour l'alimentation de la machine. Avant de commencer l'opération d'extrusion il faudra laisser chauffer le fourreau pour quelques minutes pour éviter le problème de blocage de notre système. L'extrusion se fera dans ce fourreau grâce à la température et la rotation de la vis.

### 3.3 Conditions de fonctionnement

La mini-extrudeuse mono-vis à concevoir et à fabriquer permettra la transformation et la mise en forme de matériaux polymères et/ou composites à partir de polymères ayant des températures de fusion inférieures à 400°C.

La vis doit tourner dans un fourreau cylindrique en acier galvanisé suite à son entraînement par un moteur électrique à couple élevé. La chaleur de la paroi du fourreau doit être fournie par un système de chauffage tel que les résistances électriques ou des colliers chauffants. Le refroidissement peut se faire soit par air ou par une régulation thermique par fluide (eau de refroidissement).

Le bon fonctionnement de l'extrudeuse est conditionné par l'équilibre de la vis qui doit tourner dans un axe fixe, la fixation de la vis se fait avec deux types de montage :

- Montage en l'air : la vis sera fixée juste dans un seul côté soit le début soit la fin.
- Montage mixte : la vis sera fixée dans ces deux côtés.

Pour l'extrusion continue de la matière, la filière doit avoir au moins deux sorties.

Pour que la vis ne se casse pas et pour réussir son fonctionnement elle doit résister au couple maximal pouvant être transmis par le moteur à la vis. Dans notre cas, la vis étant un outil destiné au perçage du bois, le couple maximal nécessaire pour l'élaboration du polymère ne peut en aucun cas être équivalent à celui développé pour le perçage du bois.

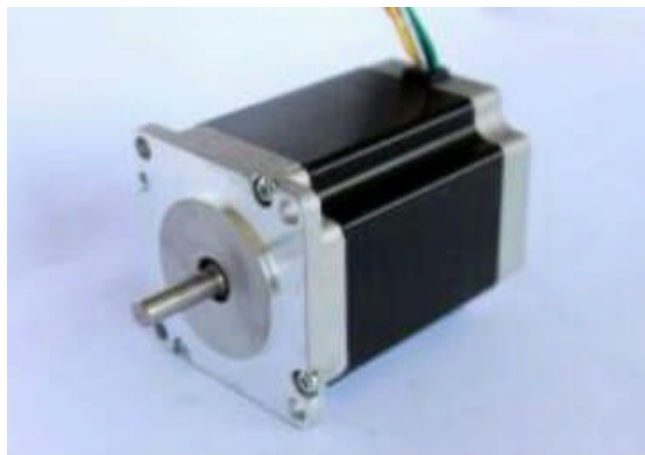
### 3.4 Choix des solutions

Les solutions que nous avons choisies pour répondre à l'ensemble des conditions citées sont :

#### 3.4.1 Groupe d'entraînement

C'est la partie responsable de la rotation de la vis, le contrôle du débit de matière sortante de la filière se fait par un moteur à vitesse variable contrôlable. Nous avons opté pour deux solutions :

La première est d'utiliser un moteur pas à pas hybride de modèle NEMA23, référence 57BYGH318 à commander par ordinateur à l'aide d'une carte Arduino Uno. Il s'agit d'un moteur bipolaire (avec 4 fils d'alimentation), ayant un pas de 1.8 degré, ce qui correspond à 200 pas par tour. Il nécessite une tension d'alimentation supérieure à 5V. Ce moteur transforme une impulsion électrique en une énergie mécanique par le déplacement angulaire du rotor, appelé pas. Parmi ses avantages, il permet d'assurer un positionnement précis ; une vitesse précise et des cycles de rotations ayant des durées à fixer au moyen d'une programmation adéquate. La programmation peut être assurée au moyen de la carte Arduino en utilisant un shield moteur adéquat. Les caractéristiques de ce moteur sont données dans le tableau ci-dessous.



**Figure IV. 1** : moteur pas à pas.

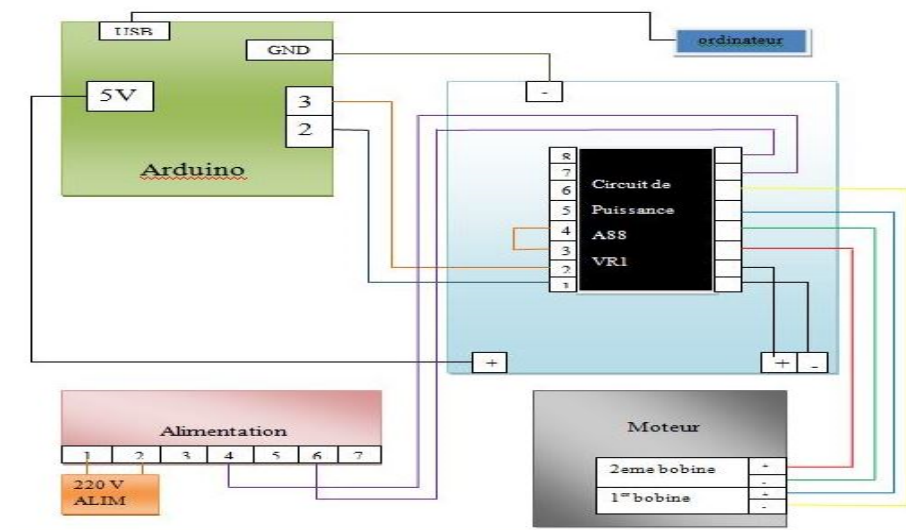
- **Tableau IV 1** : caractéristiques électrique du moteur pas a pas.

Modèle	nombre de phase	Courant (A)	Résistance ( $\Omega$ )	Inductance (MH)	Couple de max statique (Kg.cm)	Poids (Kg)
57BYGH318	2	3.3	1	2	18	1.1

Le matériel utilisé pour commander le moteur :

- Ordinateur et Câble USB ;
- Carte arduino UNO : c'est une carte électronique équipée d'un microcontrôleur qui permet, à partir d'événements détectés par des capteurs, de programmer et de commander des actionneurs (dans notre cas c'est un moteur pas à pas) pour réaliser un dispositif mécanique.
- Circuit de puissance L298N (c'est le shield moteur): pour piloter les deux bobines indépendantes du moteur.
- Générateur de puissance : pour fournir la tension d'alimentation nécessaire.

La programmation se fait à l'aide du logiciel Arduino. On y introduit le cycle de commande en fonction du temps selon les vitesses et le temps désirés. Une fois le programme compilé, on l'exporte vers le microcontrôleur de la carte (télé versement) qui procédera à son l'exécution.



**Figure IV 2** : Schéma du branchement du moteur pas à pas et carte Arduino

Outre le système de génération du mouvement de rotation par moteur pas à pas qui permet d'atteindre un couple maximal de 18 Kg.cm, nous avons choisi d'utiliser, en cas de nécessité (notamment pour les composites ou bi-phasiques), un moteur à courant continu développant un couple plus élevé. Le moteur choisi est celui utilisé pour les essuie-glaces de véhicules. Il fonctionne sous des tensions d'alimentation de 1,5 à 24 V et peut atteindre un courant de 6 A. Un générateur de courant produisant des tensions dans la gamme 1,5 à 12 V, avec paliers de 1,5 V, est utilisé pour alimenter ce deuxième moteur.

### ➤ Poulies et courroie

Pour permettre l'interchangeabilité des moteurs et vu que la vitesse de rotation peut être contrôlée via la commande, nous avons choisi l'utilisation d'un système courroie-poulie. Une courroie de section trapézoïdale classique (10\*7mm), disponible sur le marché, est choisie. Cette courroie transmet une puissance élevée et sa forme en V lui donne un bon contact sans glissement sur les deux poulies (poulie menante et poulie menée).



**Figure IV. 3:** exemple d'une courroie trapézoïdale.

Nous avons conçu deux poulies de 50 mm de diamètre et de 20 mm de largeur. La poulie menante présente un perçage au milieu de 6,35 mm de diamètre et sera montée sur l'arbre du moteur et sera fixée à l'aide d'une vis de pression M3 en tête fendue (on a réalisé un trou taraudé M3 sur la poulie et un méplat de longueur 10 mm et de 2 mm de profondeur sur l'arbre de moteur pour la fixation de la vis), la poulie menée a un perçage de 10 mm Ø sera montée et fixée sur la vis à l'aide d'une clavette de dimensions : longueur 10 mm, largeur 3 mm et hauteur 4 mm, et un écrou de 10 mm Ø.

### 3.4.2 La vis sans fin :

Principalement on doit utiliser une vis sans fin pour le déplacement du matériau a extrudé. Elle contient une forme conique, ce qui permet un déplacement simultanément comprimé de la matière plastique.



**Figure IV. 4 :** vis sans fin.

Mais le problème qu'on a rencontré c'est que cette vis est très couteuse, et aussi c'est rare de la trouver et un peu difficile pour la réaliser, c'est pour ça que on a choisi d'utiliser une mèche à bois pour transporter la matière.



**Figure IV.5:** mèche à bois.

Cette mèche on l'a modifié selon notre dimensionnement des pièces pour l'assembler avec la poulie menée , on a réalisé un ajustement du clavette de longueur 10mm, largeur 3mm et profondeur 2mm sur l'arbre de la mèche a bois pour le montage de la clavette et un filetage pour

monter un écrou de 10 mm  $\varnothing$  . On a supprimé le filetage qui se trouve dans sa tête qui est devenue une tête lisse de forme conique.

La fixation de l'axe de la vis se réalise par un montage mixte : un roulement de diamètre extérieur 28 mm, et diamètre intérieur 12 mm qui est destiné à guider notre assemblage en rotation et permettre à la vis de tourner par rapport à l'autre pièce selon un axe défini. Ce roulement est pressé à l'intérieur d'une bague de 28 mm  $\varnothing$  intérieur et de 38 mm  $\varnothing$  extérieur, cette bague elle-même est montée par pression sur une pièce raccordée au fourreau de 38 mm  $\varnothing$  intérieur par filetage et taraudage M27, ( pièce cylindrique percée et montée au début du tube pour avoir un axe fixe de rotation de la vis) , à l'intérieur de cette pièce raccordée se place une petite bague conique qui sert à empêcher la perte de la matière extrudée à l'extérieur de fourreau. Et le deuxième montage c'est le blocage de la tête grâce à un trou de 5 mm  $\varnothing$  et 12 mm de profondeur qu'on a réalisé dans la filière de l'extrudeuse, il va permettre à la vis de garder son axe sur la filière.

Cette filière est une pièce fabriquée et assemblée avec le fourreau de la même manière que la première pièce.

### 3.4.3 Fourreau :

C'est un tube cylindrique d'eau de dimensions qui dépendent de la vis, la résistance de la température de chauffage, il est de 27 mm  $\varnothing$  extérieur et 22 mm  $\varnothing$  intérieur. On le creuse pour l'alimentation de la machine par une trémie qu'on pourra monter et démonter sur le tube facilement (on a soudé une petite chambre de tôle rectangulaire creuse sur le tube sur laquelle va se poser la trémie). Les deux côtés du tube ont un filetage de même filière pour son montage et démontage sur la filière d'extrudeuse et la pièce raccordée, l'opération de l'extrusion s'effectue à l'intérieur de ce tube.

### 3.4.4 Trémie :

C'est l'endroit où on peut mettre le produit (poudre ou granules) à transformer pour alimenter la vis, Il est fabriqué à partir d'une tôle par soudage. Son montage et démontage est facile.

### 3.4.5 Filière :

C'est l'extrémité de l'extrudeuse qui contrôle les dimensions de sortie de la matière, et donne la forme finale du produit. On a conçu une filière cylindrique de 55 mm  $\varnothing$ , longueur 55 mm avec un perçage de 27 mm  $\varnothing$  taraudé et de profondeur 20 mm pour la raccorder sur le tube.

Pour avoir une pression lorsque la matière extrudée sort de l'extrémité de l'extrudeuse on a réalisé 4 trous circulaires sur la filière, ils débiteront avec un diamètre de 5 mm et 3 mm l'extrémité de la filière.

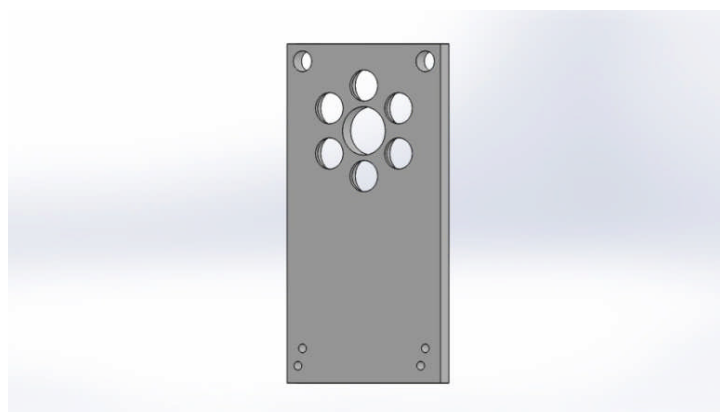
### 3.4.6 Système de chauffage :

Le meilleur système de chauffage qu'on peut avoir dans notre cas c'est les colliers chauffants. Ces colliers sont des éléments de diamètres et hauteurs variés, destinés au chauffage et au maintien en température de pièces cylindriques, la température utilisé pour chauffer le tube cylindrique dépend de la matière a extrudée (Température de fusion de chaque type de plastique).

Il faut placer au minimum trois colliers chauffants sur le long de tube pour qu'il soit bien chauffé, et un collier sur la filière pour assurer l'écoulement de la matière extrudée.

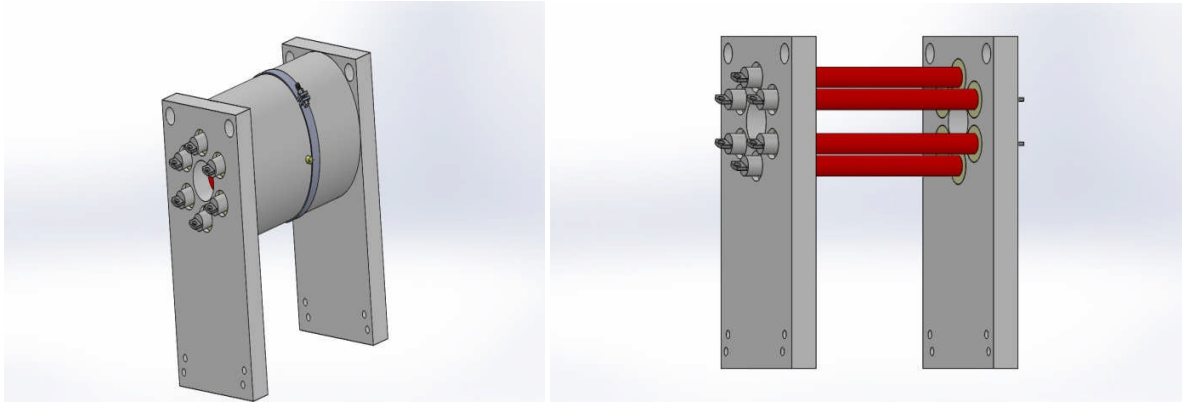
Mais ces colliers chauffants coûtent très chère donc on ne peut pas les avoir, c'est pour cela qu'on a opté pour un système de chauffage qui se base sur des résistances néon électrique pour four micro-ondes d'une puissance 600 W avec une alimentation de 220 V pour fournir la chaleur nécessaire au fourreau.

Pour chauffer le fourreau suffisamment on utilise six résistances qui seront monté en série, pour fixer les résistances au tour du fourreau on a conçu deux pièces d'aluminium comme support avec un trou de diamètre pareil a celui de fourreau ainsi que six trous ou seront poser nos résistances.



**Figure IV.6:** support pour les résistances.

Pour éviter la grande perte de chaleur à l'extérieur on a entourer les résistances avec une tôle d'aluminium mince puis on ajoute une couche de laine de verre qui est un bon isolant thermique puis une autre tôle d'aluminium fixée avec un circlips. Les résistances seront branchées à un système de régulation de température électronique.



**Figure IV 7** : conception du système de chauffage.

### 3.4.7 Régulation de la température :

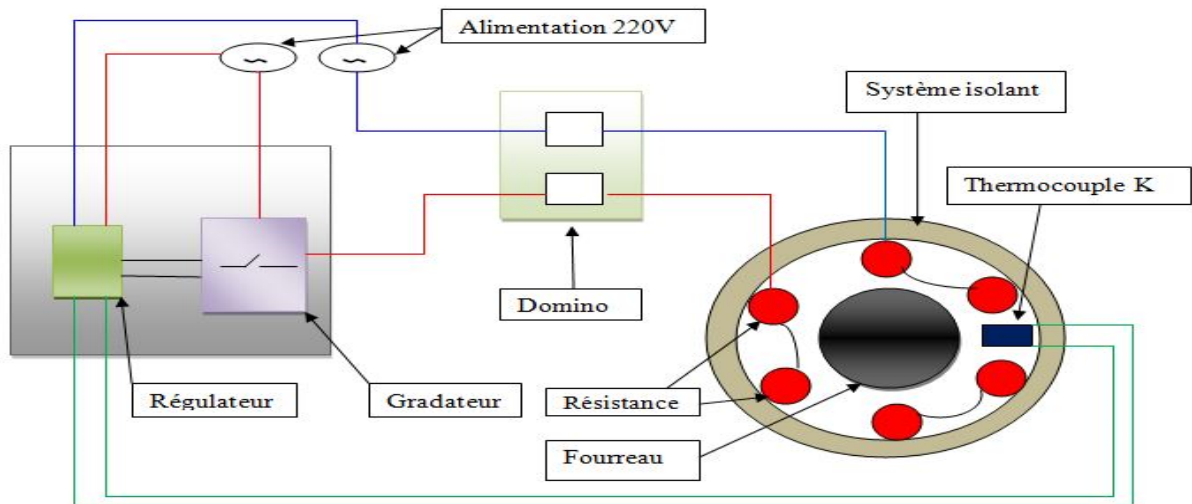
La contrôle de la température se fait par un régulateur de température, cette température dépend du matériau à extruder (selon la température de la fusion de chaque matériau). Le système d'alimentation électrique et de régulation électronique de la température permet d'alimenter les résistances chauffantes en énergie électrique.

Les éléments constitutifs du système de régulation de température sont comme suivant :

- **Régulateur de température** : c'est un instrument pour contrôler la température (régulateur de marque Eurotherm). Le régulateur de température prend une entrée provenant d'un capteur de température (thermocouple k), et a une sortie qui est reliée à un élément de commande, dans notre cas c'est les résistances électrique. il compare la température réelle à la température de régulation désirée ou la consigne, et permet l'introduction du cycle de température et de son exécution.
- **Gradateur** : un gradateur est un dispositif de l'électronique dont l'élément principal est thyristor, il est destiné à modifier un signal électrique dans le but de faire varier sa tension efficace de sortie et de modifier ainsi la puissance dans la charge.

- **Thermocouple K** : c'est un capteur de température qui sert à mesurer la température, Il se compose de deux métaux de nature différente (alliage Nickel-chrome et alliage Nickel-aluminium) reliés à une extrémité.

C'est un système qui compare la température du milieu existant avec la température de régulation désirée, et relié au système de régulation électronique (régulateur de température). Le thermocouple placé à l'intérieur de système de chauffage émet un signal électrique et transmis au régulateur et ce dernier le convertit à une valeur de température, et cette valeur affichée est comparée à chaque instant à la valeur consigne. Et le régulateur agit sur le gradateur qui à son tour, allume et éteint les résistances de sorte à ajuster la température réelle à celle de consigne.



**Figure IV 8** : schéma de régulation électronique de la température.

### 3.4.8 Système de refroidissement :

Un dispositif de refroidissement est associé au fourreau de façon à évacuer des calories en cas de surchauffe, le dispositif est composé d'un bac d'eau et d'une pompe hydraulique qui envoie l'eau de refroidissement dans un tube placé sur le fourreau, la circulation d'eau fait un circuit fermé dans ce dispositif ce qui empêche le collage de granulés sur la vis (vue la situation sanitaire suite à la pandémie (COVID-19) et la fermeture des établissements, nous n'avons pas pu réaliser cette partie de travail).

## 4. Conception de la machine :

Pour la conception des composantes de notre extrudeuse et du dispositif en général nous avons utilisé le logiciel solidWorks.

Ce logiciel est utilisé par des concepteurs, des ingénieurs, des étudiants et d'autres professionnels pour concevoir des pièces, des assemblages, et des mis en plan complexes. La fabrication des pièces dépend de :

- La tâche à effectuer ;
- Moyens de fabrication ;
- Matériaux à utiliser ;

Les formes des pièces à concevoir doivent permettre un bon fonctionnement de l'extrudeuse et la facilité de leur montage et de démontage.

### 4.1 Choix des matériaux :

Pour ce qui concerne les matériaux à partir des quels nous allons usinés les pièces de notre dispositif (composants de l'extrudeuse), on doit prendre en considération les caractéristiques thermique et chimiques des matériaux à élaborer tels que la température de la fusion, l'oxydation etc. Les caractéristiques mécaniques : résistance, durabilité. Pour cela on utilisé un alliage d'aluminium par moulage disponible au hall de technologie a oued aissi.

### 4.2 Propriétés physiques et mécaniques de l'alliage utilisé :

Les propriétés de l'alliage utilisé sont proches de celles de l'aluminium, constituant principal de l'alliage (94% en masse).

Les propriétés physiques de l'aluminium :

✓ température de fusion est de 660°C ; celle de l'alliage est au maximum de 580°C (alliages d'aluminium avec eutectique).

✓ bonne conductivité thermique.

Les propriétés mécaniques :

✓ module de Young 66,6 GPa, module de torsion 25 GPa.

- ✓ coefficient de poisson (0.33-0.35).
- ✓ bon rapport rigidité/densité.

## 5. Modélisation géométrique du dispositif :

Nous avons conçu les pièces avec le logiciel SolidWorks et pour cela on a suivi 3 étapes essentielles :

- Création des pièces en 2D (2 dimension) ;
- Création des pièces en 3D (3 dimension) ;
- Assemblage des pièces ;

### 5.1 Modélisation géométriques des pièces de l'extrudeuse :

#### ❖ La vis :

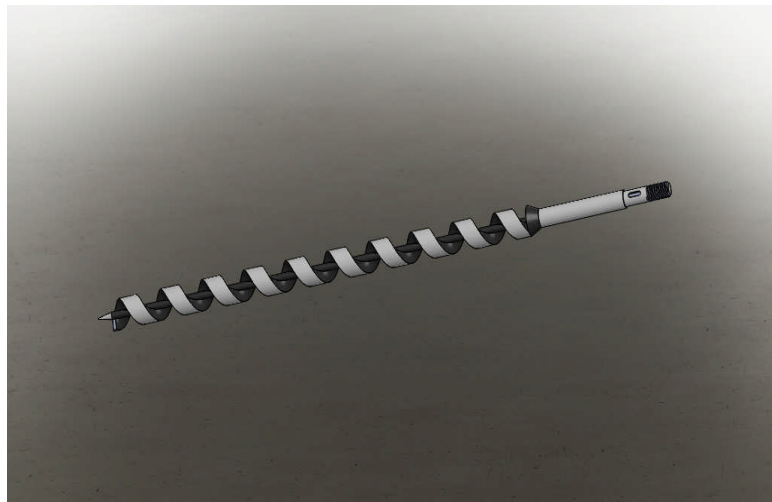
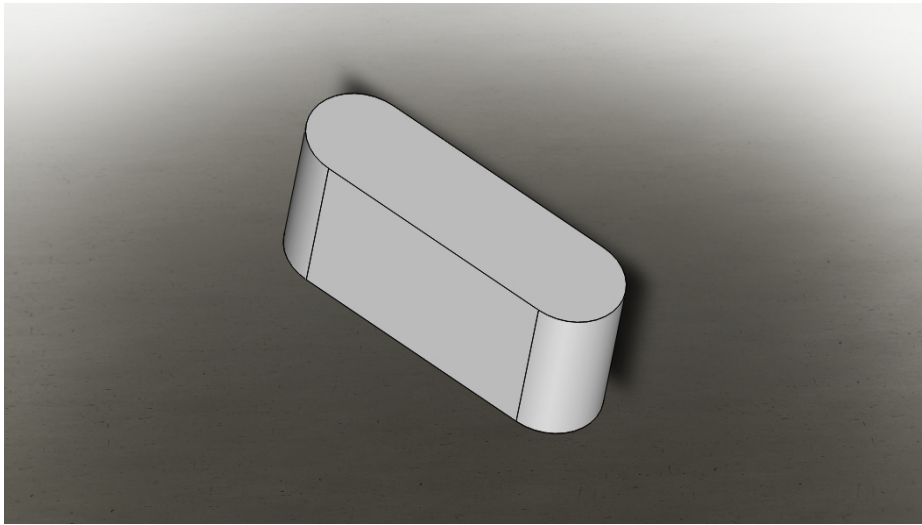


Figure IV 9 : modèle CAO de la vis.

❖ **Clavette :**



**Figure IV 10:** modèle CAO de la clavette.

❖ **Le fourreau :**



**Figure IV 11:** modèle CAO de fourreau.

❖ Pièce raccordée au fourreau pour avoir l'axe de rotation de la vis :

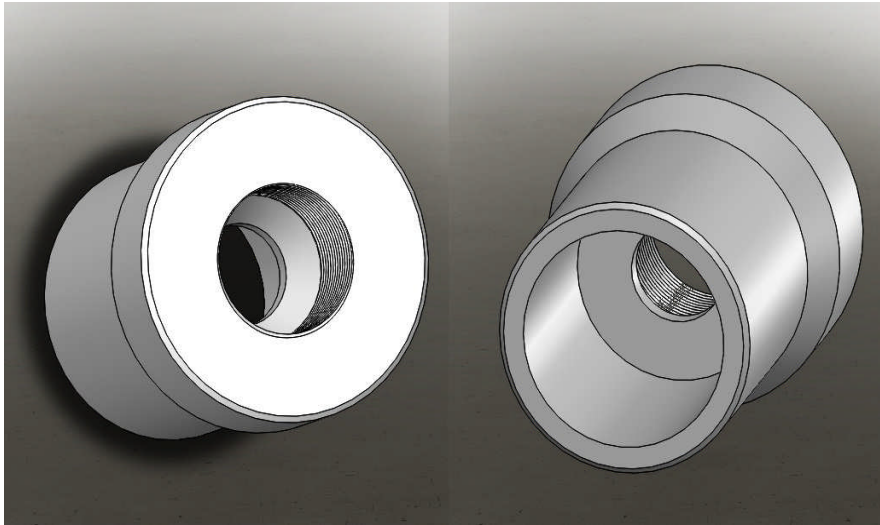


Figure IV 12 : modèle CAO de la pièce(A).

❖ Bague conique :

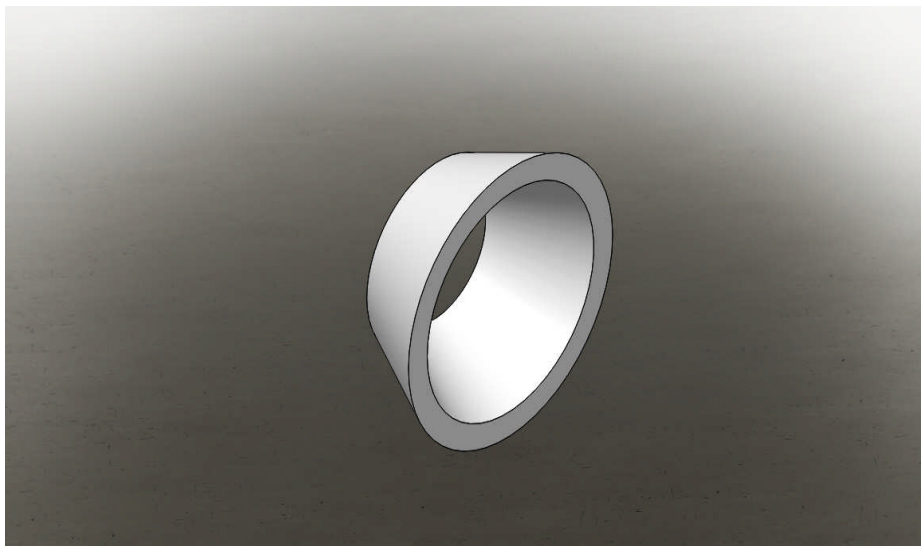
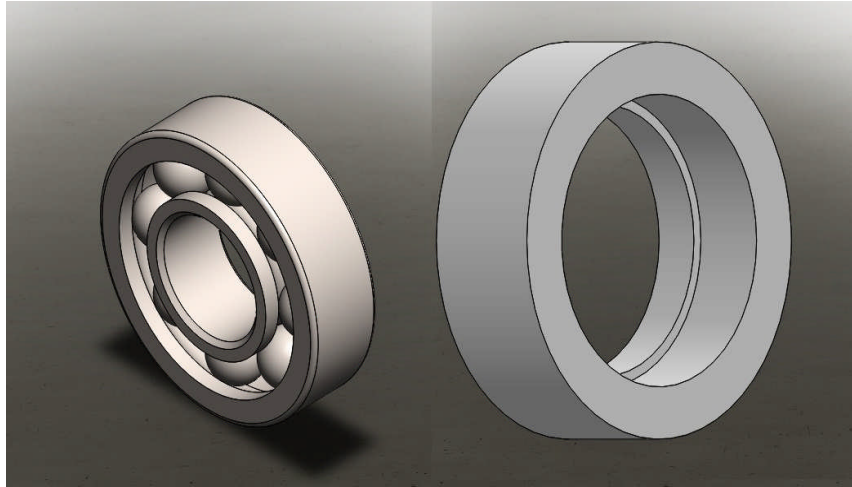


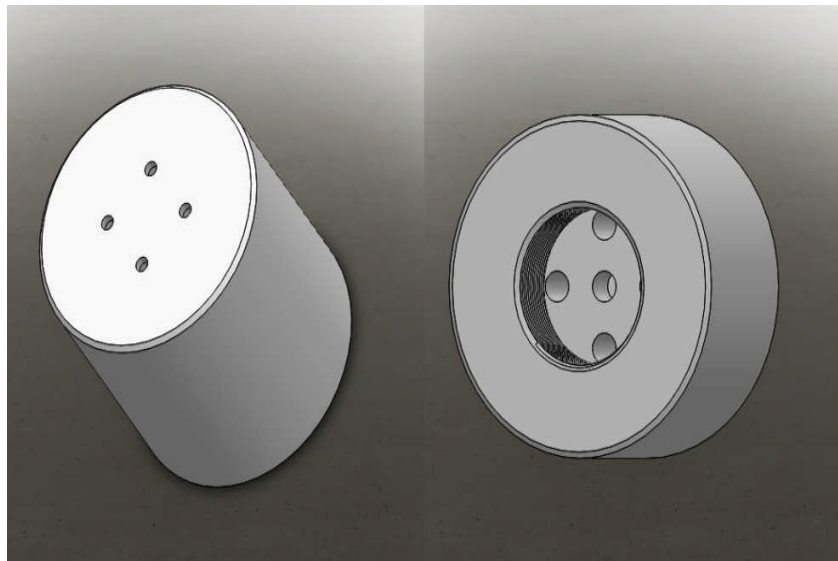
Figure IV 13: modèle CAO de la bague conique.

❖ **Bague de fixation pour le roulement :**



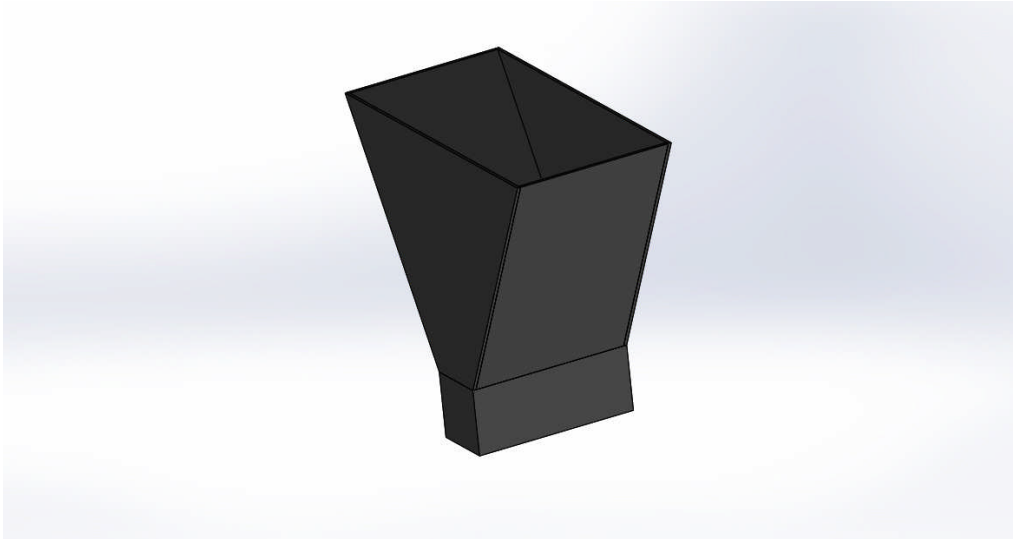
**Figure IV 14:** modèle CAO de la bague de fixation pour le roulement.

❖ **Filière :**



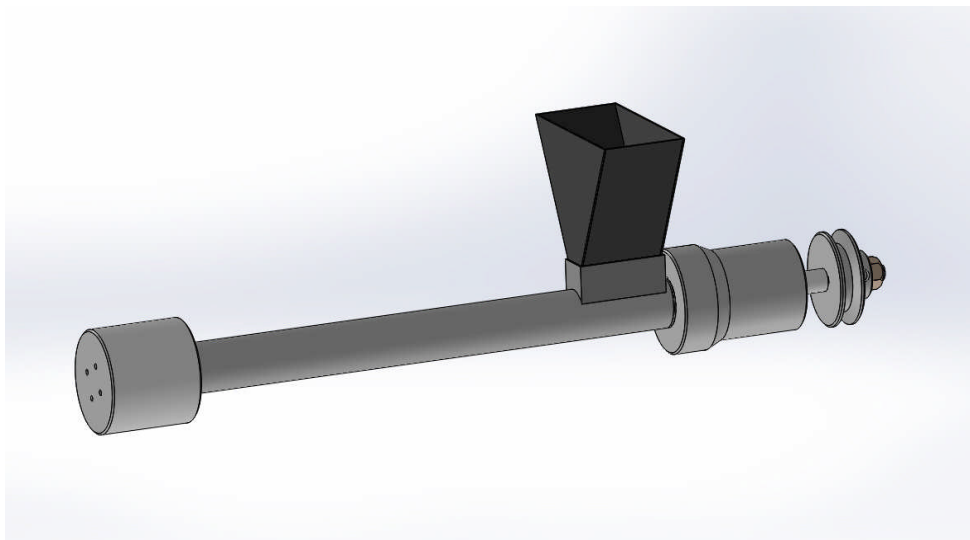
**Figure IV 15:** modèle CAO de la filière.

❖ **Trémie :**



**Figure IV 16:** modèle CAO de la trémie.

**5.2 Assemblage des composants de l'extrudeuse :**



**Figure IV 17:**Assemblage des composants de l'extrudeuse.

### 5.3 Modélisation géométrique de groupe d'entraînement :

#### ❖ Moteur pas à pas :

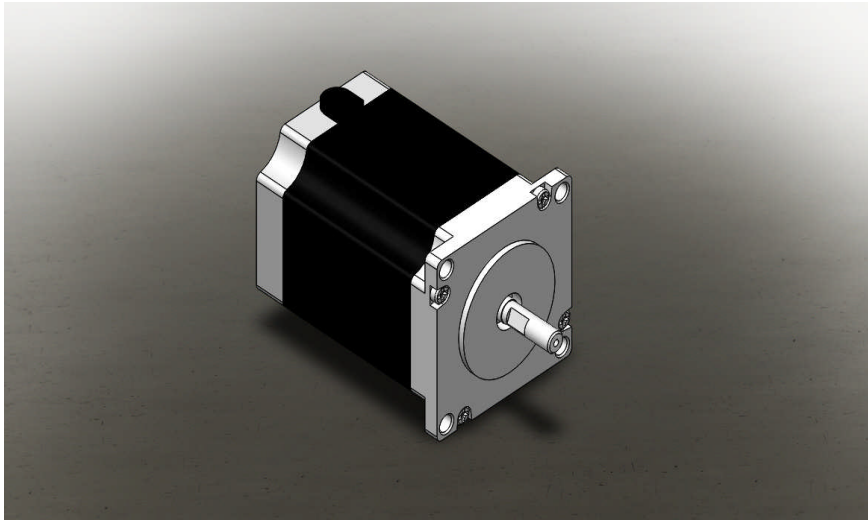


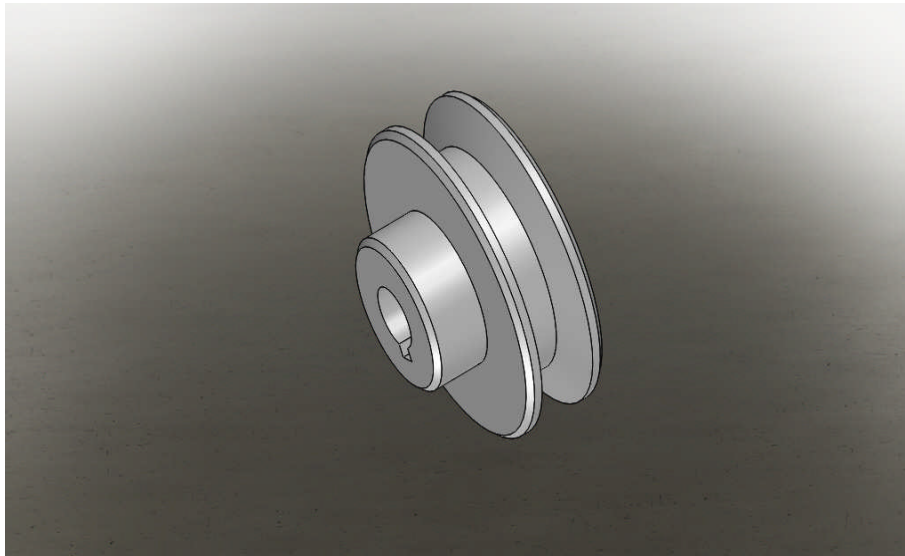
Figure IV 18 : modèle CAO de moteur pas à pas.

#### ❖ Poulie menante : (poulie du moteur).



Figure IV.19: modèle CAO de la poulie menante.

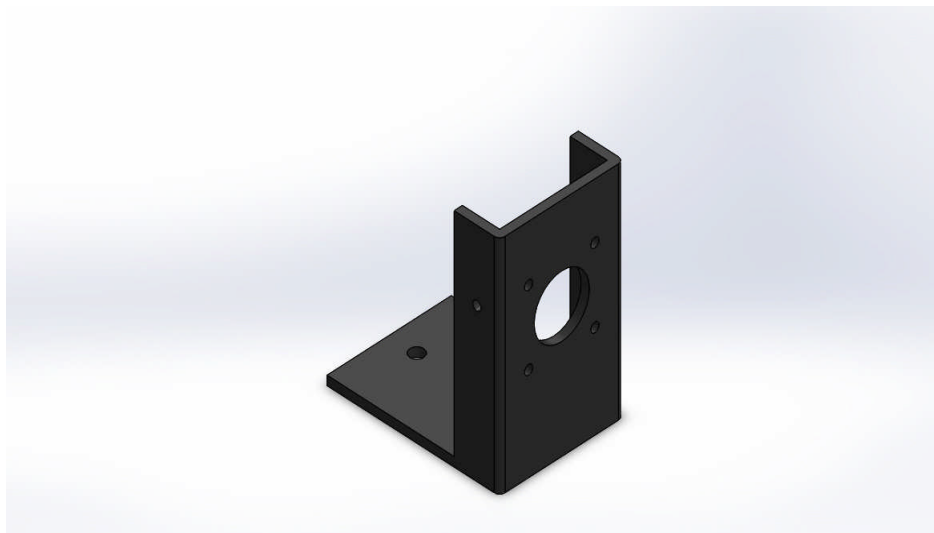
❖ **Poulie menée : (poulie de la machine).**



**Figure IV 20** : modèle CAO de la poulie menée.

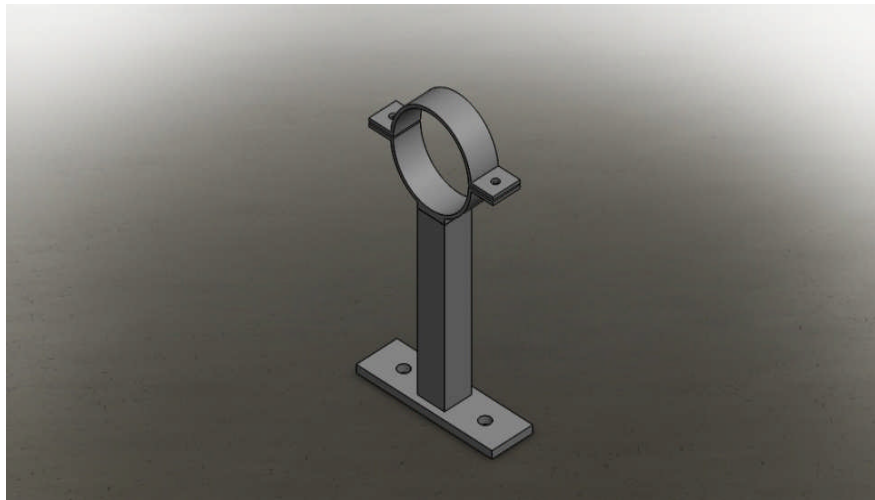
## 5.4 Modélisation géométrique des supports de dispositif :

❖ **Support-moteur :**



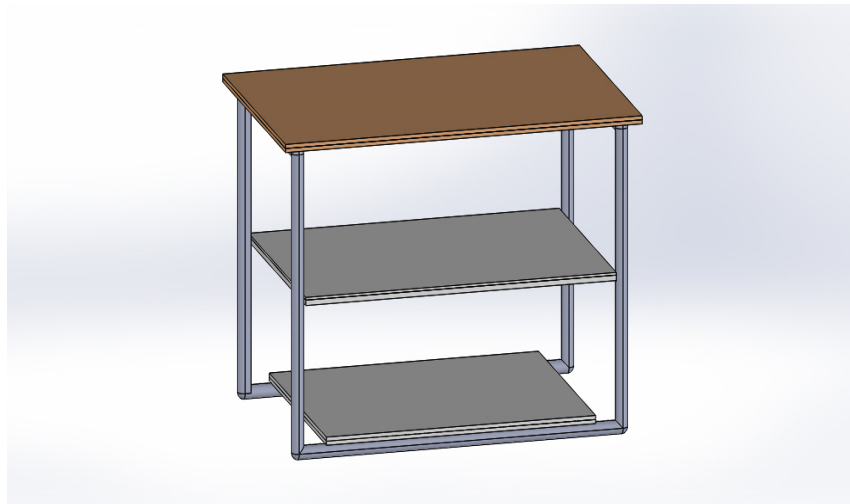
**Figure IV21:** modèle CAO de support moteur.

❖ **Supports extrudeuse :**



**Figure IV22:** modèle CAO de support extrudeuse.

❖ **Table :**



**Figure IV 23:** modèle CAO de la table.

## 5.5 Assemblage final de l'extrudeuse :

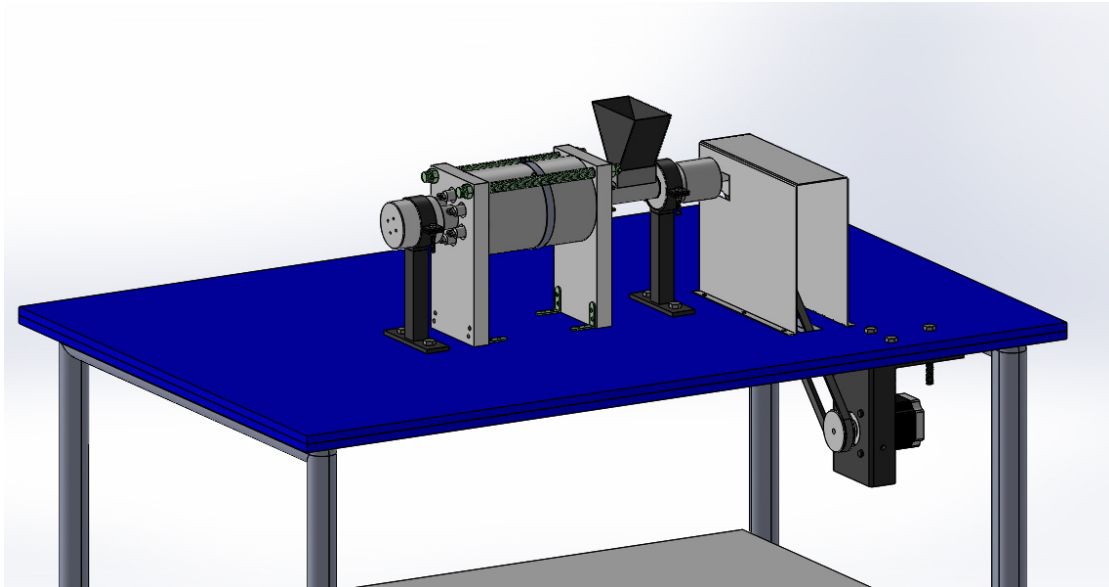


Figure IV 24: assemblage final de l'extrudeuse.

## 6. Etalonnage du système de chauffage

Pour mesurer la température réelle à l'intérieure du tube on procéder a un étalonnage de température dont les appareils utilisés sont comme suivants : le régulateur de température, deux thermocouples de type K et un pyromètre infra rouge. Le but d'utiliser le pyromètre que il donne des valeurs plus précises que celles donner par le régulateur de température, pour mesurer et comparer la température réelle à l'intérieure du fourreau, on a placer un thermocouple K l'intérieure de tube qui est relié au pyromètre infra rouge qui est a son tour affiche les valeurs captés, et un autre thermocouple k qui est placer et fixé à l'intérieure de système de chauffage et branché au régulateur de température.

Puis on a introduit au régulateur une température de consigne instantanée de 180 degré puis on comparer les valeurs captés par le pyromètre infra rouge et celles captés par régulateur de température. On prit un temps de 30 seconds entre chaque mesure, puis on a tracé un tableau qui regroupe l'ensemble des valeurs de températures affichés par le régulateur en grands caractères,

les températures de consignes instantanées en en petits caractères et les valeurs donné par le pyromètre infra rouge. De ce fait on peut déduire et tracer la courbe d'étalonnage.



**Figure IV 25:** étalonnage de température.

# CHAPITRE V

## Réalisation du dispositif

# CHAPITRE V : réalisation du dispositif

## 1. Introduction

La réalisation des pièces mécaniques passe par trois fonctions essentielles : la conception, l'étude et la préparation de la fabrication et la fabrication. La direction générale dans l'entreprise c'est elle qui dirige plusieurs critères, le temps, le finance, les moyens fournis etc., et la réalisation de chaque fonction dépend de ses critères citées, et pour répondre à tous ses fonctions nous avons trois intervenants principaux: Le bureau d'étude, Les bureau des méthodes et Les ateliers de fabrication.

L'usinage est une famille de technique de fabrication de pièces par enlèvement de copeaux, le principe de l'usinage est d'enlever la matière d'une façon à donner a la pièce brute une forme et dimensions voulues, a laide d'une machine-outil cette technique nous permet d'obtenir des pièces d'une grande précision.

## 2. Gamme d'usinage :

La gamme d'usinage est une feuille donnant l'ordre chronologique de différentes opérations d'usinage d'une pièce en fonction des moyens d'usinage. Cette feuille résume l'étude et doit :

- Permettre l'identification de la piece étudiée ;
- Présenter clairement la succession des phases ;
- Préciser les surfaces usinés ;

### 2.1 Rédaction d'une gamme d'usinage

- Numéro de gamme : il doit y avoir autant de gammes que de pièces dans l'ensemble à fabriquer.
  - Identification de la pièce : d'après les indications du dessin, tels que : élément, ensemble, organe, état brut, matière, repère, nombre de pièce.
  - Spécifications des phases :
- Numéro de phase : spécifier chaque phase d'après la gamme adoptée.

- Machine-outil : indiquer le type de machine.
- Croquis : la précision des opérations à effectuer à l'aide d'un schéma.
- Outillage : citer l'outillage spécial à utilisé.
- Contrôle : citer le matériel à prendre en magasin.

### 3. Etablissement d'un processus d'usinage

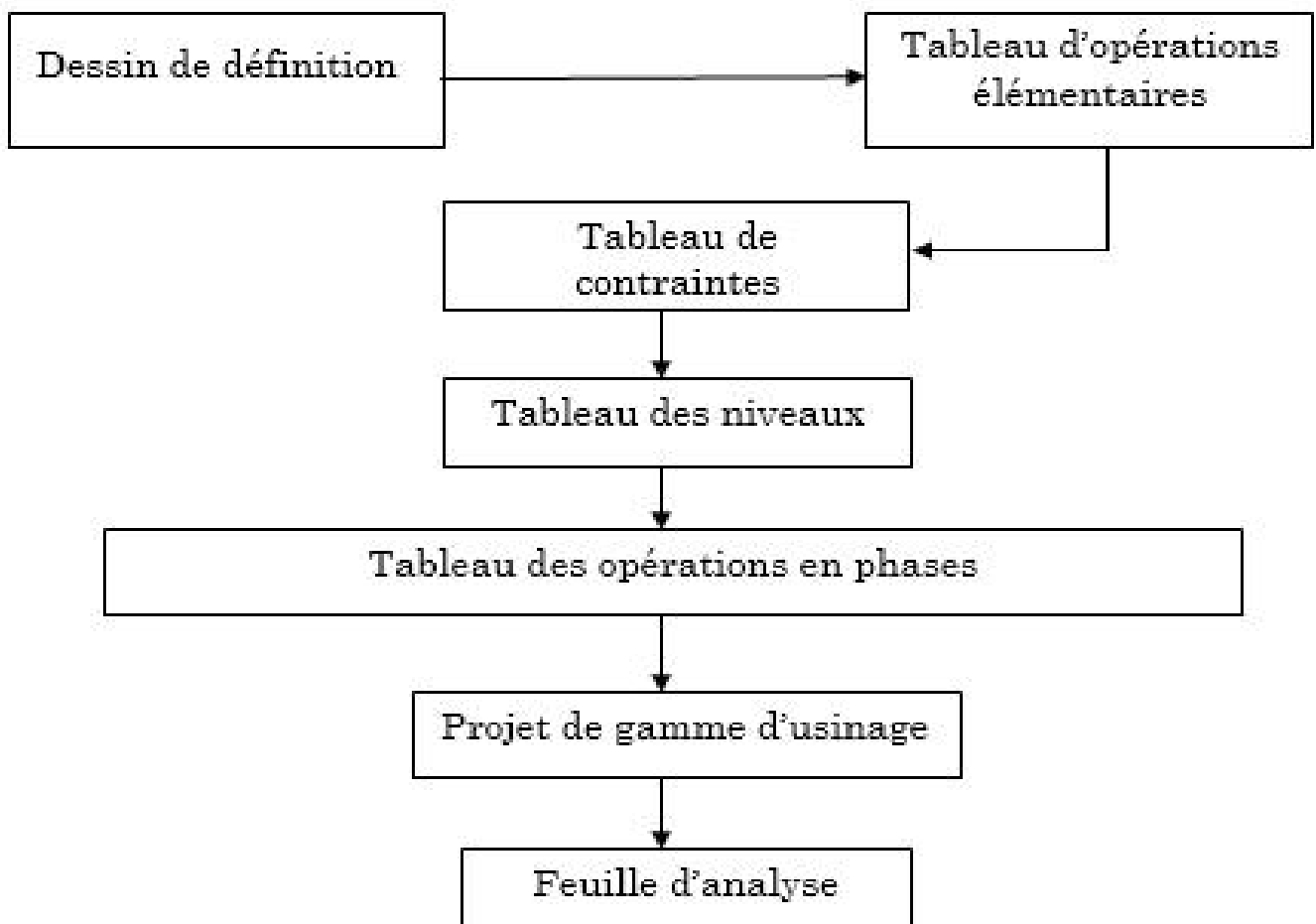


Figure V.1 : schéma directeur de la gamme d'usinage [32]

## 4. Méthode d'analyse du dessin de définition

### 4.1 Inventaire des surfaces a usinés

Il faut un inventaire très détaillé des surfaces a usinés et les numérotés afin de les repérer, si il y a un dessin de la pièce brute il pourra nous aider à recenser les surfaces a usinées [32].

### 4.2 Contraintes d'usinage

**4.2.1 Contraintes de cotation** : elles permettent de mettre en évidence la cotation fonctionnelle entre les surfaces suivant les a trois axe, le but de la cotation fonctionnelle est de faire un choix raisonné pour les tolérances, et il faut porter une attention très particulière aux tolérances liés a ces cotes appuyé en appuyant sur une analyse fonctionnelle des forme [32].

**4.2.2 Contraintes géométrique et dimensionnelles** : il faut chercher toutes les antériorités géométriques et dimensionnelles suivant les trois axe OX, OY et OZ contraintes suivants les axes : partir d'une surface quelconque sur l'axe et indiquer toutes les dimensions et spécifications géométriques avec toutes les surface suivant l'axe considéré [32].

**4.2.3 L'analyse des spécifications d'état de la surface** : (contraintes d'état de surface), en analysant ces spécifications on pourra déterminer le nombre de passes d'usinage nécessaire à l'obtention de chaque surface en fonction de l'intervalle de tolérance, de la qualité et de la précision [32].

**4.2.4 Contraintes technologiques** : en analysant toutes les surfaces qui doivent subir l'usinage on fait ressortir toute les contraintes technologiques. Ces contraintes correspondent aux limites imposées par la puissance des machines et les efforts de coupe [32].

**4.2.5 Contraintes économiques** : le cout de fabrication, la duré de l'usinage et l'usure des outils nous conditionnent a faire un choix précis sur la fabrication façon que le cout de revient soit minimisé.

### 4.3 Analyse des surfaces élémentaires

Une surface élémentaire est une surface géométrique simple que on ne peut pas décomposer géométriquement partir de l'analyse des spécifications dimensionnelle de chaque surface à usiner constituant la pièce, on peut faire des tableaux permettant une première prévision relative au nombre d'opérations à effectuer en fonction des niveaux de qualité souhaités [32].

- **Tableau des opérations élémentaires** : présenter toutes les surfaces usinées, leurs laissons dimensionnelles, leurs état de surface et les opérations à faire a chaque surface. Et les différentes opérations d'usinage sont :
  - Ebauche (E) : c'est une opération qui permet d'enlever le maximum de matière afin de préparer les opérations suivantes.
  - Demi-finition (F/2) : permet une bonne approche de la surface finale.
  - Finition (F) : elle permet d'obtenir l'état de surface ainsi que la précision géométrique et dimensionnelle.
  - Super finition (S.F) : cette opération est nécessaire dans le cas d'état de surface très serrées.
- **Tableau des regroupements élémentaires** : presenter toutes les surfaces qui s'usinent en même temps.
- **Tableau d'analyse des contraintes élémentaires** : faire une analyse de toutes les contraintes d'antériorité.
- **Tableau des niveaux** : faire un tableau qui présent les niveaux d'exécution des surfaces a usinées.
- **Tableau de regroupement des phases** : faire un tableau qui présent les différents phases à respecter lors de l'usinage [32].

### 4.4 Description des opérations de gamme optimale

Toute pièce mécanique évolue d'un état initial (pièces brute) à l'état final, représentatif du dessin de définition. La valeur ajoutée représente l'ensemble des Operations.

- **La gamme opératoire** : est un document d'archive dans le quel sont consignés de manière chronologique et globale, les différents phases de la transformation d'un produit.
- **La phase** : c'est l'ensemble des Operations réalisées sur un même poste de charge, (exemple : ensemble des Operations d'usinage réalisées sur un tour).
- **La sous-phase** : une fonction d'une phase déterminée par changement d'outillage ou de prise de pièces différents.
- **Opération** : correspond a une opération simple et en général elle est indivisible, réalisée sur un poste donné.

## 5. Le choix des machines

Afin de caractériser les machine d'une manière générale, il faut prendre en compte de plusieurs informations tels que :

- le type de la machine : (tour, fraiseuse, etc.)
- les équipements standards et spéciaux des machines.
- le mode et les limites d'utilisation.
- le type de procédé : (tournage, fraisage, etc.)
- L'enveloppe de travail.
- la précision des mouvements.
- le cout.

## 6. Le choix des outils

Une surface usinée est générée par le mouvement relatif entre la pièce et l'outil coupant. Et le choix de ces outils de coupe dépend de : la matière a usinée, la productivité, la forme le sens, le montage, la précision et l'état de surface à réaliser.

Ces outils peuvent êtres caractérisés selon plusieurs paramètres :

- le type de l'outil : (foret, alésoir, fraise, etc.)

- la géométrie de l'outil : elle est sélectionnée en basant sur la géométrie de la forme à usinée et le matériau de l'outil.
- les dimensions de l'outil : longueur totale, diamètre, etc.
- le matériau de l'outil : en fonction du matériau de la pièce à usinée et sa dureté.
- assemblage de l'outil : fixation, etc. [32].

## 7. Fabrication du dispositif

### 7.1 Matériels utilisés

La fabrication de tous les composants de notre dispositif a été effectuée par plusieurs machines disponibles au hall de technologie à Oued Aïssi tels que le tour universel, la fraiseuse verticale et la scie mécanique. Pour ce qui concerne la trémie de l'extrudeuse, les supports de fixations du dispositif et le support-moteur ont été fabriqués par soudage.

- **Scie mécanique** : pour le découpage du brut des deux poulies, la filière, la pièce assemblée au tube et la bague de fixation.



**Figure V.2** : scie mécanique.

- **Tour universel** : pour effectuer toutes les opérations de tournage des pièces (chariotage, dressage, perçage et la réalisation des gorges en forme V des poulies, etc.). Les outils utilisés pour l'opération de tournage sont : outil à dresser, outil à aléser, outil à charioter, foret, foret à centrer, outil à filtrer, outil à rainurer.



**Figure V.3** : tour universel.

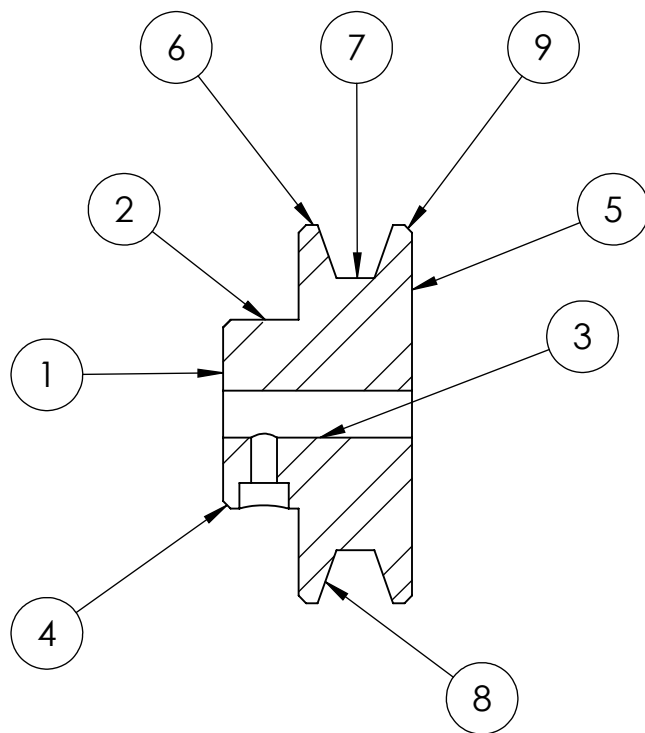
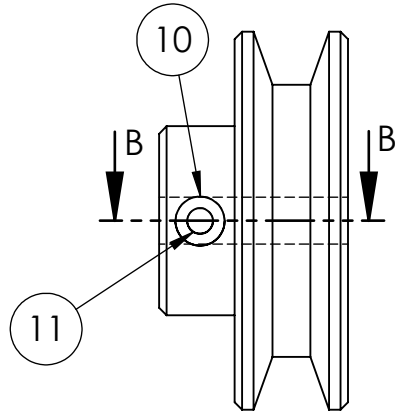
- **Fraiseuse vertical** : pour les opérations de fraisage on a utilisé des fraises comme outil.



**Figure V.4** : fraiseuse vertical.

## **7.2 Feuille d'analyse de fabrication de la poulie menante**

**.Repérage des surfaces élémentaires:  
1-Poulie menante:**



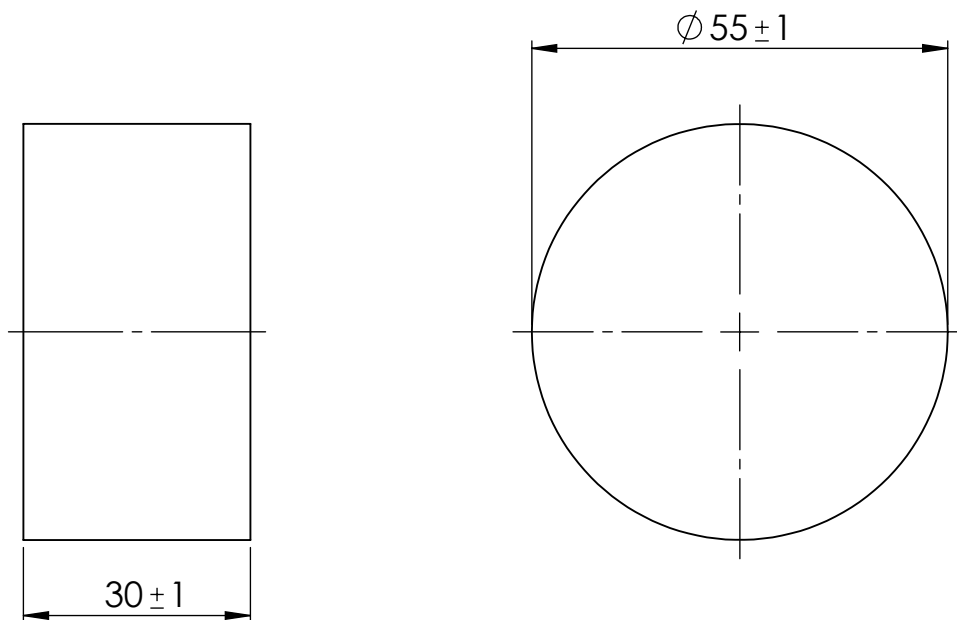
COUPE B-B

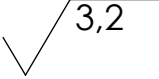
**Feuille d'analyse de fabrication:**

**1-Poulie menante:**

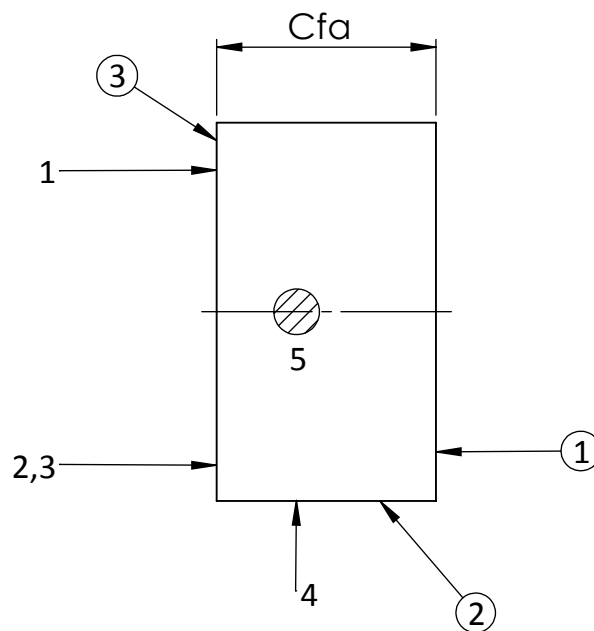
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium	
<b>Organe:</b> Poulie menante		<b>Brut:</b> Moulé	
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire	
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Moyens de contrôles
100	Contrôle du brut	Scie mécanique	Règle graduée

Croquis de la pièce



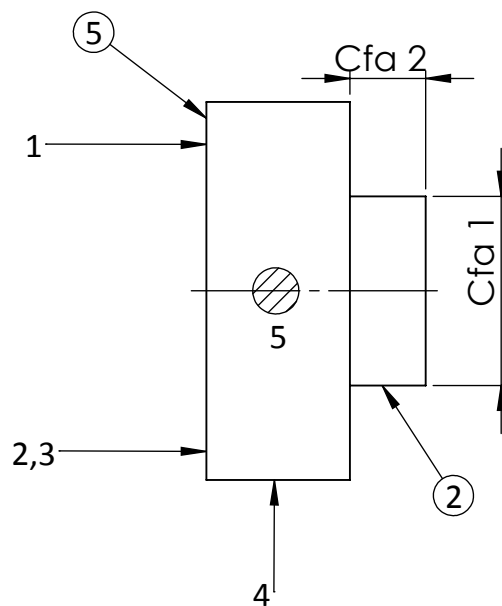
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Poulie menante		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 210:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur (5), en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur (2), en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 211:</b>          Dressage de (1), ébauche et finition          Cfa= 28</p> 	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b> Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b> Outil à dresser</p>	Pieds à coulisse

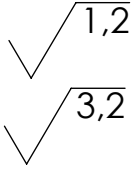
Croquis de la pièce



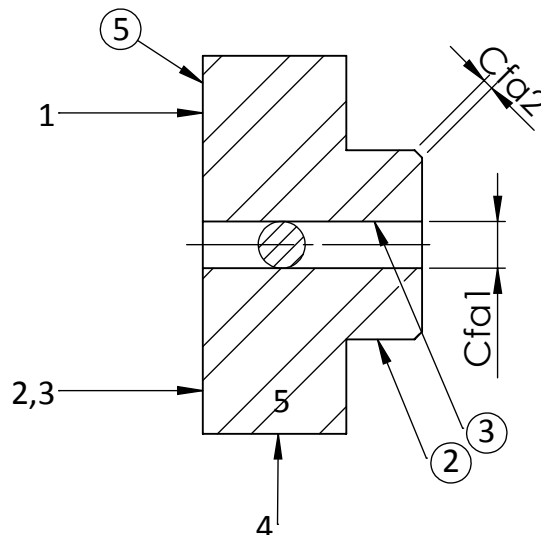
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Poulie menante		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 210:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur (5), en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur (2), en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 212:</b>          .Chariotage en (2), ébauche et finition</p> <p>Cfa1= <math>\varnothing 25</math></p> <p>Cfa2= <math>\frac{10}{3,2}</math></p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b> Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b> Outil à charioter</p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



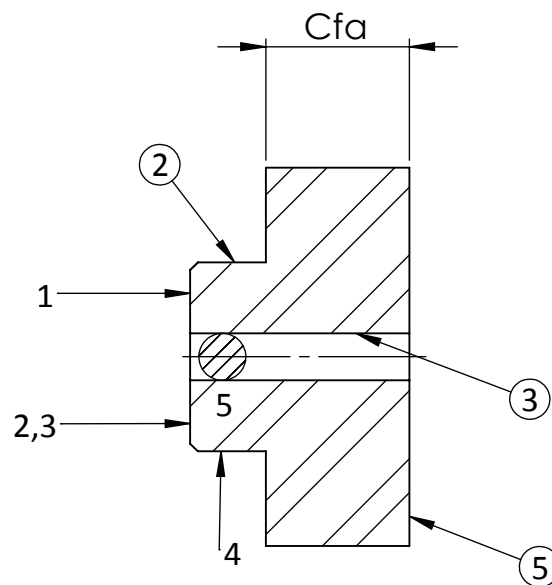
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Poulie menante		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 210:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur (5), en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur (2), en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 213:</b>          .Centrage avec foret          .Perçage de (3) <math>\varnothing 4</math>          .Alessage de (3), ébauche et finition          Cfa1= 6,35H7</p> <p><b>Opération 214:</b>          .Chanfrain (4)          Cfa2= 1x45°</p> 	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b> Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b>          .Foret à centrer          .Foret à coque conique <math>\varnothing 4</math>          .Outil à aleser</p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



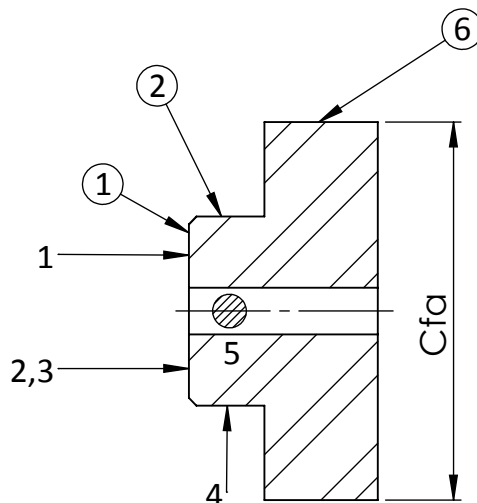
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Poulie menante		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 220:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur ①, en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur ②, en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 221:</b></p> <p>.Dressage de ⑤, ébauche et finition          Cfa= 15</p> <p><math>\sqrt{3,2}</math></p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b> Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b> .Outil à dresser</p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



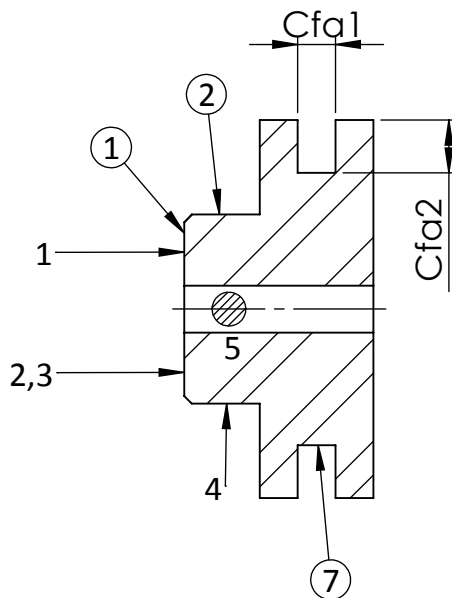
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Poulie menante		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 220:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur ①, en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur ②, en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 222:</b>          Chariotage de ⑥, ébauche et finition</p> <p>Cfa= <math>\varnothing 50</math>  <math>\sqrt{3,2}</math></p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b>          Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b>          Outil à charioter</p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



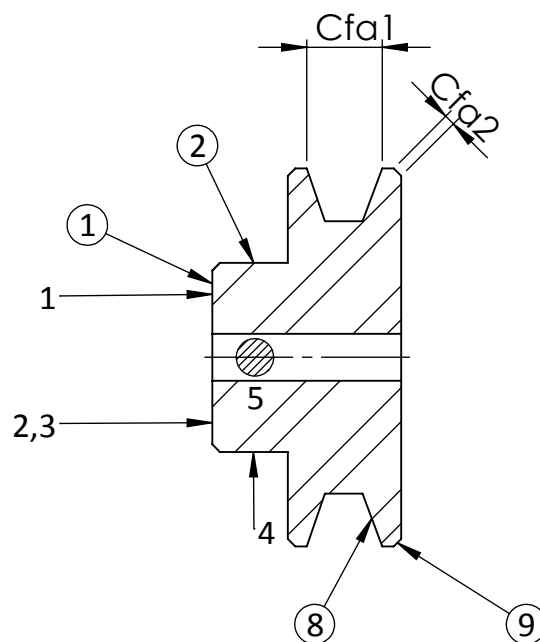
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Poulie menante		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 220:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur (1), en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur (2), en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 223:</b>          Rainurage de (7)</p> <p>Cfa1= 5          Cfa2= 7</p> <p>√3,2</p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b>          Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b>          Outil à rainurer</p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



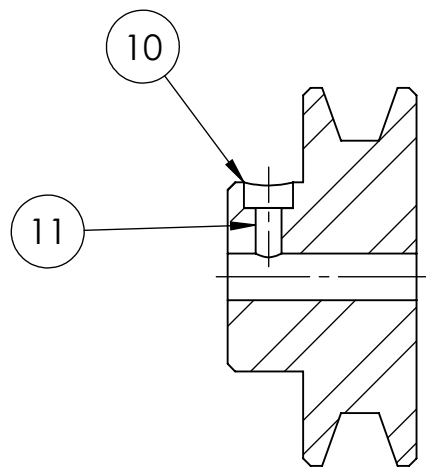
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Poulie menante		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 220:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur ①, en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur ②, en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 224:</b>          Réalisation de la forme conique ⑧          Cfa1= 10 , angle = 39,30°</p> <p><b>Opération 225:</b>          Chanfrin ⑨          Cfa2= 1.45°</p> <p><math>\sqrt{3,2}</math></p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b>          Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b>          Outil à filtrer</p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



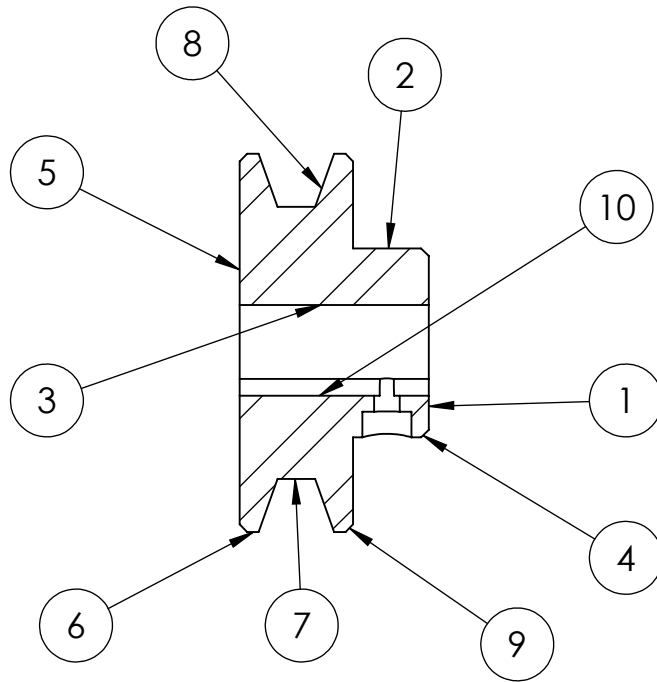
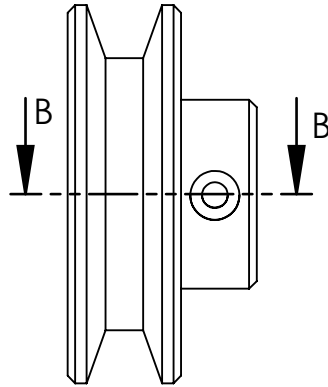
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Poulie menante		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
300	<b>Fraisage:</b> <b>sous phase 310:</b>  <b>Opération 311:</b> Perçage (10) $\phi$ 5 ( mis-plat)  <b>Opération 312:</b> Perçage (11) $\phi$ 2,5  <b>Opération 313:</b> Taraudage M3	Fraiseuse verticale	<b>-Moyens de prise:</b>  Etau mécanique Brides de fixation  <b>-Outils coupants:</b>  Foret $\phi$ 5 Foret $\phi$ 2,5 Tarauds M3	Pied à coulisse

Croquis de la pièce



### **7.3 Feuille d'analyse de fabrication de la poulie menée**

**.Repérage des surfaces élémentaire:  
2-Poulie menée:**



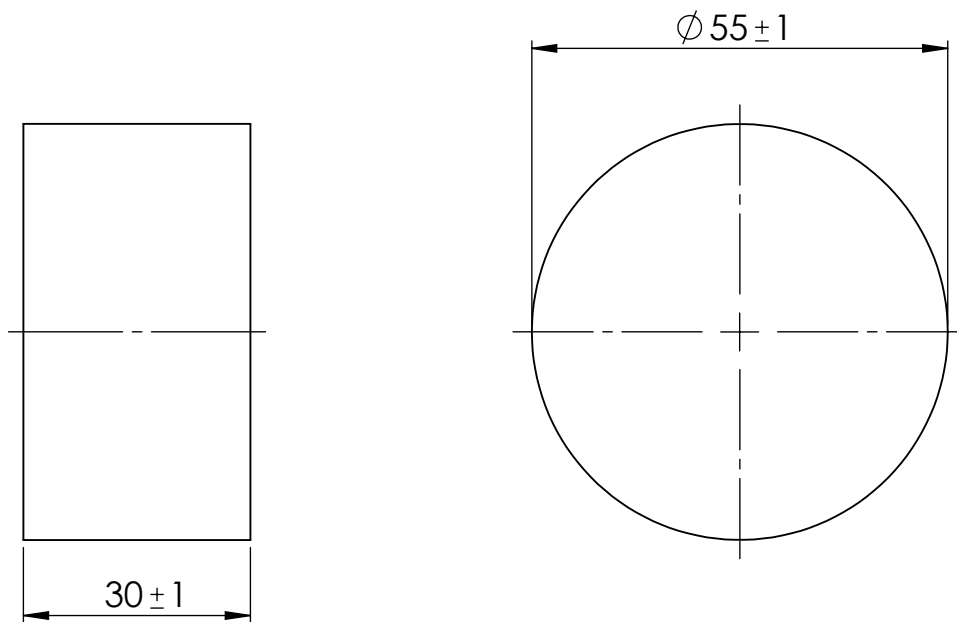
COUPE B-B

**Feuille d'analyse de fabrication:**

**2-Poulie menée:**

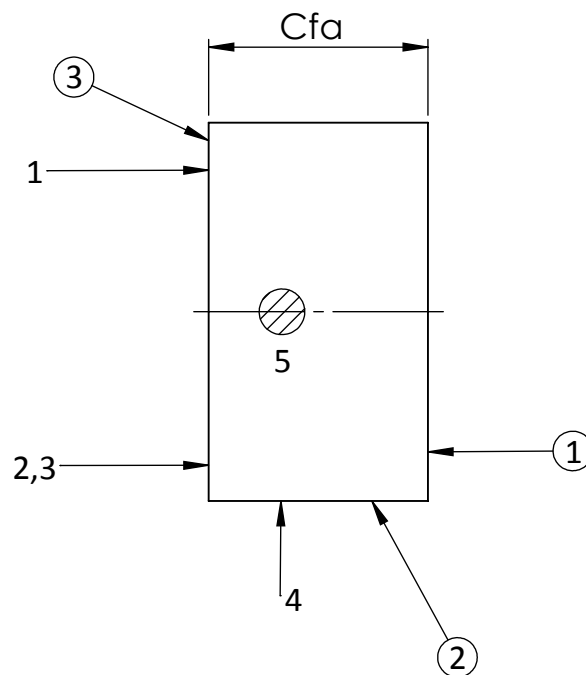
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion  <b>Organe:</b> Poulie menée		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium  <b>Brut:</b> Moulé  <b>Cadence:</b> Travail unitaire	
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Moyens de contrôles
100	Contrôle du brut	Scie mécanique	Règle graduée

Croquis de la pièce



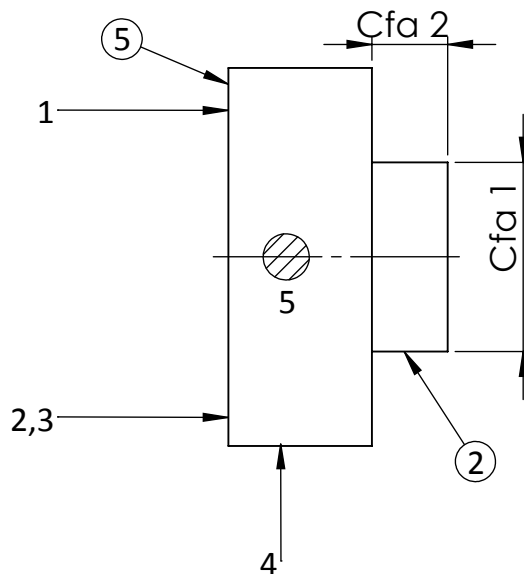
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Poulie menée		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 210:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur (5), en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur (2), en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 211:</b>          Dressage de (1), ébauche et finition          Cfa= 28</p> <p><math>\sqrt{3,2}</math></p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b>          Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b>          Outil à dresser</p>	Pieds à coulisse

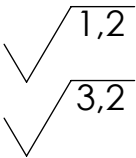
Croquis de la pièce



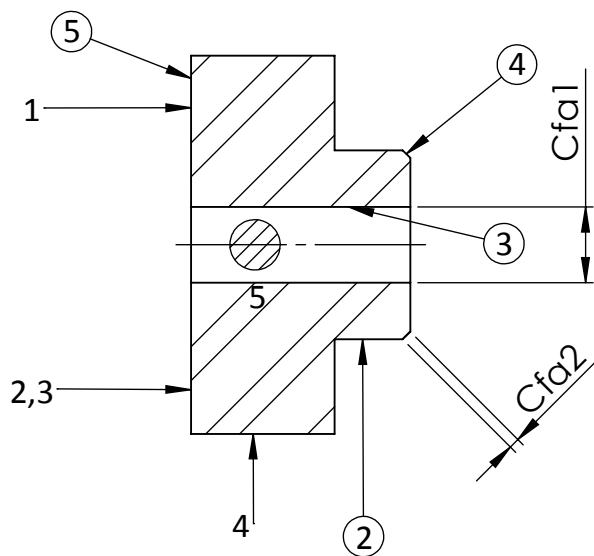
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Poulie menée		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 210:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur (5), en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur (2), en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 212:</b>          .Chariotage en (2), ébauche et finition</p> <p>Cfa1= <math>\varnothing 25</math></p> <p>Cfa2= <math>\sqrt[3,2]{10}</math></p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b> Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b> Outil à charioter</p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



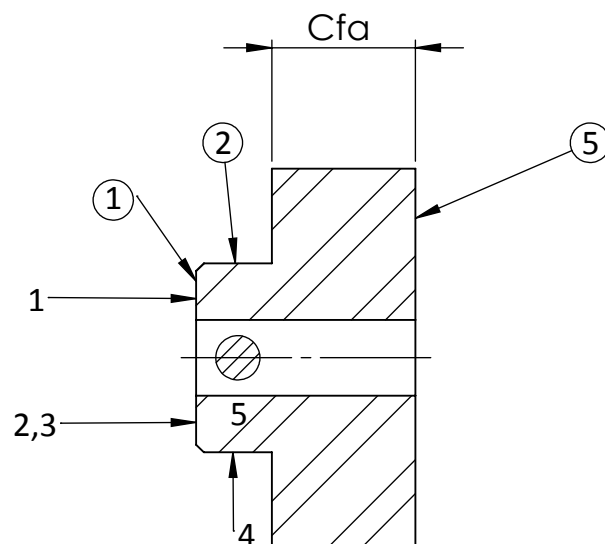
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Poulie menée		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 210:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur (5), en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur (2), en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 213:</b>          .Centrage avec foret          .Perçage de (3) <math>\varnothing 6</math>          .Alessage de (3), ébauche et finition          Cfa1= <math>\varnothing 10H7</math></p> <p><b>Opération 214:</b>          .Chanfrain (4)          Cfa2= <math>1 \times 45^\circ</math></p> 	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b> Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b>          .Foret à centrer <math>\varnothing 5</math>          .Foret à coque conique <math>\varnothing 6</math>          .Outil à aleser          .outil à dresser</p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



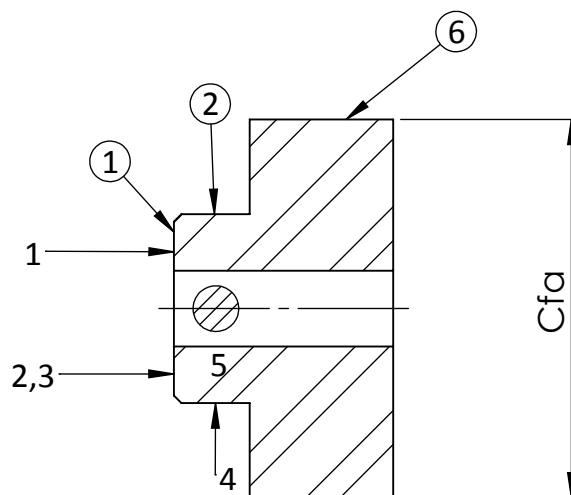
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Poulie menée		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 220:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur ①, en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur ②, en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 221:</b></p> <p>.Dressage de ⑤, ébauche et finition          Cfa= 15</p> <p><math>\sqrt{3,2}</math></p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b></p> <p>Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b></p> <p>.Outil à dresser</p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



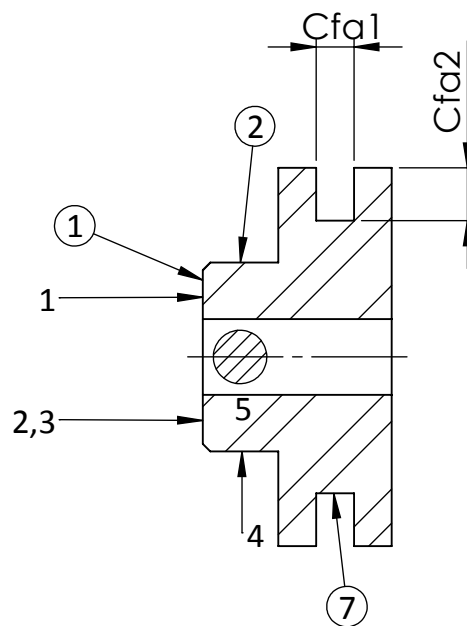
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Poulie menée		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 220:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur ①, en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur ②, en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 222:</b></p> <p>.Chariotage de ⑥, ébauche et finition          Cfa= 50</p> <p><math>\sqrt{3,2}</math></p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b> Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b> .Outil à charioter</p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



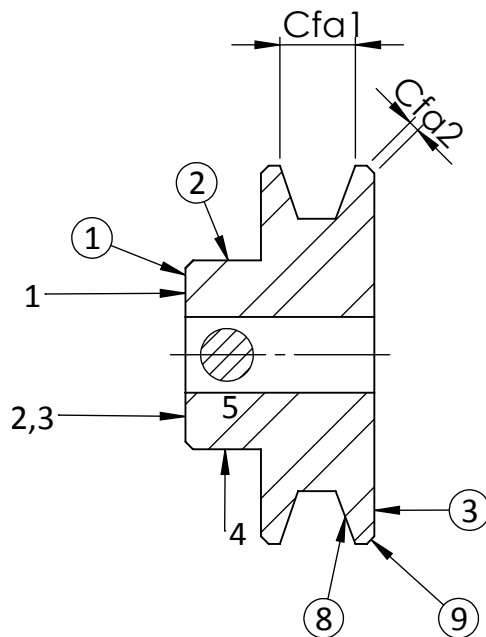
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Poulie menée		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 220:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur (1), en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur (2), en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 223:</b>          Rainurage de (7)</p> <p>Cfa1= 5          Cfa2= 7</p> <p><math>\sqrt{3,2}</math></p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b>          Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b>          Outil à rainurer</p>	Pieds à coulisse

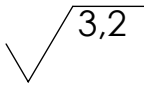
Croquis de la pièce



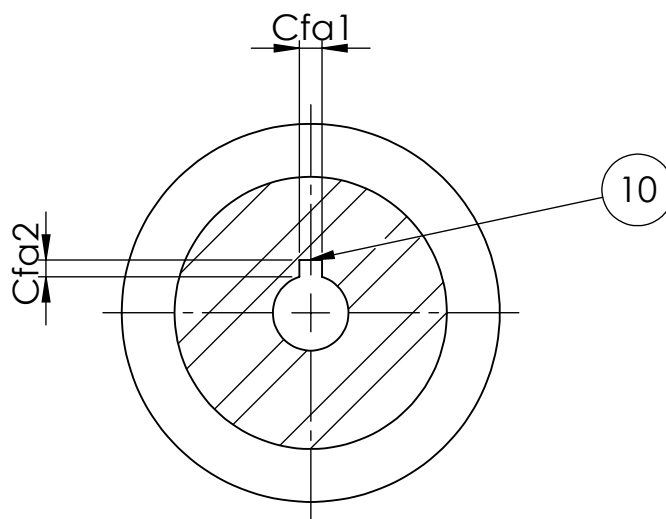
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Poulie menée		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 220:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur ①, en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur ②, en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 224:</b>          Réalisation de la forme conique ⑧          Cfa1= 10 , angle = 39,30°</p> <p><b>Opération 225:</b>          Chanfrin ⑨          Cfa2= 1x45°  <math>\sqrt{3,2}</math></p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b>          Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b>          Outil à filtrer</p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



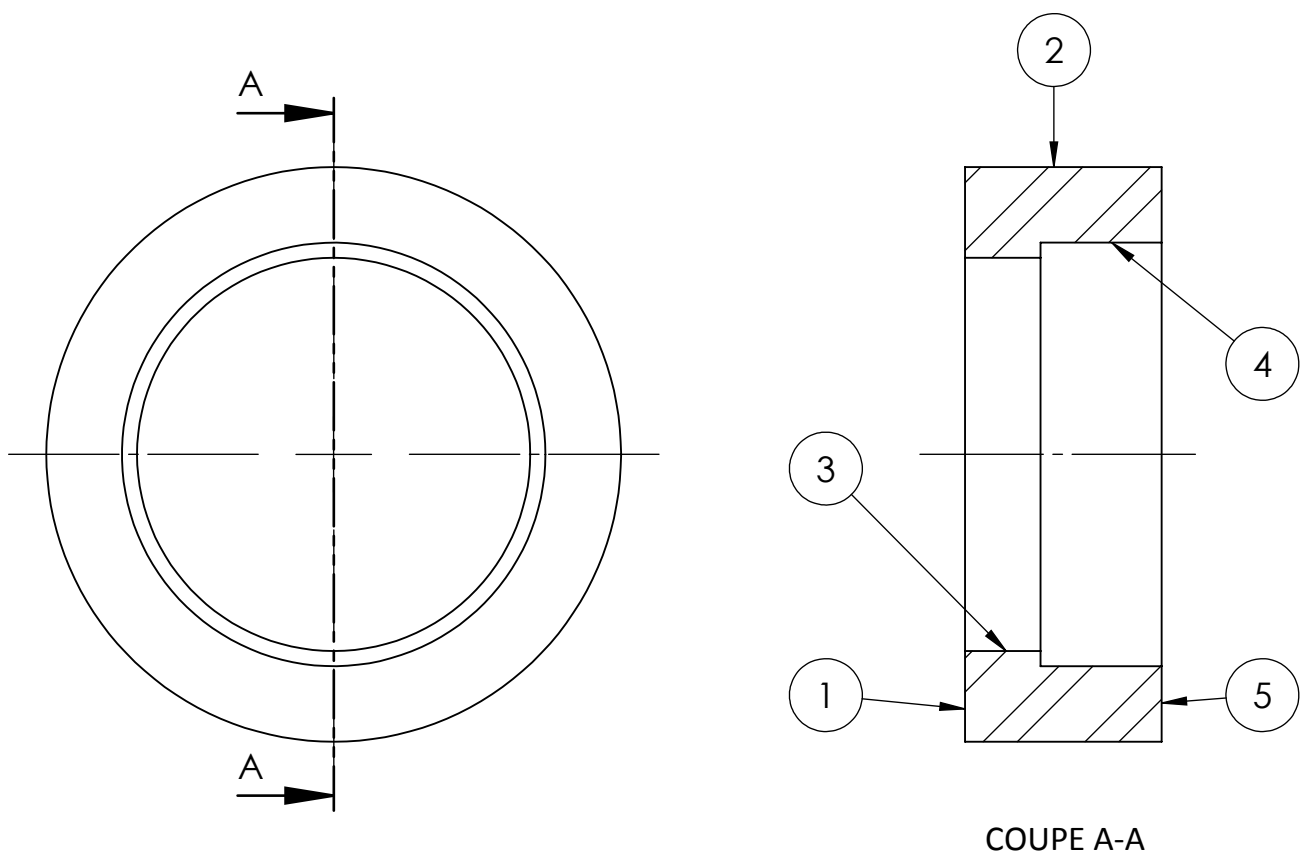
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Poulie menée		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
300	<b>Rabotage:</b> <b>sous phase 310:</b>  <b>Opération 311:</b> Réalisation de la clavette (10) Cfa1= 3 Cfa2= 2 	Fraiseuse verticale	<b>-Moyens de prise:</b> Etau mécanique Brides de fixation  <b>-Outils coupants:</b>	Pied à coulisse

Croquis de la pièce



## **7.4 Feuille d'analyse de fabrication de la bague fixation**

.Repérage des surfaces élémentaire:  
3-Bague de fixation:

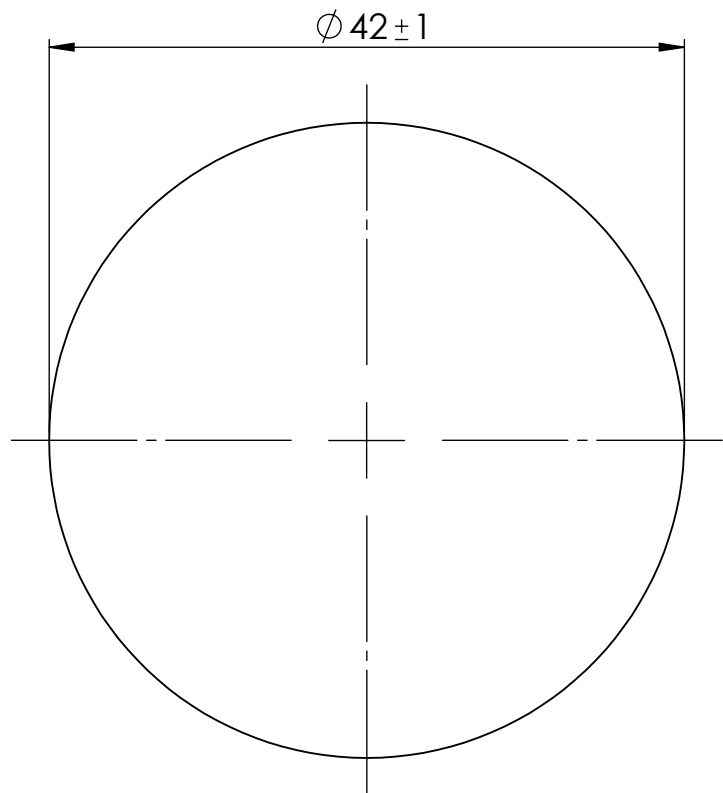
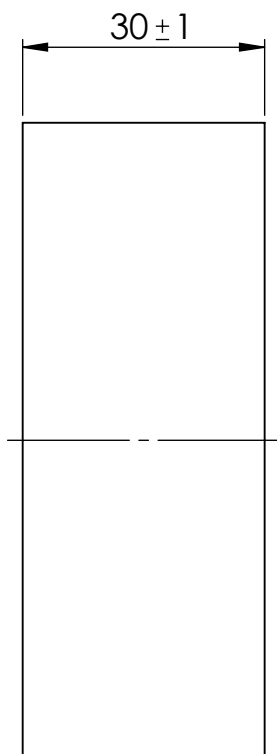


## Feuille d'analyse de fabrication:

### 3-Bague de fixation:

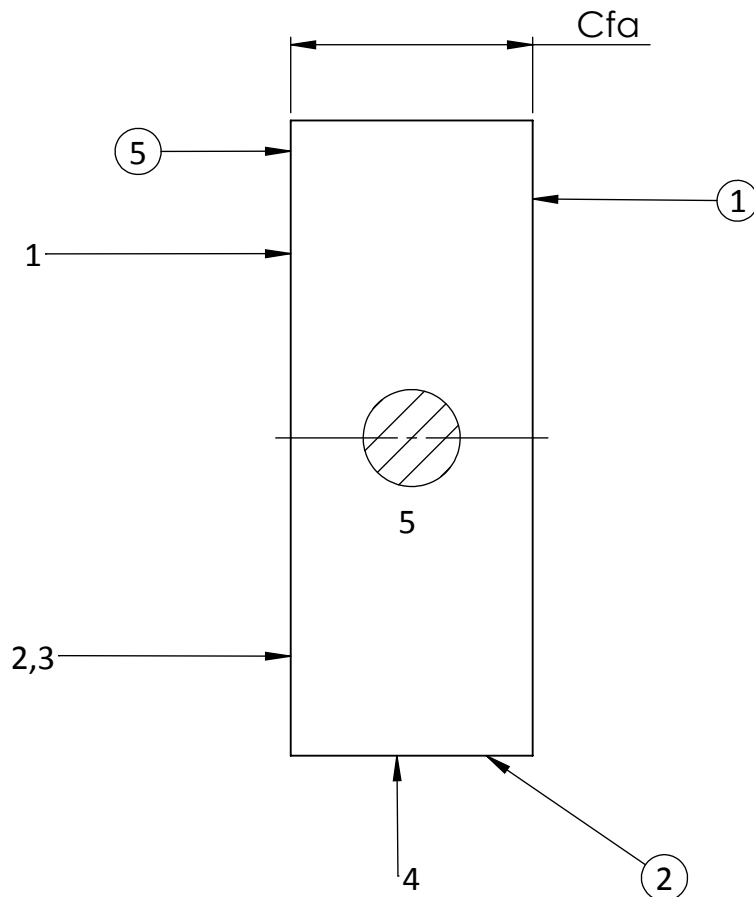
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion <b>Organe:</b> Bague de fixation		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium <b>Brut:</b> Moulé <b>Cadence:</b> Travail unitaire	
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Moyens de contrôles
100	Contrôle du brut	Scie mécanique	Règle graduée

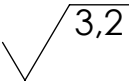
#### Croquis de la pièce



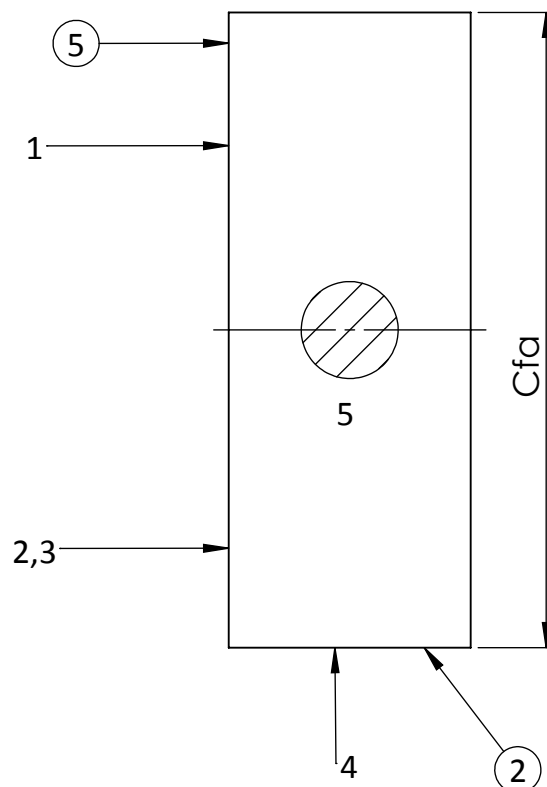
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> bague de fixation		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 210:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur (5), en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur (2), en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 211:</b>          Dressage de (1), ébauche et finition          Cfa= 28</p> <p><math>\sqrt{3,2}</math></p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b>          Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b>          Outil à dresser</p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



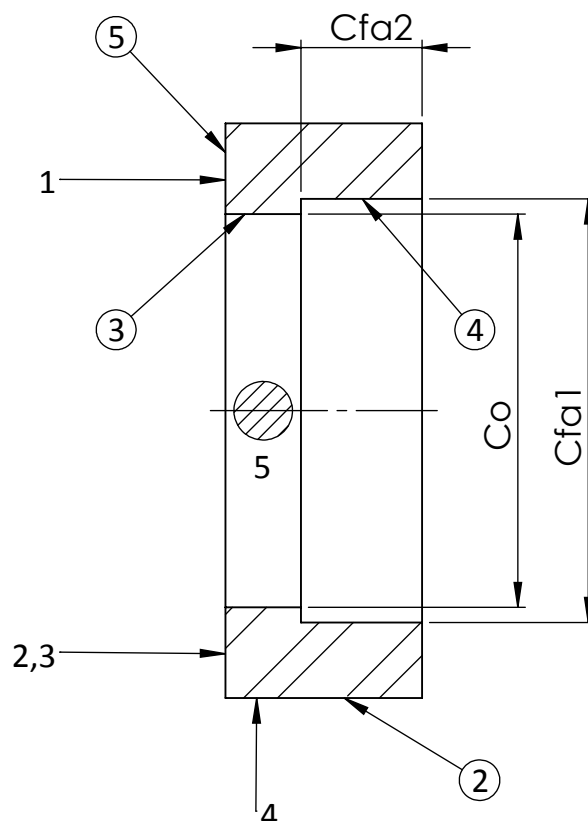
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> bague de fixation		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 210:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur (5), en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur (2), en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 212:</b>          Chariotage de (2), ébauche et finition          Cfa= 38p6</p> 	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b>          Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b>          Outil à charioter</p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



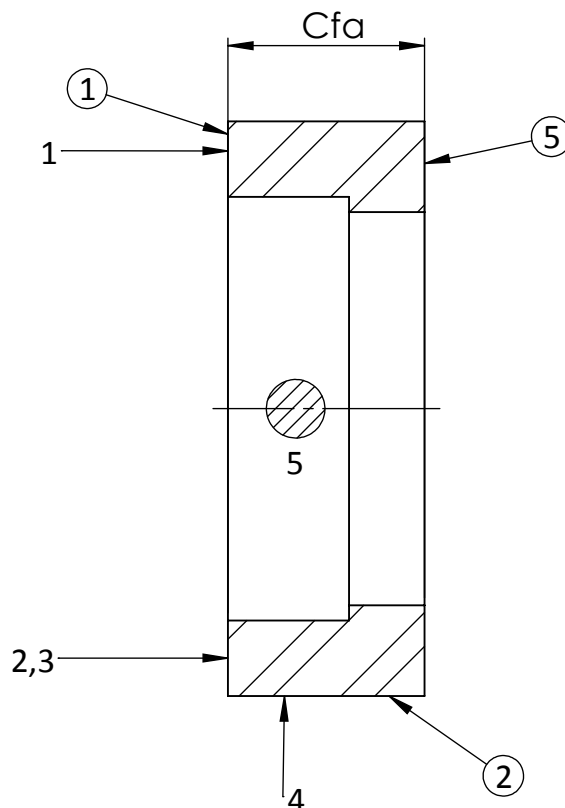
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> bague de fixation		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 210:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur (5), en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur (2), en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 213:</b>          Centrage avec foret à centrer          Perçage débouchant de (3) <math>co = \phi 26</math>          Alésage de (4), ébauche et finition  <math>Cfa1 = \phi 28 H7</math>  <math>Cfa2 = 8</math>  <math>\sqrt{1,2}</math></p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b> Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b> Foret à centrer <math>\phi 5</math> Foret à coque conique <math>\phi 26</math> Outil à aléser</p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



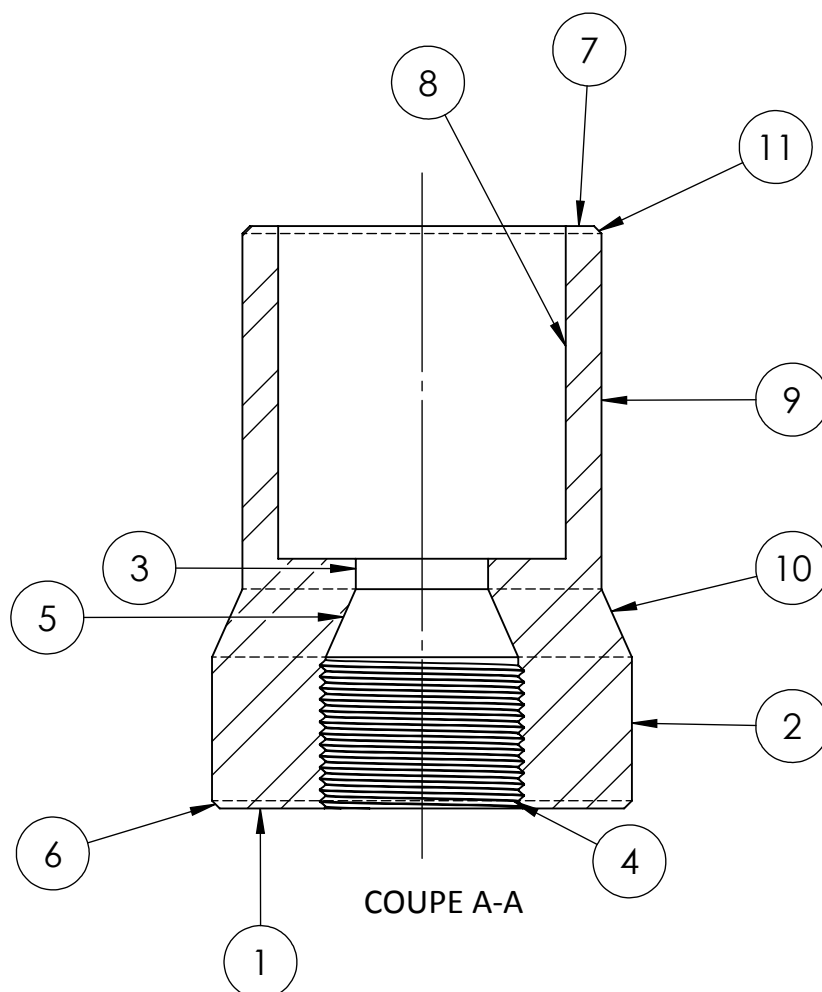
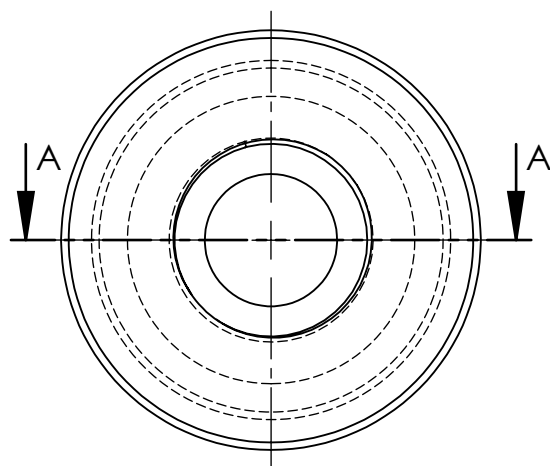
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> bague de fixation		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 220:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur ①, en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur ②, en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 221:</b>          .Dressage de ⑤, ébauche et finition          Cfa= 18</p> <p><math>\sqrt{3,2}</math></p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b> Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b> Outil à dresser</p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



## **7.5 Feuille d'analyse de fabrication de la pièce raccordée au fourreau**

**.Repérage des surfaces élémentaires:  
4-Pièce raccordée au fourreau:**

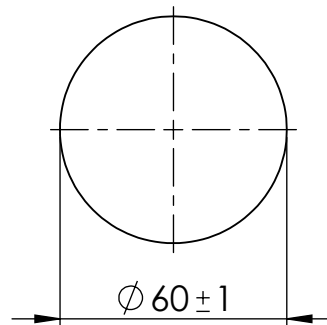
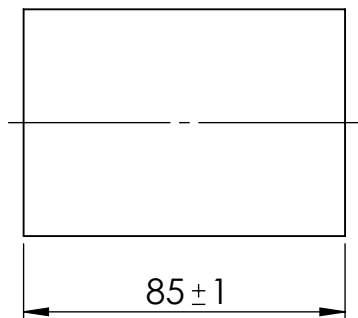


## Feuille d'analyse de fabrication:

### 4. Pièce raccordée au fourreau

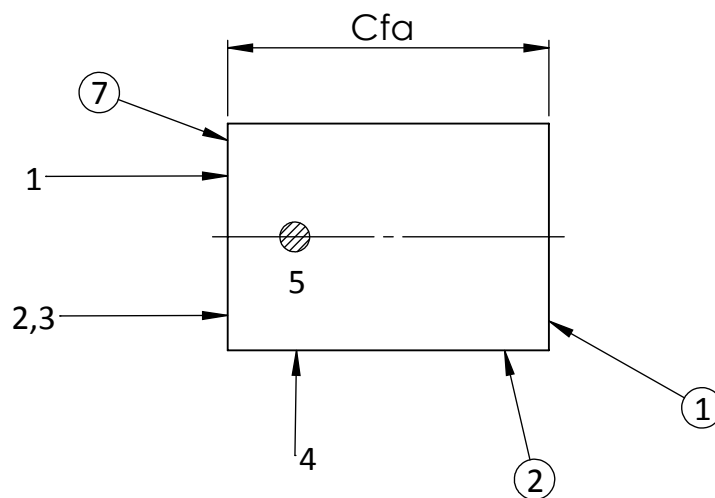
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium	
<b>Organe:</b> Pièce raccordée au fourreau		<b>Brut:</b> Moulé	
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire	
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Moyens de contrôles
100	Contrôle du brut	Scie mécanique	Règle graduée

Croquis de la pièce



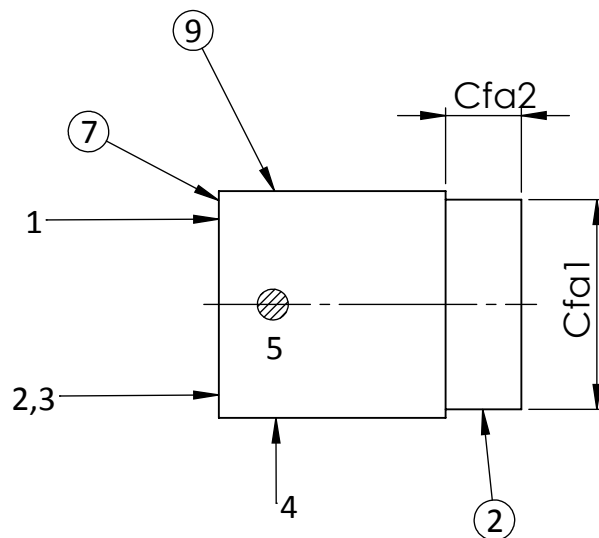
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Pièce raccordée au fourreau		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 210:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur (7), en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur (2), en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 211:</b>          Dressage de (1), ébauche et finition</p> <p>Cfa= 80</p> <p><math>\sqrt{3,2}</math></p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b>          Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b>          Outil à dresser</p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



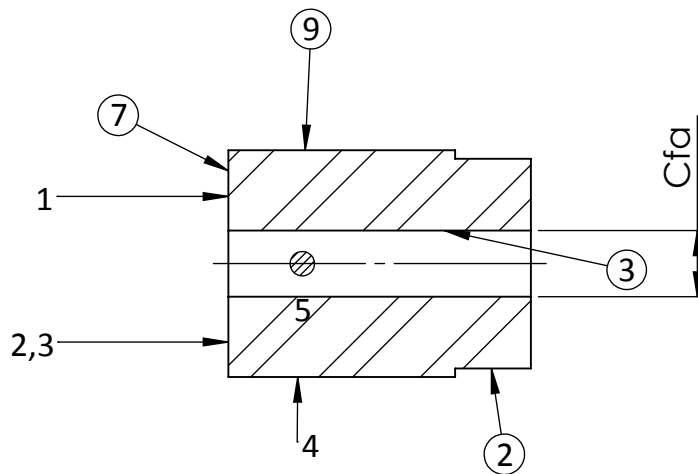
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Pièce raccordée au fourreau		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 210:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur (7), en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur (9), en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 211:</b>          Chariotage de (2), ébauche et finition</p> <p>Cfa1= <math>\varnothing 55</math></p> <p>Cfa2= 20  <math>\sqrt{3,2}</math></p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b>          Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b>          Outil à charioter</p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



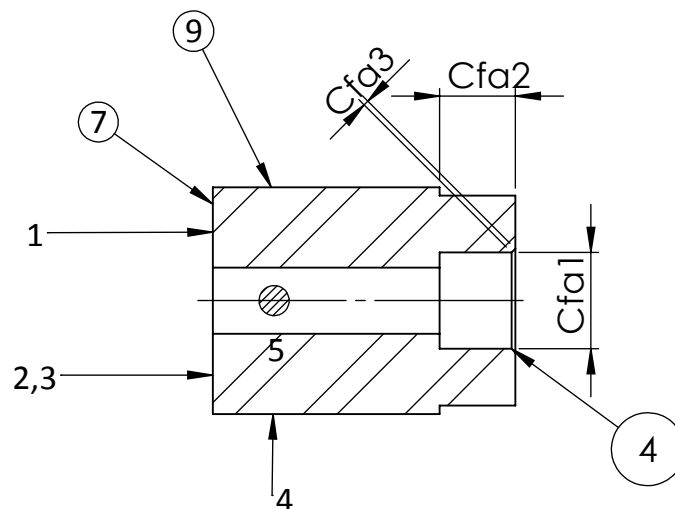
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Pièce raccordée au fourreau		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 210:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur (7), en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur (9), en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 213:</b>          Centragede          Perçage débouchant <math>\phi 12</math>          Alésage de (3), ébauche et finition          Cfa= <math>\phi 17,5</math></p> <p><math>\sqrt{3,2}</math></p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b></p> <p>Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b></p> <p>.Foret à centrer <math>\phi 5</math>          .Foret à coque conique <math>\phi 12</math>          .Outil à aléser</p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



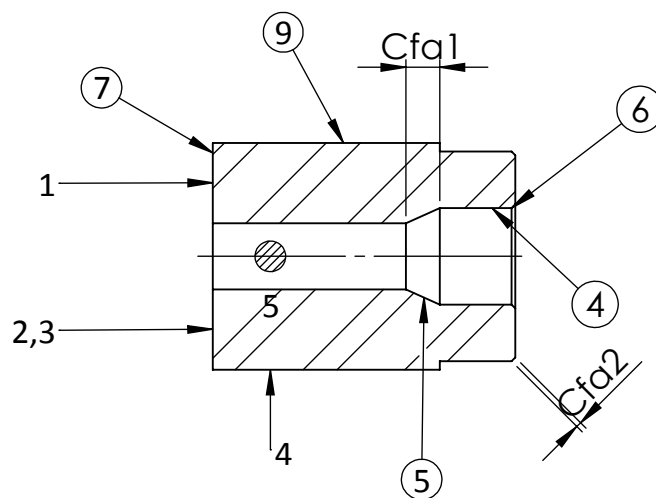
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion  <b>Organe:</b> Pièce raccordée au fourreau		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium  <b>Brut:</b> Moulé  <b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<b>Tournage:</b> <b>sous phase 210:</b>  Isostatisme définir par: .Appui plan sur (7), en 3 normales (1,2,3) .Centrage court sur (9), en deux normales (4,5) .Serrage concentrique.  <b>Opération 214:</b> Perçage $\varnothing 24$ sur L=20 Alésage de (4), ébauche et finition Cfa1= $\varnothing 25,50$ Cfa2= 20 <b>Opération 215:</b> Chanfrin (4) Cfa3= $1 \times 45^\circ$	Tour //	<b>-Moyens de prise:</b>  Mandrin trois mors  <b>-Outils coupants:</b> .Foret à coque conique $\varnothing 24$ .Outil à aléser .Outil à dresser	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



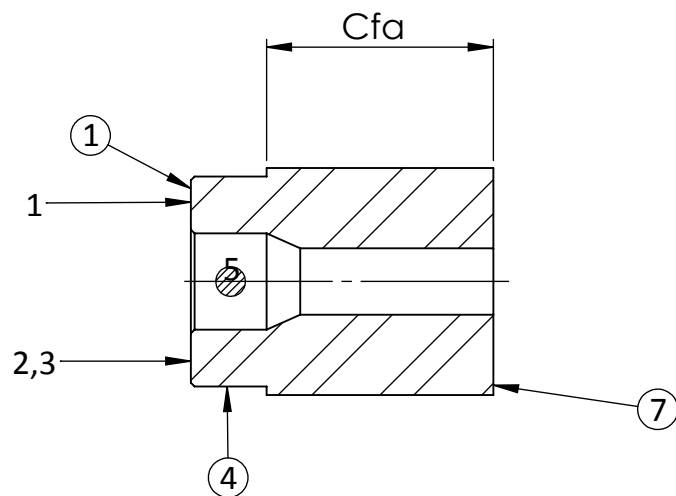
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Pièce raccordée au fourreau		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 210:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur (7), en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur (2), en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 216:</b>          Réalisation de la forme conique (5)          Cfa1= 9</p> <p><b>Opération 217:</b>          Chanfrin (6)          Cfa2= 1x45°</p> <p><b>Opération 218:</b>          Taraudage (4) M27</p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b></p> <p>Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b></p> <p>.Foret à coque conique          .Outil à aléser          .Outil à dresser</p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



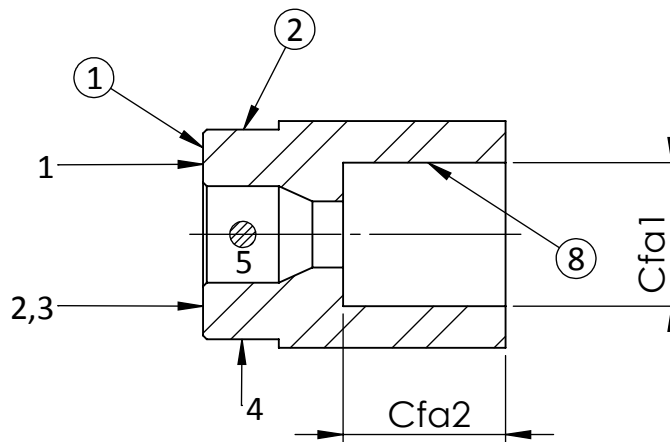
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Pièce raccordée au fourreau		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 220:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur ①, en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur ②, en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 221:</b>          Dressage de ⑦, ébauche et finition          Cfa= 57</p> <p><math>\sqrt{3,2}</math></p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b>          Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b>          .Outil à dresser</p>	Pieds à coulisse

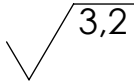
Croquis de la pièce



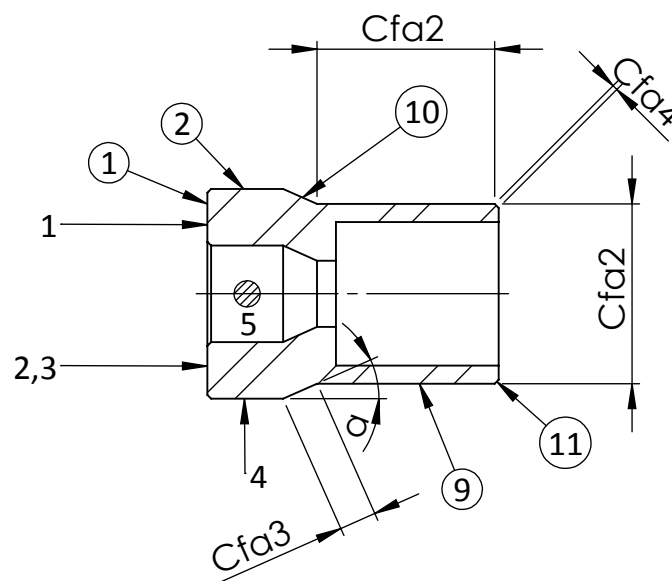
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Pièce raccordée au fourreau		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 220:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur ①, en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur ②, en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 222:</b>          Perçage <math>\varnothing 25</math> sur L= 43          Alésage de ⑧, ébauche et finition          Cfa1= <math>\varnothing 38H7</math>          Cfa2= 43</p> <p><math>\sqrt{1,2}</math></p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b> Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b>          .Foret à coque conique          .Outil à alésier</p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



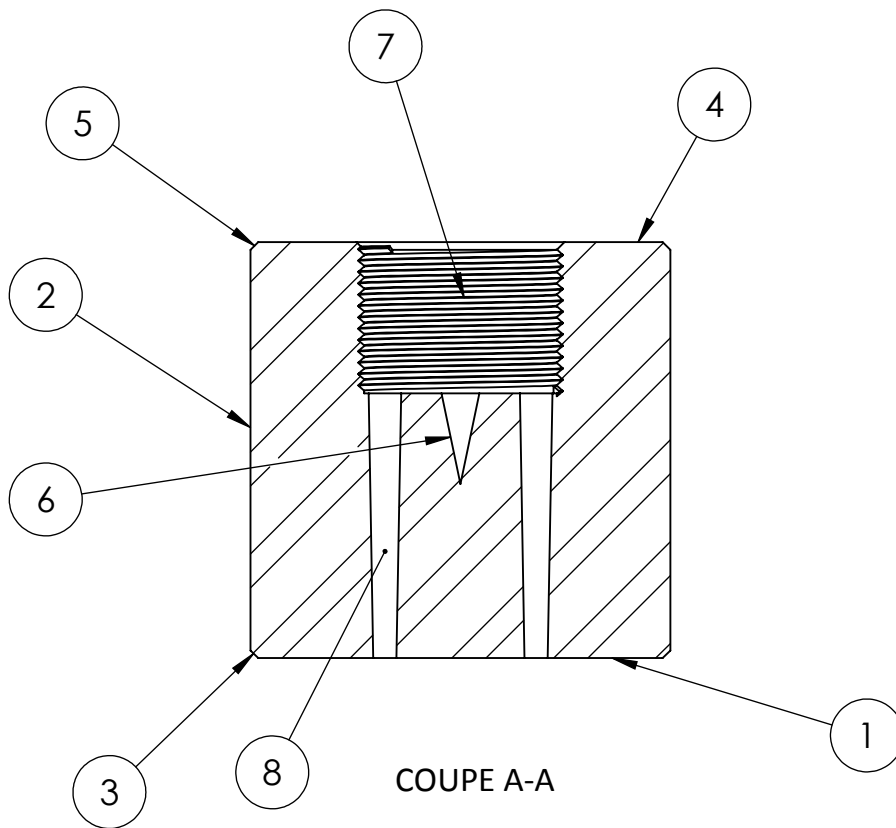
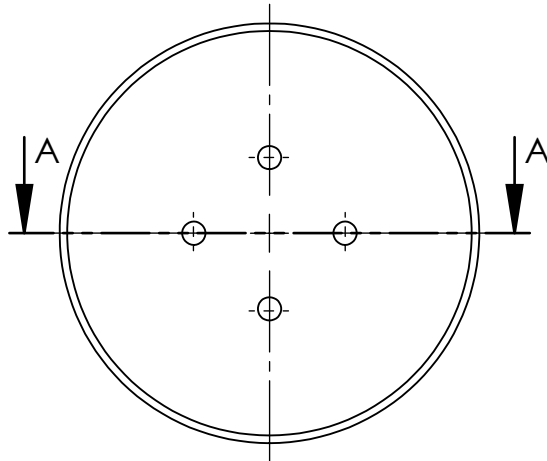
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Pièce raccordée au fourreau		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b>  <b>sous phase 220:</b>          Isostatisme définir par:          .Appui plan sur (1), en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur (2), en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.  <b>Opération 223:</b>          Chariotage de (9), ébauche et finition          Cfa1= 47,5          Cfa2= 48  <b>Opération 224:</b>          Réalisation de la forme conique (10)          Cfa3= 9 , Angle a= 23,95°  <b>Opération 225:</b>          Chanfrin (11)          Cfa4= 1x45°</p> 	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b>          Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b>          .Outil à charioter          .Outil à dresser</p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



## **7.6 Feuille d'analyse de fabrication de la filière**

**.Repérage des surfaces élémentaires:  
5-Filière**

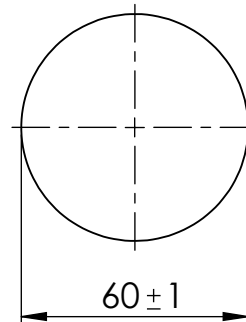
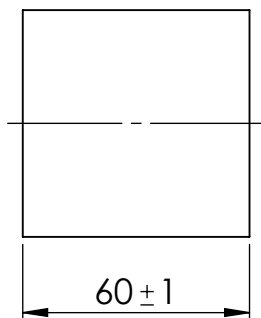


## Feuille d'analyse de fabrication:

### 5.Filière

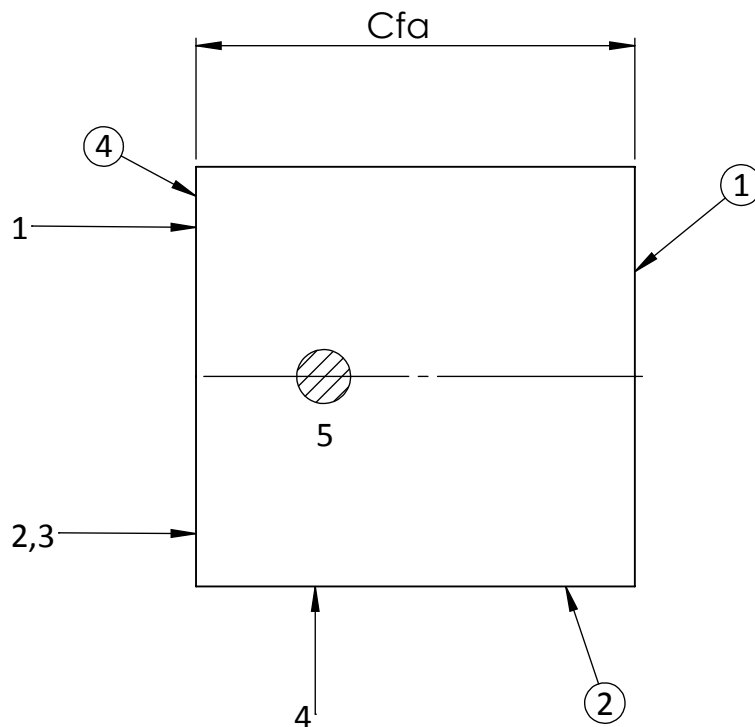
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion  <b>Organe:</b> Filière		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium  <b>Brut:</b> Moulé  <b>Cadence:</b> Travail unitaire	
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Moyens de contrôles
100	Contrôle du brut	Scie mécanique	Règle graduée

Croquis de la pièce



<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Filière		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 210:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur ④, en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur ②, en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique.</p> <p><b>Opération 211:</b>          Dressage de ①, ébauche et finition</p> <p>Cfa= 58</p> <p><math>\sqrt{3,2}</math></p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b>          Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b>          .Outil à dresser</p>	Pieds à coulisse

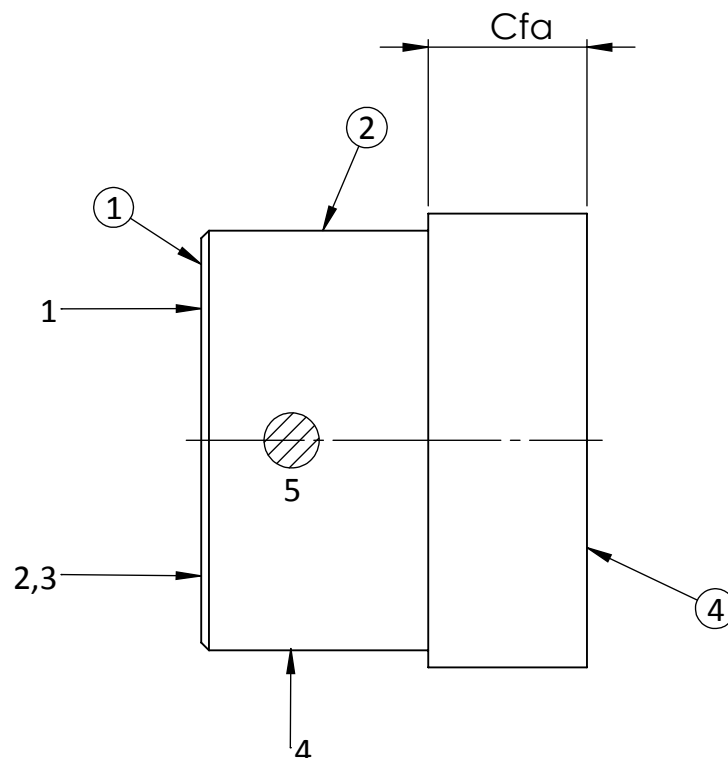
Croquis de la pièce





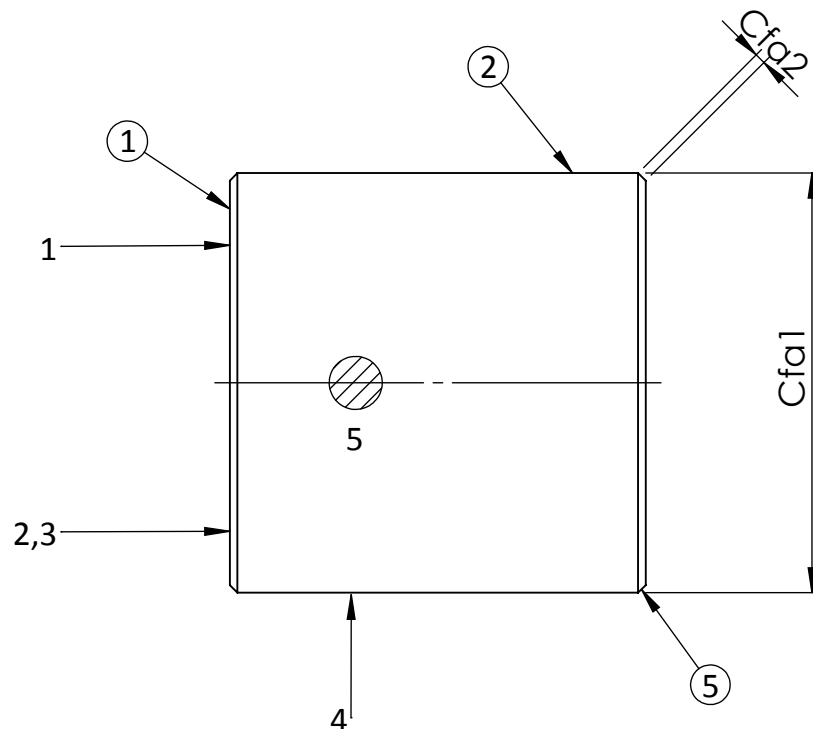
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Filière		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 220:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur (1), en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur (2), en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique          .Centrage</p> <p><b>Opération 221:</b>          Dressage de (4), ébauche et finition          Cfa= 25</p> <p><math>\sqrt{3,2}</math></p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b>          Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b>          .Outil à dresser</p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



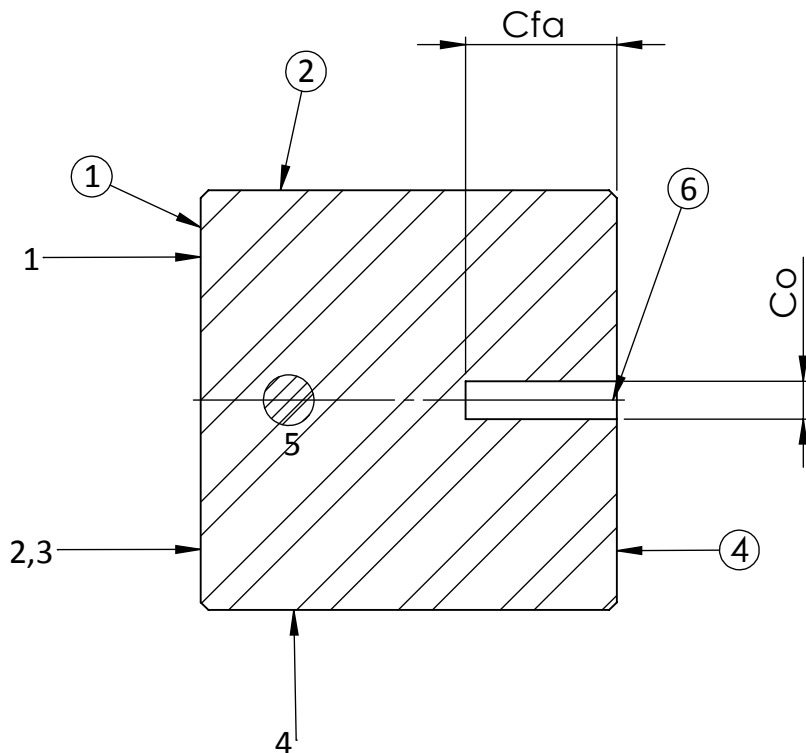
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Filière		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 220:</b> Isostatisme définir par: .Appui plan sur ①, en 3 normales (1,2,3) .Centrage court sur ②, en deux normales (4,5) .Serrage concentrique</p> <p><b>Opération 222:</b> Chariotage de ②, ébauche et finition Cfa1= <math>\varnothing 55</math></p> <p><b>Opération 223:</b> Chanfrin ⑤ Cfa3= <math>1 \times 45^\circ</math> <math>\sqrt{3,2}</math></p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b> Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b> .Outil à charioter</p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



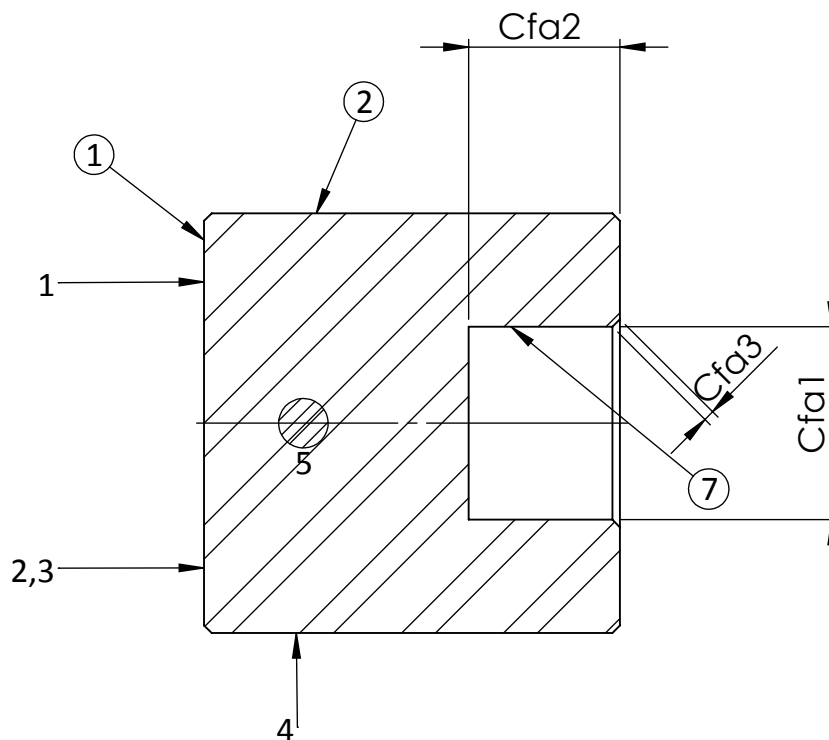
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Filière		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 220:</b></p> <p>Isostatisme définir par:          .Appui plan sur ①, en 3 normales (1,2,3)          .Centrage court sur ②, en deux normales (4,5)          .Serrage concentrique          .Centrage</p> <p><b>Opération 224:</b>          Centrage foret          Perçage de ⑥, Co= <math>\varnothing 5</math>          Cfa= 20</p> <p><math>\sqrt{3,2}</math></p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b> Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b>          .Foret à centrer          .Foret <math>\varnothing 5</math></p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



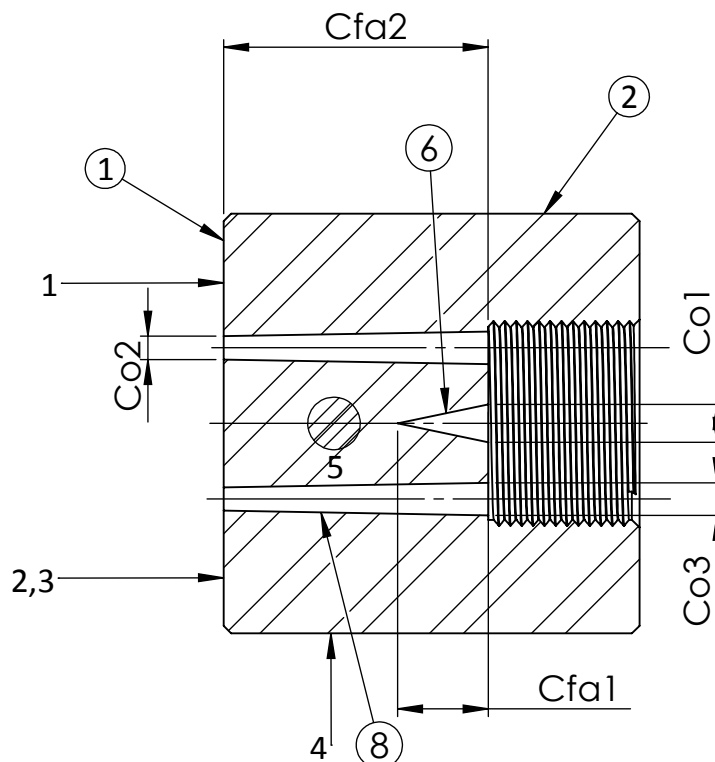
<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Filière		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b>  <b>sous phase 220:</b>  Isostatisme définir par:  .Appui plan sur (1), en 3 normales (1,2,3)  .Centrage court sur (2), en deux normales (4,5)  .Serrage concentrique  .Centrage</p> <p><b>Opération 225:</b>  Perçage Co= <math>\phi 20</math>  Alésage de (7), ébauche et finition  Cfa1= <math>\phi 25,5</math>  Cfa2= 20  Chanfrin  Cfa3= <math>1 \times 45^\circ</math></p> <p><b>Opération 226:</b>  Taraudage M27</p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b>  Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b>  .Foret <math>\phi 20</math>  .Outil à aléser  .Outil à dresser</p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



<b>Ensemble:</b> Dispositif d'extrusion		<b>Matière:</b> Alliage d'aluminium		
<b>Organe:</b> Filière		<b>Brut:</b> Moulé		
		<b>Cadence:</b> Travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p><b>Tournage:</b> <b>sous phase 220:</b> Isostatisme définir par: .Appui plan sur (1), en 3 normales (1,2,3) .Centrage court sur (2), en deux normales (4,5) .Serrage concentrique .Centrage</p> <p><b>Opération 227:</b> Perçage (6) Co1= <math>\varnothing 5</math> Cfa1= 12</p> <p><b>Opération 228:</b> Perçage (8) Co2= <math>\varnothing 3</math> Cfa2= 35 Co3= <math>\varnothing 5</math>, L=30</p> <p><math>\sqrt{1,2}</math></p>	Tour //	<p><b>-Moyens de prise:</b> Mandrin trois mors</p> <p><b>-Outils coupants:</b> .Foret à coque conique <math>\varnothing 3</math> .Foret à coque conique <math>\varnothing 5</math></p>	Pieds à coulisse

Croquis de la pièce



# Conclusion générale

## Conclusion générale

Les matériaux composites sont des matériaux à très hautes performances mécaniques, aujourd'hui ils se développent pratiquement dans tous les domaines et diverses réalisations des hautes technologies. Et il existe plusieurs procédés d'élaboration pour ces matériaux tels que l'injection plastique, l'extrusion, la compression à chaud etc., et cette élaboration comporte généralement trois étapes essentielles : le mélange, la polymérisation et la mise en forme.

L'objectif de notre travail de fin d'étude est de concevoir et réaliser une unité qui est une extrudeuse monovis, ce dispositif va permettre l'élaboration des matériaux composites en les mélangeant.

L'extrusion est le plus important des procédés de mise en forme des matériaux composites, une extrudeuse se compose principalement d'une ou deux vis sans fin tournant à l'intérieur d'un fourreau cylindrique régulé en température. Et le système vis-fourreau est responsable de ces fonctions : transport et malaxage de la matière, fusion de la matière grâce à une chaleur apportée et mise sous pression du polymère à sa transformation.

La conception des composants du dispositif a été faite par le logiciel de conception et de dessin assisté par ordinateur SolidWorks, en suivant des procédures qui déterminent les formes et les dimensions des pièces de notre extrudeuse. Pour la réalisation des différentes pièces a été faite au niveau de l'atelier technologique à Oued Aissi à l'aide des machines telles que le tour universel et la fraiseuse verticale.

Ce travail nous a permis de toucher à la conception et la réalisation d'un dispositif pour l'élaboration des matériaux composites en répondant aux exigences techniques et au maximum des conditions de fonctionnement de notre extrudeuse.

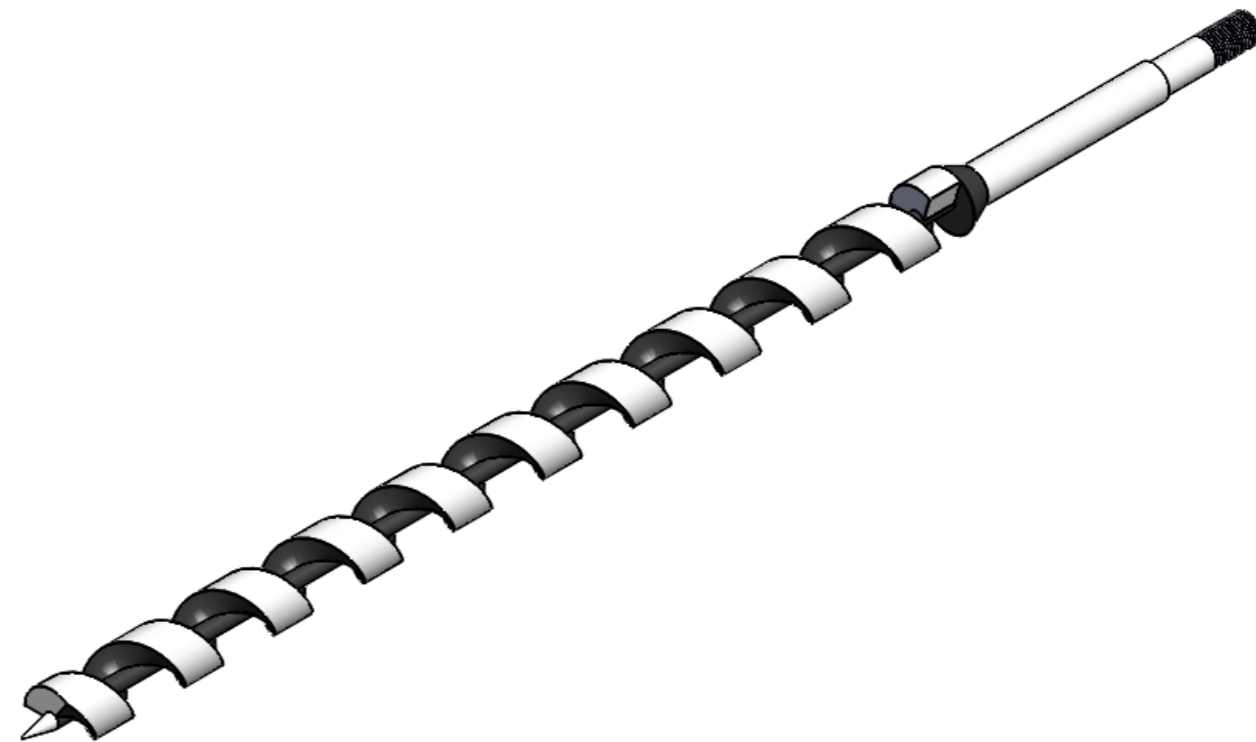
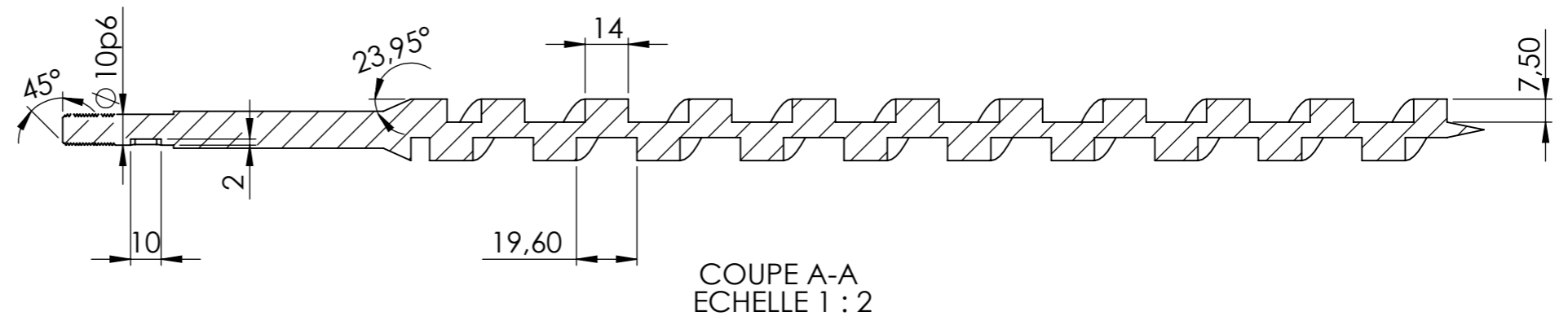
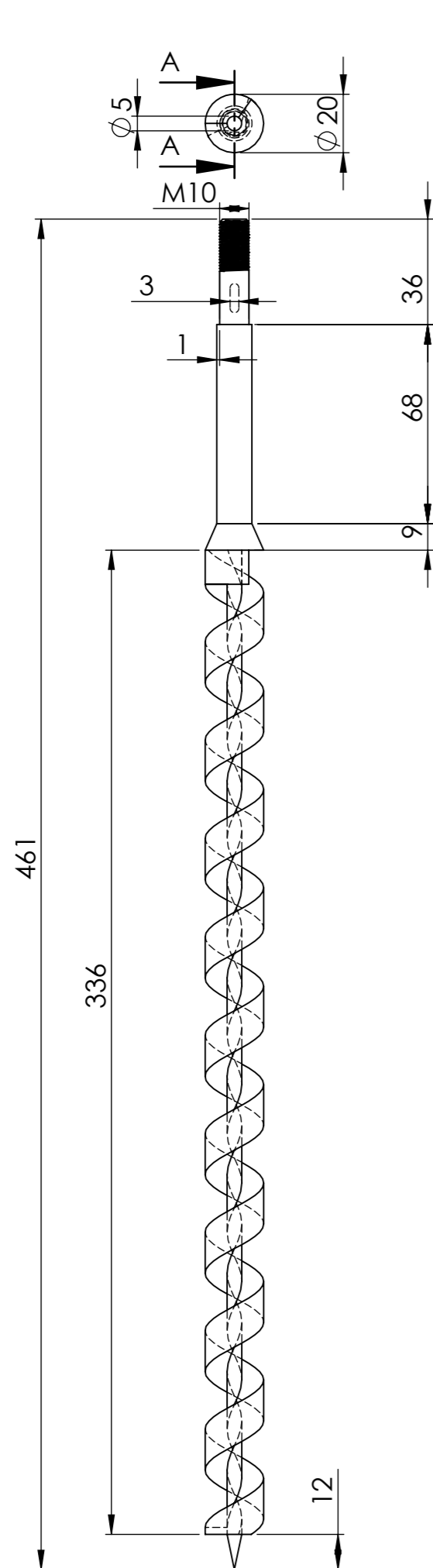
# Références bibliographiques

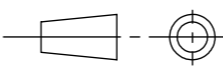
- [1] : Hasan aladad, Conception du système de fabrication de pièces mécaniques en grande série : formalisation de la configuration géométrique (enveloppe) et cinématique de machine-outil reconfigurable (MOR), thèse doctorat 2009.
- [2] : philippe boisseau, la conception mécanique, méthodologie et optimisation 2eme édition, dunod, paris, 2011, 2016.
- [3] : Fatima ezzahra benchaouia, conception et calcul du protecteur d'un disque frein avant, Projet de fin d'étude, 2016.
- [4] : Roland D. Well, conception des gammes d'usinage, revue technique d'ingénieur B7025.
- [5] : Stéphane grés, approche pour la conception de systèmes complexes, revue technique de l'ingénieur AG1560.
- [6] : Philippe Gérard, Analyse des décisions en conception, revue technique d'ingénieur. AG2220.
- [7] : Claude ferreboeuf, qualité en conception, revue technique d'ingénieur BM5010
- [8] : Bouziane Fatima Zohra, Rétro-conception du bras horizontal de robot manipulateur de la cellule flexible (Tlemcen), projet fin d'étude, 2013.
- [9] : pierre G, Lafleur, Bruno Vergnes, Extrusion des polymères, Lavoisier, Dunond, Paris, 2014.
- [10] : Niegen S, Technologie de l'extrusion, Appareillages, Procédés défauts d'extrusion, L'usine nouvelle, Dunond, Paris, 2006.
- [11] : Rudy Koopmans, revue technique d'ingénieur, AM3657.
- [12] : Bruno Vergnes, Stéphane Puissant, revue technique d'ingénieur, AM3650.
- [13] : Bruno et Marc Chpat, revue technique d'ingénieur, AM3653.
- [14] : Driss bendjaballah, analyse des plaques composites carbonées/époxyde sous l'effet, (Constantine) mémoire magistère, 2009.
- [15] : Bouzid Latifa, modélisation moléculaire des polymères PMMA-PS, mémoire magistère, 2012/2011.

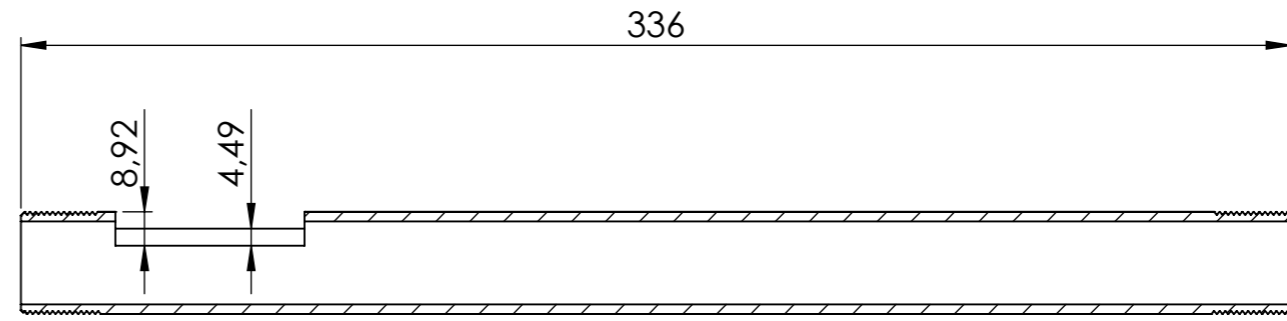
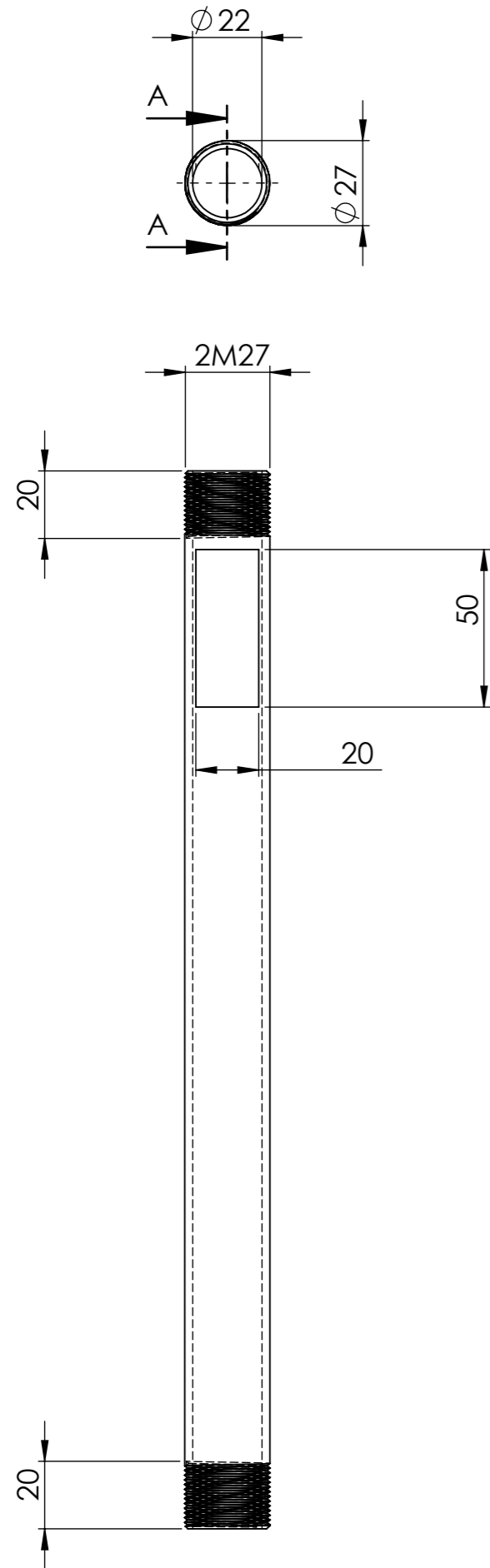
- [16] : Belkacemi Cherifa, étude expérimentale du comportement mécanique des stratifiés à renfort en matière végétale (Boumerdes), mémoire de magister, 2006.
- [17] : Pr. J. Lecomte-Beckers, physique des matériaux : partie polymères, chapitre 1 : introduction.
- [18] : ZOUBIR Bissa, Elaboration et caractérisation d'un matériau composite polymère-ZnO, mémoire de master, 2017.
- [19] : GHORZI Wissam, Etude de la diffusion des molécules de bas poids moléculaire dans des Réseaux de polymères acryliques (Tlemcen), mémoire License, 2011-2012.
- [20] : ATMANI ABDERAOUF, comportement mécanique en traction monotone d'un polymère associé au carbonate de calcium (PEHD 5502/CaCO<sub>3</sub>), mémoire de master (Annaba), 2016/2017.
- [21] : COMMISSION EUROPÉENNE, Fabrication des polymères, Document de référence sur les meilleures techniques disponibles, 2007.
- [22] : P. WEISS, la chimie des polymères, Support de Cours (Version PDF), Société Francophone de Biomatériaux Dentaires, © Université Médicale Virtuelle Francophone, 2009-2010.
- [23] : Gilbert TEYSSÈDRE et Colette LACABANNE, Caractérisation des polymères par analyse thermique, revue Techniques de l'Ingénieur, P3770.
- [24] : P. HEIM et L. HYM, Polystyrène et copolymères de styrène, revue technique de L'ingénieur, AM 3340.
- [25] : Jean-Marie Berthelot, Matériaux composites, comportement mécanique et analyse des structures, © Lavoisier, 2005.
- [26] : Jérémie AUCHER, Etude comparative du comportement de composites à Thermoplastique ou thermodurcissable, thèse doctorat 2009.
- [27] : Bakhouché BOCHRA, Caractérisation d'un matériau composite stratifié à fibre de /époxy en flexion 3 points statique (Annaba), mémoire de master, 2018.
- [28] : HADDADI Manel, Etude numérique avec comparaison expérimentale des propriétés Thermo physiques des matériaux composites à matrice polymère (Batna), mémoire de master, 2011.
- [29] : Patrick PARNEIX et Dominique LUCAS, Les matériaux composites en construction navale militaire, Techniques de l'Ingénieur, AM5660.
- [30] : KHALDOUNE Abdo raouf, Effet des paramètres d'élaboration sur le comportement Mécanique d'un bio-composites, mémoire de fin d'étude, 2016.

[31] : Michel CHATAIN, Matériaux composites : présentation générale, Techniques de l'Ingénieur, AM5000.

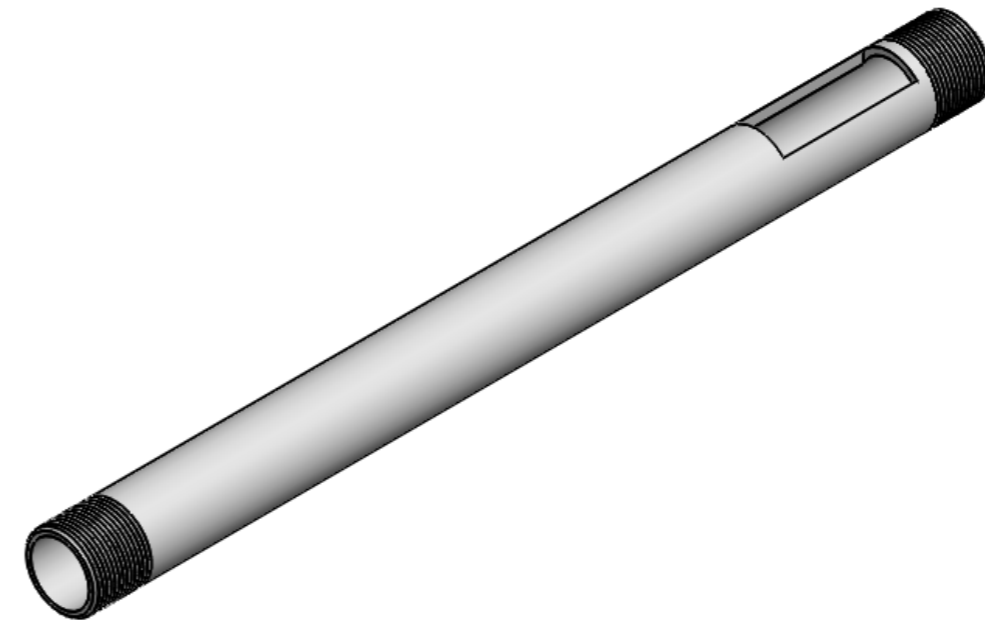
[32] : cours du bureau des méthodes, deuxièmes années master, Fabrication mécanique et productrice, université mouloud Mammeri, tizi ousou.

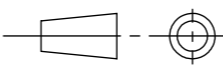


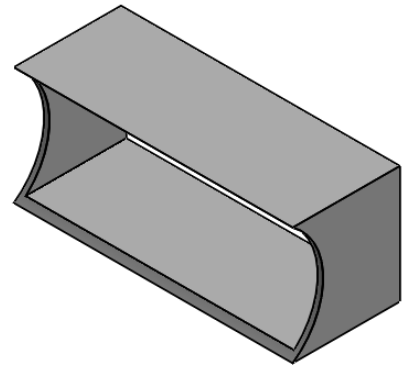
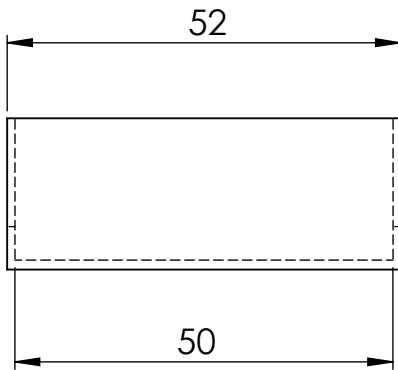
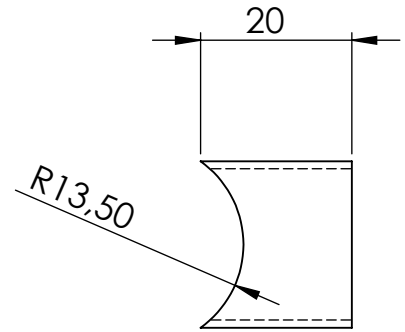
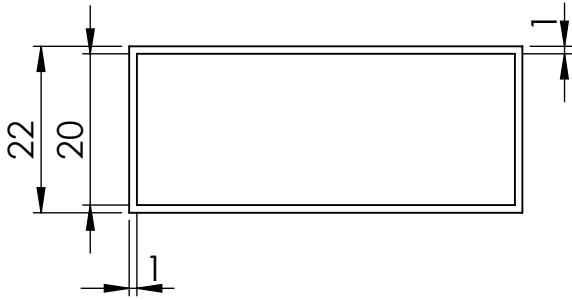
Rep	Nbr	Designation	Matière	Observation
1	1	Vis d'extrusion	Acier	
Echelle:1/2		DISPOSITIF D'EXTRUSION		Réalisé par: KERRICHE.A DJEBARI.H
				Projet de fin d'étude
A3		Faculté du génie de la construction département génie mécanique université mouloud mammeri tizi ouzou		19-11-2019



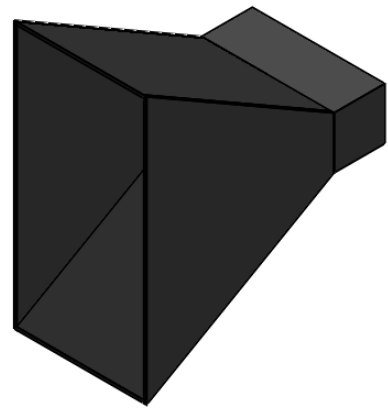
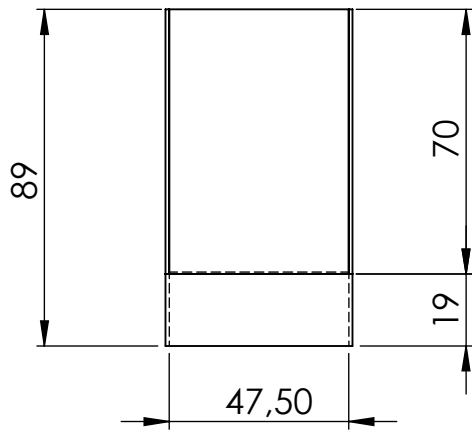
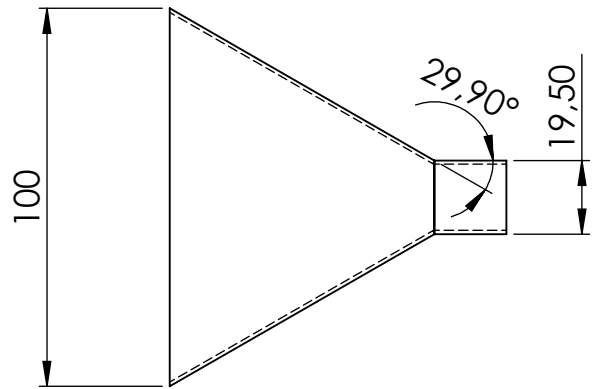
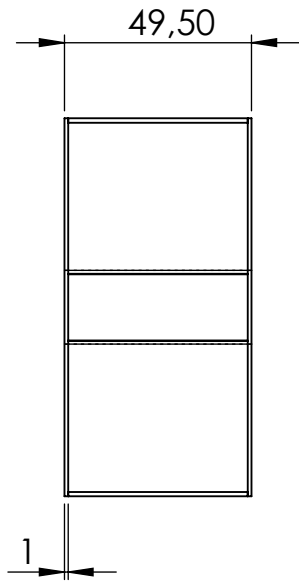
COUPE A-A



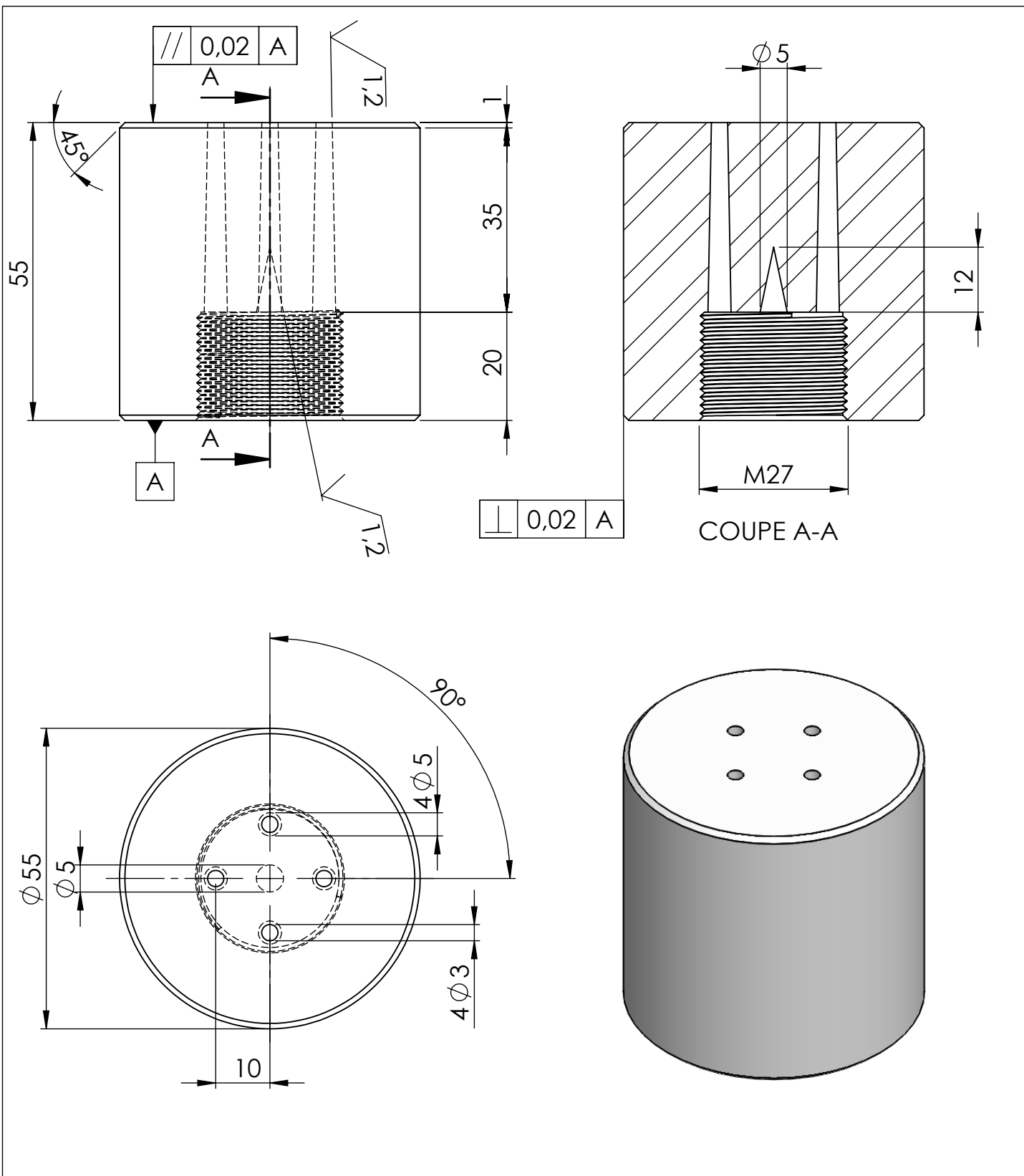
Rep	Nbr	Designation	Matière	Observation
2	1	Fourreau	Acier	
Echelle:1/2		<b>DISPOSITIF D'EXTRUSION</b>		Réalisé par: KERRICHE.A DJEBARI.H
				Projet de fin d'étude
A3				Faculté du génie de la construction département génie mécanique université mouloud mammeri tizi ousou

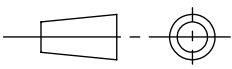


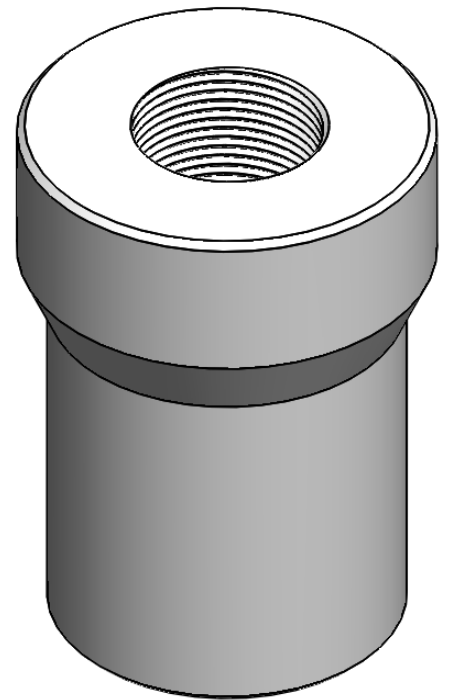
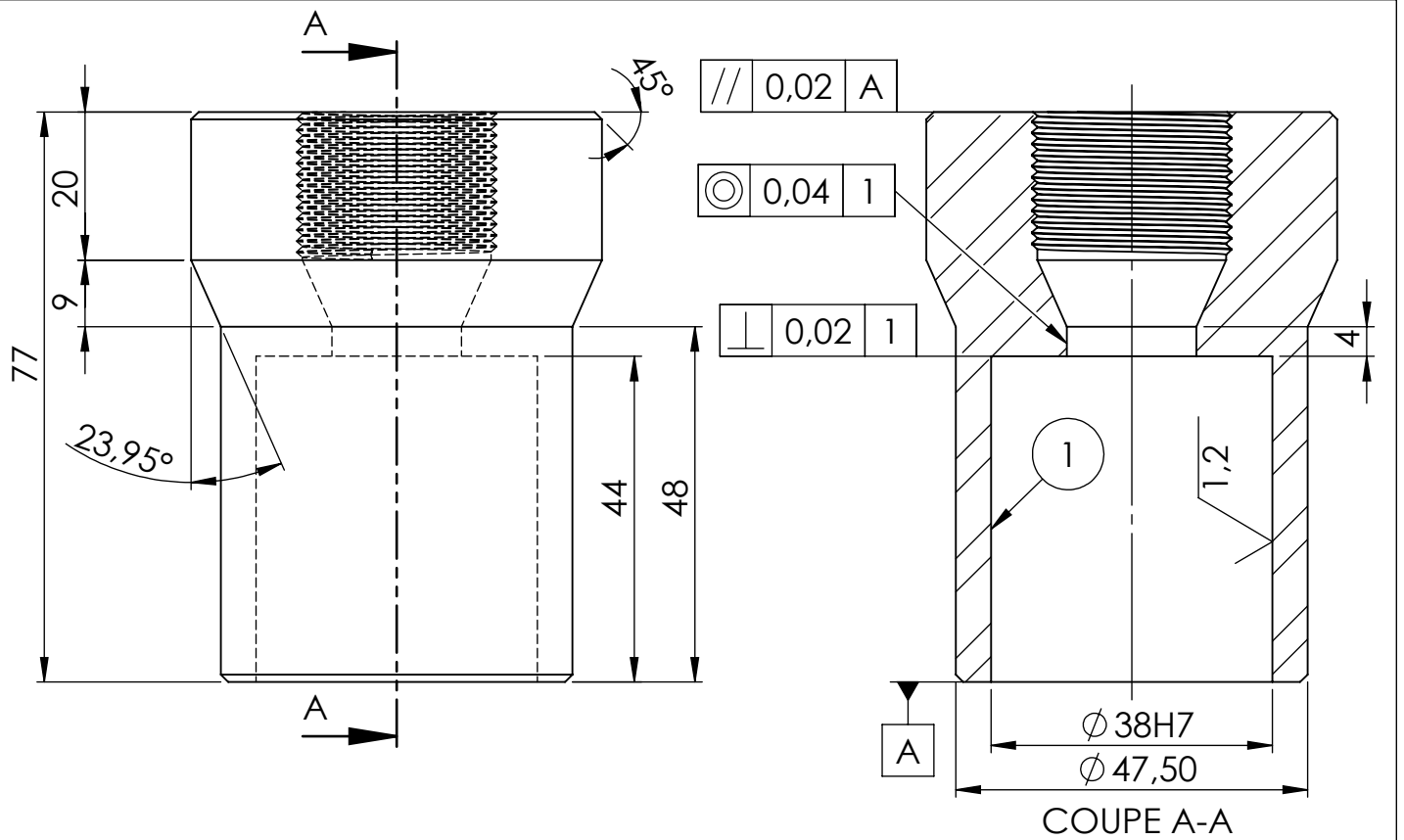
Rep	Nbr	Designation	Matière	Observation
3	1	Support trémie	Acier	
Echelle:1/1		<b>DISPOSITIF D'EXTRUSION</b>		Réalisé par: <b>KERRICHE.A DJEHARI.H</b>
				Projet de fin d'étude
<b>A4</b>		Faculté du génie de la construction département génie mécanique université mouloud mammeri tizi ouzou		<b>19-11-2019</b>



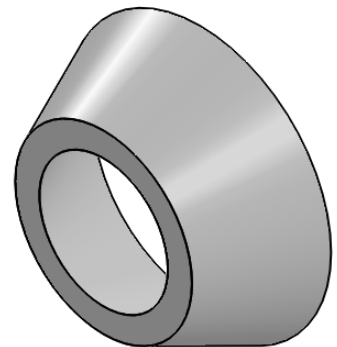
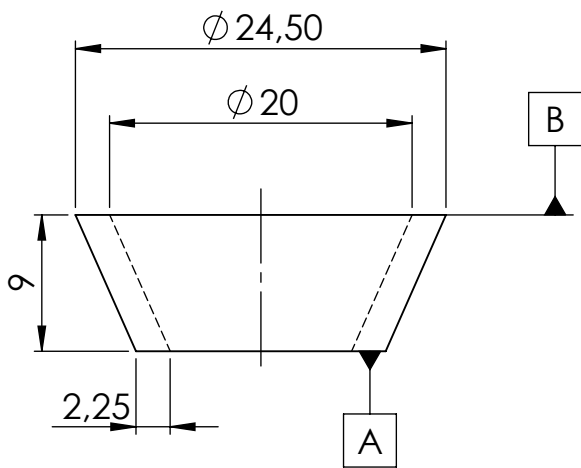
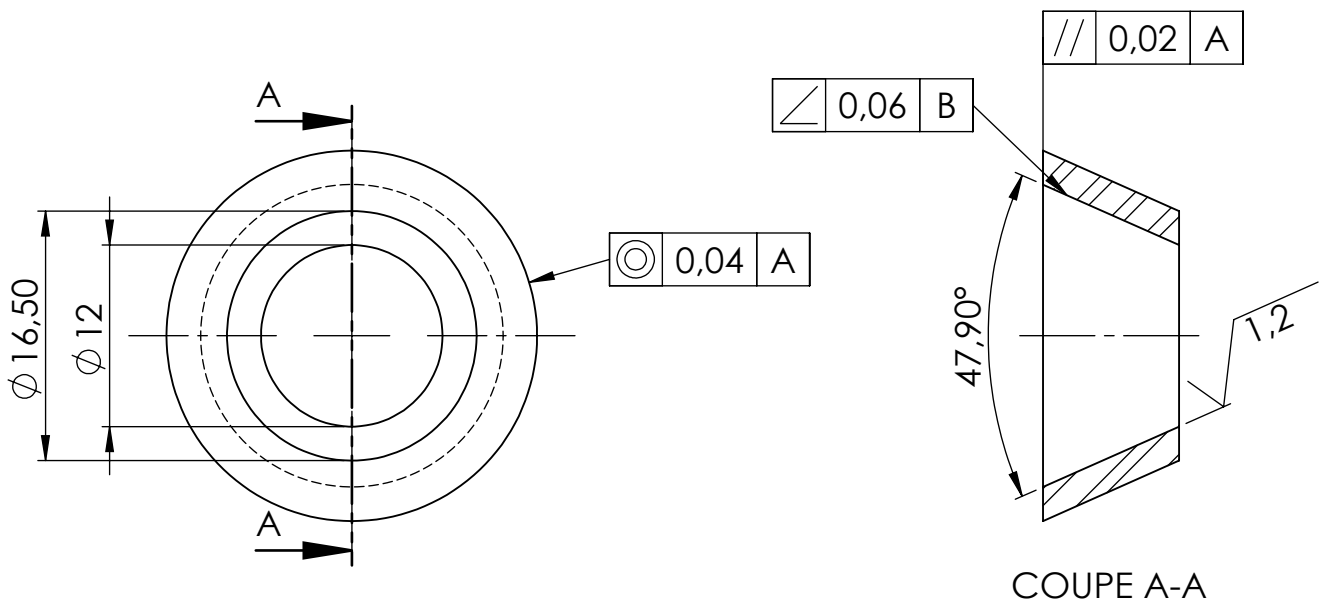
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
4	1	Trémie	Acier	
Echelle:1/2		<b>DISPOSITIF D'EXTRUSION</b>		Réalisé par: <b>KERRICHE.A DJEHARI.H</b>
				Projet de fin d'étude
<b>A4</b>		Faculté du génie de la construction département génie mécanique université mouloud mammeri tizi ousou		<b>19-11-2019</b>



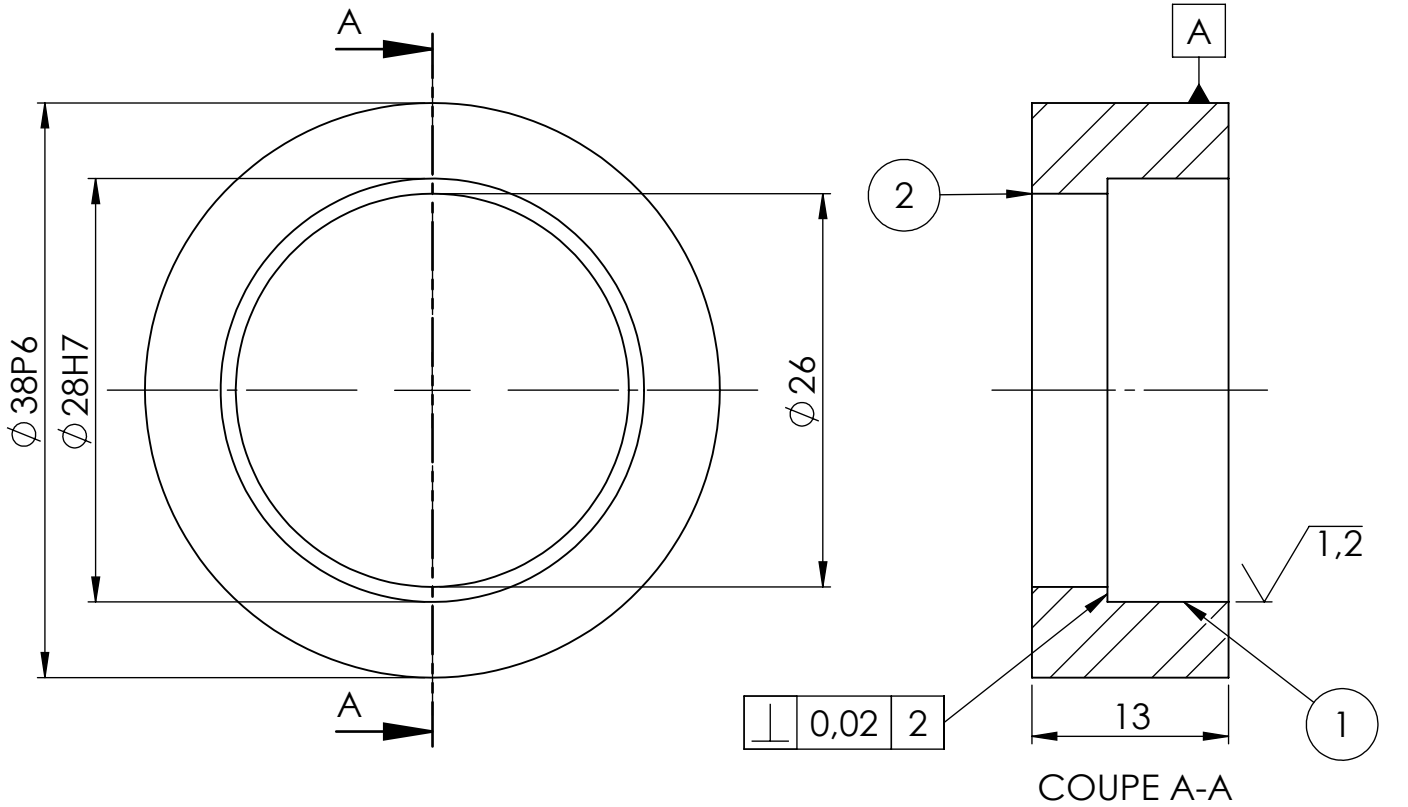
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
5	1	Filière	Alliage d'aluminium	Intervalle de tolérance générale=0,2 . Etat de surface 3,2 sauf indication
Echelle:1/1		DISPOSITIF D'EXTRUSION		Réaliser par: KERRICHE.A DJEARI.H
				Projet de fin d'étude
A4		Faculté du génie de la construction département génie mécanique université mouloud mammeri tizi ousou	19-11-2019	



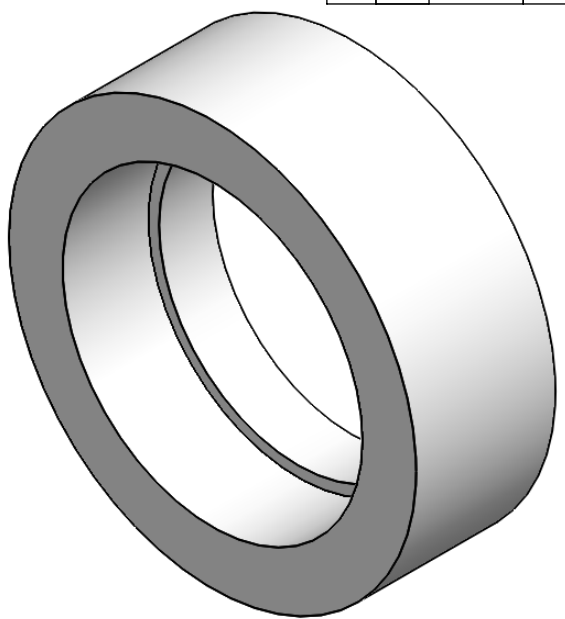
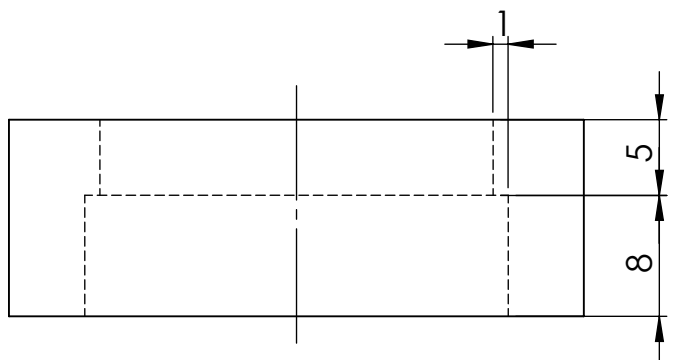
Rep	Nbr	Designation	Matière	Observation
6	1	Pièce raccordée au fourreau	Alliage d'aluminium	Intervalle de tolérance général=0,2 . Etat de surface 3,2 sauf indication
Echelle:1/1		DISPOSITIF D'EXTRUSION		Réalisé par: KERRICHE.A DJEBAI.H
				Projet de fin d'étude
A4		Faculté du génie de la construction département génie mécanique université mouloud mammeri tizi ouzou		19-11-2019



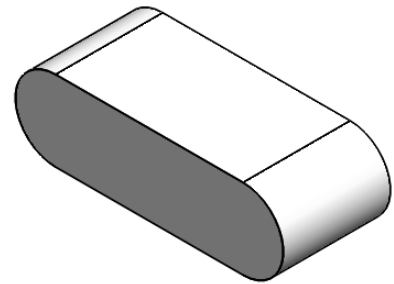
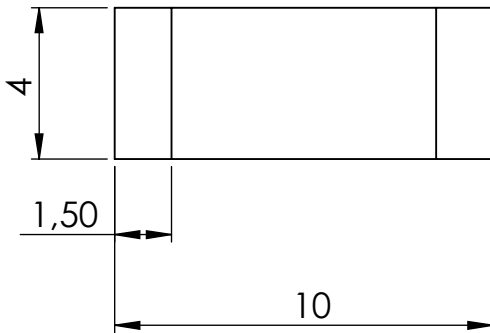
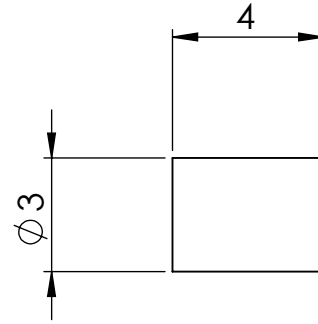
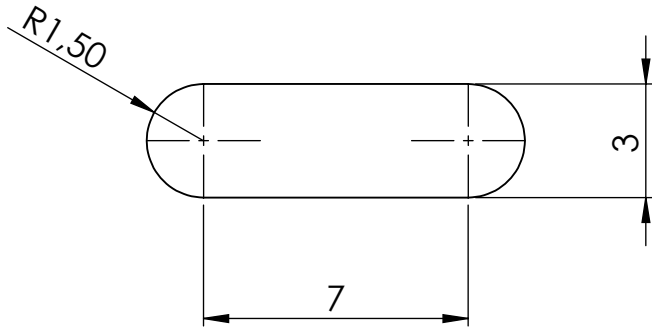
Rep	Nbr	Designation	Matière	Observation
7	1	Bague conique	Alliage d'aluminium	Intervalle de tolérance générale=0,2 . Etat de surface 3,2 sauf indication
Echelle:2/1		DISPOSITIF D'EXTRUSION		Réalisé par: KERRICHE.A DJEBARI.H
				Projet de fin d'étude
A4		Faculté du génie de la construction département génie mécanique université mouloud mammeri tizi ouzou		19-11-2019

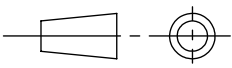


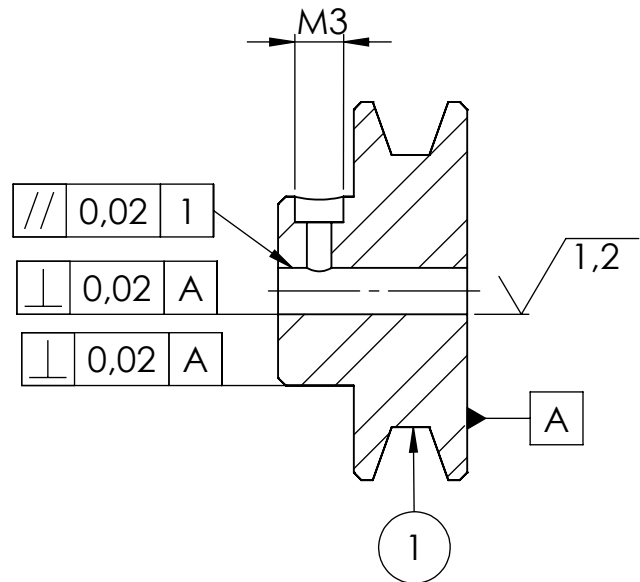
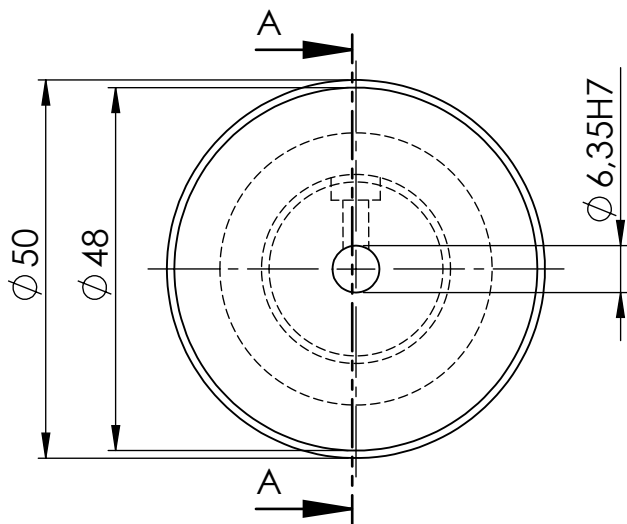
2	◎	0,04	1
1	//	0,02	A



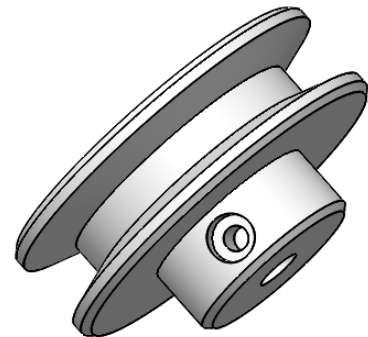
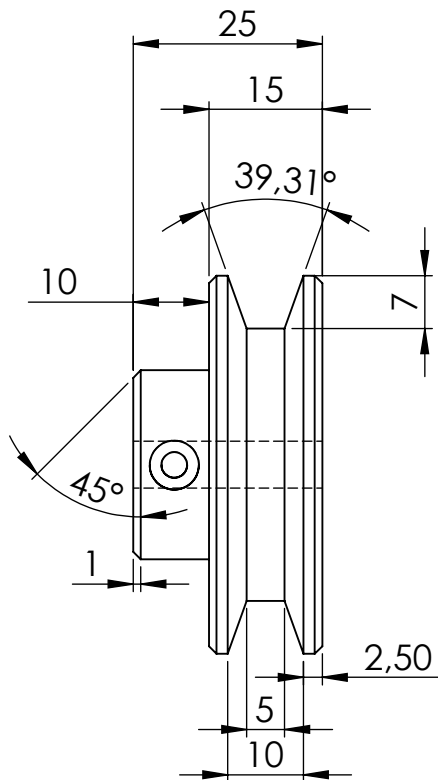
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
8	1	Bague de fixation	Alliage d'aluminium	Intervalle de tolérance générale=0,2 . Etat de surface 3,2 sauf indication
Echelle:2/1		DISPOSITIF D'EXTRUSION		Réalisé par: KERRICHE.A DJEBAI.H
				Projet de fin d'étude
A4		Faculté du génie de la construction département génie mécanique université mouloud mammeri tizi ouzou		19-11-2019



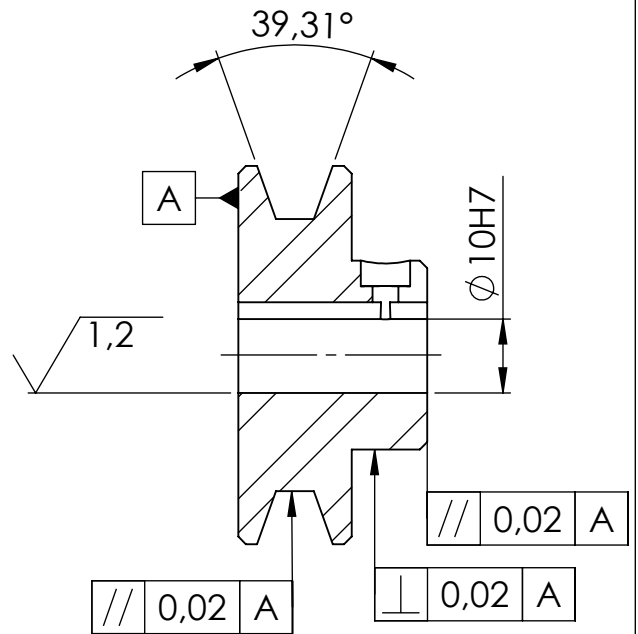
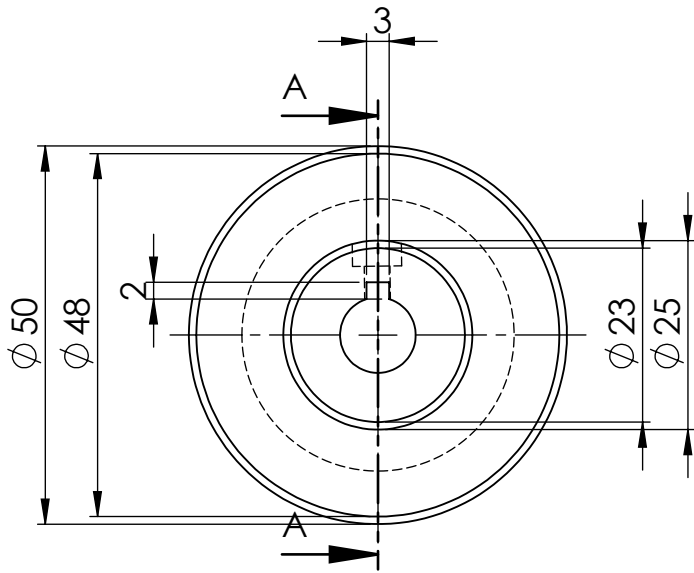
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
9	1	Clavette	Acier	
Echelle:5/1		DISPOSITIF D'EXTRUSION		Réalisé par: KERRICHE.A DJEBAHI.H
				Projet de fin d'étude
A4		Faculté du génie de la construction département génie mécanique université mouloud mammeri tizi ouzou		19-11-2019



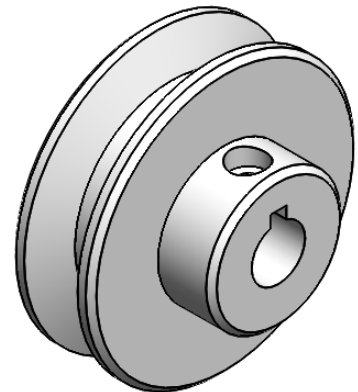
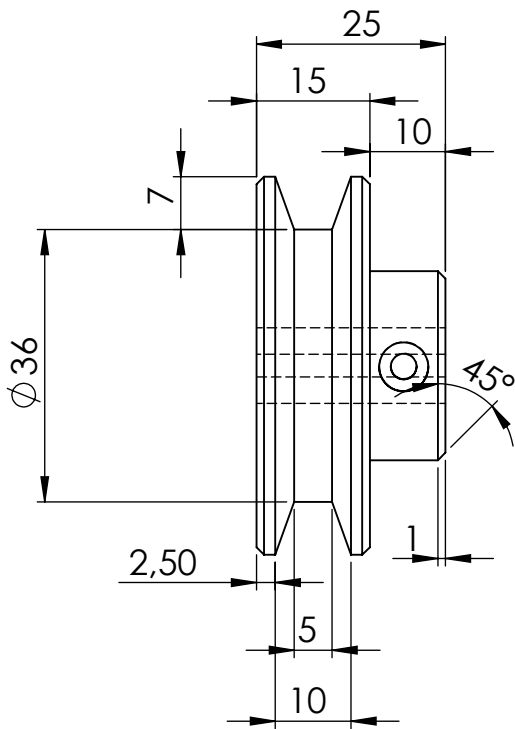
COUPE A-A



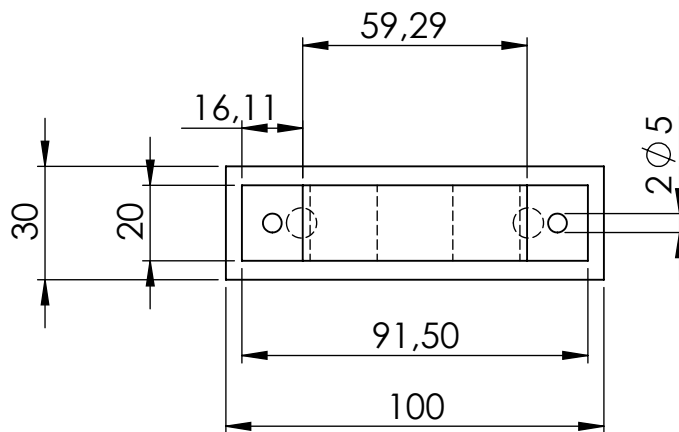
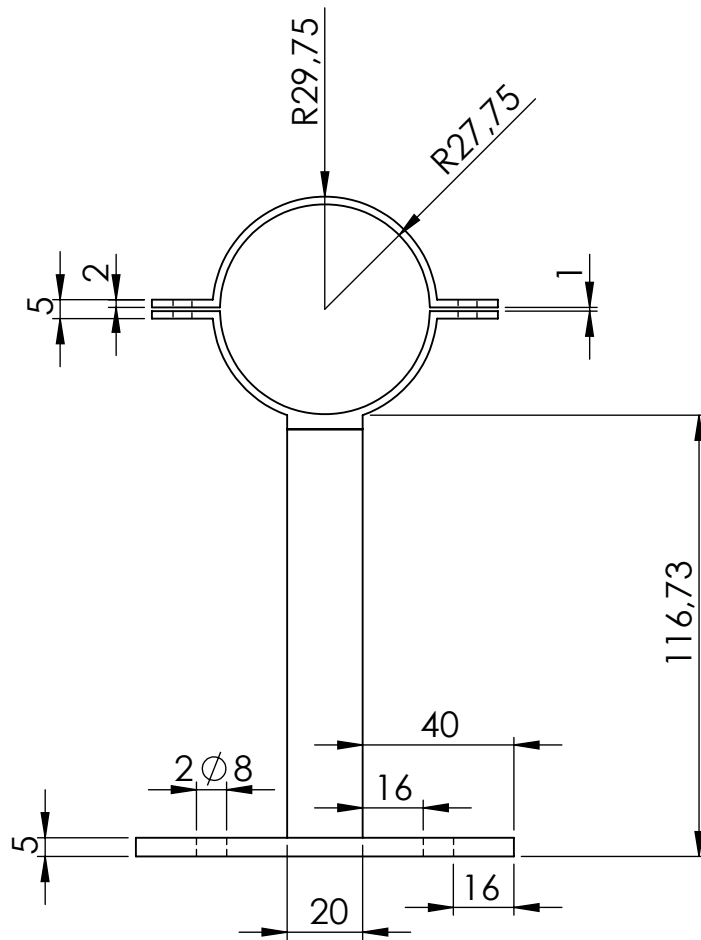
Rep	Nbr	Designation	Matière	Observation
10	1	Poulie menante	Alliage d'aluminium	Intervalle de tolérance général=0,2 . Etat de surface 3,2 sauf indication
Echelle:1/1		DISPOSITIF D'EXTRUSION		Réalisé par: KERRICHE.A DJEBAI.H
				Projet de fin d'étude
A4		Faculté du génie de la construction département génie mécanique université mouloud mammeri tizi ouzou		19-11-2019

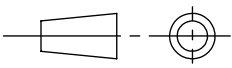


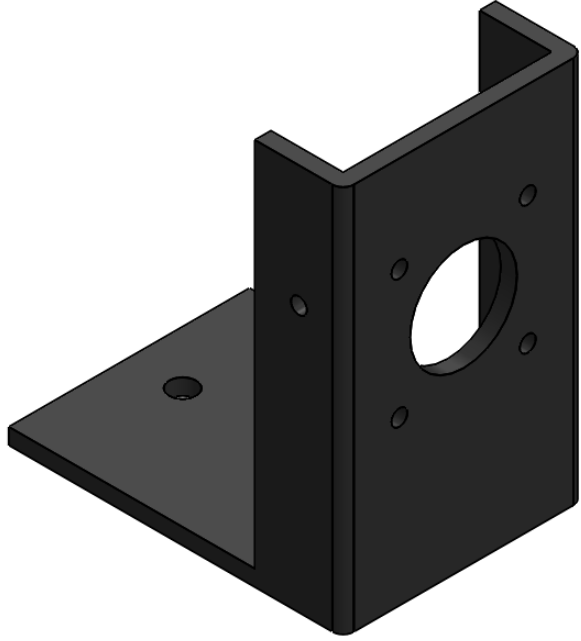
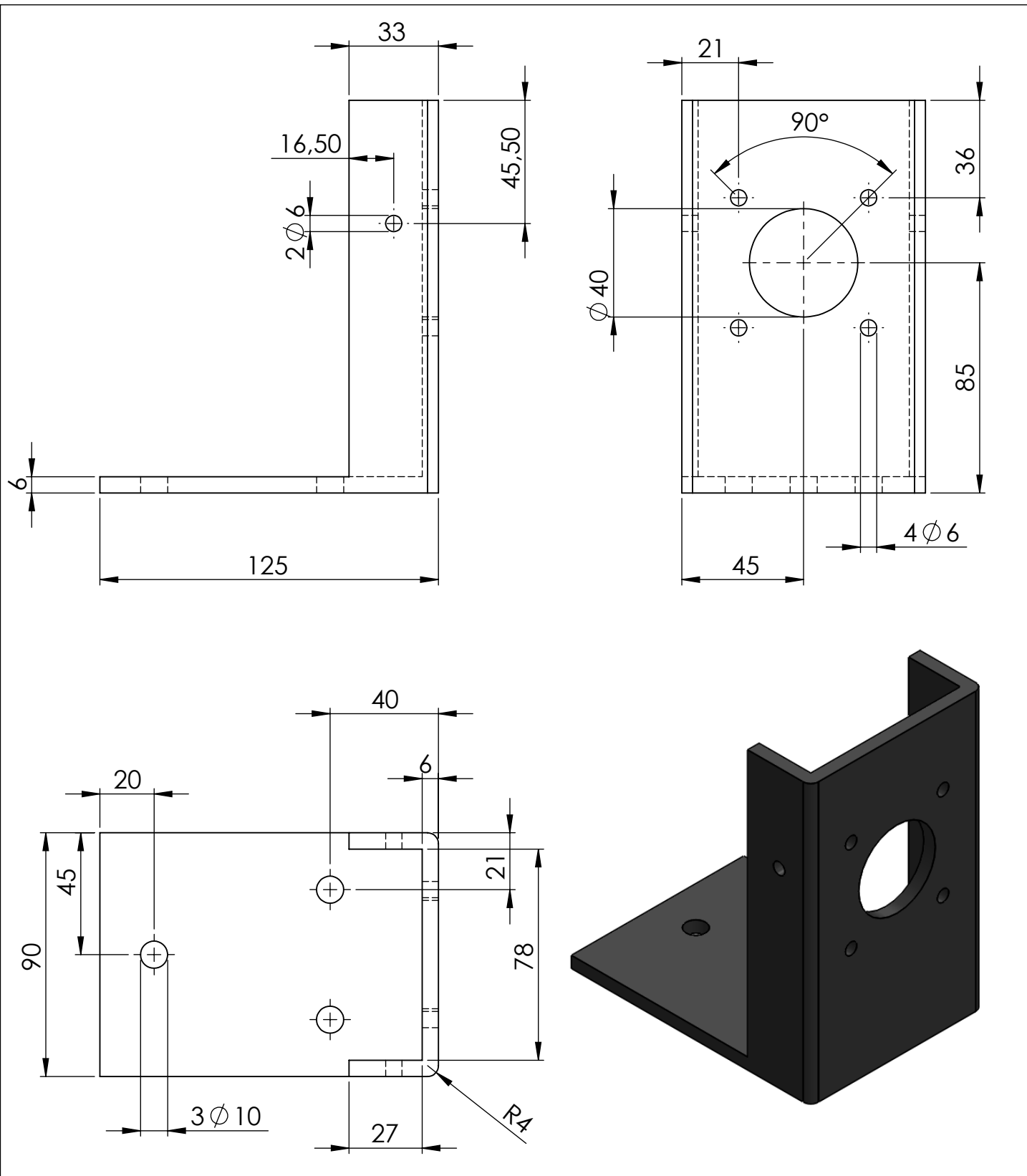
COUPE A-A

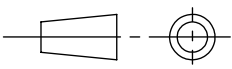


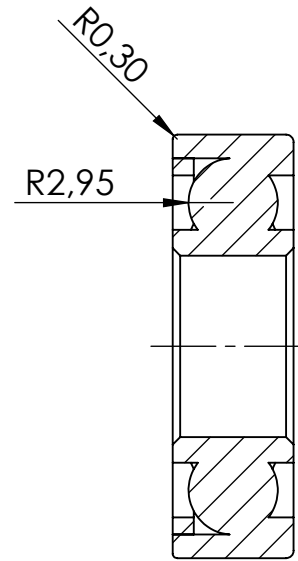
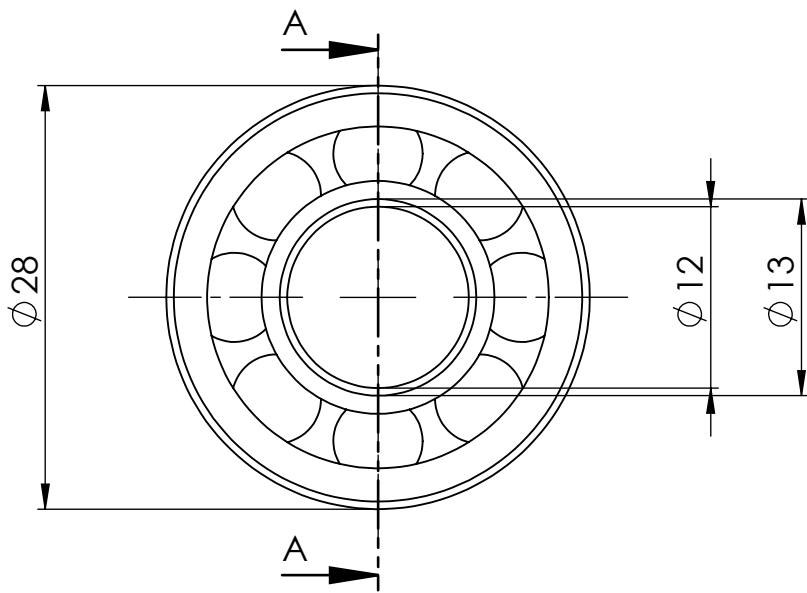
Rep	Nbr	Designation	Matière	Observation
11	1	Poulie menée	Alliage d'aluminium	Intervalle de tolérance général=0,2 . Etat de surface 3,2 sauf indication
Echelle:1/1		DISPOSITIF D'EXTRUSION		Réalisé par: KERRICHE.A DJEBAI.H
				Projet de fin d'étude
A4		Faculté du génie de la construction département génie mécanique université mouloud mammeri tizi ouzou		19-11-2019



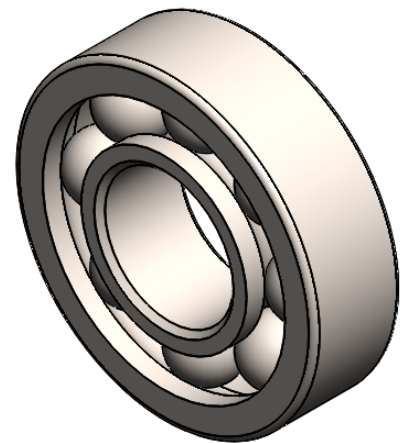
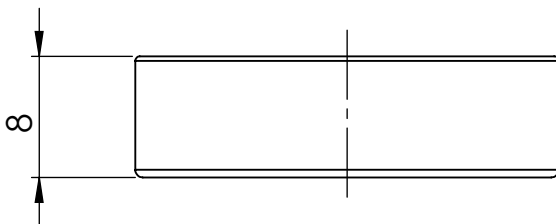
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
12	2	Support de l'extrudeuse	Acier	
Echelle:1/2		<b>DISPOSITIF D'EXTRUSION</b>		Réalisé par: KERRICHE.A DJEHARI.H
				Projet de fin d'étude
A4		Faculté du génie de la construction département génie mécanique université mouloud mammeri tizi ouzou		19-11-2019



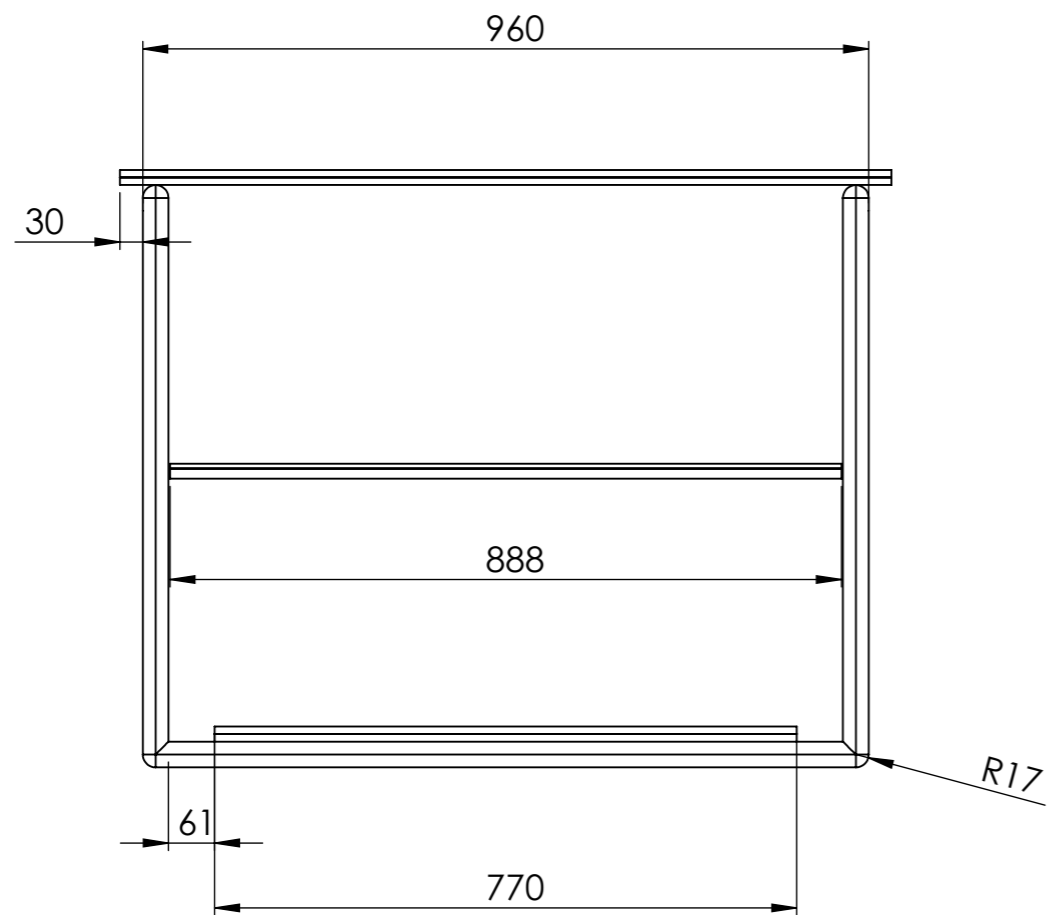
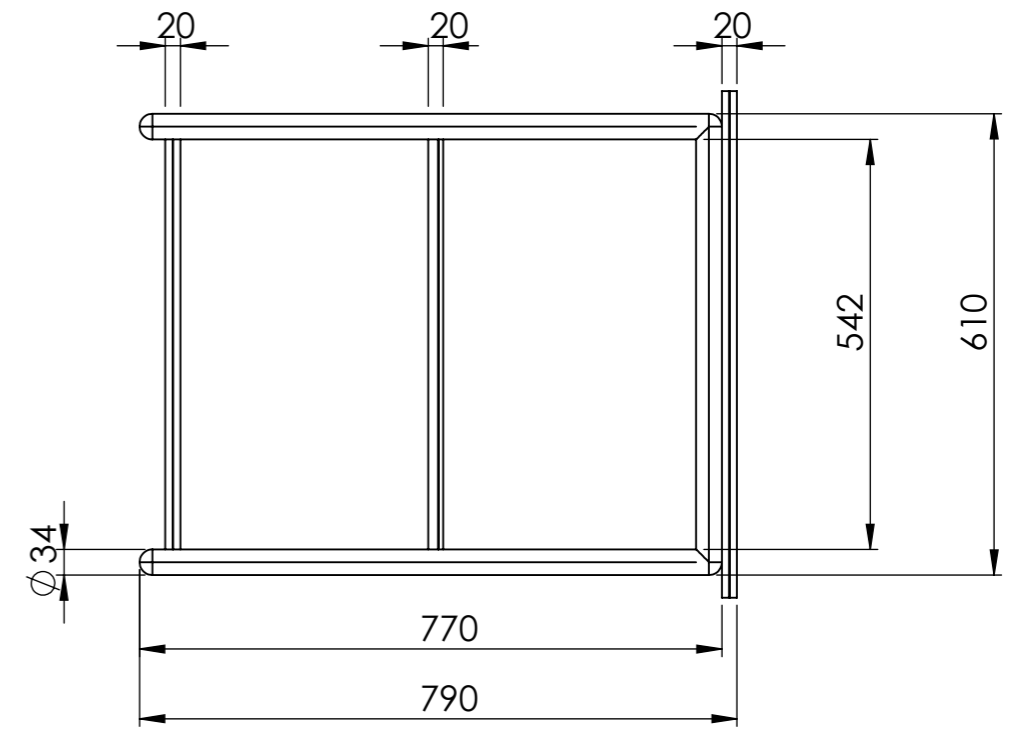
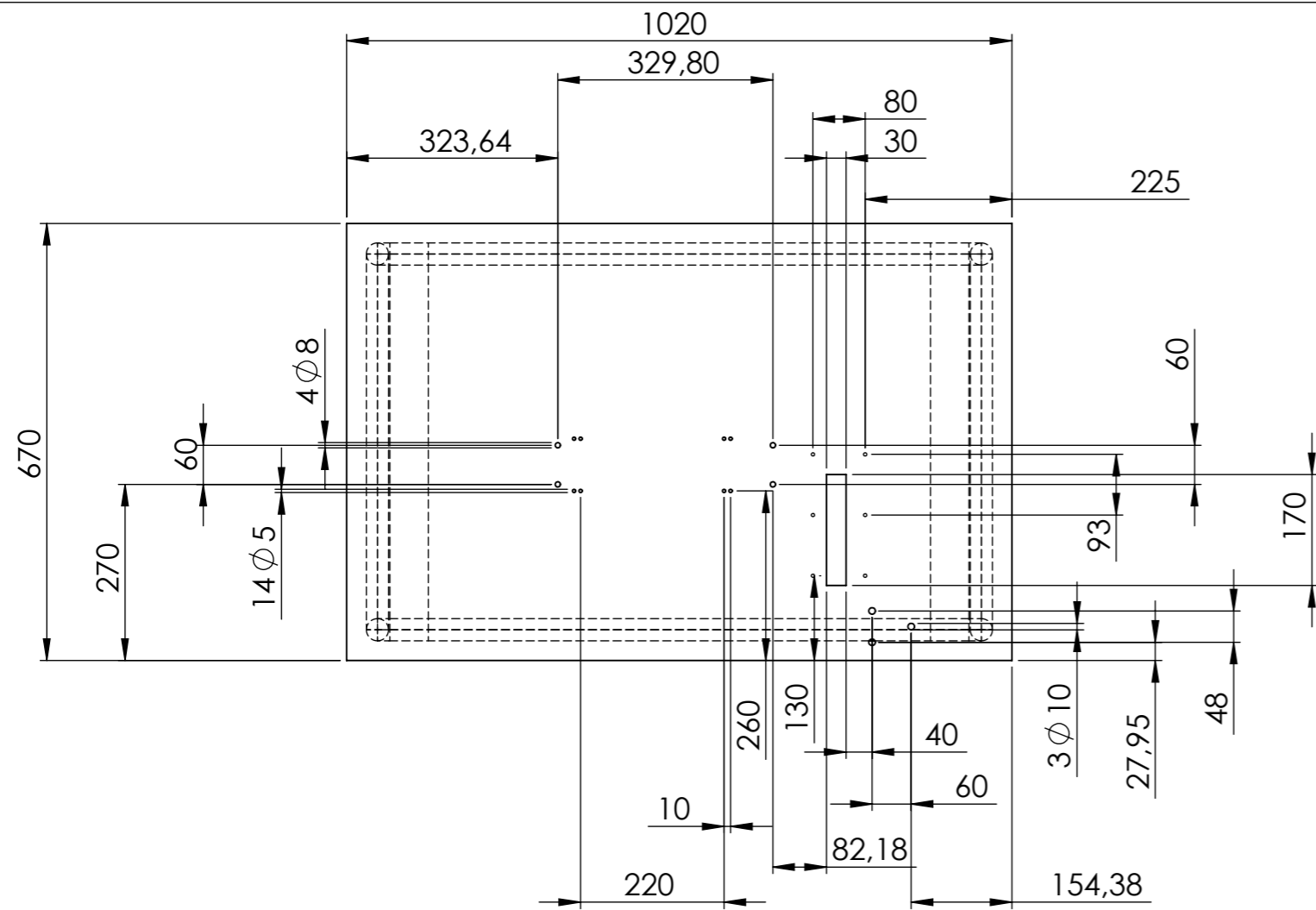
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
13	1	Support moteur	Acier	
Echelle:1/2		<b>DISPOSITIF D'EXTRUSION</b>		Réalisé par: <b>KERRICHE.A DJEHARI.H</b>
				Projet de fin d'étude
<b>A4</b>		Faculté du génie de la construction département génie mécanique université mouloud mammeri tizi ouzou		<b>19-11-2019</b>



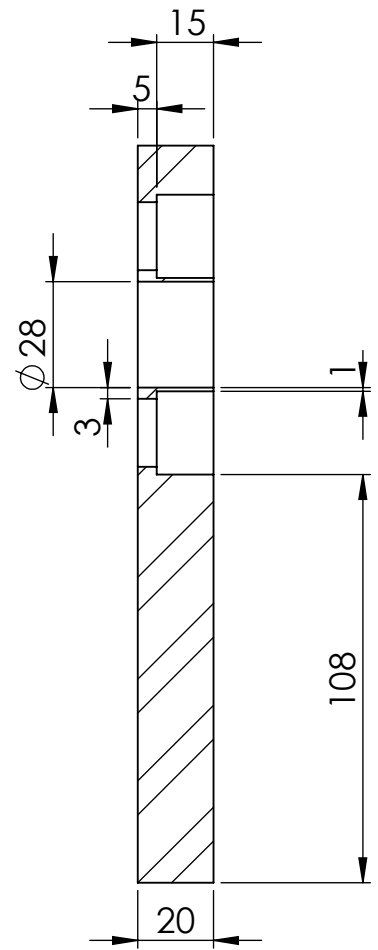
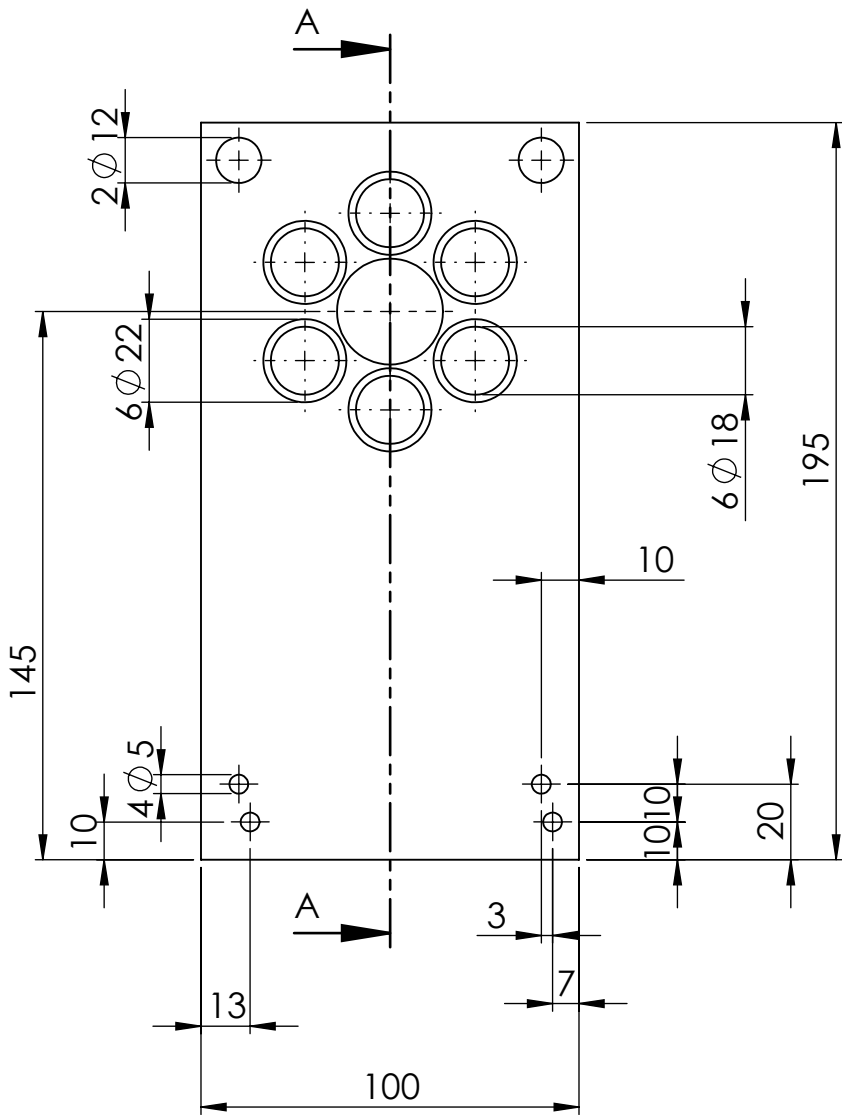
COUPE A-A



Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
14	1	Roulement	Acier	
Echelle:2/1		<b>DISPOSITIF D'EXTRUSION</b>		Réalisé par: <b>KERRICHE.A DJEHARI.H</b>
				Projet de fin d'étude
<b>A4</b>		Faculté du génie de la construction département génie mécanique université mouloud mammeri tizi ousou		<b>19-11-2019</b>

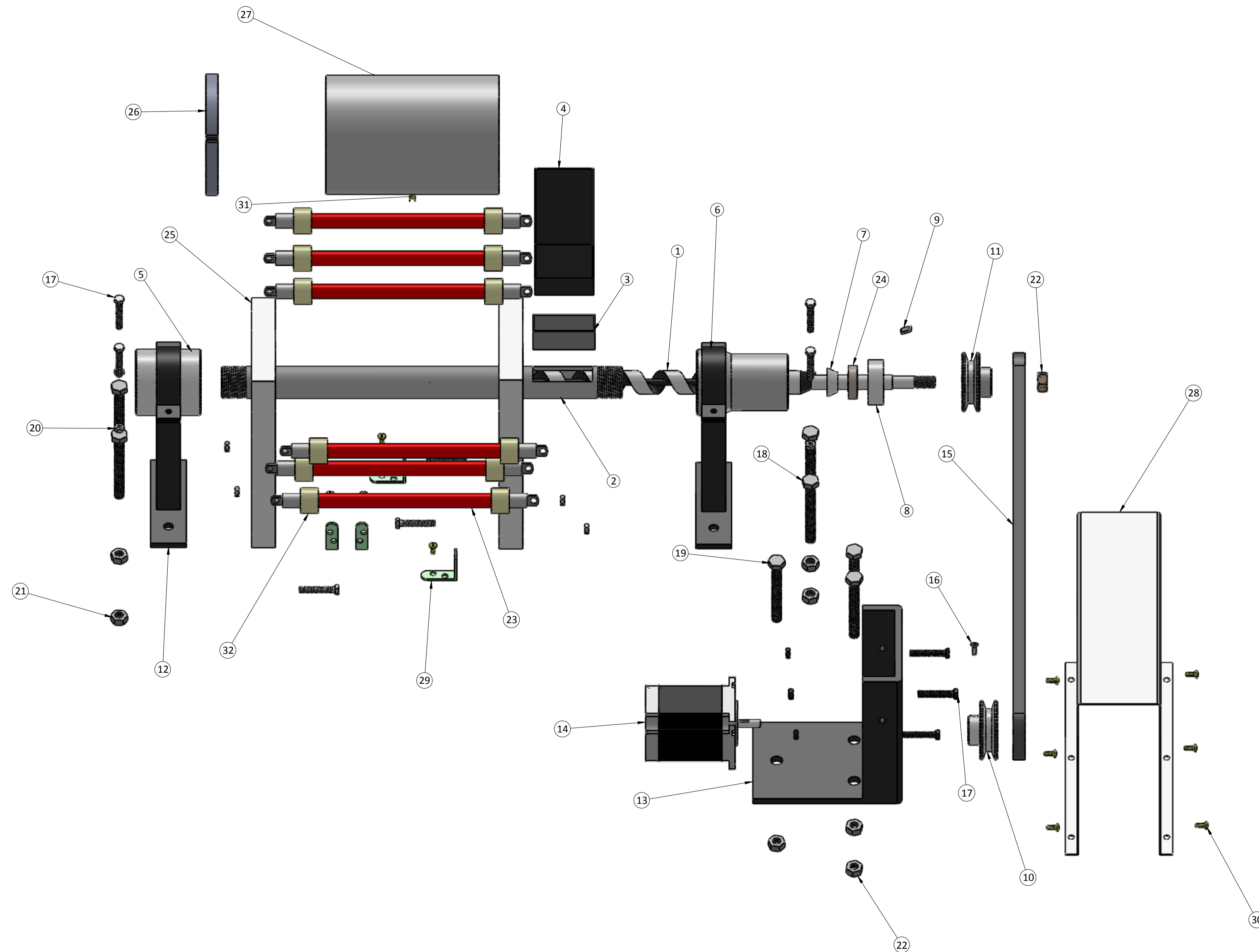


Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
15	1	Table d'extrudeuse	Acier et bois	
Echelle:1/10		<b>DISPOSITIF D'EXTRUSION</b>		Réalisé par: KERRICHE.A DJEHARI.H
				Projet de fin d'érude
A3				Faculté du génie de la construction département génie mécanique université mouloud mammeri tizi ouzou



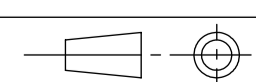
COUPE A-A

Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
16	2	Support de système de chauffage	Alliage d'aluminium	Intervalle de tolérance générale=0,2 .Etat de surface 3,2
Echelle:1/2		<b>DISPOSITIF D'EXTRUSION</b>		Réalisé par: <b>KERRICHE.A DJEHARI.H</b>
				Projet de fin d'étude
<b>A4</b>		Faculté du génie de la construction département génie mécanique université mouloud mammeri tizi ouzou		<b>19-11-2019</b>



N° ARTICLE	NOM DE LA PIECE	REP
1	Vis	1
2	Fourreau	1
3	Support Trémie	1
4	Trémie	1
5	Filière	1
6	Pièce raccordée au fourreau	1
7	Bague conique	1
8	Bague de fixation	1
9	Clavette	1
10	Poulie menante	1
11	Poulie menée	1
12	Support extrudeuse	2
13	Support moteur	1
14	Moteur pas à pas	1
15	Courroie	1
16	Vis ISO-1207 M3 tete conique fondue	1
17	Vis M5 hexagonale AB ISO-4017	8
18	Vis M8 hexagonale AB ISO-4017	4
19	Vis M10 hexagonale AB ISO-4017	3
20	Ecrou étroite hexagonale grade AB ISO-403 M5	8
21	Ecrou étroite hexagonale grade AB ISO-403 M8	4
22	Ecrou étroite hexagonale grade AB ISO-403 M10	3
23	Système de chauffage	6
24	Roulement	1
25	Support de système de chauffage	2
26	Circlips	1
27	Système isolant	1
28	Couvérclre	1
29	Supprot de fixation	4
30	Vis M5	10
31	Thermocouple K	1
32	Bague en céramique	4

Echelle:1/2



A1

NOMECLATURE DE L'EXTRUDEUSE

Faculté du génie de la construction département génie mécanique université mouloud mammeri tizi ouzou

Réalisé par:  
KERRICHE.A  
DJEBAI.H

Projet de  
Fin d'étude

19-11-2019