

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU



Faculté du génie de la construction
Département de génie mécanique



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de master
en génie mécanique

Option : fabrication mécanique
Et productive

Thème

***Réalisation d'une garniture mécanique
pour pompe immergée***

Réalisé par :

Mr. SAAD Karim

Mr. HAMOUDI Amar

Proposé par :

Mr CHIKHAOUI.B

Encadré par :

Mr ZIANI.H

2020/2021

REMERCIEMENTS

En premier lieu, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné le privilège et la chance d'étudier et de suivre le chemin de la science et de la connaissance.

En second lieu, nos remerciements les plus sincères vont droit à nos parents qui n'ont pas cessé de nous encourager et nous soutenir tout au long du long parcours que furent nos études.

Nous exprimons notre profonde gratitude à notre encadreur monsieur **ZIANI Hocine**, de nous avoir aidé, conseillé et d'avoir été toujours à l'écoute de nos doléances.

L'encadrement de ce travail au sein de l'entreprise **COTITEX** a été assuré par Monsieur **CHIKHAUI Boulam**, S/Directeur de la maintenance au sein de l'entreprise. On tient à le remercier vivement pour son soutien et ses conseils émanant d'une solide et riche expérience.

On remercie également les enseignants de qualité qui nous ont montré la voie du savoir et du sérieux ;

Aux enseignants que sont aussi monsieur le président du jury et les membres examinateurs de ce modeste travail ;

A monsieur Au staff du bureau d'étude de **COTITEX**, ingénieurs et techniciens, pour leur accueil et l'ambiance qui nous ont offert durant le stage.

On ne saurait énumérer tous ceux qui de près ou de loin nous ont aidés à la réalisation de ce travail.

Sachez tous retrouver dans ces lignes l'expression de nos remerciements les plus sincères

Dédicaces

*Je dédie ce travail à
Ma très chère famille à laquelle je dois tout.
Mes chers amis(es).
À tous les enseignants qui ont contribué à ma réussite durant mon
parcours éducatif.
À mon binôme Amar et toute sa famille.
Toute la promotion 2020-2021*

Karim.S

*Je dédie ce travail à
Ma très chère famille à laquelle je dois tout.
Mes chers amis(es).
À tous les enseignants qui ont contribué à ma réussite durant mon
parcours éducatif.
À mon binôme Karim et toute sa famille.
Toute la promotion 2020-2021*

Amar.H

SOMMAIRE

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

Chapitre 1 : Généralités

I.1 Présentation de l'entreprise EATIT ex COTITEX	2
I.1.1 Situation géographique :	2
I.1.2 Organigramme	3
I.1.3 Unité de production	3
I.1.4 Processus de production	4
I.1.5 Le processus technologique du tissage	4
I.1.6 L'inspection	5
I.1.7 Le processus technologique du finissage	5
I.1.8 Fabrication du produit final	6
I.2 Généralités sur les pompes :	7
I.2.1 Définition d'une pompe :	7
I.2.2 Les principaux composants et accessoires d'une pompe immergée :	8
I.2.3 Fonctionnement d'une pompe à eau submersible	9
I.2.4 Applications de pompes submersibles	10
I.3 Généralités sur les garnitures :	12
I.3.1 Définition d'une garniture mécanique :	12
I.3.2 Les domaines de l'utilisation de la garniture mécanique :	12
I.3.3 Constitution et principe de fonctionnement d'une garniture mécanique : ..	13
I.3.4 Effets thermiques	14
I.3.5 Le principe de fonctionnement :	15
I.3.6 Avantages et inconvénients des garnitures mécaniques :	16
I.3.7 Types de garnitures mécaniques :	16
I.3.8 Organes ayant une fonction d'étanchéité :	17

I.3.9 L'inspection et la réparation de la garniture mécanique.....	17
--	----

Chapitre 2 : Conception du dispositif

II.1Introduction :	18
II.2Problématique :	18
II.3Objectif :	18
II.3.1 Cahier de charge fonctionnel	19
II.3.2 Conception CAO :	19
II.3.3 Choix des matériaux :	19
II.3.4 Propriétés physiques et mécaniques de l'alliage utilisé :	20
II.4Modélisation géométrique du dispositif :	20
II.4.1 Partie mobile de la garniture :	21
II.4.1 Partir fixe de la garniture :	22
II.4.1 Assemblage de garniture :	23
II.4.2 Choix des joints toriques	24
II.4.3 Localisation des joints toriques	24
II.5Choix du matériau	25
II.6Montage de la garniture	25
II.6.1 Ajustements du montage :	26
II.6.2 Calcul des ajustements :	26
II.6.3 Calcul de l'étanchéité	27
II.6.4 Exigences de montage de joints toriques :	28
II.6.4.1 Frottement :	28
II.6.4.2 Etat de surface :	28

Chapitre 3 : Réalisation

III.1Introduction.....	29
III.2Gamme d'usinage :	29
III.2.1 Rédaction d'une gamme d'usinage.....	29

III.3Etablissement d'un processus d'usinage :	30
III.4Valeurs indicatives de coupeaux minimaux :	30
III.5Intervalles de tolérances sur les côtes de fabrication	31
III.6Méthode d'analyse du dessin de définition :	31
III.6.1 Inventaire des surfaces a usinés :	31
III.6.2 Contraintes d'usinage :	31
III.6.2.1Contraintes de cotation :	31
III.6.2.2Contraintes géométrique et dimensionnelles :	31
III.6.2.3L'analyse des spécifications d'état de la surface :	32
III.6.2.4Contraintes technologiques :	32
III.6.2.5Contraintes économiques :	32
III.6.3 Analyse des surfaces élémentaires.....	32
III.6.4 Description des opérations de gamme optimale	33
III.7Le choix des machines	33
III.8Le choix des outils	34
III.9Fabrication du dispositif :	34
III.9.1 Matériels utilisés :	34
III.9.2 Feuille d'analyse de fabrication de la bague 1	37
III.9.3 Feuille d'analyse bague 2.....	51
III.9.4 Feuille d'analyse bague 3.....	61

LISTE DES FIGURES

Chapitre I

Figure I-1: Complex EATIT (Google earth 2016).....	3
Figure I-2: Une pompe immergée	7
Figure I-3: Un schéma d'une pompe immergée.....	8
Figure I-4: turbine	10
Figure I-5: garniture mécanique.....	12
Figure I-6: Constitution d'une garniture mécanique (Safeseal SBW John Crane)	13
Figure I-7: Mécanismes d'échange dans une garniture mécanique [Leb91].....	15

Chapitre II

Figure II-1: Vue tri métrique de la garniture mécanique.....	20
Figure II-2 : Bague 1	21
Figure II-3 : Bague 2.....	21
Figure II-4 : Ressort.....	21
Figure II-5 : Joint torique Ø 40.....	22
Figure II-6 : Bague 3.....	22
Figure II-7 : Joint torique.....	23
Figure II-8 : Assemblage de garniture.....	23
Figure II-9 : Localisation des joints toriques.....	24
Figure II-10 : Localisation de la garniture mécanique dans le montage.....	25
Figure II-11 : L'arbre de la pompe.....	26
Figure II-12 : Matériaux fréquemment utilisées pour les joints toriques.....	28

Chapitre III

Figure III-1 : Processus d'usinage	30
Figure III-2 : Scie mécanique.....	34
Figure III-3 : Tour universel.	35
Figure III-4 : Fraiseuse vertical.....	35

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I

Tableau I-1: Différentes opérations de transformations du fils en tissu.....	5
Tableau I-2: les composants d'une pompe submersible.	9
Tableau I-3: Les étapes de démontage et remontage de la garniture mécanique.....	18

Chapitre II

Tableau II-1 : Normes joints toriques.....	24
--	----

Chapitre III

Tableau III-1: valeur indicatives de coupeaux minimaux.....	30
Tableau III-2: Intervalles de tolérances sur les côtes de fabrication.....	31

INTRODUCTION GENERALE

Le passage de l'idée à la réalisation effective d'une pièce mécanique (ou d'un produit quelconque de manière générale) fait intervenir trois fonctions principales :

- La conception
- L'étude et la préparation de la fabrication
- La fabrication

Le temps et les moyens consacrés à la réalisation de chaque fonction dépendent du type de produit fabriqué et de son nombre d'exemplaire. Selon le type d'entreprise la réalisation des fonctions peut être assurée par une seule personne ou par des services très spécialisés (fabrication sérielles de produits de moyenne de moyenne ou grandes complexité technique).

Les principaux services mis en jeu sont :

- Le bureau des études.
- Le bureau de méthodes.
- Les ateliers de fabrication.

Ce présent travail s'inscrit dans le cadre de la présentation d'un mémoire de fin d'étude (master 2) en fabrication mécanique et productique et pour objet l'étude de conception et analyse de fabrication d'une garniture mécanique

Pour mener à bien ce travail, nous avons adopté le plan suivant :

Après une introduction générale, le chapitre I présente l'entreprise EATIT de Draa-Ben-Khedda (ex COTITEX) et les généralités sur les pompes et les garnitures mécaniques, en chapitre II, il est consacré à la conception et l'étude de la garniture mécanique.

Le chapitre III nous étudions la simulation et l'analyse de fabrication de la garniture mécanique. Dans ce chapitre, nous exposons les différentes étapes pour mettre en œuvre l'analyse de fabrication et les multitudes procédés d'usinage tel que (tournage, perçage, fraisage, rectification) pour la réalisation des pièces constituant la garniture mécanique.

A la fin de ce mémoire, on termine par une conclusion générale, en présentant les différentes étapes et les éléments d'étude.

Chapitre I

Généralités

I. Chapitre 1 : Généralités

Introduction:

Une pompe est un dispositif permettant d'aspirer et de refouler un fluide. La plus ancienne pompe connue est la pompe à godets inventée en Chine. Les pompes Diesel et électriques, utilisées à nos jours, peuvent avoir des débits de pompage très élevés. Le principe de la pompe est apparu dès que l'homme a pu construire un habitat artificiel pour son confort. Le besoin en eau nécessaire à sa survie l'oblige à trouver un système de transport de cette eau, du puits ou de la rivière à son habitat. Il utilisa d'abord l'énergie développée par ses muscles pour transporter l'eau à l'aide de récipients naturels ou artificiels. Plus la contenance et la distance étaient grandes, plus l'énergie dépensée était importante. Les principes des pompes à piston, des pompes centrifuges et des pompes à vide sont découverts à cette époque. De manière générale, durant la grande époque de la culture gréco-romaine, de nombreux principes de physique et d'hydraulique sont découverts, mais pas forcément développés.

Tous ces systèmes ne peuvent fonctionner correctement que dans la mesure où l'étanchéité du fluide est assurée. Il faut mettre en œuvre, d'une part, une étanchéité statique entre les différents constituants et d'autre part, une étanchéité dynamique. Cette dernière est beaucoup plus délicate à réaliser en raison du mouvement relatif des éléments contigus. Sur les premières pompes, l'étanchéité est assurée par un presse étoupe qu'on appelle aussi tresse ou éventuellement garniture. A partir des années 1940, un nouveau système apparaît. Il s'agit des garnitures mécaniques. Celles-ci ont maintenant supplanté les presses étoupes dans de nombreuses applications. Mais nous développerons plus en détails l'historique de ce composant dans le chapitre bibliographique.

I.1 Présentation de l'entreprise EATIT ex COTITEX.

I.1.1 Situation géographique :

Le complexe est implanté au nord de la ville de Draa-Ben-Khedda à environ 11 Km à l'ouest de la ville de Tizi-Ouzou. Il est limité à l'ouest par le laboratoire régional vétérinaire et le parc communal, au sud par la SNS et L'OAIC, à l'est par le domaine Rahli et au nord par l'Oued Sebaou. Il est doté de deux accès principaux à la partie sud :

- Chemin ferroviaire pour les marchandises (actuellement non utilisé)
- chemin routier pour marchandises et personnel.



Figure I.1: Complexe EATIT

I.1.2 Organigramme

L'organisation au sein de l'entreprise EATIT de Draa-Ben-Khedda est une organisation hiérarchique et fonctionnelle en même temps. Son organigramme se présente comme suit :

- Au premier rang du niveau hiérarchique, on trouve le directeur général.
- Au second niveau, le bureau d'ordre général et le secrétariat qui sont les éléments de liaison entre les sous directions et le PDG. Toute information doit obligatoirement transiter par le second niveau de la hiérarchie.
- Au troisième niveau, on trouve les sous directions qui sont au nombre de neuf (09), chacune d'elle est scindée en départements.

I.1.3 Unité de production

Le complexe de Draa-Ben-Khedda s'étend sur une superficie totale de 28 hectares dont 14,5 couverts. Il est composé d'une filature, d'un tissage et d'un finissage fermé à l'heure actuelle. A l'origine l'unité de Draa-Ben-Khedda est un complexe intégré c'est-à-dire qu'à partir de la matière première on obtient un produit fini prêt à être confectionnée.

I.1.4 Processus de production

Le processus technologique textile se compose de trois (03) parties :

I.1.4.1 Processus technologique de la filature :

Le rôle de la filature est la transformation de la matière première en fils ou filés, pour ce faire, plusieurs opérations sont nécessaires :

- L'ouvraison et le battage
- Le cardage
- Le peignage
- L'étirage
- Le banc à broches (Bâb)
- Le continu à filer (Caf)
- Le doublage
- Le retordage
- Le bobinage

I.1.4.2 Atelier de fabrication filateur :

Au niveau de cet atelier la matière première (coton et/ou polyester) se transforme en fils. Il est composé de deux sections :

- Section de préparation
- Section production

I.1.5 Le processus technologique du tissage

Le principe du tissage consiste à l'assemblage de systèmes de fils, de la chaîne et la trame. La chaîne est le fil longitudinal, et la trame est le fil transversal. Leur assemblage c'est le tissage.

I.1.5.1 Réparation du fil de chaîne

- L'ourdissage
- L'encollage
- Le rentrage

I.1.5.2 Préparation du fil de trame

C'est l'opération de canetage qui consiste à enrouler du fil de trame sur des canettes. Cette opération n'était réalisée que dans le temps des métiers à tisser à canettes. Actuellement les métiers sont dotés de lances.

I.1.5.3 Le tissage

Le tissage est l'opération de fabrication du tissu. Il consiste à l'entrelacement des fils de chaîne et de trame suivant l'armure. Il s'effectue sur le métier à tisser.

I.1.5.4 Atelier de fabrication tissage :

Rassemble toutes les opérations destinées à transformer le fil en tissu. Cet atelier est divisé en 4 sections, le tableau suivant nous montre ce processus.

Section	Machine	Nombre	Rôle
Ourdissage	Ourdissoir	3	Formation de grandes bobines
L'encollage	Encollage	3	Collage de fil
Rentrage	Rentreuse	5	Préparation des armures
Tissage	Mètre à tisser	96	Tissage

Tableau I-1: Différentes opérations de transformations du fil en tissu

I.1.6 L'inspection

Elle consiste au contrôle et au classement du tissu. Elle permet d'identifier et de localiser l'origine des défauts.

I.1.7 Le processus technologique du finissage

Le finissage regroupe toutes les opérations nécessaires pour transformer le tissu écru en un tissu prêt à être confectionné en fonction de son utilisation. Il inclut aussi son conditionnement. Il est à signaler que ce département est à l'arrêt depuis quelques années. Différentes opérations sont à suivre afin d'aboutir au produit fini.

I.1.7.1 L'opération de blanchiment

- Le flambage
- Le désencollage
- Le débouillissage
- Le blanchiment

I.1.7.2 Le mercerisage

Le mercerisage a pour but de donner un brillant, rappelant celui de la soie. En même temps la fibre acquiert une plus grande aptitude à la teinture et une plus grande solidité.

I.1.7.3 L'impression

L'impression consiste à appliquer sur le fond des tissus blanc ou de couleur (fond) des teintes différentes suivant certains contours. On obtient ainsi les dessins se détachant sur un fond. La couleur est appliquée sur les tissus à l'aide de machines dont les éléments sont des rouleaux de cuivres gravés

I.1.7.4 La teinture

La teinture consiste à donner aux textiles (fibre-fils tissus) une coloration ou nuance

I.1.7.5 La fixation

Elle consiste en un traitement de tissus, soit à la vapeur ou à la chaleur sèche.

I.1.7.6 Le lavage

Il consiste en un passage du tissu dans plusieurs bacs d'eau chaude et d'eau froide additionnée de produits chimique

I.1.7.7 L'apprêtage

Les apprêts ont pour but de donner aux tissus du poids, du brillant, de l'aspect, de les rendre lisses et bien étirés ou de modifier complètement les qualités des tissus : les rendre plus chauds et imperméables.

I.1.7.8 Le contrôle

Cette opération consiste à contrôler la qualité des tissus et à déterminer son choix

I.1.7.9 Le pliage

À la fin des opérations d'apprêtages, le tissu est plié soit en large soit en deux, ensuite sur destambours ou des tubes ou encore sur des cartons.

I.1.8 Fabrication du produit final

Le filateur rassemble toutes les opérations destinées à transformer la matière première brute ou recyclée (coton) en fils utilisables dans les ateliers du tissage. Au niveau du département tissage, le produit fini obtenu est le tissu.

I.2 Généralités sur les pompes :

I.2.1 Définition d'une pompe :

Les pompes immergées sont des électropompes multicellulaires destinées à puiser de l'eau à plus de 8 m de profondeur. Ce sont donc des pompes de puits ou des pompes de forage, dont le profil effilé est conçu pour une installation dans des espaces très étroits.



Figure I.2 : Une pompe immergée

Avantages et inconvénients :

- Elles sont silencieuses.
- Le moteur est automatiquement refroidi par l'eau.
- Elles fonctionnent par refoulement et non par aspiration.
- Ils n'ont pas besoin d'être amorcés. Ils sont auto-amorçants car ils fonctionnent sous la surface du fluide pompé.
- Il faut noter que la pompe va rester dans l'eau pour un certain moment. De plus, cette eau peut-être corrosive et/ou polluée, ce qui pourrait nuire à la pompe. le corps de la pompe est donc le plus souvent en acier inoxydable pour résister à l'eau, avec une étanchéité parfaite.

I.2.2 Les principaux composants et accessoires d'une pompe immergée :

I.2.2.1 La crépine :

Elle filtre l'eau des grosses particules avant son arrivée dans la pompe

I.2.2.2 Le clapet anti-retour :

Il empêche l'eau de retomber à l'arrêt de la pompe mais la maintient dans le tuyau; la pompe est ainsi constamment amorcée et peut démarrer rapidement.

I.2.2.3 Le moteur à induction

Il entraîne la roue centrifuge pour que les particules d'eau gagnent de l'énergie cinétique et de l'énergie de pression pour être refoulées par la roue centrifuge.

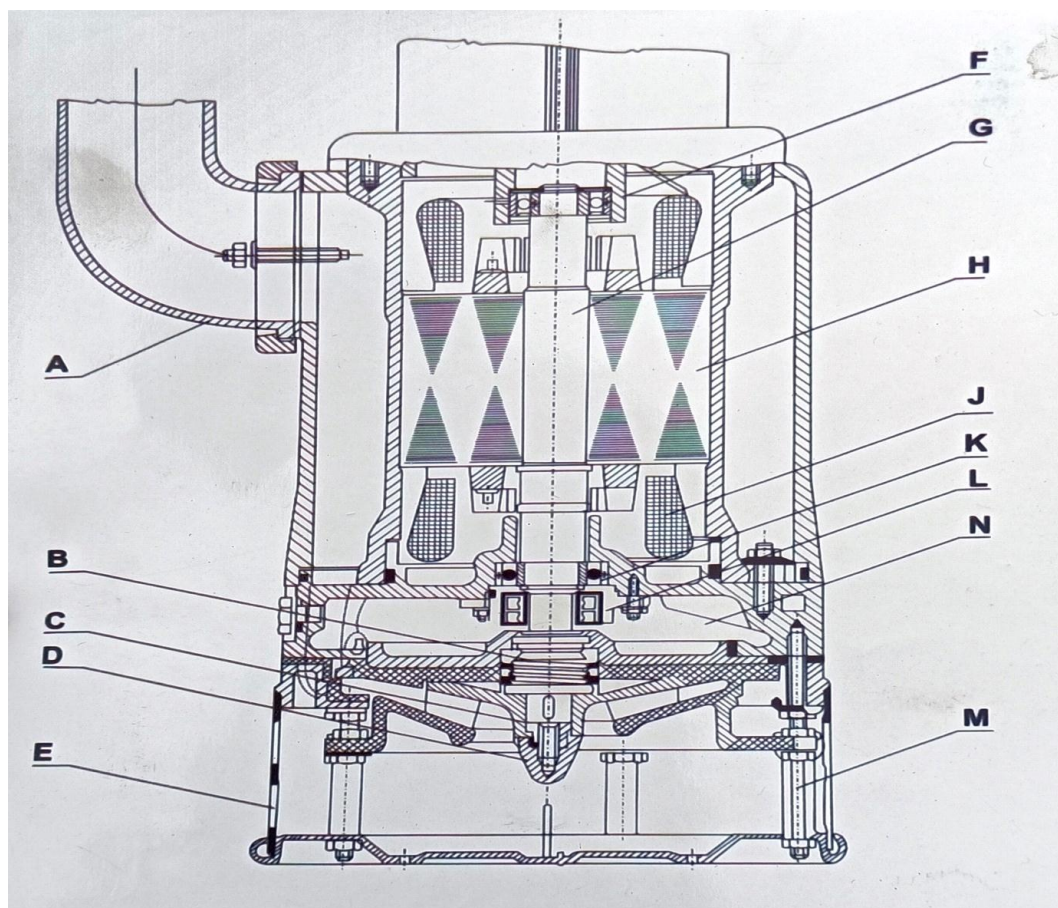


Figure I.3 : Un schéma d'une pompe immergée

	Description		Description
A	Coude de refoulement	H	Stator
B	Presse-étoupe mécanique	J	Encombrement électromoteur
C	Roue centrifuge	K	Roulement a billes inférieur
D	Turbinée	L	Garniture mécanique
E	Crépine d'aspiration	M	Vis d'assemblage
F	Roulement a billes supérieur	N	Cuve d'huile
G	Rotor		

Tableau I.2 : Les composants d'une pompe immergée

I.2.2.4 Le réservoir à vessie (ou ballon vessie) :

Couplé à la pompe immergée, il permet de bénéficier d'une réserve utile sans que la pompe ne démarre. Il est nécessaire lorsque la pompe alimente une installation de goutte à goutte ou assure une partie de l'alimentation en eau de la maison (WC, machine à laver, etc.)

I.2.2.5 Contacteur manométrique (ou Pressostat) :

Il permet d'automatiser la pompe lorsqu'elle est associée à un réservoir sur presseur. Il est programmé selon 2 pressions : une haute (lorsqu'elle est atteinte, il coupe alors la pompe), une basse (il la redémarre).

I.2.2.6 La roue centrifuge

Elle est responsable de l'expulsion de l'eau vers le tuyau de refoulement vers l'extérieur.

I.2.3 Fonctionnement d'une pompe à eau submersible

L'eau rentre dans la crépine d'aspiration pour que ensuite il sera expulse radialement vers le tuyau de refoulement grâce a l'action centrifuge de la turbine entraînée par un moteur, de cette façon les particules d'eau gagent de l'énergie centrique et de l'énergie de pression, l'eau ainsi pompé travers un clapet anti-retour intégré dans la pompe submersible pour empêcher l'eau de retomber à l'arrêt de la pompe.



Figure I.4 : Turbines

Généralement, le moteur utilisé pour faire tourner les turbines dans les pompes submersible est un moteur à induction, l'alimentation électrique est fournie au stator du moteur qui peut être monophasé ou triphasé,

Ce type de pompe a un moteur hermétiquement fermé qui est étroitement couplé au corps de la pompe. L'enceinte étanche autour du moteur est généralement remplie d'huile pour la protéger des dommages en empêchant l'entrée de tout liquide pouvant provoquer un court-circuit.

Une pompe submersible fonctionne, en poussant par opposition à l'aspiration du liquide pendant le processus de pompage. Ceci est extrêmement efficace car la pompe utilise la tête de liquide dans laquelle elle est immergée pour fonctionner et aucune énergie n'est dépensée pour aspirer le liquide dans la pompe. Un effet positif de l'immersion de la pompe est que le moteur est refroidi par le liquide qui l'entoure, évitant ainsi la surchauffe.

I.2.4 Applications de pompes submersibles

Voici quelques-unes des principales applications de ces pompes:

I.2.4.1 Des eaux usées:

Les pompes submersibles sont largement utilisées dans l'industrie des sables et des eaux usées. Ils sont souvent utilisés dans les stations de pompage et de levage, car ils sont compacts et moins coûteux à installer que les autres pompes.

I.2.4.2 Traitement des eaux usées:

Cette application nécessite des pompes submersibles, telles que des pompes de broyage, qui peuvent transporter des matériaux solides sans obstruction de l'entrée de la

pompe à la décharge. Ces pompes réduisent souvent les eaux usées en particules pour une manipulation et un traitement en aval plus faciles.

I.2.4.3 Pompage de puisard:

Les pompes submersibles sont souvent utilisées pour éliminer l'eau qui s'est accumulée dans une zone basse ou une fosse où l'eau peut s'accumuler. Un exemple est le retrait des bassins de résidus des opérations minières ou l'élimination de l'eau du sous-sol d'un bâtiment en raison d'une inondation.

I.2.4.4 Dragage:

Ces pompes sont utilisées par les autorités portuaires pour draguer un port. Ils doivent être spécialement conçus pour manipuler des liquides à forte teneur en solides.

I.2.4.5 Puits:

Les puits d'eau et les forages utilisent ces pompes pour amener l'eau à la surface. L'industrie pétrolière et gazière utilise largement les pompes submersibles pour soulever l'huile à la surface des puits profonds.

I.2.4.6 Mines :

Les mines utilisent des pompes submersibles qui sont conçues différemment de celles utilisées dans l'industrie pétrolière et gazière. Ils doivent faire face à des conditions sévères car l'eau de la mine est très acide et transporte des solides en suspension.

I.2.4.7 Pétrole et gaz:

De nombreuses pompes submersibles dans l'industrie du pétrole et du gaz fonctionnent selon le principe du pompage électrique submersible. Il s'agit d'une méthode rentable pour soulever de grands volumes de fluides à partir de puits profonds. Les moteurs utilisés dans un système ESP sont conçus pour fonctionner sous des températures et des pressions élevées. Ils nécessitent des câbles électriques spéciaux et peuvent être coûteux à faire fonctionner.

I.3 Généralités sur les garnitures :

I.3.1 Définition d'une garniture mécanique :

L'étanchéité par garniture mécanique est plus récente (1910 pour la 1^{ère}).

Les garnitures mécaniques ou joint d'étanchéité à faces radiales sont utilisés pour assurer l'étanchéité d'arbres tournants lorsque les conditions de vitesse, de température et/ou de pression ne permettent pas l'utilisation de joints classiques en élastomère. Les critères économiques du monde industriel nécessitent des étanchéités dynamiques de plus en plus performantes et conduisent donc à une généralisation de l'emploi des garnitures mécaniques. Les avancées technologiques permanentes permettent l'utilisation des joints d'étanchéité à faces radiales dans des conditions d'exploitation extrêmement sévères [TI] pour des durées de vie pouvant atteindre plusieurs dizaines de milliers d'heures.

I.3.2 Les domaines de l'utilisation de la garniture mécanique :

Les garnitures mécaniques sont présentes dans tous les secteurs d'activités : chimie, industrie pétrolière et de transformation, agro-alimentaire, papeterie, transport, nucléaire... Elles sont donc amenées à assurer l'étanchéité de divers fluides liquides, pâteux ou gazeux et éventuellement chargés de particules solides sur de nombreuses machines telles que pompes (figure I.5), compresseurs, agitateurs, turbines à gaz.

Dans une logique économique de moindre coût, il est important d'espacer au maximum les opérations de maintenance sur les garnitures mécaniques qui nécessitent de stopper le processus industriel dans lequel elles interviennent. Cependant, dans le cas de produits dangereux ou toxiques, un défaut d'étanchéité peut avoir de graves conséquences pour le personnel et l'environnement. Il est donc essentiel de cerner les facteurs influant sur les performances et la durée de vie des joints d'étanchéité à faces radiales. La présente étude s'inscrit dans cette démarche.

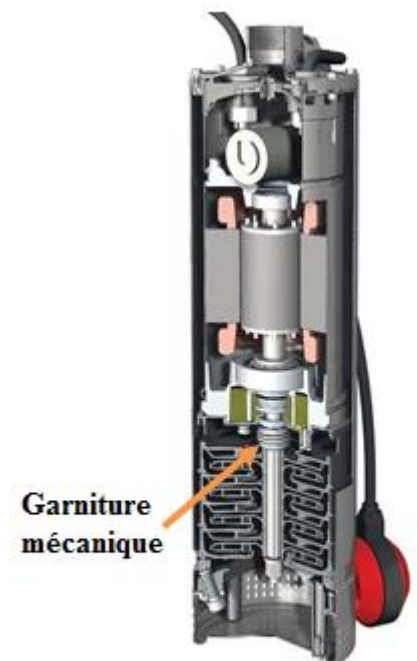


Figure I.5 : Garniture mécanique dans une pompe

I.3.3 Constitution et principe de fonctionnement d'une garniture mécanique :

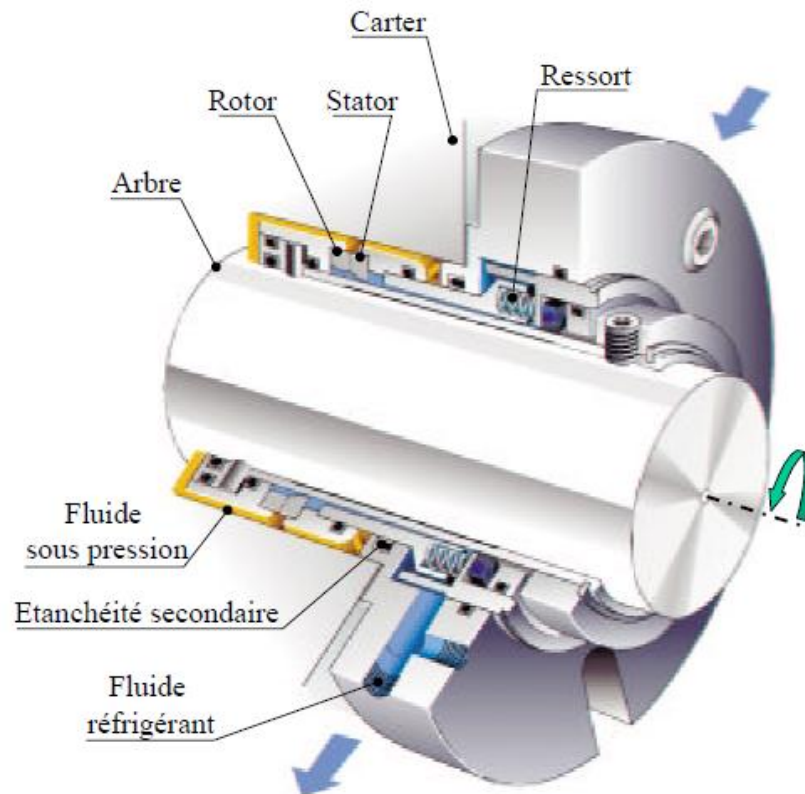


Figure I.6 : Constitution d'une garniture mécanique

Une garniture mécanique se compose principalement d'un ensemble tournant ou rotor lié à l'arbre et d'un ensemble fixe ou stator lié au carter de la machine. Dans l'exemple présenté sur la figure I.6, le rotor est fixé de façon rigide à l'arbre. Les étanchéités secondaires, réalisées par des joints toriques, et les ressorts confèrent au stator les degrés de liberté nécessaires à un alignement parfait avec l'élément tournant. Le joint est dit à "stator flottant". Réciproquement, il existe des joints à "rotor flottant", mais nous nous limitons volontairement à l'étude du premier type de garniture.

Les faces de frottement du rotor et du stator constituent la barrière entre les deux milieux. Celles-ci sont maintenues en contact par l'effort exercé par les ressorts et par le fluide sous pression. Les étanchéités statiques entre les autres éléments de la garniture sont assurés par des joints toriques comme sur l'exemple de la figure I.6. Sur certains modèles de joint un soufflet métallique ou en élastomère remplace les ressorts et joue le rôle d'étanchéité secondaire.

Une étanchéité efficace implique un débit de fuite nul. Néanmoins, lorsque les critères de fiabilité sont prépondérants, les deux bagues constituant la garniture doivent être séparées par un film fluide très mince (de l'ordre de quelques μm) afin d'éviter l'usure des faces de la garniture tout en limitant la fuite à une valeur acceptable. Le film fluide est fortement cisailé en raison du mouvement relatif des anneaux et de la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur du joint. La puissance dissipée par frottement visqueux génère une élévation de température au sein du film et des éléments contigus.

Les conditions de lubrification de l'interface du joint se trouvent alors modifiées en raison de l'évolution de la viscosité du fluide avec la température, des déformations thermoélastiques des éléments du joint qui peuvent être du même ordre que l'épaisseur du film et de l'apparition, dans certains cas, de changement de phase. Une telle évolution peut aboutir à un comportement instable du joint qui se caractérise par une fuite importante ou bien par le contact des faces entraînant une détérioration rapide.

Toutefois l'injection d'un fluide réfrigérant permet, dans certains cas, d'éviter ces situations critiques (figure I.6). En revanche, les effets thermiques peuvent être utilisés pour améliorer les performances du joint (fuite réduite, meilleur comportement dynamique...).

I.3.4 Effets thermiques

Sous l'effet du mouvement relatif des anneaux, le film lubrifiant séparant les faces d'une garniture est fortement cisailé. Il en résulte une élévation de température au voisinage de l'interface.

Les joints d'étanchéité industriels sont intégrés dans une structure complexe, et le calcul du champ de température des éléments d'une garniture passe par l'étude des échanges thermiques avec tout l'environnement du joint : échange par convection avec le fluide, l'air et éventuellement un fluide réfrigérant, échange par conduction avec l'arbre et le carter. Lebeck [Leb91] a fait une très bonne synthèse des différents mécanismes d'échanges autour des garnitures (figure I.7).

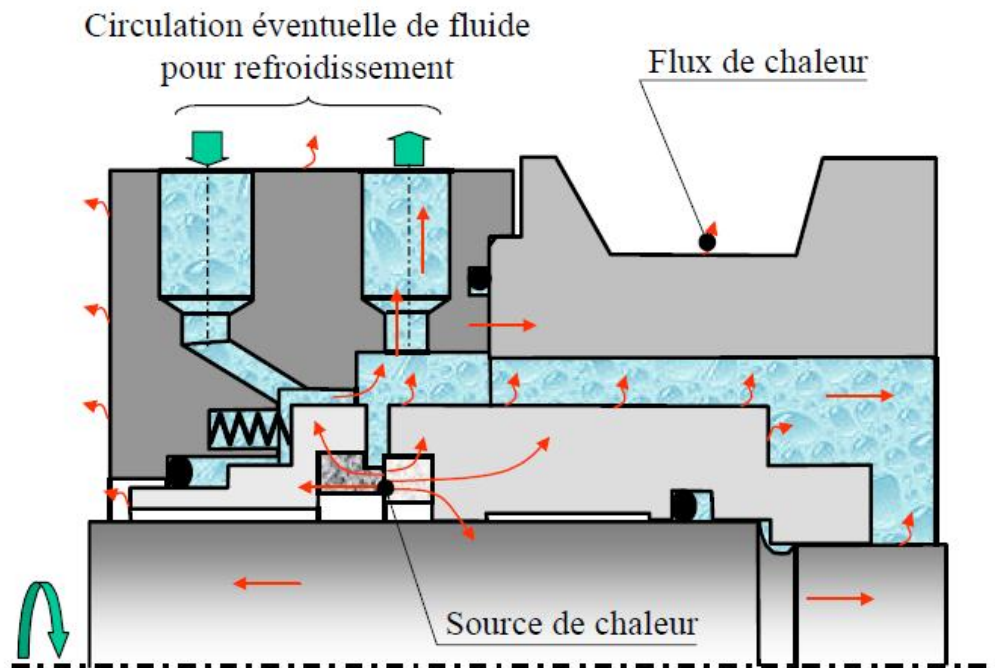


Figure I.7 : Mécanismes d'échange dans une garniture mécanique [Leb91]

De nombreuses études expérimentales ont permis de mettre en évidence l'influence des effets thermiques sur les performances des joints d'étanchéité à faces radiales. Certaines seront passées en revue de façon à dégager les principaux phénomènes. Nous nous intéresserons ensuite aux études concernant les coefficients d'échange entre le fluide et les éléments d'une garniture. Puis, les principales modélisations concernant les transferts de chaleur et les déformations thermo élastiques sont présentées.[2]

I.3.5 Le principe de fonctionnement :

Deux faces planes de faible section frottent l'une sur l'autre, grâce à un ressort, l'une assurant l'étanchéité statique sur le corps de la pompe et l'autre sur l'arbre

Des anneaux de section carrée et fendus sont passés autour de l'arbre puis empilés dans une boîte à garniture. L'ensemble est ensuite comprimé par un presse-étoupe à l'aide de 2 vis. En s'écrasant les anneaux « s'ovalisent » et viennent serrer la portée d'arbre jusqu'à assurer le niveau d'étanchéité souhaité. Très important : il faut pouvoir constater un goutte à goutte à la sortie du presse-étoupe car le fluide pompé doit traverser tous les anneaux de tresse afin de les lubrifier, au risque de les détruire ainsi que la portée d'arbre si il y a un fonctionnement à sec.

I.3.6 Avantages et inconvénients des garnitures mécaniques :

I.3.6.1 Avantage :

- On peut remplacer les anneaux du presse-étoupe sans démonter l'équipement
- Pas de fuite visible à l'extérieur
- Durée de vie importante (si la garniture mécanique est bien adaptée)
- Environnement de l'équipement propre
- Pas de surconsommation électrique

I.3.6.2 Inconvénients :

- Fuite du fluide pompé vers l'extérieur (pollution extérieure, aspersion sur l'équipement et vers les autres)
- Usure de la portée d'arbre ainsi que des anneaux de tresse, fonction de la teneur abrasive du fluide pompé, peut nécessiter une révision régulière de la machine pour le remplacement de la chemise d'usure des tresses.
- Consommation d'eau : certain presse-étoupe sont équipés de lanterne d'arrosage pour les fluides chargés, l'idée étant de lubrifier les tresses avec de l'eau propre plutôt qu'avec de la boue par exemple
- Consommation électrique : le presse-étoupe venant serrer l'arbre en permanence, il agit comme un frein à main de voiture mal desserré : en fonction des équipements cela peut entraîner jusqu'à 4% de surconsommation électrique
- Nécessite le démontage de l'équipement pour remplacer la garniture mécanique

I.3.7 Types de garnitures mécaniques :

Elles sont simples ou doubles (2 jeux de faces) en fonction des caractéristiques du fluide pompé, pour faire court :

I.3.7.1 Garniture mécanique simple :

Si le fluide est propre (eau, huile ou autre) sans risque de cristallisation, polymérisation ou tout autre changement de caractéristique au contact de l'air. Si le fluide est un peu chargé (jusqu'à une certaine limite), on peut utiliser une garniture simple mais avec un arrosage en eau claire dans la boîte (principe appelé flush), par contre on envoie de l'eau dans la pompe ce qui dilue d'autant le fluide pompé.

I.3.7.2 Garniture mécanique double :

Pour toutes les autres applications problématiques. On utilise un fluide de barrage : par exemple de l'huile comme sur les pompes submersibles, ça peut être de l'eau mais cette fois-ci l'eau ne va pas dans le fluide pompé. Il est possible de ne pas consommer d'eau en utilisant un réservoir connecté directement au réseau d'eau industrielle.

I.3.8 Organes ayant une fonction d'étanchéité :

I.3.8.1 Les joints d'étanchéité :

Un joint d'étanchéité est un dispositif assurant l'étanchéité, c'est-à-dire évitant les fuites de fluide entre un milieu intérieur et un milieu extérieur, on le trouve dans plusieurs endroits dans la P105 et avec plusieurs types (torique, plat, à lèvre).

I.3.8.2 Garniture mécanique :

Une garniture mécanique est principalement composée de deux solides annulaires, l'un d'eux est en rotation. Le fluide environnant sous pression conduit à la formation d'un film lubrifiant entre eux.

Les surfaces des garnitures mécaniques sont généralement rodées et polies et sont donc très lisses et pratiquement planes faces du joint.

La garniture mécanique se compose essentiellement de chemise, joint fixe (bague en carbone graphité), joint rotatif (bague en tungstène), bague à ressorts, joint anti poussière et boîtier de garniture.

C'est entre l'arbre et la garniture que peut s'échapper le liquide, il est donc nécessaire de maintenir ces bagues (Carbone ; Tungstène) en contact permanent au moyen de la bague à ressort.

La garniture mécanique est refroidie et lubrifiée par le liquide lui-même.

I.3.9 L'inspection et la réparation de la garniture mécanique

Après l'avoir démonté consiste à :

1. Démontez l'ensemble des organes de la garniture mécanique.
2. Vérifier l'état des pièces du mécanisme et changer les pièces défectueuses (chemise, bague, vis, ressort, ...etc.).
3. Changer toute la jointure de la garniture (les joints V, joints toriques et les joints de compression)

4. Changer les deux grains de la garniture mécanique.
5. Remonter l'ensemble des organes de la garniture mécanique

Inspection préventive	N°	Les étapes de démontage
	1	Installation des plaques de fixation
	2	Enlèvement de l'accouplement d'entretoise
	3	Enlèvement de l'assemble de garniture mécanique
	N°	Les étapes de remontage
	1	Installation de l'assemble de garniture mécanique
	2	Fixation de couvercle de garniture mécanique
	3	Alignement de l'accouplement
	4	Levée de l'arbre
	5	Enlèvement des plaques de fixation
	6	Vérification de la rotation de l'arbre en tournant à la main

Tableau I.3 : Les étapes de démontage et remontage de la garniture mécanique. [3]

Remarque : Dans le cas où la pièce de rechange n'est pas disponible concernant les deux grains nous devons procéder à une opération de rodage.

Chapitre II

Conception de dispositif

II. Chapitre 2 : Conception du dispositif

II.1 Introduction :

Dans ce chapitre nous allons expliquer la conception de notre mécanisme et montrer les composants essentiels pour sa réalisation et son fonctionnement.

II.2 Problématique :

Lorsqu'il s'agit d'assurer l'étanchéité d'une pompe immergée, le premier défi consiste de permettre à l'arbre en rotation d'entraîner la turbine de la pompe sans que des volumes importants de fluides sous pression ne s'introduisent à la partie mécanique.

Pour relever ce défi, il est nécessaire de placer une garniture entre la turbine et le logement de la pompe, qui soit capable de maintenir la pression du fluide pompé tout en supportant les frictions provoquées par la rotation de l'arbre.

II.3 Objectif :

Notre objectif est de concevoir et réaliser un système d'étanchéité, pour une pompe submersible afin de réaliser un bon fonctionnement de la pompe et éviter l'introduction de l'eau conduit par la roue centrifuge dans la partie mécanique de la pompe et mettre la pompe en état de défaillance.

Avec ce système on peut aussi réaliser beaucoup d'avantages :

- Aucune fuite « visible » : les garnitures laissent filtrer de la vapeur lorsque le film de fluide atteint le côté atmosphère des faces de la garniture.
- Si ce volume devait être capturé et condensé, il représenterait approximativement une demi-cuillère à café par jour sous des pressions et des températures normales de fonctionnement.
- Les conceptions modernes de garnitures n'endommagent ni la chemise ni l'arbre de la pompe.
- La maintenance au quotidien est réduite car les garnitures disposent de ressorts intégrés qui les ajustent automatiquement à mesure que les faces s'usent.
- Les garnitures présentent des faces légèrement chargées qui consomment moins de puissance que la technique du presse-étoupe.
- La contamination des paliers est réduite en fonctionnement normal car le lubrifiant n'est pas affecté par les fuites et le rinçage de la garniture.
- Les équipements de l'usine souffrent également moins de la corrosion si le produit est contenu dans la pompe.
- Cette technologie permet également de sceller le vide, ce qui n'était pas possible avec le presse-étoupe car l'air était aspiré dans la pompe.

- Moins de gaspillage de produits permet de réaliser des économies, dans la mesure où même l'eau est une ressource coûteuse et que les besoins en nettoyage seront réduits.

II.3.1 Cahier de charge fonctionnel

Le dispositif à concevoir est destiné à la démonstration du principe d'une garniture mécanique

Pour la conception du dispositif, il faudra tout d'abord savoir quels aspects du fonctionnement de l'étanchéité abordé. Il s'agit de déterminer les principaux composants nécessaires permettant la mise en évidence de certains aspects phénoménologiques.

Pour l'important des points du cahier de charges, nous pouvons citer :

- Le dispositif doit permettre une bonne résistance à la vitesse de rotation de l'axe d'entraînement du rotor de la pompe.
- Le dispositif doit être équipé d'un système pour permettre l'entraînement de sa partie mobile avec l'axe lors de sa rotation, et empêcher la rotation de sa partie fixe.
- 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).
- Il doit être un dispositif robuste permettant l'équilibre pendant le fonctionnement.
- Le dispositif doit être équipé de la meilleure qualité des joints toriques.

II.3.2 Conception CAO :

Pour la conception des composantes de notre dispositif, nous avons utilisé le logiciel solideWorks.

Ce logiciel est utilisé par des concepteurs, des ingénieurs et d'autres professionnels pour concevoir des pièces, des assemblages, et des mises en plan complexes.

II.3.3 Choix des matériaux :

Pour ce qui concerne les matériaux à partir desquels nous allons usiner les pièces de notre dispositif (composants de la garniture), 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 utilise un alliage d'aluminium.

Le brut utilisé est disponible sur le marché local, l'entreprise s'occupe de l'approvisionnement pour démarrer le projet de la réalisation du dispositif.

II.3.4 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:

- 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.
- Facile à usiner.

II.4 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.

Modélisation géométriques des pièces du dispositif vue tri métrique

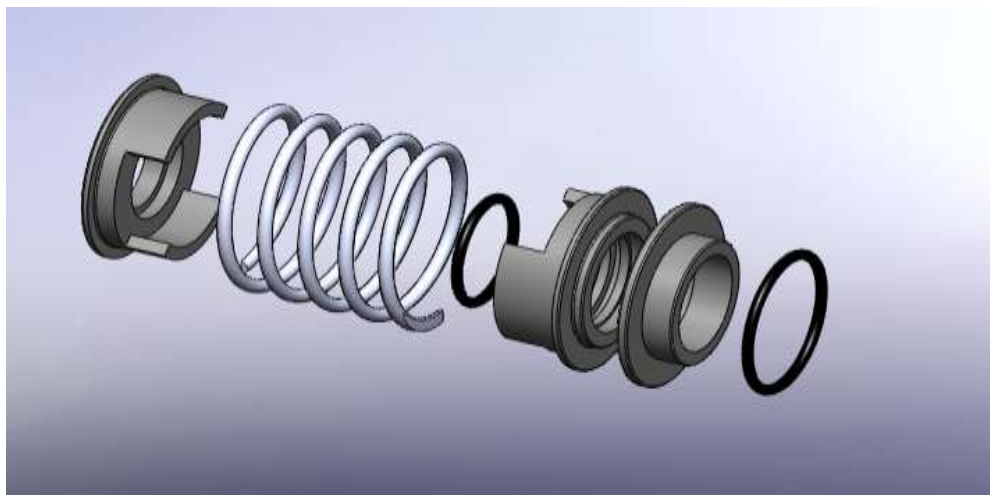


Figure II-1: Vue tri métrique de la garniture mécanique

II.4.1 Partie mobile de la garniture :

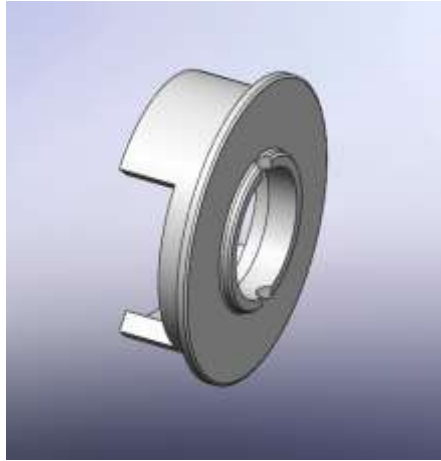


Figure II-2 : Bague 1



Figure II-3 : Bague 2



Figure II-4 : Ressort



Figure II-5 : Joint torique Ø 40

II.4.1 Partir fixe de la garniture :

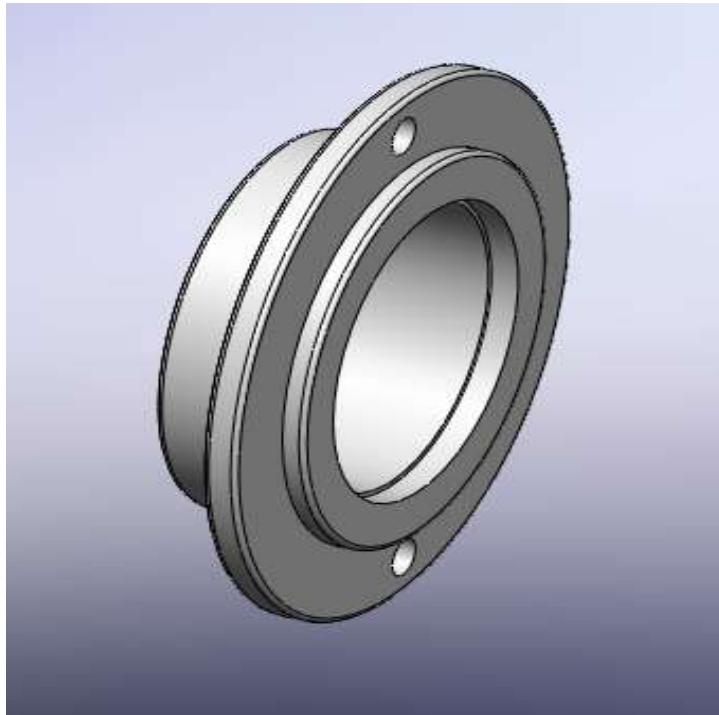


Figure II-6 : Bague 3



Figure II-7 : Joint torique

II.4.1 Assemblage de garniture :

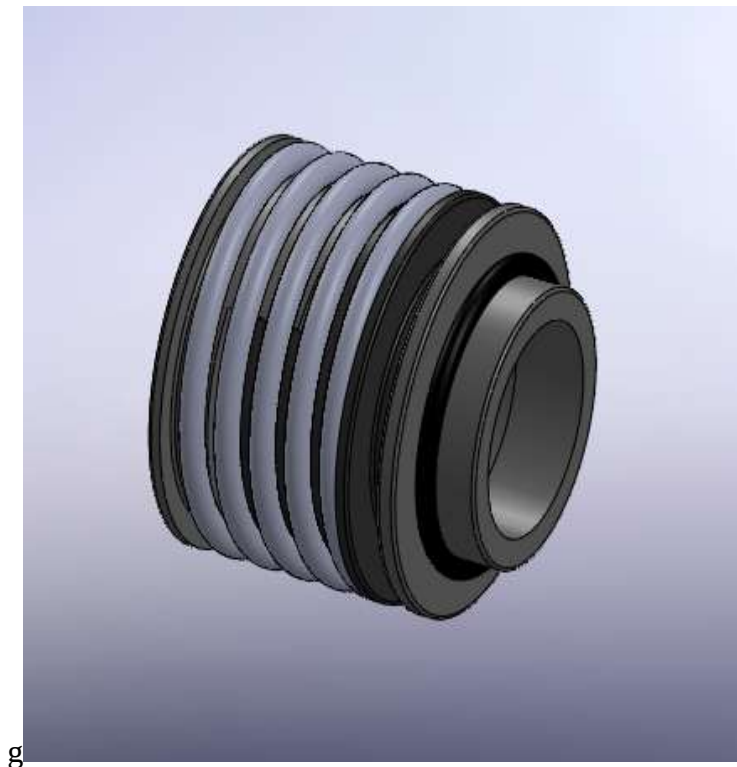
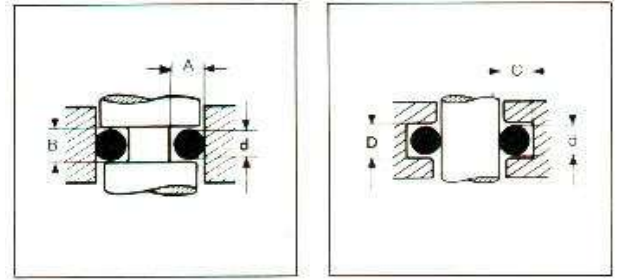


Figure II-8 : Assemblage de garniture

II.4.2 Choix des joints toriques

Le dispositif contient deux joints toriques qui servent d'étanchéités, c'est des joints standard, ils ont été choisis selon des normes.

- Joint torique Ø 40
- Joint torique Ø 30



Ø du tore	Profondeur de la gorge	Largeur de la gorge	Ø du tore	Profondeur de la gorge	Largeur de la gorge
1,00	0,85	1,30	3,50/3,53	3,10	4,55
1,25	1,07	1,65	3,60	3,15	4,60
1,50	1,28	1,95	4,00	3,55	5,20
1,60	1,37	2,10	5,00	4,45	6,50
1,78	1,55	2,40	5,33	4,75	6,95
1,90	1,65	2,50	5,70	5,10	7,40
2,00	1,70	2,60	6,00	5,35	7,80
2,40	2,05	3,00	6,30/6,35	5,60	8,20
2,50	2,18	3,25	6,99/7,00	6,25	9,10
2,62	2,28	3,40	8,00	7,15	10,40
2,70	2,35	3,50	9,00	8,10	11,70
3,00	2,65	3,90	10,00	9,00	13,00

Tableau II-1 : Normes joints toriques

II.4.3 Localisation des joints toriques

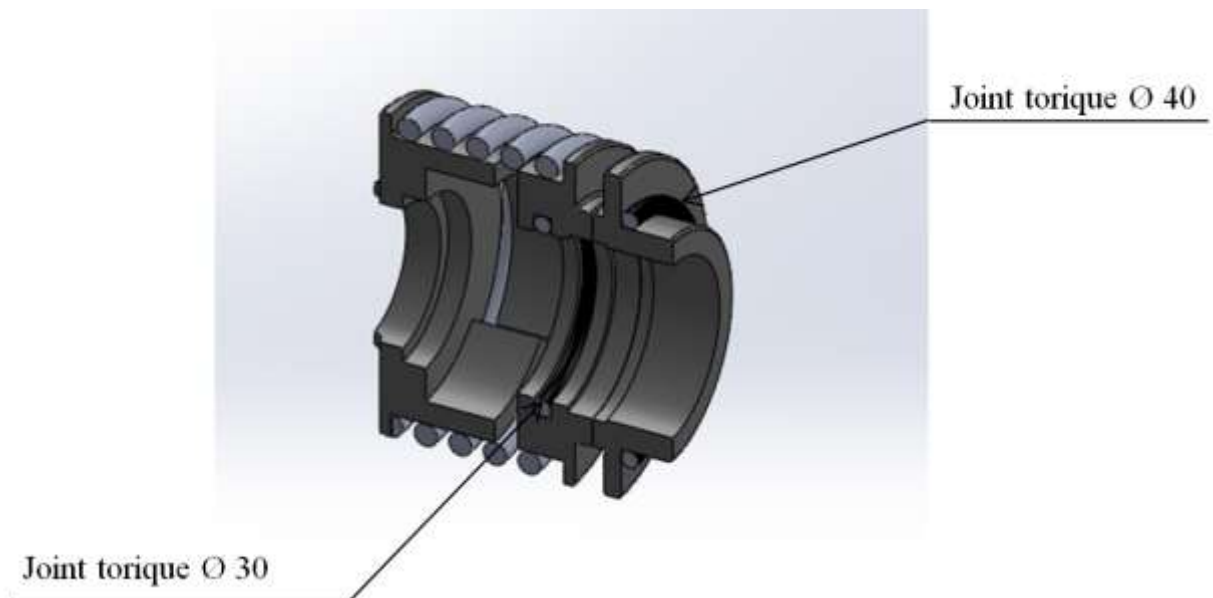


Figure II-9 : Localisation des joints toriques

II.5 Choix du matériau

Pour les applications avec les joints mécaniques, un faible coefficient de frottement et faible usure sont essentiels dans la gestion de matière sèche qui est directement en contact.

Un des matériaux les utilisés par sa structure cristalline et d'excellentes propriétés lubrifiantes est le graphite, le coefficient de frottement et de friction est relativement faible.

Ce matériau est aussi utilisé pour la manipulation, l'usinage, la fabrication d'outillages et la mise en forme du verre chaud.

Avantage :

- Bonne résistance aux chocs thermiques
- Pas d'adhérence au verre
- Évite les tensions mécaniques dans le verre et les rayures sur le verre chaud
- Excellente résistance à l'usure
- Coefficient de frottement et une conductivité thermique favorable

II.6 Montage de la garniture

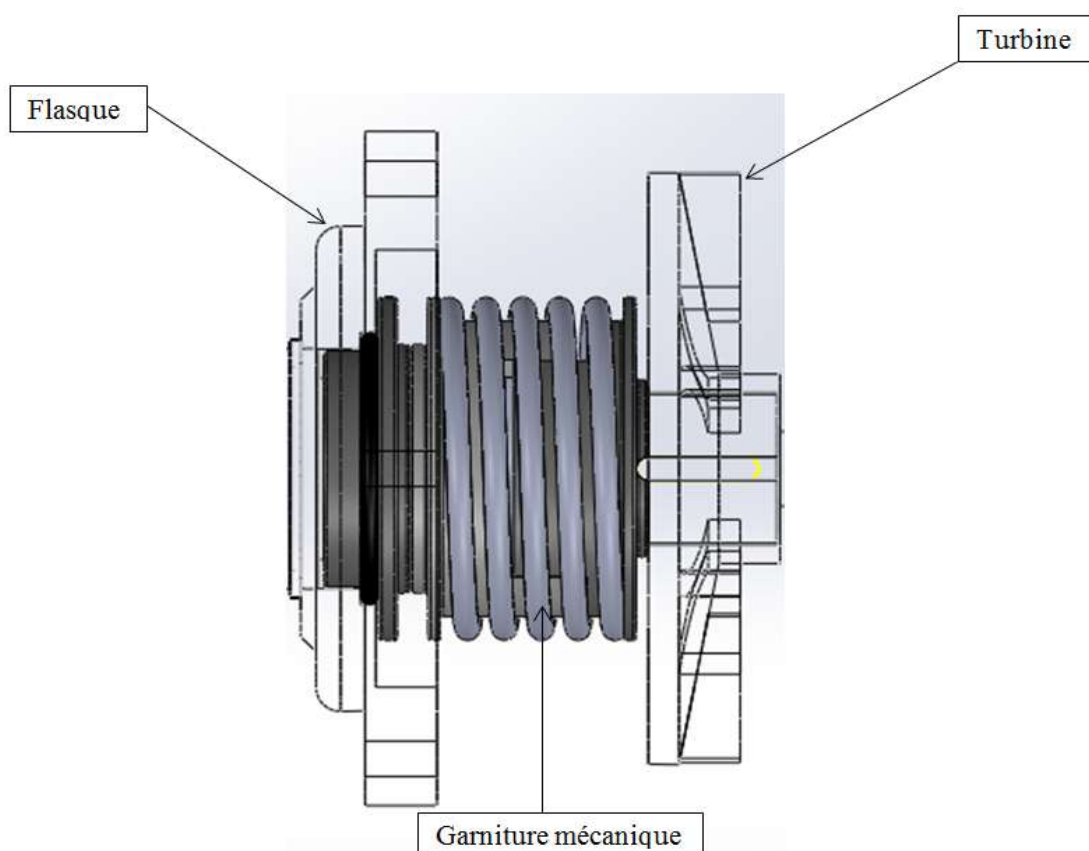


Figure II-10 : Localisation de la garniture mécanique dans le montage

II.6.1 Ajustements du montage :

La garniture se monte sur l'arbre (rotor) de la pompe.

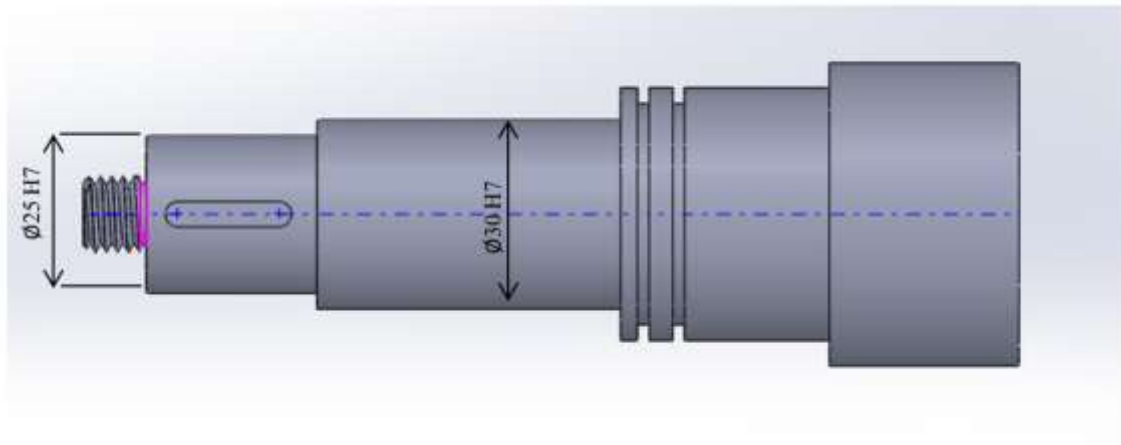


Figure II-11 : L'arbre de la pompe

II.6.2 Calcul des ajustements :

- Ajustement arbre-bague1 : $\varnothing 25 \text{ H7 f6}$

$$\begin{aligned}\varnothing 25 \text{ H7} &\longrightarrow 25_{0}^{+21} \\ \varnothing 25 \text{ f6} &\longrightarrow 25_{-41}^{-20}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}ES_{\text{bague 1}} &= D_{\text{max}} - D_{\text{nom}} \\ &= 25,21 - 25 = 0,21\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}ei_{\text{arbre}} &= d_{\text{min}} - d_{\text{nom}} \\ &= 25,41 - 25 = 0,41\end{aligned}$$

$$IT = ES - ei = 0,21 - 0,41 = -0,20$$

✓ Ce type d'ajustement s'agit d'un ajustement avec serrage.

- Ajustement arbre-bague2 : $\varnothing 30 \text{ H7 f6}$

$$\begin{aligned}\varnothing 30 \text{ H7} &\longrightarrow 25_{0}^{+21} \\ \varnothing 30 \text{ f6} &\longrightarrow 25_{-41}^{-20}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}ES_{\text{bague 1}} &= D_{\text{max}} - D_{\text{nom}} \\ &= 30,21 - 30 = 0,21\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_{i \text{ arbre}} &= d_{\text{min}} - d_{\text{nom}} \\ &= 30,41 - 30 = 0,41 \end{aligned}$$

$$IT = ES - ei = 0,21 - 0,41 = -0,20$$

- ✓ Ce type d'ajustement s'agit d'un ajustement avec serrage.

II.6.3 Calcul de l'étanchéité

Lors du choix de compression du joint torique, il est nécessaire de considérer à partir du 3 données :

- Avoir une étanchéité suffisante pour toucher la zone totale.
- La friction de glissement est aussi faible que possible.
- Minimiser la déformation permanente.

- ✓ Calcul de taux de compression

Le taux de compression **W** s'exprime généralement par la formule suivante :

$$W = (d_0 - h) / d_0 * 100\%$$

d₀ : le diamètre transversal (mm) du joint torique.

h : fond de la rainure de joint torique.

- ✓ Calcul de taux de compression pour joint torique Ø30 :

$$W = (30 - 2.65) / 30 = \underline{91.16\%}$$

- ✓ Calcul de taux de compression pour joint torique Ø40 :

$$W = (40 - 2.65) / 40 = \underline{93.38\%}$$

II.6.4 Exigences de montage de joints toriques :

II.6.4.1 Frottement :

Les causes d'un frottement trop important peuvent être diminuées de façon suivante :

- Profondeur de gorge plus importante (moins de serrage).
- Choix de la dureté de l'élastomère.
- Elastomère avec un coefficient de frottement plus faible.

II.6.4.2 Etat de surface :

En aucune façon la surface ne doit présenter de rayures, porosités ou autres imperfections

Une surface trop rugueuse entrainera l'usure du joint torique très rapidement. Une surface lisse évite la formation d'un film de graisse qui provoquerait une usure.

Choix de la matière pour les joints toriques :

Le matériau des joints secondaires sera sélectionné en se basant sur deux critères : la température de travail et l'attaque chimique potentielle du fluide à étancher.

En ce qui concerne la température de travail, on pourra suivre, à titre indicatif, le graphique suivant :

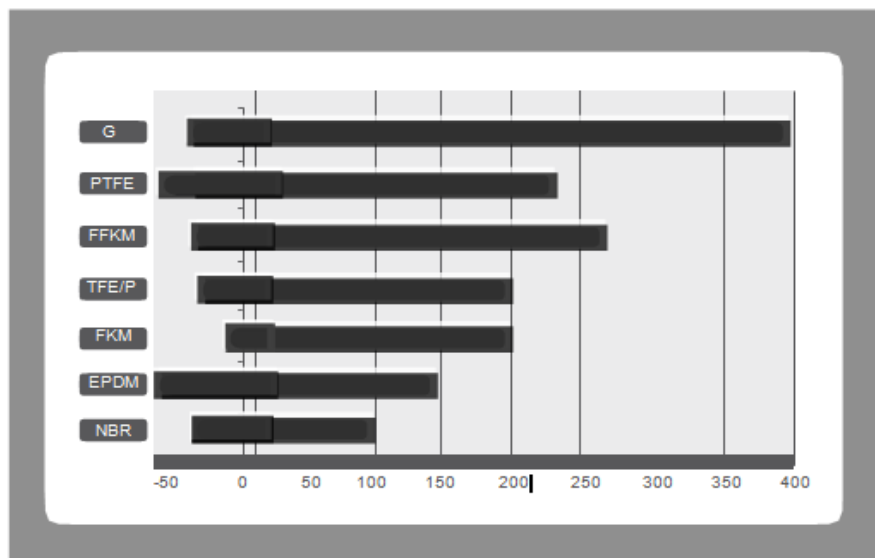


Figure II-12 : Matériaux fréquemment utilisées pour les joints toriques

Le NBR est le matériau le plus économique et il présente la plage de température utile de travail la plus étroite, tandis que le graphite est le matériau le plus approprié pour le travail à hautes températures. Parmi les élastomères, le FFKM est le matériau qui présente la plus grande résistance à la température, permettant d'atteindre 320°C dans certains mélanges spéciaux, sur lequel notre choix de matière est désigné.

NBR : caoutchouc butadiène-acrylonitrile ; un composé résistant aux hydrocarbures.

FFKM : perfluoroélastomères. Ce sont généralement des terpolymères de TFE

FEPM : copolymères de propylène tétrafluoroéthylène dérivés de FKM avec une meilleure résistance chimique (proche FFKM),

Chapitre III :

Réalisation

III. Chapitre 3 : Réalisation

III.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 à la pièce brute une forme et dimensions voulues, à l'aide d'une machine-outil cette technique nous permet d'obtenir des pièces d'une grande précision.

III.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 pièce étudiée.
- Présenter clairement la succession des phases.
- Préciser les surfaces usinées.

III.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 a utilisé.
 - Contrôle : citer le matériel à prendre en magasin.

III.3 Etablissement d'un processus d'usinage :

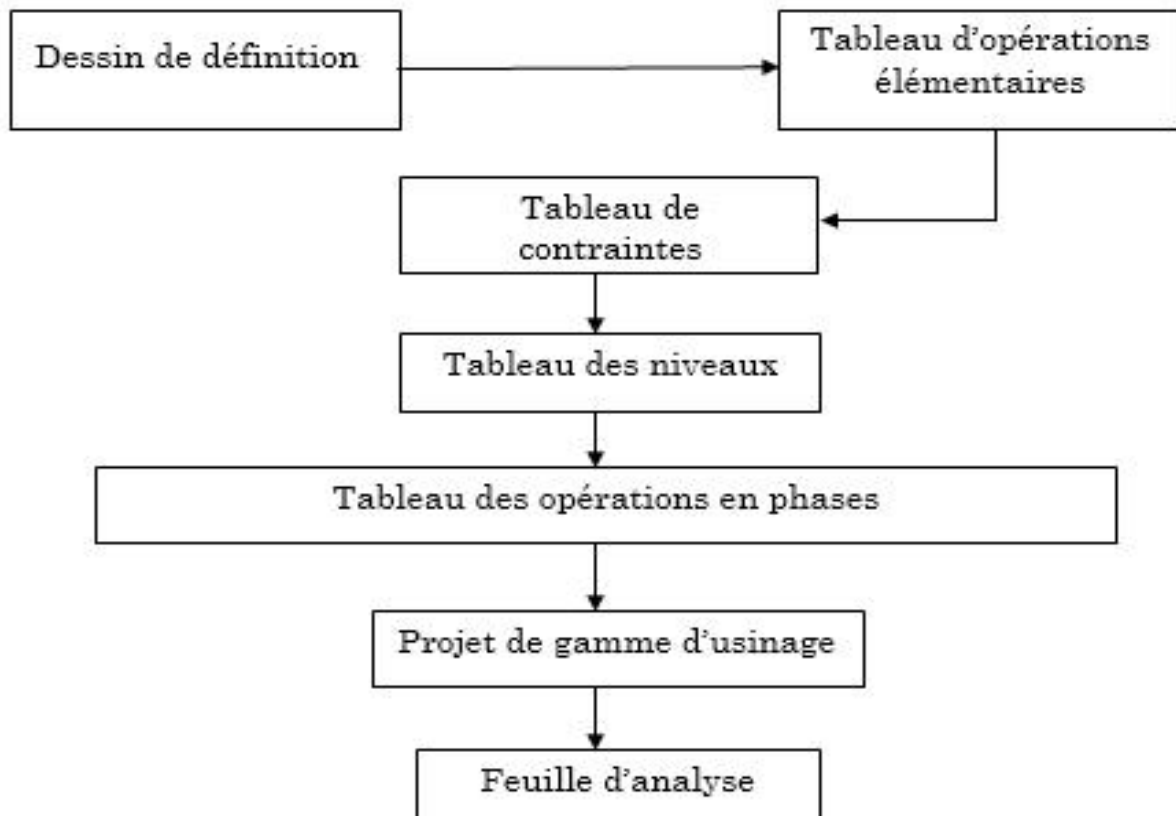


Figure III-1 : Processus d'usinage

III.4 Valeurs indicatives de coupeaux minimaux :

Cpm par rapport à une surface brute	-pièce en acier moulé $L \leq 250$	4 à 6
	-pièce en acier moulé $250 < L < 1000$	6 à 10
	-pièce en fonte moulé $L \leq 250$	2.5 à 5
	-pièce en fonte moulé $250 < L < 1000$	4 à 8
	-pièce en alliage d'aluminium moulé en sable	2 à 6
Cpm par rapport a une surface usiné	-demi-finition à l'outil coupant	0.3 à 0.6
	-finition à l'outil coupant	0.1 à 0.2
	- rectification	0.05 à 0.1

Tableau III-1: valeur indicatives de coupeaux minimaux

III.5 Intervalles de tolérances sur les côtes de fabrication

Procédé d'usinage	Cotes par rapport à une surface brute	Cote entre surface usinées		Cote de finition
		Ebauche	Demi- finition	
Fraisage	Varie de ± 0.1 à 1 selon la qualité et la correction géométrique de la surface brute	0.3-0.5	0.1-0.2	Doive respecter IT fixé par le dessin de définition
Perçage		0.2-0.5	0.15-0.2	
Alésage grain		0.2-0.4	0.1-0.2	
Alésage alésoir		0.15-0.20	0.05-0.15	

Tableau III-2: Intervalles de tolérances sur les côtes de fabrication

III.6 Méthode d'analyse du dessin de définition :

III.6.1 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.

III.6.2 Contraintes d'usinage :

III.6.2.1 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 à ces cotes appuyé en appuyant sur une analyse fonctionnelle des forme.

III.6.2.2 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

III.6.2.3 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.

III.6.2.4 Contraintes technologiques :

En analysant toutes les surfaces qui doivent subir l'usinage on fait ressortir toutes les contraintes technologiques. Ces contraintes correspondent aux limites imposées par la puissance des machines et les efforts de coupe.

III.6.2.5 Contraintes économiques :

Le coût de fabrication, la durée de l'usinage et l'usure des outils nous conditionnent à faire un choix précis sur la fabrication façon que le coût de revient soit minimisé.

III.6.3 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 dimensionnelles 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.

Tableau des opérations élémentaires : présenter toutes les surfaces usinées, leurs dimensions, leurs états de surface et les opérations à faire à 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 serrés.

- **Tableau des regroupements élémentaires** : présenter 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 présente les niveaux d'exécution des surfaces à usinées.
- **Tableau de regroupement des phases** : faire un tableau qui présente les différentes phases à respecter lors de l'usinage.

III.6.4 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 Opérations.

- **La gamme opératoire** : est un document d'archive dans lequel sont consignés de manière chronologique et globale, les différentes phases de la transformation d'un produit.
- **La phase** : c'est l'ensemble des Opérations réalisées sur un même poste de charge, (exemple : ensemble des Opérations 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 à une opération simple et en général elle est indivisible, réalisée sur un poste donné.

III.7 Le choix des machines

Afin de caractériser les machines 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 coût.

III.8 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 à usinée, la productivité, la forme, le sens, le montage, la précision et l'état de surface à réaliser.

Ces outils peuvent être caractérisés selon plusieurs paramètres :

- la géométrie de l'outil : elle est sélectionnée en basant sur la géométrie de la forme à usiner 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 usiner et sa dureté.
- assemblage de l'outil : fixation, etc.
- le type de l'outil : (foret, alésoir, fraise, etc.)

III.9 Fabrication du dispositif :

III.9.1 Matériels utilisés :

La fabrication de tous les composants de notre dispositif a été effectuée par plusieurs machines disponibles à l'atelier mécanique de l'entreprise **COTITEX**, tels que le tour universel, la fraiseuse verticale et la scie mécanique. Pour ce qui concerne la trémie de l'extrudeuse, les supports de fixation 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 III-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 poules, 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 III-3 : Tour universel.

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

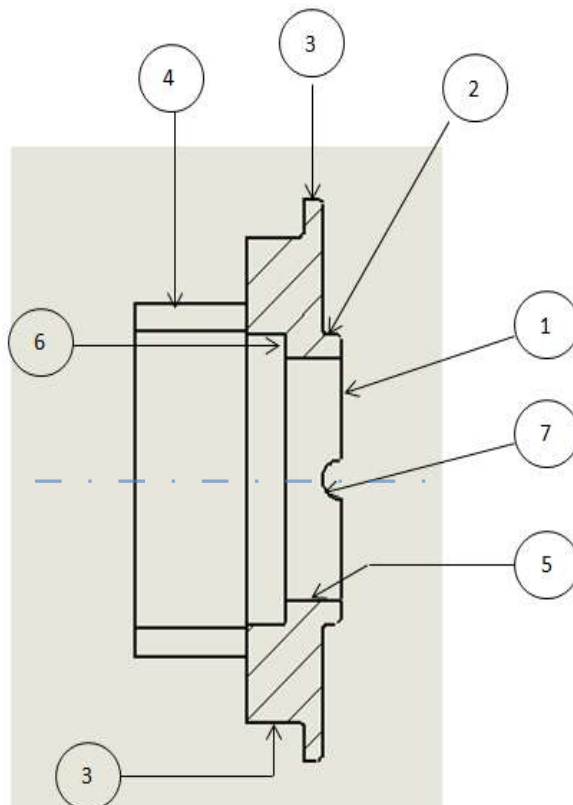
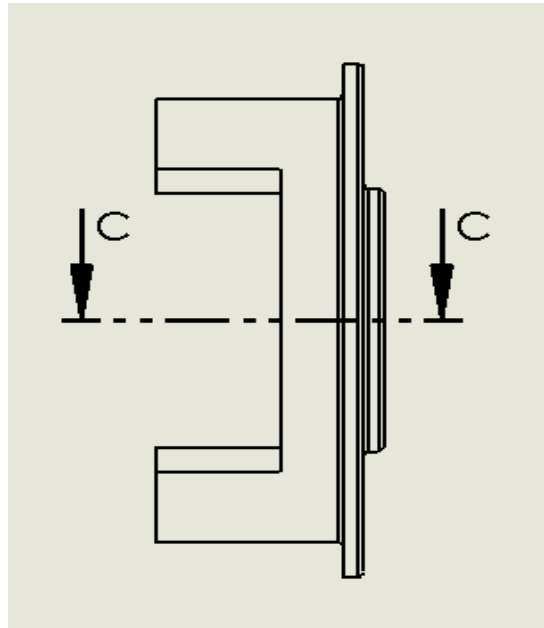


Figure III-4 : Fraiseuse vertical.

III.9.2 Feuille d'analyse de fabrication de la bague 1

Repérage des surfaces élémentaires

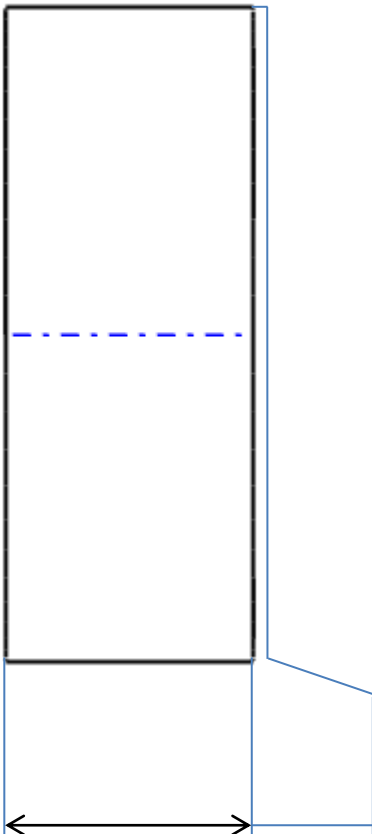
Bague 1



Coupe C – C

Feuille d'analyse de fabrication:

Bague 1.

Schéma	Rep	m	M	IT	N°ch
BE 					
	CF1	21,9	22,1	0.2	
BDM	CPM E	0.5			
	B1	-			
Chaine de cote	CPM E	0.5			
	CF1		22		
	B1	22.5			

Gamme d'usinage :

Bague 1 :

Ensemble: Garniture mécanique.		Matière: Alliage d'aluminium	
Organe: Bague1.		Brut: Moulé	
		Cadence: 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

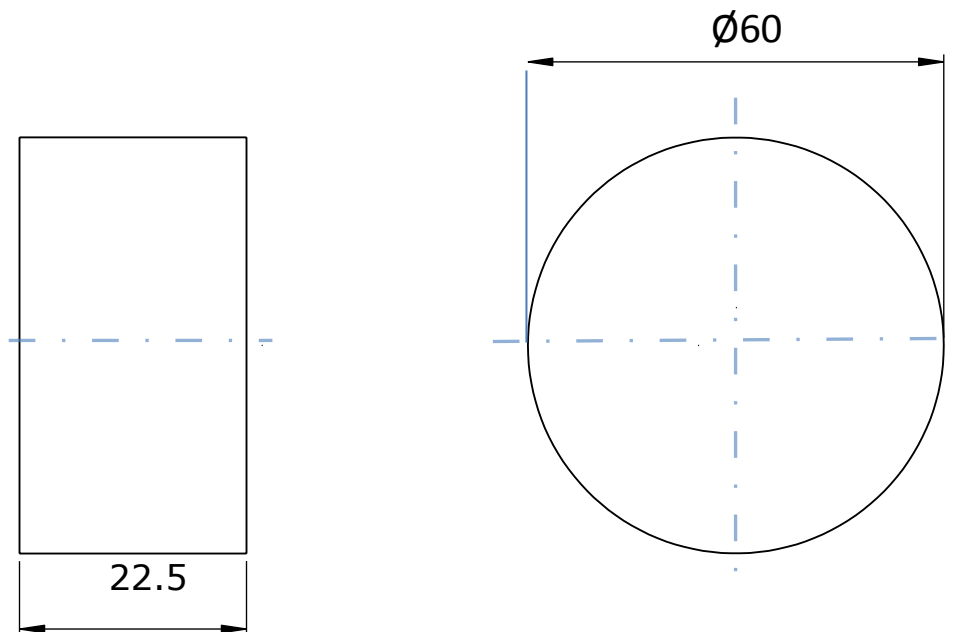
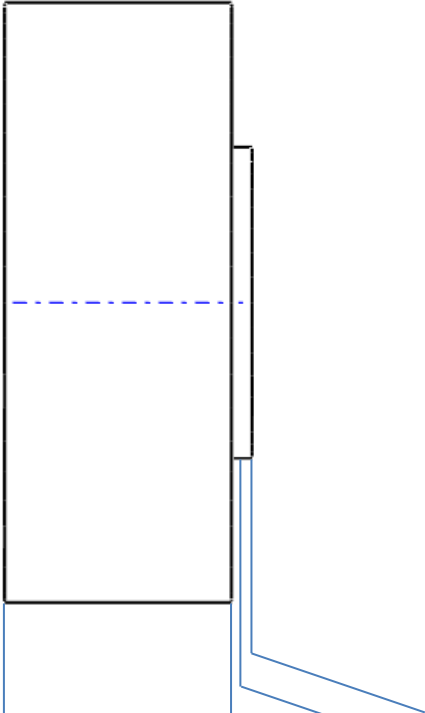
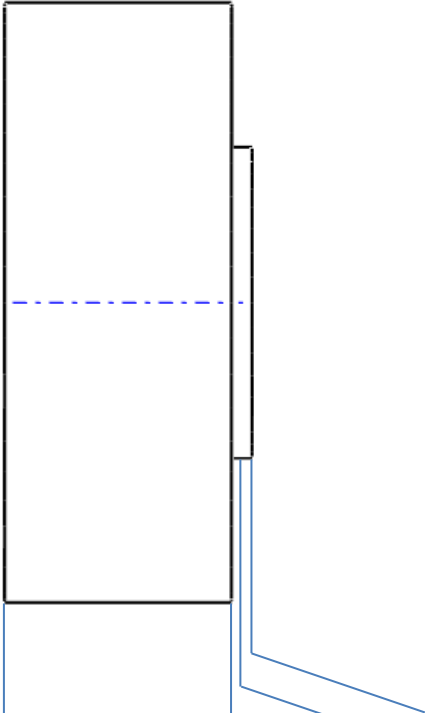
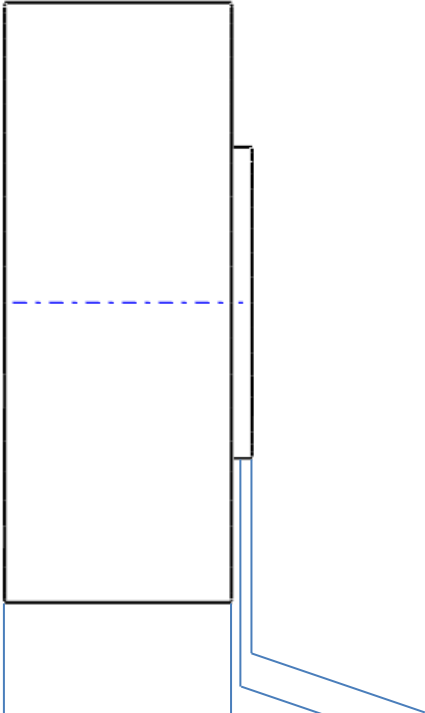
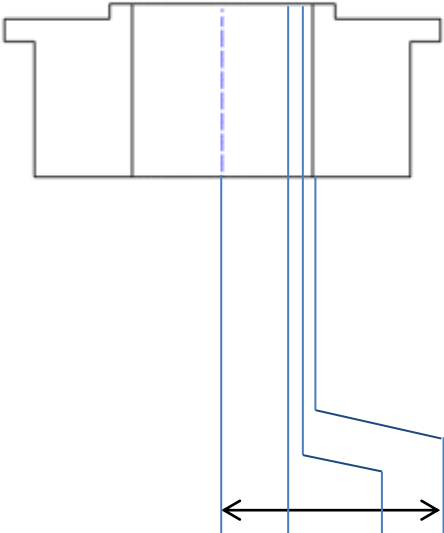
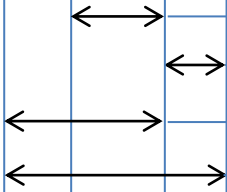
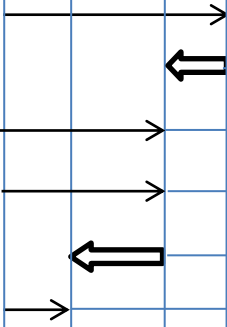
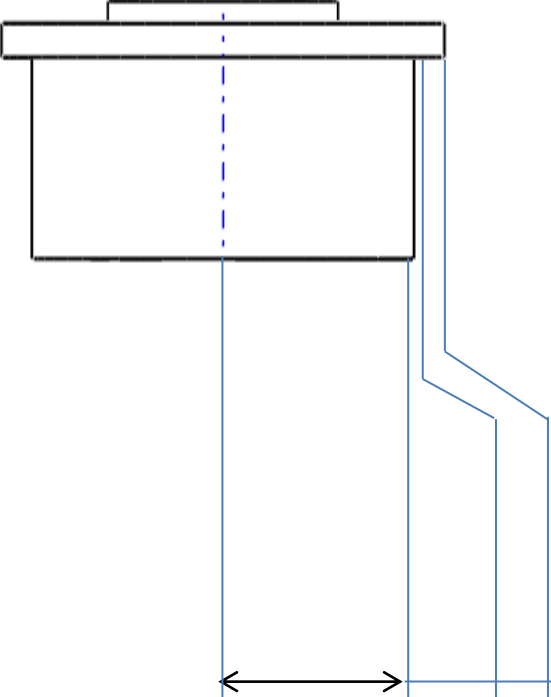
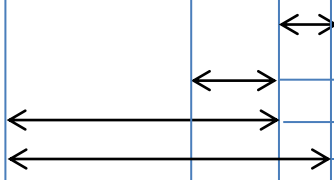
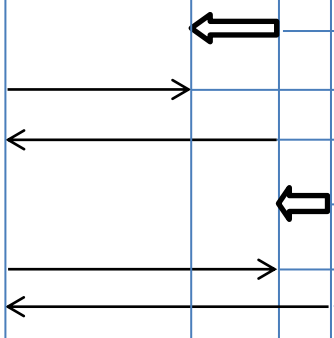


Schéma	Rep	m	M	IT	N°ch
	CM1	20.1	19.9	0.2	
	CPM E	0.5			
	CPM F	0.2			
	CM 3				
	B1	-			
	CPM F	0.2			
	CM 1		20		
	CM 2	21.2			
	CPM E	0.8			
	CM 3		21.2		
	B1	22			

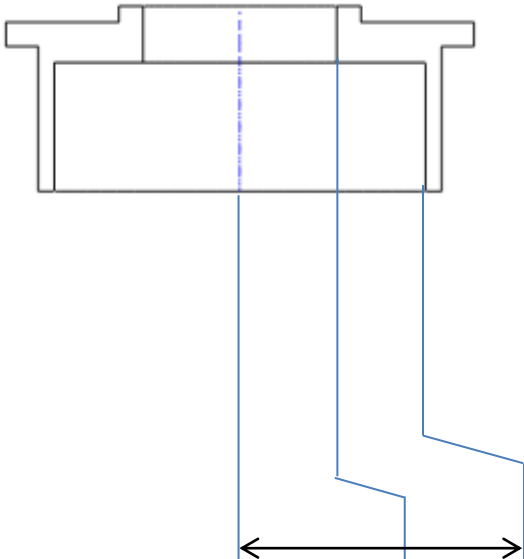
Ensemble : Garniture mécanique Organe : Bague1		Matière : Alliage d'aluminium. Brut : Moulé. Cadence : Travail unitaire.		
N° de phase	Désignation des opérations	Machines utilisé	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	Tournage : Sous phase 210 : Isostatisme définis par : -Appui normal sur surface 8,en 3 normales :1,2,3 -centrage court sur surface2,en 2 normales :4,5 -serrage concentrique. Opération 211 : Dressage de la surface 1, ébauche et finition. CM=22±0.1 $\sqrt{3.2}$	Tour //	-Moyen de prise : Mandrin trois mors -Outil coupant : outil à dresser en acier au carbone	Pied à coulisse
Croquis de la pièce				

Schéma	Rep	M	M	IT	N°ch
 BE	CM 1	12.4	12.6	0.2	
 BM	CPM E				
	CPM F				
	CM 2				
	B 1				
 Chaine de cotes	CM 1		12.5		
	CPM F	0.2			
	CM 2	12.3			
	CM 2		12.3		
	CPM E	0.8			
	B1	11.5			

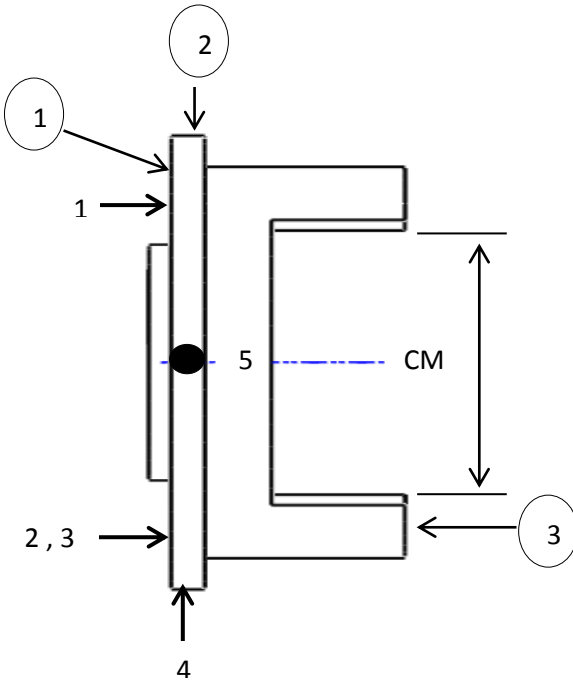
Ensemble : Garniture mécanique Organe : Bague1		Matière : Alliage d'aluminium. Brut : Moulé. Cadence : Travail unitaire.		
N° de phase	Désignation des opérations	Machines utilisé	Appareillages outils coupants	Contrôle
300	Tournage : Sous phase 310 : Isostatisme définis par : -Appui normal sur surface 1, en 3 normales :1,2,3 -centrage court sur surface2, en 2 normales :4,5 -serrage concentrique. Opération 311 : Perçage de surface 5 alésage de surface 5. Ebauche et finition CM=25H7 $\sqrt{3.2}$	Tour //	-Moyen de prise : Mandrin trois mors -Outil coupant : - Foret a center en acier rapide. - Foret à tête conique Ø24 en carbure de tungstène. - Outil alésage en acier au carbone.	Comparateur Alésage
Croquis de la pièce				

Schéma	Rep	m	M	IT	N°ch
 BE	CM1	25.1	24.9	0.2	
 BM	CPM E	3			
	CPM F	1			
	CM 2	-			
	B1	-			
 Chaine De cotes	CPM F	1			
	CM 1		25		
		26			
	CPM E	3			
	CM 2		26		
	B1	29			

Ensemble : Garniture mécanique Organe : Bague1		Matière : Alliage d'aluminium. Brut : Moulé. Cadence : Travail unitaire.		
N° de phase	Désignation des opérations	Machines utilisé	Appareillages outils coupants	Contrôle
400	Tournage : Sous phase 410 : Isostatisme définis par : -Appui normal sur surface 1, en 3 normales : 1, 2, 3 -centrage court sur surface 2, en 2 normales : 4, 5 -serrage concentrique. Opération 411 : chariotage de la surface 4, ébauche et finition. $2CM = 50 \pm 0.1$ $\sqrt{3.2}$	Tour //	-Moyen de prise : Mandrin trois mors -Outil coupant : Outil à chariotier-dresser en carbure de tungstène	Pied à coulisse
Croquis de la pièce				

Schéma	Rep	m	M	IT	N°ch
 BE	CM1	20.9	21.1	0.2	
	CPM F				
BM	B 1				
chaîne de cotes	CM 1		21		
	CPM F	7			
	B1	12.5			

Ensemble : Garniture mécanique		Matière : Alliage d'aluminium.		
Organe : Bague1		Brut : Moulé.		
		Cadence : Travail unitaire.		
N° de phase	Désignation des opérations	Machines utilisé	Appareillages outils coupants	Contrôle
500	Tournage : Sous phase 510 : Isostatisme définis par : -Appui normal sur surface 1, en 3 normales : 1,2,3 -centrage court sur surface 2, en 2 normales : 4,5 -serrage concentrique. Opération 511 : Perçage et Alésage de surface 6. $2CM=40\pm0.1$ $\sqrt{3.2}$	Tour //	-Moyen de prise : Mandrin trois mors -Outil coupant : - Foret à tête conique $\varnothing 40$ en carbure de tungstène. - Outil à alésage en carbure de tungstène.	Comparateur Alésage
Croquis de la pièce				

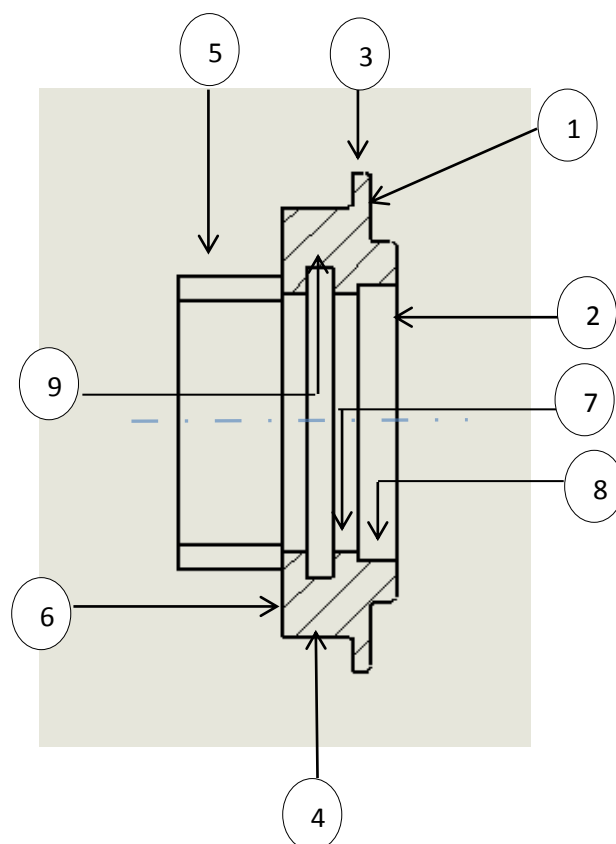
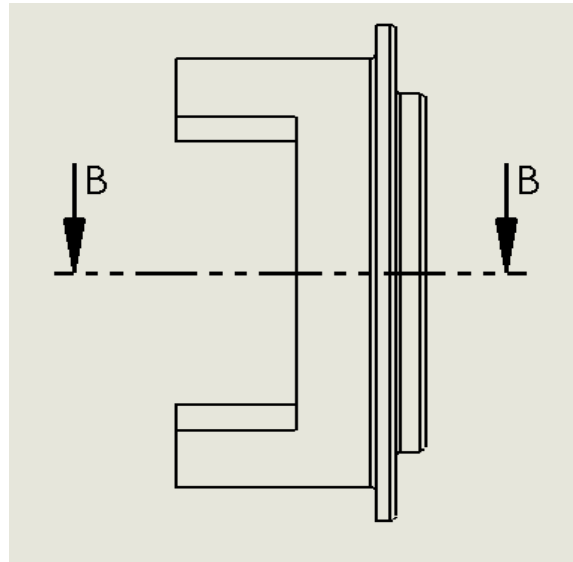
Ensemble : Garniture mécanique Organe : Bague1		Matière : Alliage d'aluminium. Brut : Moulé. Cadence : Travail unitaire.		
N° de phase	Désignation des opérations	Machines utilisé	Appareillages outils coupants	Contrôle
600	Fraisage: Sous phase 610 : Isostatisme définis par : -Appui normal sur surface 1, en 3 normales :1,2,3 -centrage court sur surface2, en 2 normales :4,5 -serrage concentrique. Opération 611 : surfacage de surface 3. CM=28 $\sqrt{3.2}$	fraiseuse	-Moyen de prise : Mandrin trois mors -Outil : Fraise deux tailles en carbure monobloc.	Pied à coulisse
Croquis de la pièce				
				

Ensemble : Garniture mécanique Organe : Bague1		Matière : Alliage d'aluminium. Brut : Moulé. Cadence : Travail unitaire.		
N° de phase	Désignation des opérations	Machines utilisé	Appareillages outils coupants	Contrôle
700	Fraisage : Sous phase 710 : Isostatisme définis par : -Appui normal sur surface 1, en 3 normales : 1, 2, 3 -centrage court sur surface 2, en 2 normales : 4, 5 -serrage concentrique. Opération 711 : surfacage de surface 5. CM= 4 ± 0.2 $\sqrt{3.2}$	fraiseuse	-Moyen de prise : Mandrin trois mors -Outil : Fraise deux tailles en carbure monobloc.	Pied à coulisse
Croquis de la pièce				

III.9.3 Feuille d'analyse bague 2

Repérage des surfaces élémentaires.

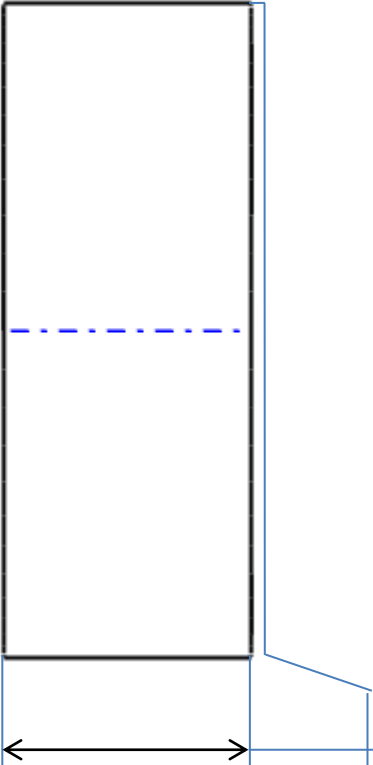
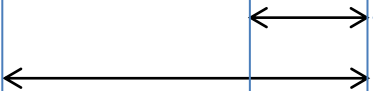
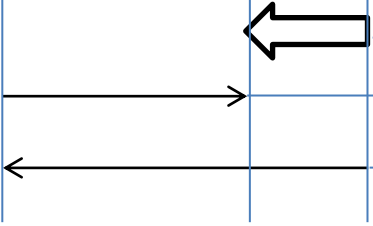
Bague 2.



Coupe B-B

Repérage des surfaces élémentaires:

Bague 2.

Schéma	Rep	m	M	IT	N°ch
	CM1	25,1	24,9	0.2	
	CPM E	1			
	B1	-			
	CPM E	1			
	CM1		25		
	B1	26			

Feuille d'analyse de fabrication:

Bague 2.

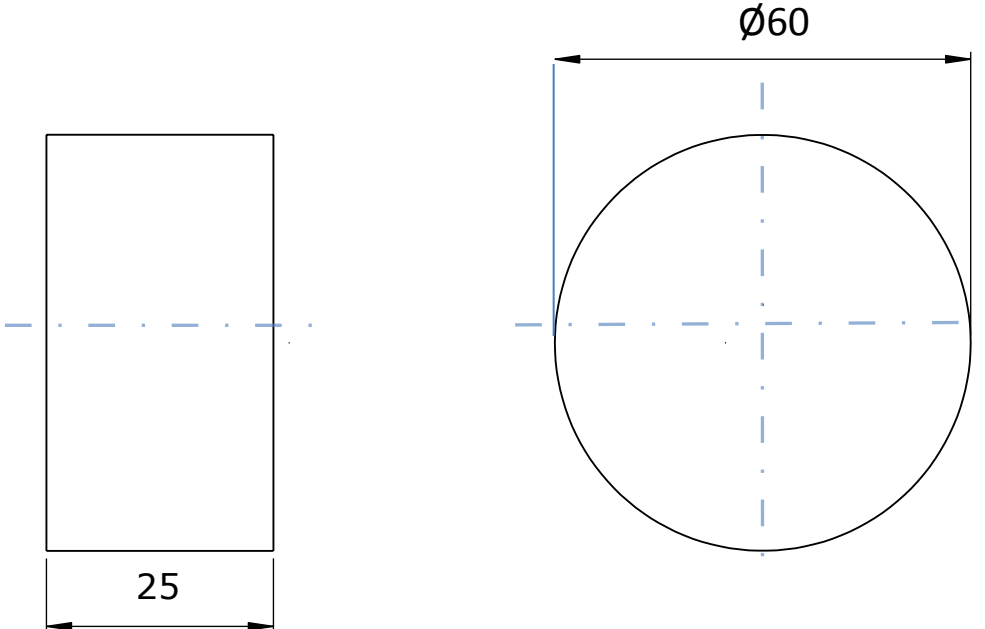
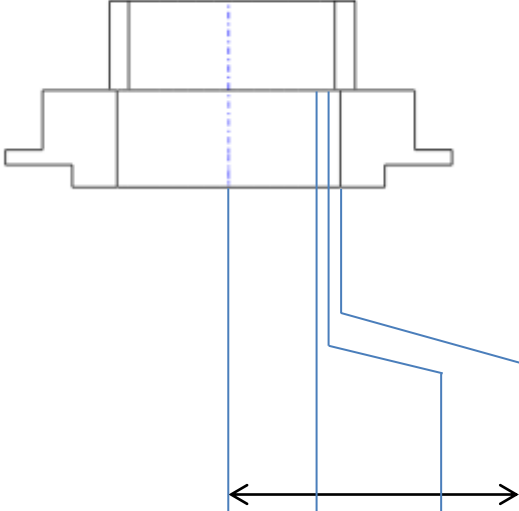
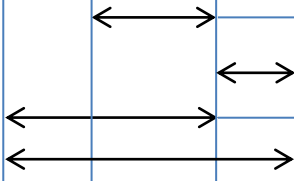
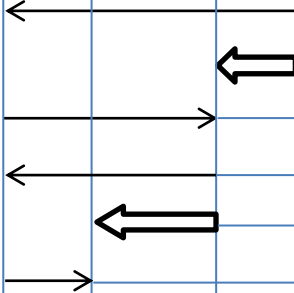
Ensemble: Garniture mécanique.		Matière: Alliage d'aluminium	
Organe: Bague2.		Brut: Moulé	
		Cadence: Travail unitaire	
N° de phase	Designation des operations	Machine utilisée	Moyens de contrôles
100	Contrôle du brut	Scie mécanique	Règle graduée
Croquets de la pièce			
			

Schéma	Rep	m	M	IT	N°ch
 BE	CM1	14.9	15.1	0.2	
 BDM	CPM E	0.8			
	CPM F	0.2			
	CM 2				
	B 1				
 Chaine de cote	CM 1		15		
	CPM F	0.2			
	CF 2	14.8			
	CM 2		14.8		
	CPM E	0.8			
	B1	14			

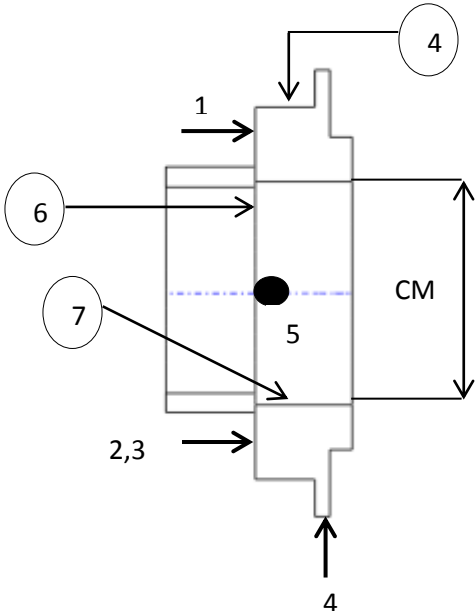
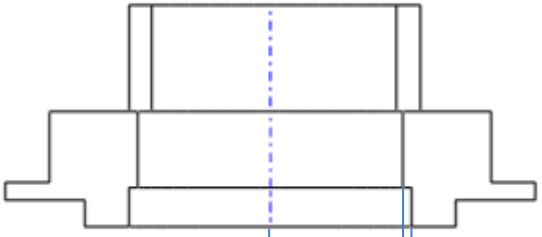
Ensemble : Garniture mécanique Organe : Bague2		Matière : Alliage d'aluminium. Brut : Moulé. Cadence : Travail unitaire.		
N° de phase	Désignation des opérations	Machines utilisé	Appareillages outils coupants	Contrôle
300	Tournage : Sous phase 310 : Isostatisme définis par : -Appui normal sur surface 6, en 3 normales : 1, 2,3 -centrage court sur surface4, en 2 normales : 4,5 -serrage concentrique. Opération 311: Alésage de surface 7 CM=30H7 $\sqrt{3.2}$	Tour //	-Moyen de prise : Mandrin trois mors -Outil coupant : - Foret à centrer en acier rapide - Foret conique Ø29 en carbure de tungstène. - Outil Alésage en acier au carbone	Comparateur Alésage
Croquis de la pièce				
				

Schéma	Rep	m	M	IT	N°ch
 BE	CM 1	15.4	15.6	0.2	
BDM	CM 2	0.5			
	B1				
Chaine de cote	CM 1	15.5			
	CPM F	0.5			
	B 1	15			

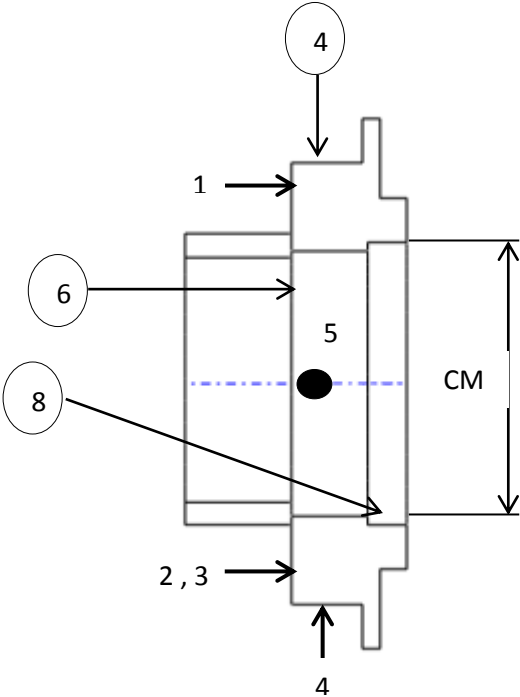
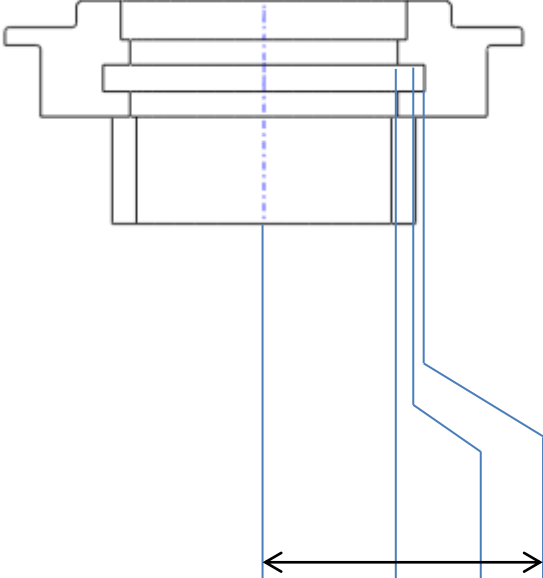
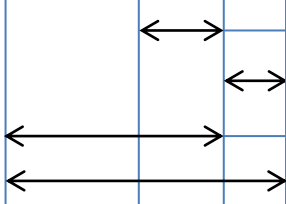
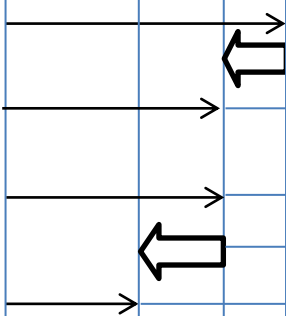
Ensemble : Garniture mécanique Organe : Bague2		Matière : Alliage d'aluminium. Brut : Moulé. Cadence : Travail unitaire.		
N° de phase	Désignation des opérations	Machines utilisé	Appareillages outils coupants	Contrôle
400	Tournage : Sous phase410 : Isostatisme définis par : -Appui normal sur surface 6, en 3 normales : 1, 2,3 -centrage court sur surface4, en 2 normales : 4,5 -serrage concentrique. Opération411 : alésage de surface 8 $CM=31\pm0.2$ $\sqrt{3.2}$	Tour //	-Moyen de prise : Mandrin trois mors -Outil coupant : Outil alésage en acier au carbone	Comparateur alésage
Croquis de la pièce				
				

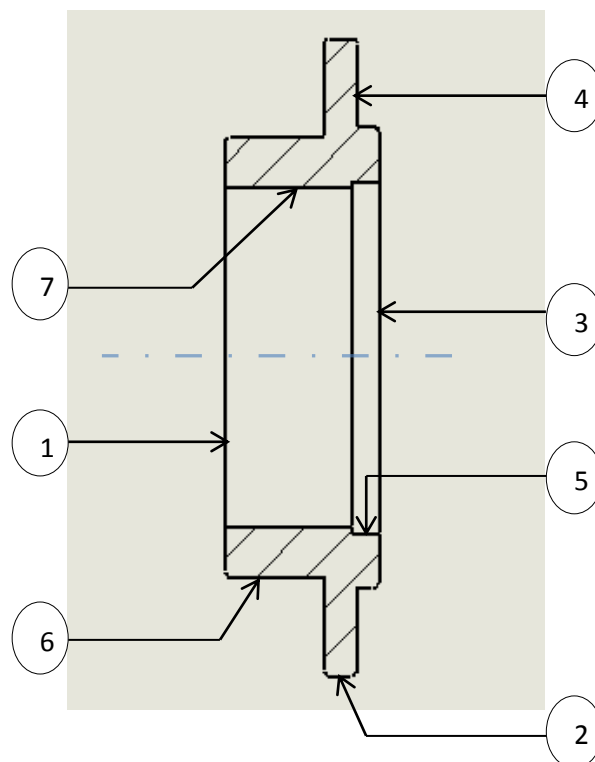
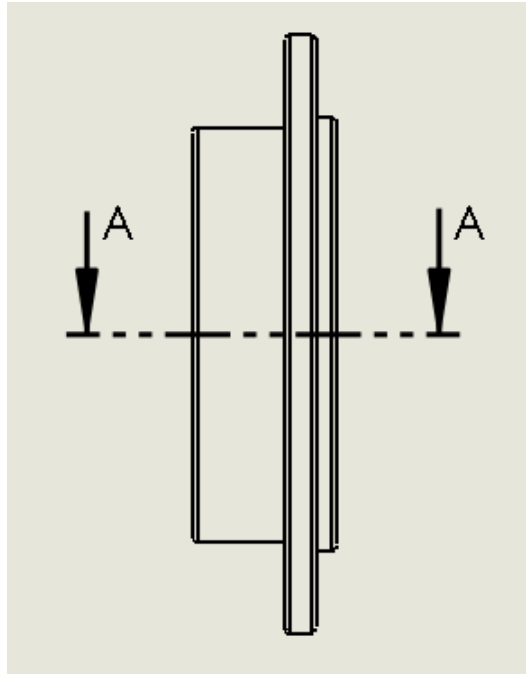
Schéma	Rep	m	M	IT	N°ch
 BE	CM 1	17.9	18.1	0.2	
 BDM	CFM E	2.5			
	CFM F	0.5			
	CM 2				
	B 1				
 Chaine de cote	CM 1		33		
	CM 2	0.5			
	CPM F	32.5			
	CM 2		32.5		
	CPM E	2.5			
	B 1	30			

Ensemble : Garniture mécanique Organe : Bague2		Matière : Alliage d'aluminium. Brut : Moulé. Cadence : Travail unitaire.		
N° de phase	Désignation des opérations	Machines utilisé	Appareillages outils coupants	Contrôle
500	Tournage : Sous phase 510 : Isostatisme définis par : -Appui normal sur surface 6, en 3 normales : 1, 2,3 -centrage court sur surface4, en 2 normales : 4,5 -serrage concentrique. Opération 511 : Chambrage de surface 9 CM=36±0.2 $\sqrt{3.2}$	Tour //	-Moyen de prise : Mandrin trois mors -Outil coupant : Outil chambrage et gorge en acier au carbone	Tambour gradué
Croquis de la pièce				

III.9.4 Feuille d'analyse bague 3

Repérage des surfaces élémentaires :

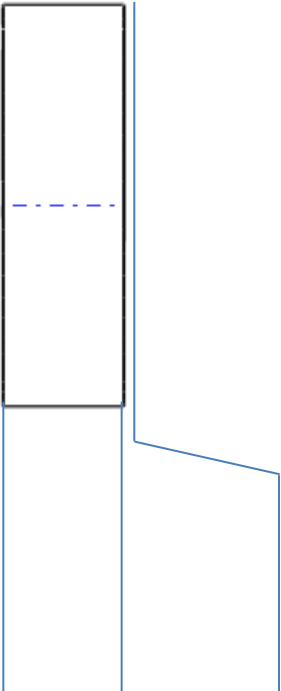
Bague 3.



Coupe A-A

Repérage des surfaces élémentaires :

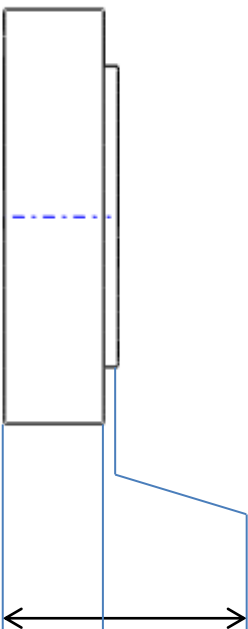
Bague 3 :

Schéma	Rep	m	M	IT	N°ch
BE					
BDM	CM 1	13.9	14.1	0.2	
	CPM F	0.5			
	B 1				
Chaine de cote					
	CPM F	0.5			
	CM 1	14			
	B1	14.5			

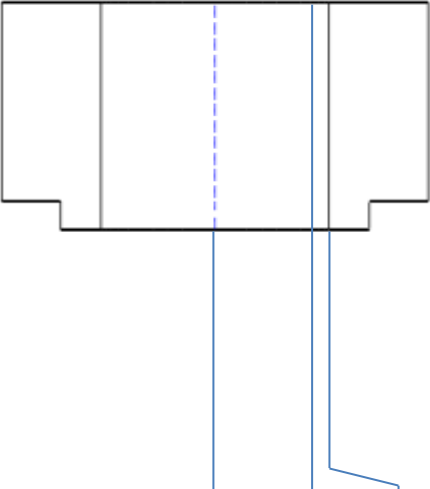
Feuille d'analyse de fabrication:

Bague 3 :

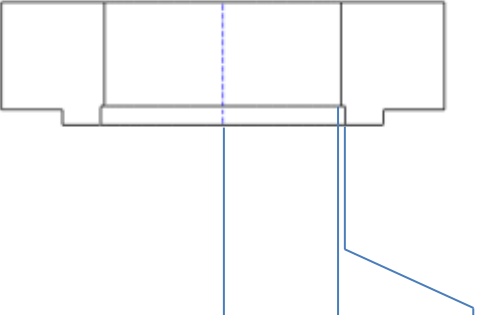
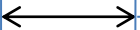
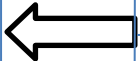
Ensemble : Garniture mécanique Organe : Bague3		Matière : Alliage d'aluminium. Brut : Moulé. Cadence : Travail unitaire.		
N° de phase	Désignation des opérations	Machines utilisé	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	Tournage : Sous phase210 : Isostatisme définis par : -Appui normal sur surface 1, en 3 normales : 1, 2,3 -centrage court sur surface2, en 2 normales : 4,5 -serrage concentrique. Opération211 : dressage de surface 3 CM= 14 ± 0.1 $\sqrt{3.2}$	Tour //	-Moyen de prise : Mandrin trois mors -Outil coupant : Outil dressage en acier au carbone	Pied à coulisse
Croquis de la pièce				

Schéma	Rep	m	M	IT	N°ch
BE					
	CM1	11.9	12.1	0.2	
BDM	CM 1	2			
	B 1				
Chaine de cote	CPM F	2			
	CM 1		12		
	B 1	14			

Ensemble : Garniture mécanique Organe : Bague3		Matière : Alliage d'aluminium. Brut : Moulé. Cadence : Travail unitaire.		
N° de phase	Désignation des opérations	Machines utilisé	Appareillages outils coupants	Contrôle
300	Tournage : Sous phase 310: Isostatisme définis par : -Appui normal sur surface 6, en 3 normales : 1, 2,3 -centrage court sur surface4, en 2 normales : 4,5 -serrage concentrique. Opération311 : Chambrage de surface 4 CM=12±0.1 $\sqrt{3.2}$	Tour //	-Moyen de prise : Mandrin trois mors -Outil coupant : Outil dressage en acier au carbone	Pied à coulisse
Croquis de la pièce				

Schéma	Rep	m	M	IT	N°ch
	CM 1	15.4	15.6	0.2	
	CPM F	0.5			
BDM	B1				
Chaine de cote	CM 1		15.5		
	CPM F	0.5			
	B1	15			

Ensemble : Garniture mécanique Organe : Bague1		Matière : Alliage d'aluminium. Brut : Moulé. Cadence : Travail unitaire.		
N° de phase	Désignation des opérations	Machines utilisé	Appareillages outils coupants	Contrôle
400	Tournage : Sous phase410 : Isostatisme définis par : - Appui normal sur surface 1, en 3 normales : 1, 2,3 - centrage court sur surface2, en 2 normales : 4,5 - serrage concentrique. Opération411 : perçage et alésage de surface 3 CM=31±0.2 $\sqrt{3.2}$	Tour //	-Moyen de prise : Mandrin trois mors -Outil coupant : - Foret à centrer en acier rapide - Foret conique Ø 30 en carbure de tungstène. - Outil alésage en acier au carbone	Comparateur alésage
Croquis de la pièce				

Schéma	Rep	m	M	IT	N°ch
BE 	CM1	15.9	15.1	0.2	
BDM 	CPM F	0.5			
	B1				
Chaine de cote 	CM 1		16		
	CPM F	0.5			
	B 1	15.5			

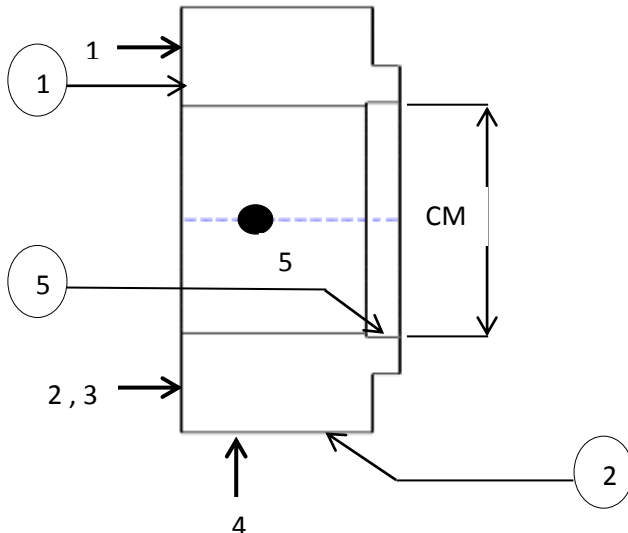
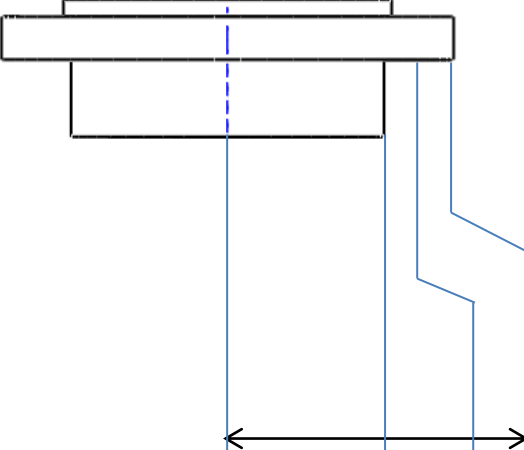
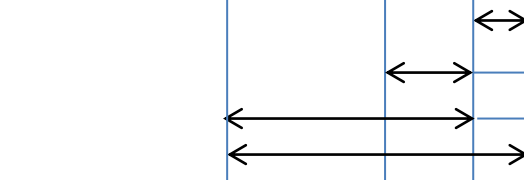
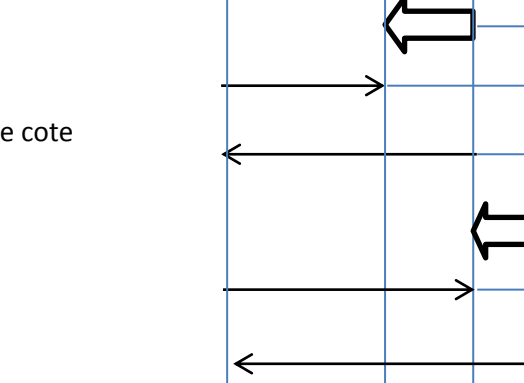
Ensemble : Garniture mécanique Organe : Bague3		Matière : Alliage d'aluminium. Brut : Moulé. Cadence : Travail unitaire.		
N° de phase	Désignation des opérations	Machines utilisé	Appareillages outils coupants	Contrôle
500	Tournage : Sous phase510 : Isostatisme définis par : - Appui normal sur surface 1, en 3 normales : 1, 2,3 - centrage court sur surface2, en 2 normales : 4,5 - serrage concentrique. Opération 511 : Alésage de surface 5 $CM=32\pm0.1$ $\sqrt{3.2}$	Tour //	-Moyen de prise : Mandrin trois mors -Outil coupant : Outil alésage en acier au carbone	Comparateur alésage
Croquis de la pièce				
				

Schéma	Rep	m	M	IT	N°ch
	CM 1	19.9	20.1	0.2	
	CPM E				
	CPM F				
	CM 2				
	B1				
	CPM F	1			
	CM 1		20		
	CM 2	21			
	CPM E	8			
	CM 2		28		
	B 1	29			

Ensemble : Garniture mécanique Organe : Bague3		Matière : Alliage d'aluminium. Brut : Moulé. Cadence : Travail unitaire.		
N° de phase	Désignation des opérations	Machines utilisé	Appareillages outils coupants	Contrôle
600	Tournage : Sous phase610 : Isostatisme définis par : - Appui normal sur surface 1, en 3 normales : 1, 2,3 - centrage court sur surface2, en 2 normales : 4,5 - serrage concentrique. Opération611 : Chambrage de surface 6 $CM=40\pm0.1$ $\sqrt{3.2}$	Tour //	-Moyen de prise : Mandrin trois mors -Outil coupant : Outil chariotage extérieur en acier au carbone	Pied à coulisse
Croquis de la pièce				

CONCLUSION GENERALE :

Les garnitures mécaniques ou joint d'étanchéité à faces radiales sont utilisés pour assurer l'étanchéité, d'arbres tournants lorsque les conditions de vitesse, de température et/ou de pression ne permettent Pas l'utilisation de joints classiques en élastomère. Les critères économiques du monde industriel nécessitent des étanchéités dynamiques de plus en plus performantes et conduisent donc à une généralisation de l'emploi des garnitures mécaniques.

Les garnitures mécaniques sont présentes dans tous les secteurs d'activités : chimie, industrie pétrolière et de transformation, agro-alimentaire, papeterie, transport, nucléaire... Elles sont donc amenées à assurer l'étanchéité de divers fluides liquides, pâteux ou gazeux et éventuellement chargés de particules solides sur de nombreuses machines telles que pompes, compresseurs, agitateurs, turbines à gaz. pour des durées de vie pouvant atteindre plusieurs dizaines de milliers d'heures.

L'objectif de notre travail de fin d'étude est de concevoir et réaliser une garniture mécanique pour une pompe submersible.

La conception des composants de 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 démentions des pièces.

Pour compléter cette étude, nous souhaitons que ce travail soit compléter par une analyse chimique pour déterminer la nuance de matériau et des essais mécaniques conventionnelles pour établir un produit de normes.

Références bibliographiques

- [1] **KHALDI et LATRECHE (2014)** : « Etude d'une pompe centrifuge a un étage». Mémoire de projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master en Génie mécanique, Centre Universitaire Ain Temouchent.

- [2] **Noël Brunetière (2001)** : « Noël Brunetière. Etude théorique et expérimentale du comportement thermohydrodynamique des garnitures d'étanchéité». THÈSE Pour l'obtention du Grade de Docteur de l'Université de Poitiers.

-[3] **OUAZANI et SMAIL (2017)**: « Etude de la Maintenance d'une Pompe Centrifuge Verticale par la méthode AMDEC ». Mémoire de projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master en Génie mécanique, université mouloud mammeri de tizi ousou

- Techniques-ingénieur, garniture mécanique et étanchéité, site internet.

- AESSEAL, Qu'est ce qu'une garniture mécanique, site internet.

- EagleBurgmann, Garnitures mécaniques, accouplement magnétiques, catalogue.

- Lidernig safe industry, garnitures mécaniques, catalogue.

- Roland D. Well, conception des gammes d'usinage, revue technique d'ingénieur B7025

- 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.

- **L. RIMBAUD**, guide pratique de l'usinage 1. Fraisage, édition hachette technique : 978_2_01_180298_9, année2010

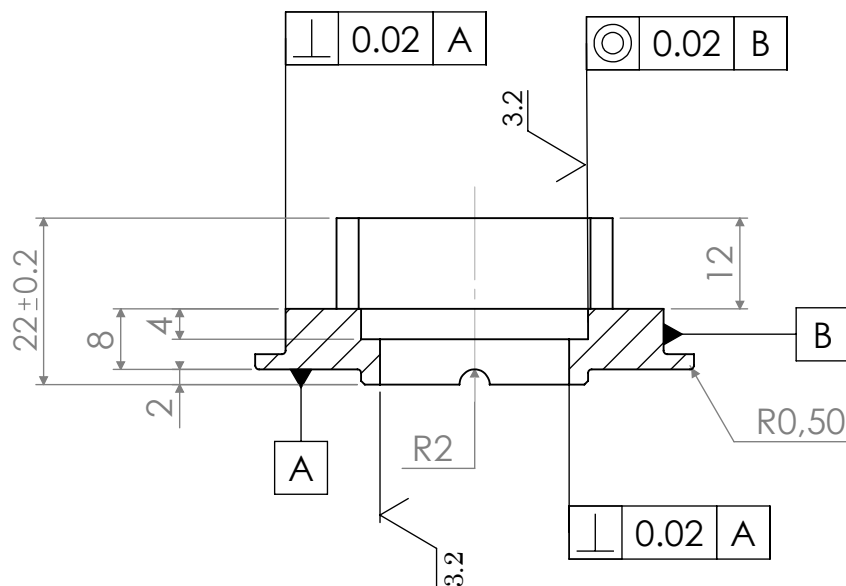
- **J. JAKUB**, guide pratique de l'usinage 2. Tournage, édition hachette technique : 978_2_01_180299_6, année2010

- **A. CHEVALIER**, guide du dessinateur industriel, édition HACHETTE ,2004

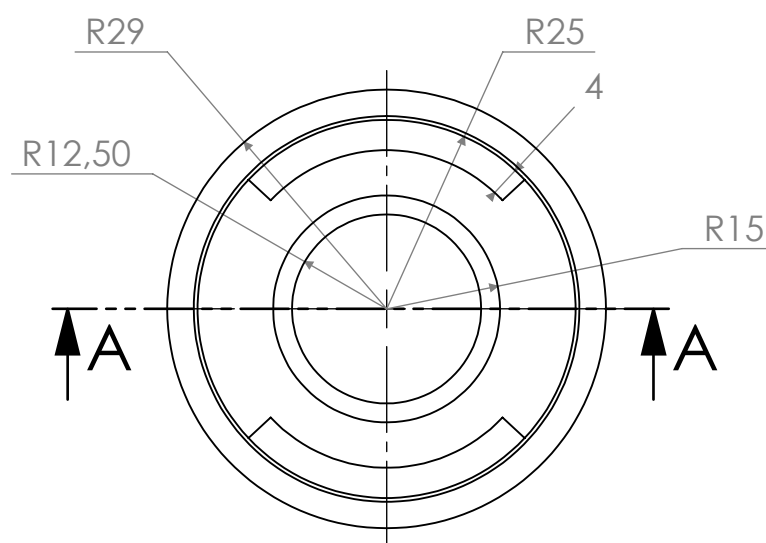
- **Saïd Bensaada ; M.T. Bouziane** science des matériaux ; caractéristiques et structures des métaux et alliages ,2011.

- **AIT SMAIL ZAHIR** , Etude d'une gamme d'usinage d'un essieu N° : 190295. Conception d'un montage d'usinage ,2009.

- Cours du bureau des méthodes, deuxièmes années master, Fabrication Mécanique et productrice, université mouloud Mammeri, tizi ousou



Coupe A-A



Echelle:
1:1



A4

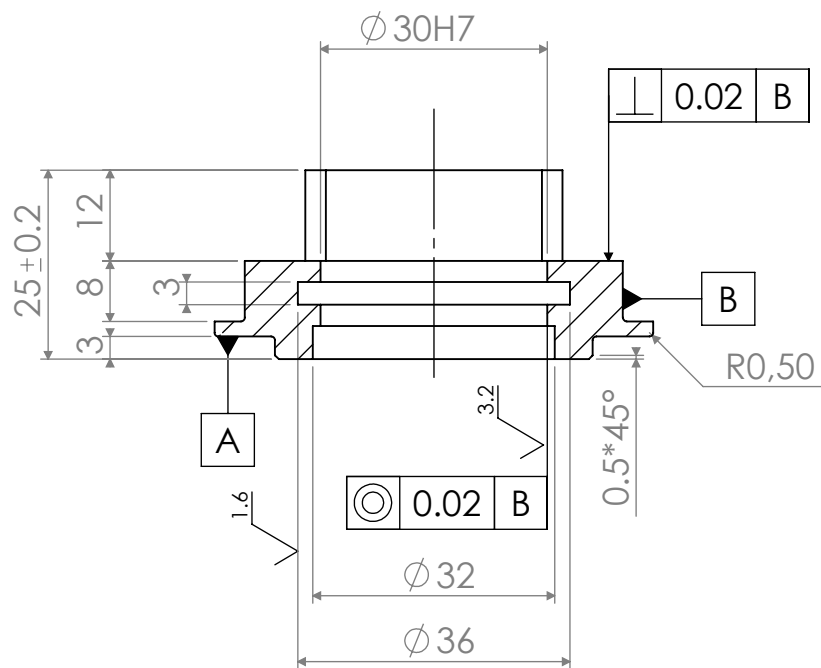
Bague mobile 1

Université Mouloud Maamari de Tizi-Ouzou

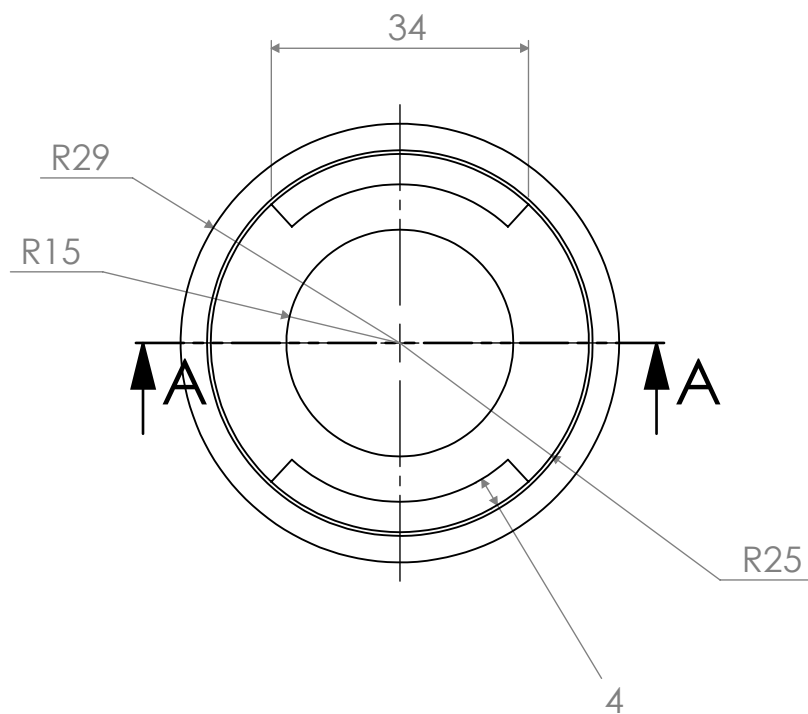
SAAD Karim
HAMOUDI Amar

Planche N°:01

M2 FMP



COUPE A-A



Echelle:
1:1



A4

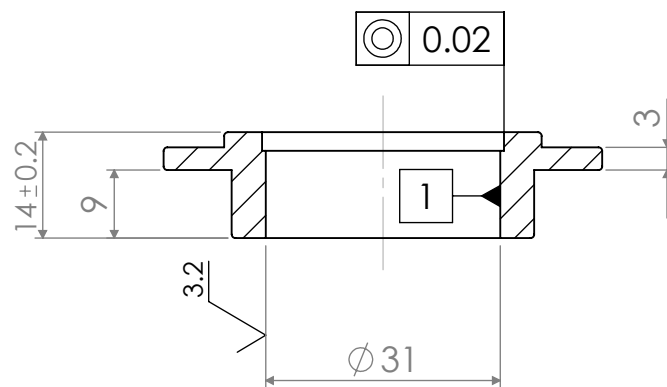
Bague mobile 2

Université Mouloud Maamery de Tizi-Ouzou

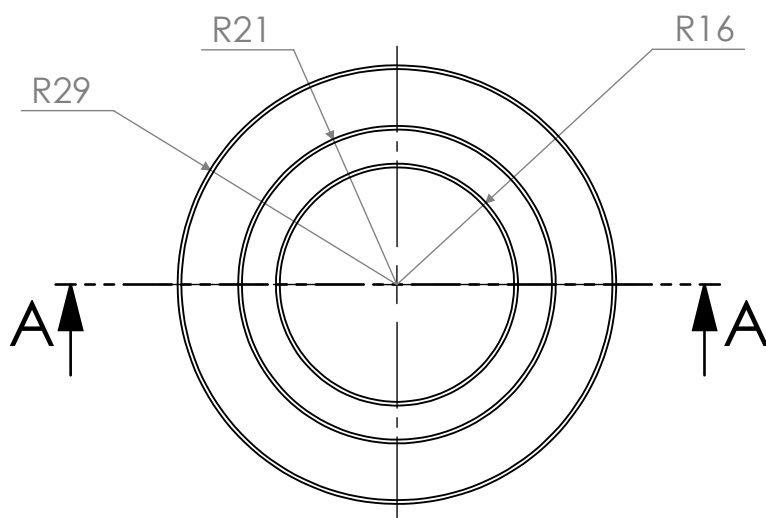
SAAD Karim
Hamoudi Amar

Planche N°: 2

M2 FMP



COUPE A-A



Echelle :
1:1

Bague fixe

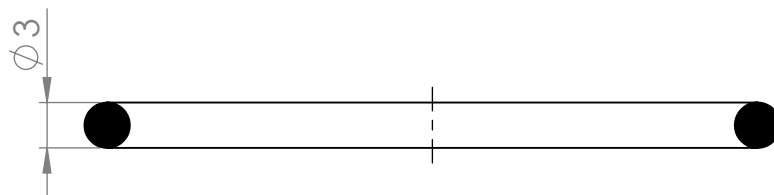
SAAD Karim
HAMOUDI Amar

Planche N°: 03

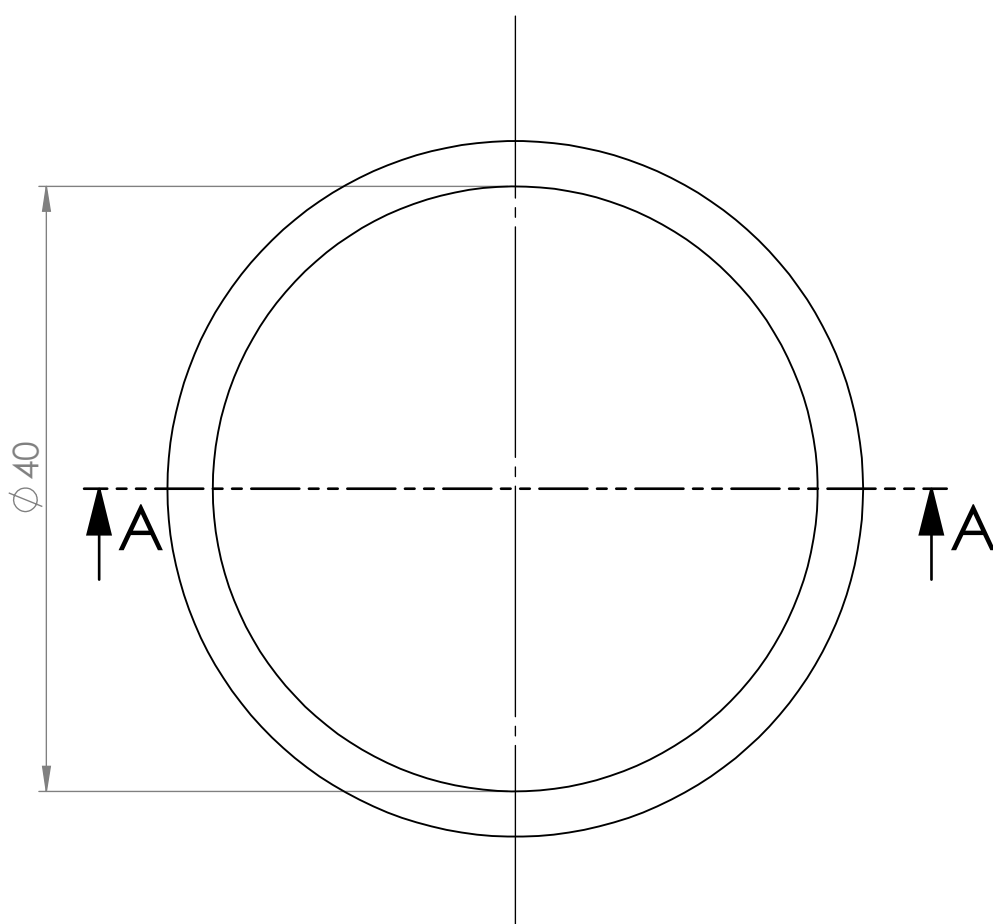
A4

Université Mouloud Maamery de Tizi-ouzou

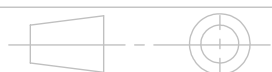
M2 FMP



Coupe A-A



Echelle :
2:1



A4

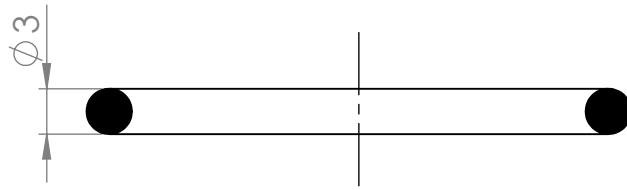
Joint torique

Universié Mouloud Maameri de Tizi-ouzou

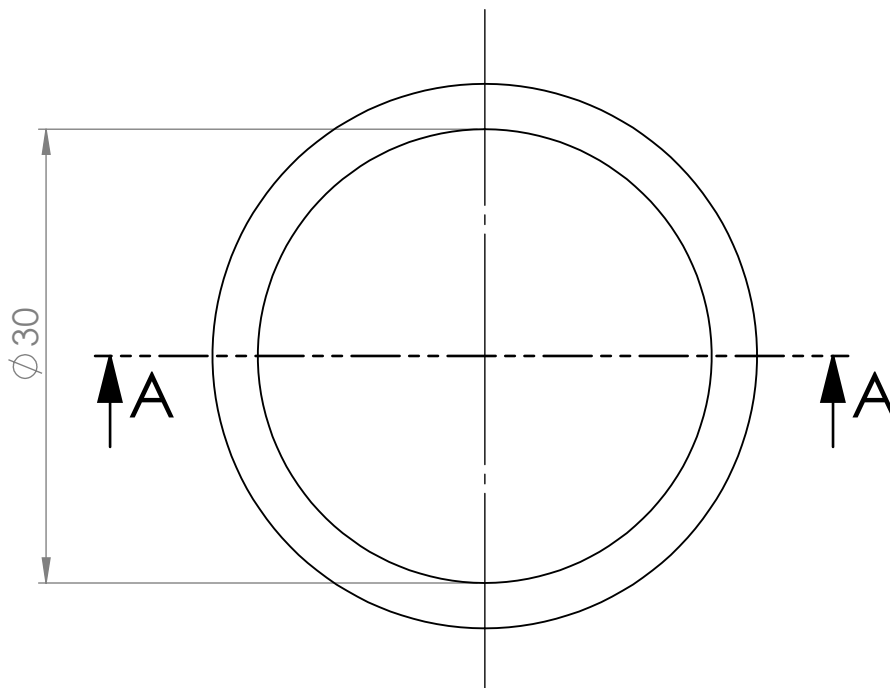
SAAD Karim
HAMOUDI Amar

Plnache N°:05

M2 FMP



Coupe A-A



Echelle:
2:1

Joint torique

SAAD Karim
HAMOUDI Amar

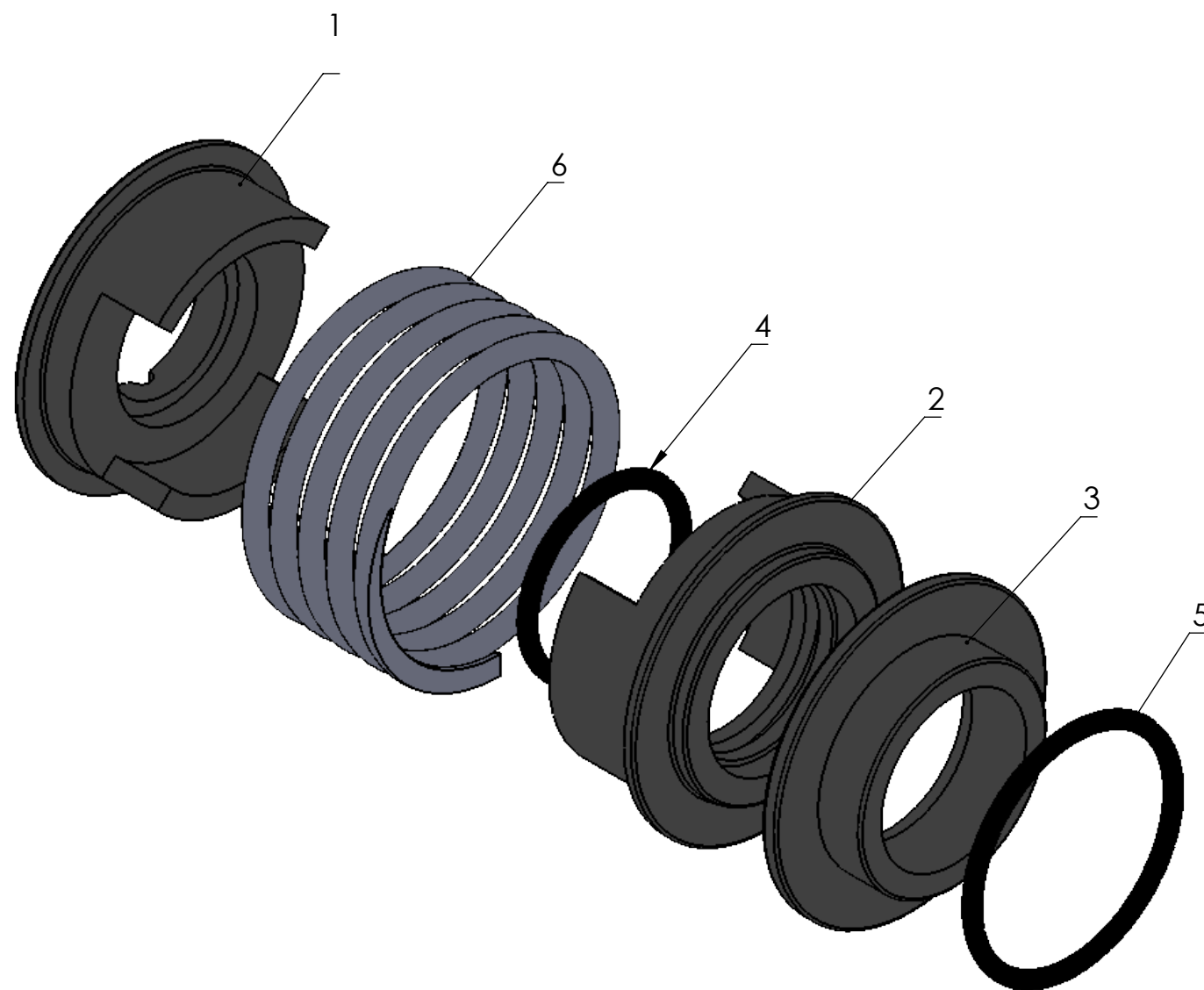


Planche N°:4

A4

Université Mouloud Maamery de Tizi-Ouzou

M2 FMP



06	01	Ressort de compression	52SiCrNi5	
05	01	Joint torique D40	FFKM	
04	01	Joint torique D30	FFKM	
03	01	Bague fixe	Graphite	
02	01	Bague mobile 2	Graphite	
01	01	Bague mobile 1	Graphite	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle : 1:1		Garniture mécanique		SAAD Karim
				HAMOUDI Amar
				PLANCHE N°: 07
A3		Universite Mouloud Maameri de Tizi-Ouzou		M2 FMP