

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou
Faculté de Génie de la Construction
Département Génie Mécanique



Mémoire

De fin d'études

Vue de l'Obtention du Diplôme de Master En Génie Mécanique

Option : Fabrication mécanique et productique

Thème

*Etude de conception et analyse de fabrication
d'un vérin mécanique*

Dirigé par : Mr. R. DJERIDI

Présenté par :

AMMOUCHE Mohamed

SLIMANI Hakim

Promotion 2019-2020

Remerciement

Nous tenons en premier lieu de remercier dieu tout puissant, de nous avoir aidés et donné courage pour arriver au terme de ce travail, et notamment nos familles qui nous ont soutenus avec tous les moyens pour notre réussite.

*Nos remerciements les plus sincères vont à notre promoteur **Mr djerridi** pour ces conseils et orientations qui nous ont été d'un apport précieux durant l'élaboration de notre projet de fin d'étude, ainsi que tous nos enseignants au long de notre cursus, comme nous tenons également à remercier le personnel de la bibliothèque et nos amis et nos camarades de la promotion, ainsi que tous ce qui nous ont aidé de loin ou de près.*

Nous remercions chaleureusement les membres du jury qui nous feront l'honneur d'examiner notre travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste 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 Mohamed et toute sa famille.*
- *Toute la promotion 2019-2020*

Hakim

Je dédie ce modeste 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 Hakim et toute sa famille.*
- *Toute la promotion 2019-2020*

Mohamed

Liste des symboles

Mc : Mouvement de coupe. [tr/min]

Ma : Mouvement d'avance. [m/min]

IT : Intervalle de tolérance.

Q : qualité

Rt : Rugosité théorique total [μm]

Ra : Rugosité arithmétique moyen [μm].

r_ϵ : rayon de bec de l'outil.

F : l'effort appliqué sur le vérin (N)

Fm : charge maximale(N)

τ : contrainte de cisaillement(MPa)

$[\tau]_{\text{cis}}$: contrainte admissible de cisaillement(MPa)

S : section de la vis (mm^2)

d : diamètre nominal de l'arbre [mm]

α : angle du chargement de l' effort($^\circ$)

C : carbone

Cr : chrome

Mo :molybdène

Mn : manganèse

Si : silicium

P : phosphore

S : soufre

Liste Des Figures

FigureI.1 : schéma de procédés d'usinage d'une pièce.....	5
FigureI.2. a : fraisage de profil.....	7
Figure I.2.b : fraisage frontal.....	7
FigureI.3 : usinage en tournage.....	8
Figure.4 : perçage.....	9
FigureI.5 : : la rectification des différentes pièces.....	9
FigureI.6 : Rectification double face.....	10
FigureI.7 : : Rectification cylindrique.....	11
FigureI.8 : Rectification plane frontale.....	11
FigureI.9 : : Schéma directeur de la méthode développée de traitement de gamme d'usinage...	12
FigureII.1 :schématisation d'un vérin simple effet.....	21
FigureII.2 :: schématisation d'un vérin double effet.....	22
FigureII.3 :Vérin rotatif a pignon crémaillère.....	22
FigureII.4 : : modèle d'un vérin mécanique.....	23
FigureII.5 : : Crics fut montant SJ Selon DIN 7355.....	23
FigureII.6 :Crics à crémaillères pour fixation murale modèle ZWW-L et modèle ZWW.....	24
FigureII.7 :vérin mécanique.....	25
FigureII.8 :schéma cinématique de vérin mécanique.....	27
FigureII.9 :condition au minimum de matière (perpendicularité).....	32
FigureII.10 : Deux pièces concentriques à assembler les pièces sont à leur état maximal de matières.....	33
FigureII.11 :localisation d'un assemblage de deux pièces.....	34
FigureII.12 :exemple sur la symétrie.....	36

Liste des tableaux

Tableau I.1 : différentes tolérances géométrique.....	13
Tableau I.2 : : tableau de définition des opérations élémentaires.....	14
Tableau I.3 : : nombre d'opération en fonction de l'intervalle de tolérance.....	14
Tableau I.4 : : nombre d'opération en fonction de la qualité.....	15
Tableau I.5 : nombre d'opération en fonction des états de surfaces (Ra et Rt)	15
Tableau I.6 : Avances maximales pour de différents rayons de becs.....	18
Tableau I.7 : Les conversions.....	18
Tableau II.8 : nature des liaisons.....	28
Tableau III 9 : valeur indicatives de coupeaux minimaux.....	39
Tableau III 10 : intervalles de tolérances sur les côtes de fabrication.....	39

SOMMAIRE

Chapitre I : Généralités sur la fabrication mécanique

INTRODUCTION GENERALE.....	1
Introduction	2
I. 1- Principaux service mis en jeu dans une entreprise de fabrication	2
I.1.1 Bureau d'études	2
I.1.2 Bureau des méthodes	3
I.2- principe d'usinages	4
I.2-1 Définition	4
I.2.2 Objectif d'usinage.....	4
I.3- les différentes procédés de mise en forme par enlèvements de matière	5
I. 3.1 Fraisage.....	5
I.3.2 Tournage	7
I.3.3 Perçage.....	8
I.3.4 Rectification.....	9
I.4 Méthodologie d'élaboration de processus d'usinage	12
I .5- Principe de la méthode développée.....	12
I.5.1 Repérage des surfaces.....	12
I.5.2 Le graphe de liaison.....	12
I.5.3 Tableau des opérations élémentaires	14
I.5.4 Tableau de regroupement de surface	15
I.5.5 tableau des d'antériorités	16
I.5.6 Tableau des niveaux	16
I.5.7 Tableau des groupements en phase.....	16
I.5.8 Projet de gamme optimale	16
I.6- Le choix des machines.....	17
I.7- choix des outils de coupe.....	17
-Travaux d'ébauche.....	17
- Travaux de finition	18
I.8- Choix des conditions de coupe	18

Chapitre II : Conception d'un vérin mécanique

II-1 Généralités sur les vérins	20
Introduction	20
II.2-Différents types de vérins.....	20
II.3-Choix d'un vérin :	22
II.4-Les modèles et caractéristiques des vérins mécaniques :.....	23
II-5 Principe de fonctionnement	25
II-6 Conception de vérin	26
II-6-1 Schéma cinématique	27
II-6-2 chaîne de cotes.....	28
II-7 calcul la charge maximale de vérin	30
II-7-1 Le principe du maximum de matière	31
II-7-2 Cotation au maximum de matière.....	31
II.8-les caractéristique des matériaux utilisés	37

Chapitre III: Simulation et feuilles d'analyses

III.1- Simulation d'usinage.....	39
III.1.2- valeurs indicatives de coupeaux minimaux	39
III.1.3-intervalles de tolérances sur les côtes de fabrication	39
III.2- Gamme d'usinage.....	40
III.2.1- but d'une gamme d'usinage	40
III.3 Simulation d'usinage	
III.4 Analyse de fabrication	
Conclusion	87

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 assuré 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.

Dans ce contexte, 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'un vérin mécanique

Pour mener à bien ce travail, j'ai adopté le plan suivant :

Après une introduction générale, le chapitre I présente un passage en revue sur la fabrication mécanique, en chapitre II a pour but de conception et l'étude d'un vérin mécanique.

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

Introduction

Toute pièce mécanique évolue d'un état initial, correspondant à la pièce brute, vers un état final, représentatif du contrat de départ qu'est le dessin de définition. La valeur ajoutée représente l'ensemble des opérations à effectuer (usinage, traitement, etc.)

Le mode est en évolution perpétuelle et par conséquent le domaine de la fabrication mécanique n'échappe pas à l'exception. Les procédés de fabrication par enlèvement de matière par ses nouvelles techniques et techniques d'usinage ont permis de prendre le pas avec les autres domaines de fabrications comme : la déformation à froid, la déformation à chaud, le moulage, l'ajout de matière, etc.). L'enlèvement de matière nécessite l'emploi d'un élément physique permettant d'extraire de la matière d'un volume de base appelé brut (bloc, barre, plaque, ...) dans le but d'obtenir une pièce finie ou semi-finie. Dans cette catégorie d'opérations plusieurs techniques sont à citer :

- Le tournage.
- Le fraisage.
- La rectification.
- L'électroérosion.
- La découpe sciage, oxycoupage, plasma, laser, jet d'eau, ...

L'enlèvement de matière ou usinage par les procédés classiques comme le tournage, le fraisage et la rectification ont recours très souvent à des éléments tranchants (outil de coupe) dont la résistance et la géométrie sont spécifiques et l'interaction entre la pièce et l'outil de coupe en mouvement relatif produit par arrachement du copeau.

I. 1- Principaux services mis en jeu dans une entreprise de fabrication

Parmi les principaux services de l'entreprise on trouve :

I.1.1 Bureau d'études

Sa mission est de :

- Concevoir avec les services marketing et commercial, pour développer de nouveaux produits et nouveaux processus.

- Etudier et résoudre les problèmes liés aux nouveaux produits, d'applications nouvelles ou de perfectionnement des produits de l'entreprise.

- Superviser une équipe d'ingénieurs et de techniciens d'étude qui réalisent ou étudient les plans ou spécifications des produits ou les équipements fabriqués par l'entreprise.

-travailler en relation avec la fonction commerciale pour tenir compte de l'impératif du marché, et avec la fonction technique et le bureau des méthodes pour proposer des produits économiquement rentables et mieux adaptés aux possibilités techniques de l'entreprise.

-Fournir au bureau des méthodes des éléments qui permettent de réaliser de nouveaux produits.

I.1.2 Bureau des méthodes

Le bureau des méthodes est responsable de l'étude et de la préparation à la fabrication (analyse de fabrication, étude des moyens, études des temps et l'usinage des pièces).

Ce qui consiste à prévoir, préparer, lancer puis superviser le processus permettant de réaliser des pièces conformes au cahier des charges exprimées par le dessin de définition, en respectant un programme de production donné, dans un contexte technique, humain et financier déterminé.

-Le préparateur méthodes doit connaître toutes les techniques de fabrication, proposer des solutions les plus adaptées.

-Travailler en étroite collaboration et de manière continue avec le bureau d'études.

-Le bureau d'études et le bureau des méthodes doivent avoir un dossier comprenant :

- Les dessins de définition des produits à fabriquer.
- Le programme de fabrication (qualité, délais, cadence.).
- Les moyens disponibles et ceux envisagés.

Ceci afin de prévoir et résoudre à l'avance au niveau de conception, les problèmes liés à la fabrication (réalisation) du produit.

Lors d'une analyse de fabrication,

Le préparateur devra avoir constamment à l'esprit que :

- Les procédés de fabrication retenus doivent être réalisés.
- Les tolérances et spécifications fixées doivent être respectées.
- Le coût de fabrication doit être minimisé.

Pour cela, plusieurs étapes organisées en suite logique doivent être envisagées.

1^{er} étape

Cette étape est impérative pour la suite de l'analyse de fabrication, elle consiste en :

-La lecture du dessin de définition et sa cotation (dimensions, tolérances, spécifications).

-L'analyse technique du dessin (il faut avoir une image très précise de l'utilisation).

-La lecture de spécification liée à l'état de surface des pièces (rugosité).

2eme étape

-Analyse de la pièce en vue de sa fabrication.

-Mise en évidence des surfaces à usiner.

-Possibilité de réaliser ces surfaces : A ce stade de l'analyse et de la réflexion, il est souhaitable d'envisager la fabrication avec les moyens qui composent le parc machines-outils.

-Recherche des éléments géométriques de référence : Elle conditionne la première prise ou reprise des pièces lors de la première phase, et dont dépend toute la suite logique de l'analyse de fabrication. Pour cela, la cotation des pièces met en évidence le référentiel de départ pour la prise des pièces.

-Association des surfaces : les surfaces associées sont en général celles usinées lors d'une même phase ou sous phase, c'est-à-dire sans reprise de la pièce.

3eme étape : Cette étape consiste à regrouper les opérations élémentaires en sous phase et en phase, puis à ordonner convenablement toutes ces interventions pour le processus de fabrication. [1]

I.2-1principe d'usinages

La mise en forme d'une pièce mécanique met en œuvre un ensemble de procédés, à savoir : le tournage, le fraisage, le perçage ou/et les procédés d'usinage par abrasion (tel que la rectification, le rodage, le polissage, la super finition etc.).

I.2-1Définition

L'usinage est une opération consistant à soumettre une pièce à l'action d'une ou de plusieurs machines-outils essentiellement dans le cas où cette action consiste à un enlèvement de matière. Le terme usinage, synonyme du mot enlèvement de matière ou enlèvement de copeaux, désigne tous les moyens mis en œuvre pour obtenir une pièce ayant des côtes et des tolérances fixées à l'avance, à partir d'une pièce brute venue de la forge ou de fonderie.

I.2.2 Objectif d'usinage

L'usinage consiste à réduire progressivement les dimensions de la pièce par enlèvement de matière à froid et sans déformation plastique. La quantité de matière enlevée est dite copeaux et le dispositif avec lequel est enlevée la matière est appelé outil de coupe. L'opérateur utilise des machines-outils pour assurer l'usinage d'une pièce,) D'où les éléments intervenant dans l'action d'usinage sont essentiellement

- La pièce à usiner.
- Un appareillage destiné à supporter la pièce nommée porte pièce.
- Un outil destiné à produire le copeau.

- Un appareillage destiné à supporter l'outil nommé porte outil.
- Une machine-outil qui assure les différents mouvements nécessaires à l'usinage.

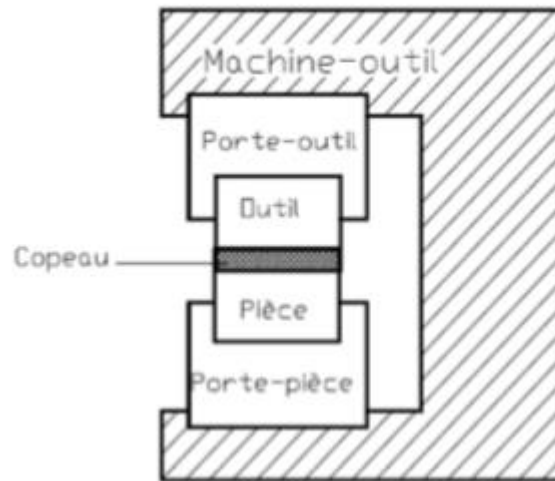


Figure I.1 : schéma de procédés d'usinage d'une pièce

Le schéma de la **Figure I.1** est général (applicable) pour tous les procédés d'usinage déjà décrits, à savoir :

- le tournage
- le fraisage
- le perçage
- les procédés d'usinage par abrasion.

I.3- les différents procédés de mise en forme par enlèvements de matière

I. 3.1 Fraisage

Le fraisage est un procédé de fabrication où l'enlèvement de matière sous forme de copeaux résulte de la combinaison de deux mouvements : la rotation de l'outil de coupe, d'une part, et l'avancée de la pièce à usiner d'autre part.

Le fraisage est habituellement réalisé par une machine-outil, la fraiseuse qui est particulièrement adaptée à l'usinage de pièces prismatiques et permet également, si la machine est équipée de commande numérique, de réaliser tout type de formes mêmes complexes. L'outil classiquement utilisé est la fraise.

La fraise, comporte plusieurs arêtes de coupe dont chacune enlève une certaine quantité de métal sous forme de copeaux. Les avantages du fraisage sont un rendement élevé, un bon fini

de surface et une haute précision, ainsi qu'une grande souplesse au niveau de la génération de différentes formes. Le plus souvent, le fraisage est utilisé pour produire des surfaces planes, des épaulements et des gorges, mais son efficacité en contour nage va croissante grâce à l'utilisation des techniques CNC (Computerized Numerical Control)

I.3.1.1 Les principes généraux de fraisage

Les fraises peuvent présenter des arêtes tranchantes soit sur leur surface latérale, soit en bout, soit latéralement et en bout simultanément les fraises peuvent donc produire :

- Des surfaces planes parallèles à leur axe.
- Des surfaces planes obliques à l'axe de rotation.
- Des surfaces perpendiculaires à l'axe de la fraise.
- Des surfaces quelconques de forme indifféremment positionnées par rapport à l'axe.

Sur toutes les fraiseuses, la production de ces différentes surfaces est réalisée grâce à :

- rotation de la fraise

-avance de la pièce

Ces différentes possibilités font apparaître 2 grands principes de fraisage :

Fraisage de face ou fraisage en bout L'axe de rotation de l'outil est perpendiculaire au plan fraisé.

Fraisage de profil ou fraisages en roulant L'axe de rotation de la fraise est parallèle à la surface usinée.

En conclusion, nous utiliserons donc le fraisage de face toutes les fois que se sera possible.

Le choix du mode de fraisage dépend de :

- l'état de surface exigé
- la spécification géométrique. [2]

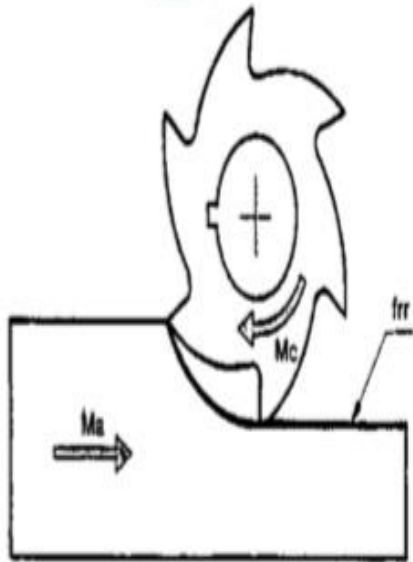


Figure I.2.a : fraissage de profil.

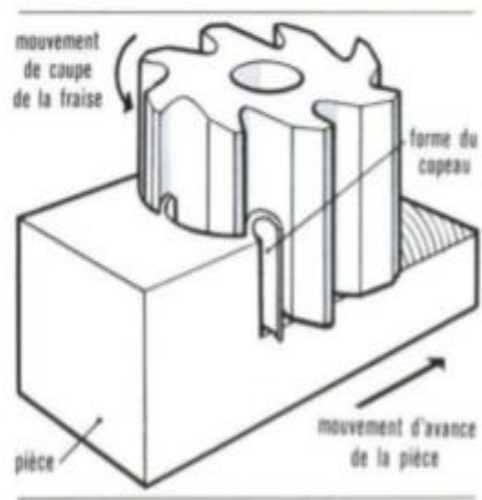


Figure I.2.b : fraissage frontal.

I.3.2 Tournage

Le tournage est un procédé d'usinage par enlèvement de matière qui consiste en l'obtention de pièces de forme cylindrique ou/et conique à l'aide d'outils coupants sur des machines appelées tour. Le tour c'est une machine d'outillage conçue pour le travail unitaire et la petite série. Il permet la réalisation de différentes surfaces nécessitant toujours une rotation de la pièce autour de d'un axe de révolution.

I.3.2.1 principe de tournage

Le tournage, comme son nom l'indique, concerne un mouvement de rotation. La technique du tournage consiste donc à faire tourner la pièce à usiner autour d'un axe défini. Cet axe est celui de la broche du tour. La pièce à usiner est solidaire de cette broche, le moyen de préhension peut être un mandrin ou tout autre principe de serrage. La machine utilisée est nommée "tour".

Le but du tournage est de réaliser des formes de révolution tels que cylindres, cônes, tores et autres formes de révolution complexes.

Le tournage est une discipline un peu particulière dans le domaine de l'usinage car c'est la seule pour laquelle on a à la fois :

- Une pièce mobile

- Un outil à dent unique
- Une coupe continue (la matière défile en continu sur la face de coupe de l'outil)

Ces spécificités en font une discipline un peu plus difficile que les autres lorsqu'on s'intéresse à la durée de vie des outils.

Le principe du tournage est le suivant : la pièce est solidaire d'une broche tournante (donc elle tourne) et l'outil se déplace dans un plan. La trajectoire de l'outil dans son plan d'évolution donne la génératrice de la pièce de révolution.

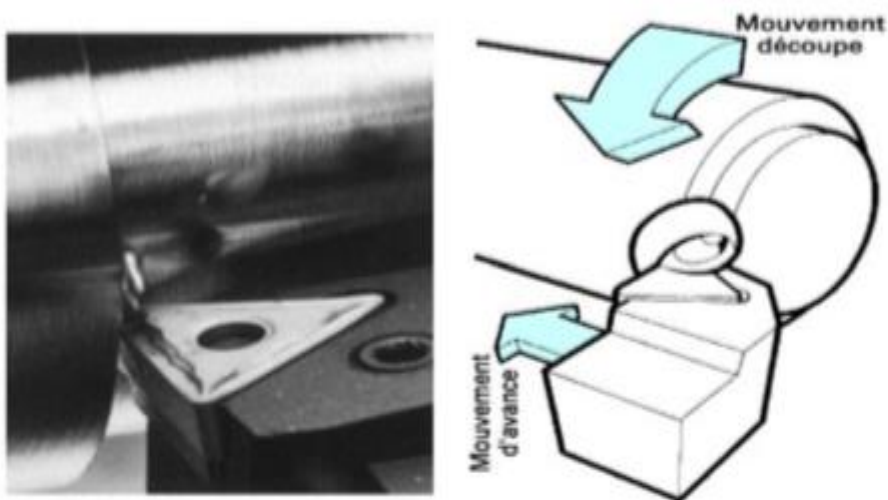


Figure I.3 : usinage en tournage

I.3.3 Perçage

Le perçage est un usinage consistant à exécuter des surfaces cylindriques intérieures (trous) dans une pièce, Ce trou peut traverser la pièce de part en part ou bien ne pas déboucher. On parle alors de trou borgne.

Ce trou peut être effectué à l'aide d'outils rotatifs. L'outil de coupe, appelé foret.

Le foret, est animé d'un mouvement de rotation continu et d'un mouvement de déplacement longitudinal. C'est une opération par enlèvement de matière.

Ce trou peut servir à faire passer une pièce (un arbre, un tube), un fluide, ou peut encore être taraudé pour recevoir une vis

I.3.3.1 principe perçage

L'opération de perçage nécessite deux mouvements simultanés :

- Le mouvement de coupe M_c : donné par la rotation de la broche.
- Le mouvement d'avance M_a : donné par la translation de l'outil.

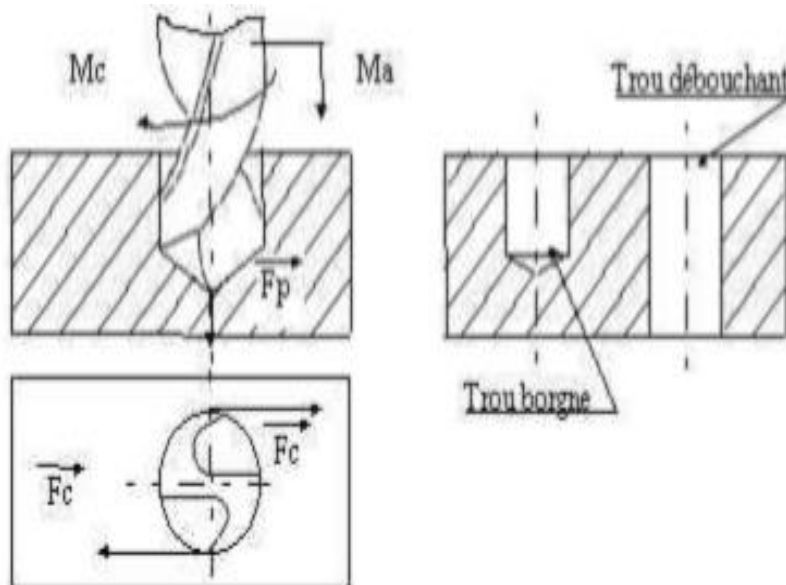


Figure I.4 : perçage

I.3.4 Rectification

La rectification d'une pièce mécanique est une opération destinée à améliorer son état de surface.

Les deux techniques principales sont la rectification plane et la rectification cylindrique.

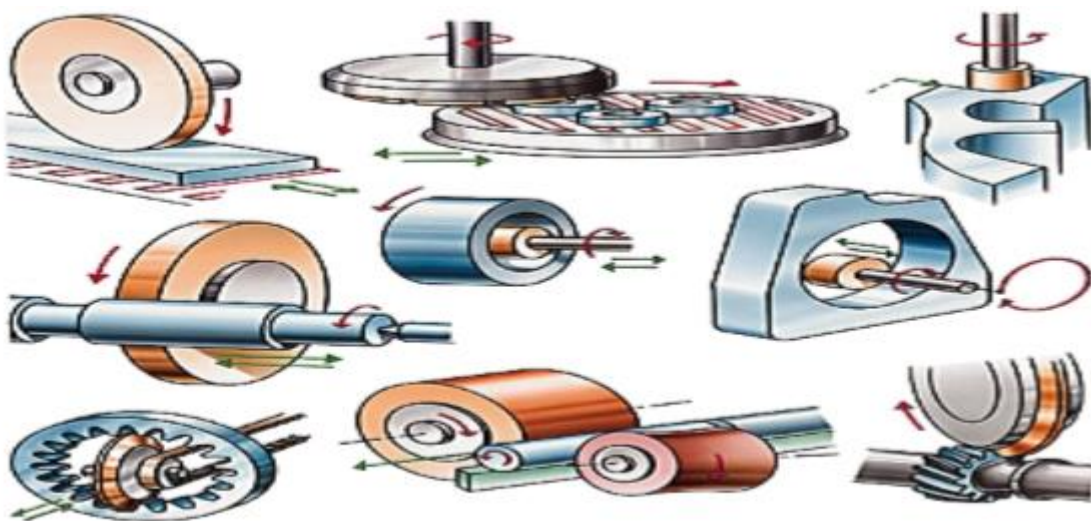


Figure I.5 : la rectification des différentes pièces.

I.3.4.1 Principe

La rectification s'effectue sur une machine-outil conçue à cet effet : la rectifieuse. Il s'agit de rectifier, c'est-à-dire d'approcher une surface d'une forme parfaite (en général : plan, cylindre de révolution ou cône).

La rectification est souvent utilisée dans le but de préparer des surfaces frottantes, par exemple, la portée d'un arbre qui tournera dans un palier lisse ou dans un joint d'étanchéité. Elle peut également être utilisée pour donner un profil particulier à la pièce lorsque la meule a été au préalable usinée au profil complémentaire.

La rectification plane consiste en un meulage horizontal de la pièce de façon à éliminer à plusieurs reprises des couches de matériau allant de 20 à 40 micromètres (0,0005 à 0,001 pouce). Ici, la pièce effectue un mouvement de va et vient longitudinal (qui peut être combiné à un balayage transversal pour rectifier une largeur supérieure à la largeur de la meule).

De même, la rectification double face consiste à rectifier les deux faces de la pièce en même temps.

Dans le cas de la rectification cylindrique, la pièce tourne sur elle-même en effectuant sa course parallèlement à l'axe de la meule.

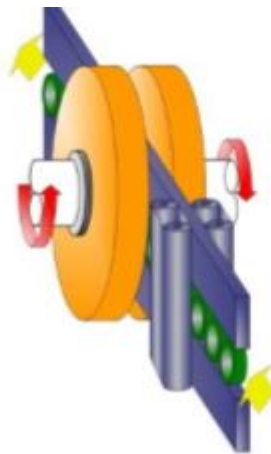


Figure I.6 : Rectification double face.

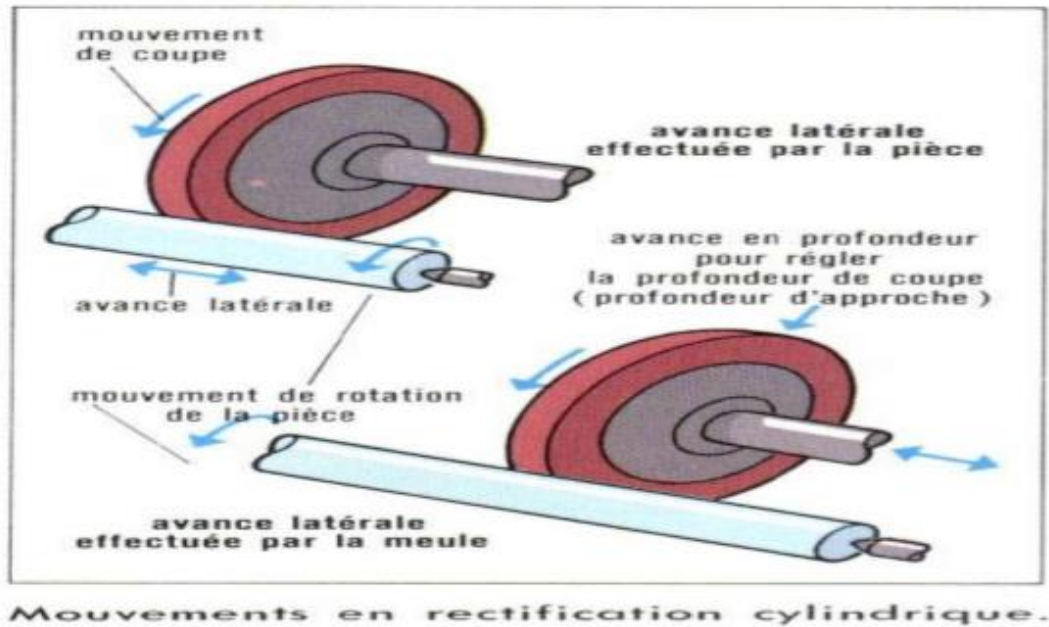


Figure I.7 : Rectification cylindrique

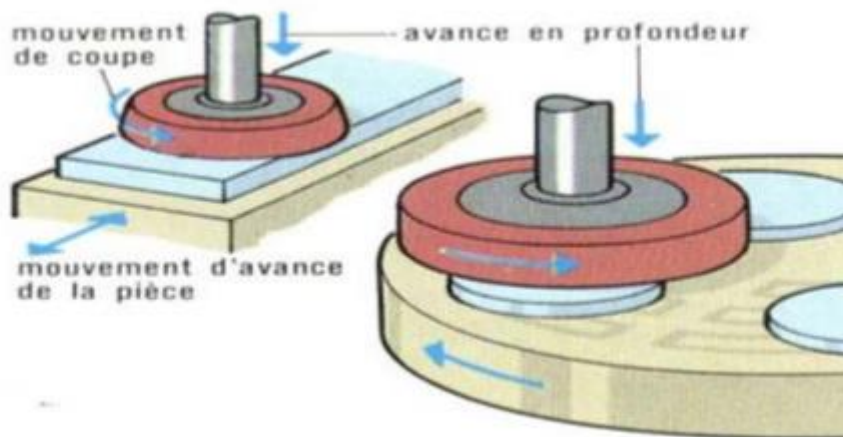


Figure I.8 : Rectification plane frontale.

Aujourd'hui, avec l'apparition des nouveaux procédés d'usinage à grande vitesse, on voit également apparaître un nouveau procédé appelé rectification grande vitesse.

Contrairement à l'usinage traditionnel (enlèvement de copeaux par outils coupant), la rectification permet des usinages de précision dimensionnelle élevée grâce au principe de l'usinage par abrasion. Dans la plupart des cas de rectification, les rectifieuses ont besoin d'utiliser un liquide de refroidissement pour arroser la meule et les pièces afin ne pas faire des brûlures sur les pièces produites et d'éviter un mauvais état de surface. [3]

I.4 Méthodologie d'élaboration de processus d'usinage

La méthode la plus utilisée en fabrication des pièces en série est la méthode développée, dont le schéma de principe est représenté sur la **figure I.9**.

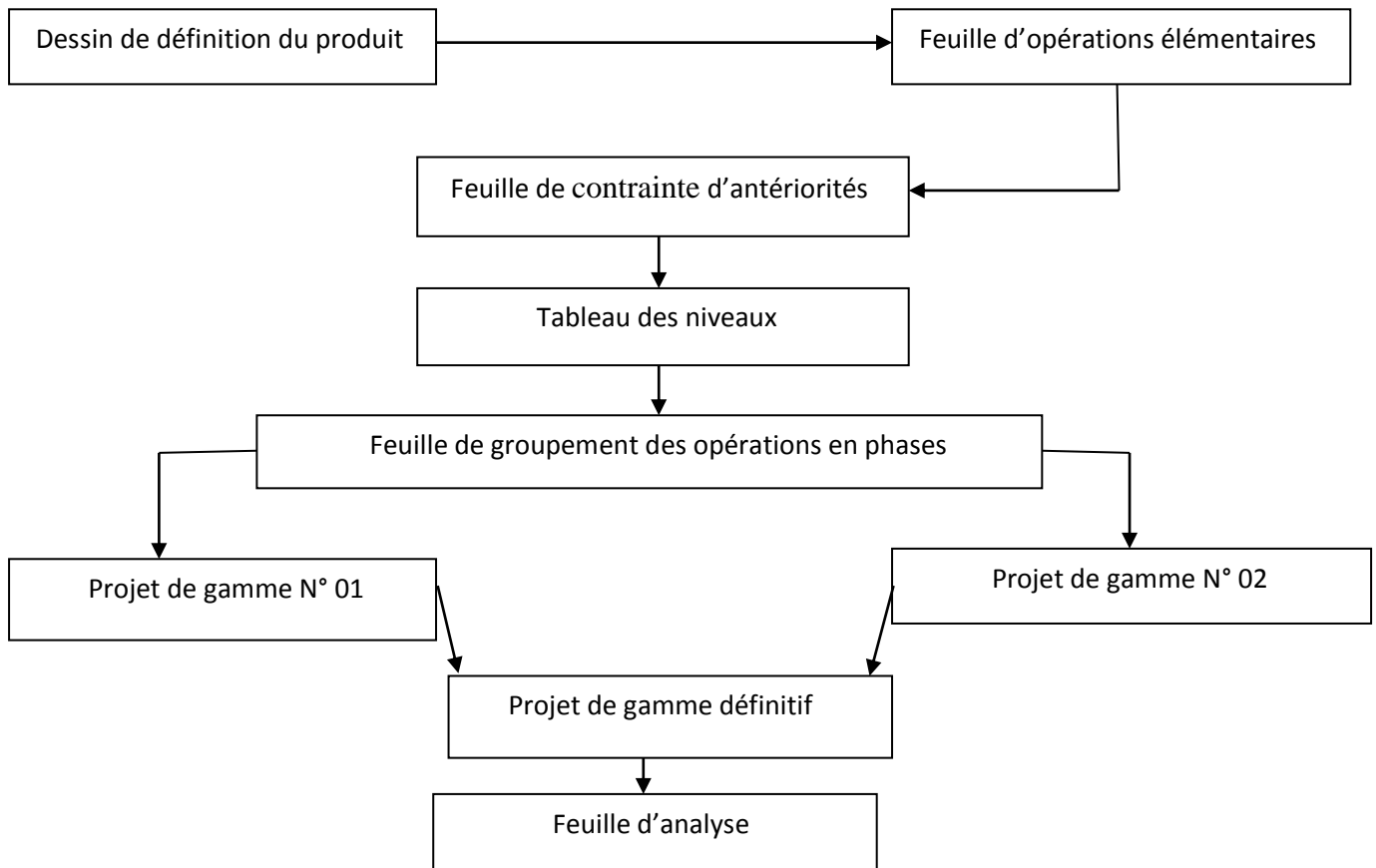


Figure I.9: Schéma directeur de la méthode développée de traitement de gamme d'usinage

I.5- Principe de la méthode développée

I.5.1 Repérage des surfaces

Le repérage des surfaces (brutes et usinées) se fait après l'étude du dessin de définition.

Le repérage des surfaces usinées se fait par des chiffres et les surfaces brutes par des lettres suivies d'indices.

I.5.2 Le graphe de liaison

Le graphe de liaison met en évidence la cotation fonctionnelle entre les surfaces suivant les axes (OX, OY, OZ) et détermine les transferts des côtes, lorsque deux surfaces ne possèdent pas de côtes de liaison et que l'une d'entre elles sert de référentielle.

I.5.2.1 les contraintes dimensionnelles

Sont des cotes de liaison entre surfaces exigés par le dessin de définition avec des intervalles de tolérances bien précis.

I.5.2.2 les contraintes géométriques

On distingue deux types :

- **Les contraintes géométriques de position**

Elles regroupent les contraintes liées aux positions relatives des surfaces des pièces tels que le parallélisme, la perpendicularité, la Co-axialité, l'inclinaison

- **Les contraintes géométriques de forme**

Elles sont liées à la forme des surfaces, telles que la rectitude, la planéité, la circularité, la Cylindricité.

Dans le cas de l'existence de contraintes géométriques sur le dessin de définition, elles doivent être citées, soit sur le même graphe des contraintes dimensionnelles, soit en leur

Créant un graphe spécial.

	Tolérance	Caractéristique	Symbole
Éléments isolé	De forme	Rectitude	—
		Planéité	▭
		Circularité	○
		Cylindricité	∅
Éléments isolés ou associés	De profil	Profil de ligne	⤿
		Profil de surface	⤿
Éléments associés	Orientation	Inclinaison	∠
		Perpendicularité	⊥
		Parallélisme	//
	Localisation	Position	⊕
		Coaxialité	⊙
		Symétrie	≡
Battement	simple	↗	
	Total	↗↗	

Tableau I.1: différentes tolérances géométriques

I.5.2.3 les contraintes technologiques

Ces contraintes dépendent des moyens utilisés pour la fabrication. Elles consistent à protéger le matériel de l'atelier et respecter les exigences du bureau d'étude et améliorer la Qualité de produit.

I.5.2.4 Les contraintes économiques

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

I.5.3 Tableau des opérations élémentaires

Le tableau des opérations élémentaires regroupe les résultats de l'analyse de la réalisation des surfaces élémentaires.

Repérage Des Surfaces	Liaisons aux Surfaces		Spécifications			Opérations élémentaires	Symbolisation
	usinées	brutes	Ra	IT	Particuliers		

Tableau I.2 : tableau de définition des opérations élémentaires

I.5.3.1 Choix du nombre d'opération élémentaires

Le choix du nombre d'opération est déterminé à partir de l'intervalle de tolérances (IT), la qualité (Q) et des états de surfaces (Ra et Rt).

a. En fonction de l'intervalle de tolérance(IT)

Côtes de longueur < 200 mm	$IT > 0,4$	1 opération
	$0,15 < IT \leq 0,4$	2 opérations
	$0,05 \leq IT < 0,15$	2 à 3 opérations
	$IT < 0,05$	3 opérations

Tableau I.3 : nombre d'opération en fonction de l'intervalle de tolérance

b. En fonction de la qualité(Q)

Côtes obtenues à l'outil d'enveloppe	Q : 12 ; 13	1 opération
	Q : 9 , 10 , 11	2 opérations
	Q : 7 ,	3 opérations
	Q : 5 , 6	4 opérations

TableauI.4 : nombre d'opération en fonction de la qualité**c.En fonction des états de surfaces**

$Ra > 8$	$Rt > 40$	1 opération
$2 < Ra \leq 8$	$10 < Rt \leq 40$	2 opérations
$Ra \leq 2$	$Rt \leq 10$	3 opérations

TableauI.5: nombre d'opération en fonction des états de surfaces (Ra et Rt)**I.5.3.2 Définition des opérations élémentaires**

-Ebauche : C'est une opération qui permet d'enlever le maximum de matière en approchant la cote finale en une ou plusieurs passes.

-Demi-finition : C'est une opération qui permet d'obtenir une précision géométrique ainsi que la forme les plus proches possibles les exigences finales.

-Finition : C'est une opération qui permet d'obtenir la dimension de la pièce, ainsi que son état de surface elle exigée dans le dessin de définition.

Il existe la super finition qui permet d'obtenir les tolérances dimensionnelles, géométrique ainsi que l'état de surface exigée.

I.5.4 Tableau de regroupement de surface

Les surfaces groupées sont des surfaces qui peuvent être réalisées par le même outil ou plusieurs outils associés. Elles doivent être désignées par une lettre.

I.5.5 tableau des d'antériorités

Dans ce tableau ; nous classons l'ordre des surfaces (brutes, usinées et groupées) et nous cherchons des contraintes d'antériorité de chaque opération élémentaire d'ordre géométrique, technologique et économique.

I.5.6 Tableau des niveaux

Le tableau des niveaux est une matrice carrée ou figure des entrées et des sorties. Il y a autant de lignes que de colonnes. On porte toutes les surfaces usinées avec les surfaces brutes sur les premières lignes et colonnes.

L'exploitation de ce tableau se fait suivant le tableau des contraintes d'antériorité.

I.5.7 Tableau des groupements en phase

Une fois les niveaux déterminés, on passe au groupement en phase qui consiste à placer les niveaux verticalement. Sur les lignes de chaque niveau, on place les opérations élémentaires de ce dernier.

En fonction des conditions économiques et du parc machine, on groupe les opérations élémentaires en phase d'usinage.

I.5.8 Projet de gamme optimale

A partir du tableau des groupements en phase, on procède à la rédaction du processus d'usinage envisagé. On distingue toutes les opérations dans la phase ou sous phase.

a- La phase :

La phase est un ensemble des opérations effectuées sur un même poste de travail avec les mêmes opérateurs et les mêmes outillages.

b- La sous phase :

La sous phase est une fraction d'une phase déterminée par des changements d'outillage ou de prise de pièces différentes.

c- L'opération :

L'opération est un travail effectué sur la pièce sans changement de la prise de pièce et l'outil et même le mouvement entre la pièce d'outil.

I.6- Le choix des machines

Dans une gamme, les machines doivent être choisies afin que les deux conditions suivantes soient satisfaites :

- Les tolérances de forme, de position, de dimension, d'état de surface doivent être respectées.
- Le prix de revient de l'usinage doit être minimisé, surtout dans les productions en série.

Pour chaque machine doit-on envisager l'emploi, on doit connaître :

- le mode d'utilisation de l'outil.
- les équipements standards.
- les équipements spéciaux.
- les limites d'utilisation.

I.7- choix des outils de coupe

Il existe actuellement une grande variété d'outil apte à réaliser un usinage. Chaque type d'outil a son domaine d'emploi particulier.

Le choix des outils de coupe dépend de :

- Matière à usiner
- la productivité.
- la forme (suivant l'opération à exécuter).
- le sens (le déplacement de l'outil à droit ou à gauche).
- le montage (à l'endroit dans le cas général ou à l'envers dans le cas de tronçonnage).
- la précision et l'état de surface à réaliser.

Ce dernier dépend du choix du rayon de bec, qui se fait en fonction de l'opération à effectuer, ébauche ou finition.

-Travaux d'ébauche

Il faut choisir un rayon de bec plus grand, afin :

- D'obtenir une arête de coupe résistante.
- Résiste à l'effort de coupe, ce qui améliore généralement la durée de vie de l'outil.
- Dissipation de chaleur.

En pratique les rayons les plus couramment utilisés sont 1.2 et 1.6. Il est essentiel que l'avance choisie ne dépasse pas les valeurs indiquées dans le tableau suivant :

Rayon de bec	0.4	0.8	1.2	1.6
Avance max F(mm/tr)	0.25à0.35	0.4à0.5	0.5à1	0.7à1.3

TableauI.6 : Avances maximales pour de différents rayons de becs

- Travaux de finition

Le rayon de bec conditionne la rugosité de la surface si on présume que la pièce est la reproduction fidèle d'une partie du profil de l'outil à l'échelle micro géométrique, la profondeur totale de rugosité vaut :

$$Rt = \frac{f^2}{8r\varepsilon} \times 1000 \quad \longrightarrow \quad f = \sqrt{Rt \times 8r\varepsilon / 1000}$$

Rt (μm)	4	8	15	27	24
Ra (μm)	0.8	1.2	3.2	6.3	12.5

Tableau .7 : Les conversions.

I.8- Choix des conditions de coupe

Le choix des conditions de coupe (V_c , f , a , R_ϵ ... *etc.*) pour un matériau donné dépend du type d'opération à réaliser :

-En ébauche : Rechercher le débit de copeaux maximale au cout minimal.

Les principaux paramètres à considérer étant :

-La durée de vie de l'arête de coupe.

-Les efforts de coupe.

-En finition : Rechercher la qualité dimensionnelle, micro géométrique de la surface.

Le principal paramètre à prendre en compte étant la rugosité de la surface usinée. [4]

Chapitre II

Conception d'un vérin mécanique

II-1 Généralités sur les vérins

Introduction

Les vérins sont des moteurs pneumatiques, hydrauliques ou mécanique ils sont à l'heure actuelle très utilisés pour toutes opérations de traction ou poussée (manutention, lavage, usinage) ou écartement.

Ils transforment une énergie hydraulique ou pneumatique en énergie mécanique, c'est le moyen le plus simple pour obtenir une force animée d'un mouvement rectiligne la commande peut être :

- Pneumatique** : faible efforts, grande rapidité, mais vitesse de piston difficile à maîtriser.
- Hydraulique** : grandes efforts, moins de rapidité, mais vitesse plus facile à régulariser. [5]

II.2-Différents types de vérins

Il existe de très nombreux types de vérins. On les distingue par le fluide de travail (vérins hydrauliques, vérins pneumatiques), par leur action (simple action ou simple effet, double action ou double effet, rotatif), ou par d'autres caractéristiques (vérins à chambre ovale, vérins à double tige, vérins à câble, vérins télescopiques, etc.)

- **Le vérin pneumatique** : est utilisé avec de l'air comprimé entre 2 et 10 bars dans un usage courant.

Simple à mettre en œuvre, il est très fréquent dans les systèmes automatisés industriels.

Les vérins standards varient suivant leurs alésages et leur compacité auxquels on peut adjoindre différentes options : fixation universelle, tige anti-rotation, salle blanche.

Les vérins se définissent aussi suivant leur fonction : bloqueur, avec table, guidé, à tige anti-rotation et sans tige.

- **Le vérin hydraulique** : transforme l'énergie hydraulique (pression, débit) en énergie mécanique (effort, vitesse). Il est utilisé avec de l'huile sous pression, jusqu'à 350 bars dans un usage courant. Plus coûteux, il est utilisé pour les efforts plus importants et les vitesses plus précises (et plus facilement réglables) qu'il peut développer.

- **Les vérins électriques** : qui produisent un mouvement comparable mais avec l'aide d'un système vis-écrou (liaison glissière hélicoïdale), dont l'écrou est entraîné par un moteur électrique.
- **Le vérin manuel vis-écrou** : La tige du vérin est une vis hélicoïdale (guidée en rotation) entraînée par un écrou (fixe en translation). L'écrou est actionné par un levier ou par un système de vis sans fin qui, en tournant, fait monter ou descendre la tige.
- **Vérin à simple effet**

L'admission du fluide sous pression s'opère par un orifice principal situé :

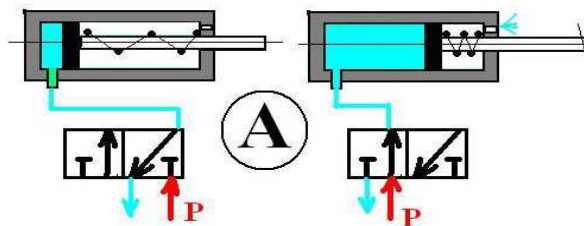
- Coté opposé à la tige : le vérin agit en poussant (c'est le cas général)
- Coté tige : le vérin agit en tirant sur la tige (peu fréquent).

L'étanchéité piston/cylindre doit être bonne surtout dans un sens. Le problème de l'étanchéité tige/fond de cylindre ne se pose que dans le premier cas.

Un orifice accessoire, situé à l'autre extrémité, évite la formation d'un coussin d'air qui gênerait le fonctionnement et sert éventuellement à récupérer les fuites entre piston et cylindre d'un vérin hydraulique.

Le retour s'effectue :

- soit par action extérieure sur la tige
- soit par ressort intérieure : dans ce cas, à cause de la déformation limitée du ressort, la course du vérin ne peut guère dépasser la valeur du diamètre.



FigureII.1 : schématisation d'un vérin simple effet

- **Vérins à double effet**

Il s'agit tout simplement de vérins dont la course de retour est commandée par fluide. Si le vérin est à simple tige, l'effort disponible au retour est sensiblement plus faible qu'à l'aller : la course habituelle de travail est donc la course « en poussant ». Si la tige est double, les possibilités sont égales de part et d'autre.

Dans les deux cas, l'étanchéité piston/cylindre doit être valable dans les deux sens.

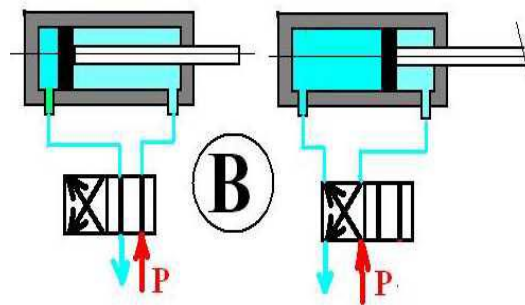


Figure II.2 : schématisation d'un vérin double effet

- **Vérins rotatifs**

Il existe des vérins spécialement conçus, permettant la génération de mouvement rotatif [6].

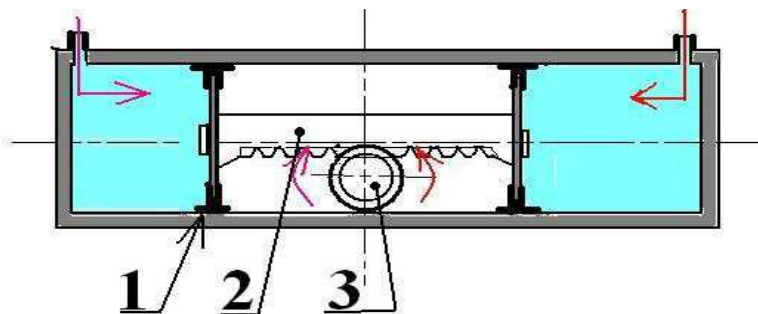


Figure II.3 : Vérin rotatif à pignon crémaillère

II.3-Choix d'un vérin :

Le choix d'un vérin dépend des facteurs suivants :

- L'effort à fournir
- Le sens de l'effort
- La course maximale
- Son utilisation dans un mécanisme

Ces facteurs nous permettant de savoir :

- Le type de vérin « Hydraulique ou pneumatique ».
- Le diamètre de son « Piston-tige ».
- La fonction « Double ou simple effet ».
- Le mode de fixation.
- L'amortissement et l'encombrement. [5]

II.4-Les modèles et caractéristiques des vérins mécaniques :

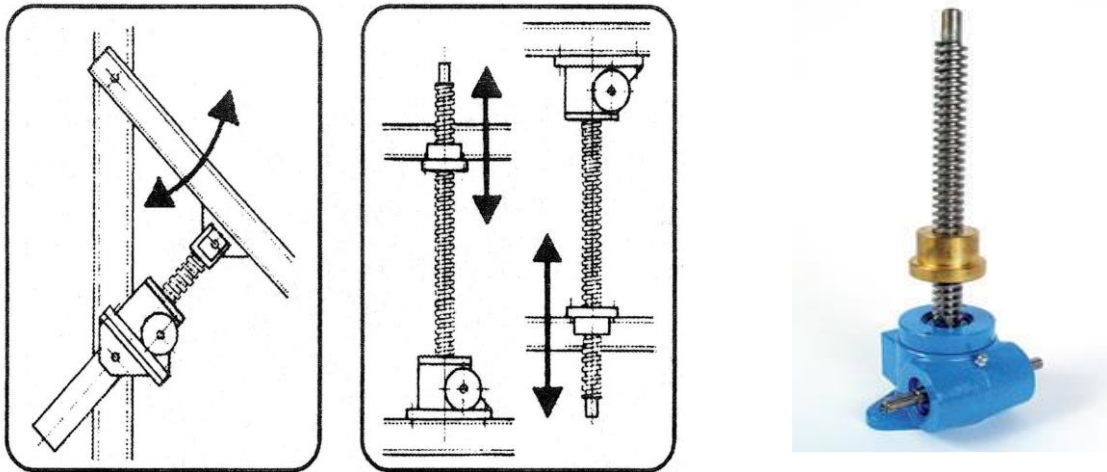
1^{er} modèle :

Figure II.4 : modèle d'un vérin mécanique

- Synchronisation précise de plusieurs vérins, y compris avec des charges différentes sur chaque élément.
- 100% sécurisés contre la descente car irréversibles.
- Entraînement synchrone par moteur électrique ou par manivelle.
- Déplacements précis et mesurables.
- Fonctionnent dans toutes les positions.
- Pas sensibles à la température sur de grandes durées.

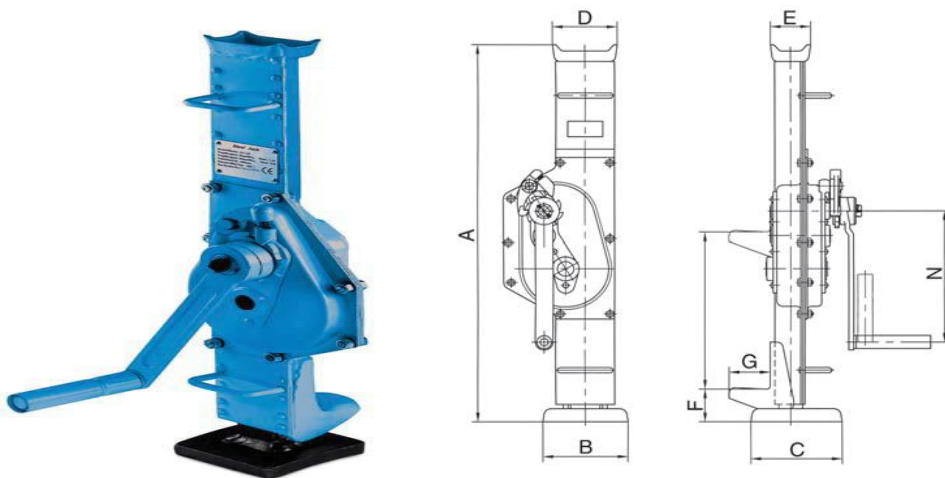
2^{ème} modèle :

Figure II.5 : Crics fut montant SJSelon DIN 7355

Capacité 1500 - 10000 kg

Le cric mécanique à fut montant en acier est utilisé pour soulever tout type de charge pour des opérations de maintenance ou de réparation, dans les chantiers navals, la construction et l'agriculture.

Caractéristiques

- Le train d'engrenages usine de manière précise et dote d'un rapport de réduction optimal garantit une levée en douceur et avec un minimum d'effort.
- La charge peut être prise soit par le sabot, soit sur la tête du cric en acier.
- En tournant la manivelle le cric monte ou descend la charge le long de la crémaillère.
- La manivelle est verrouillée sur son axe et équipée d'un système anti-retour pour éviter de se blesser. La poignée est escamotable pour les espaces confinés.
- La charge est sécurisée quelle que soit la position. La fermeture du frein est actionnée par la charge, plus la charge est importante plus le frein serre fort.
- Pas de réduction de CMU en utilisant le sabot.

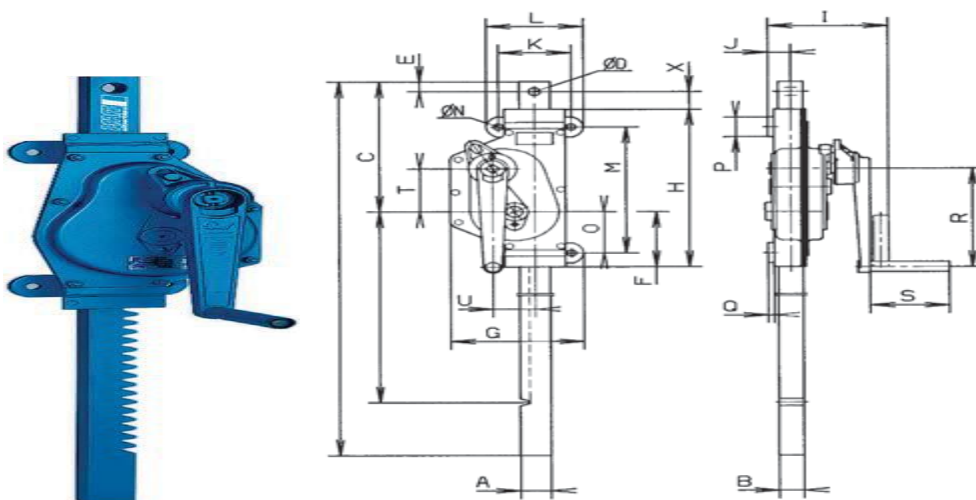
3ème modèle :

Figure II.6 : Crics à crémaillères pour fixation murale modèle ZWW-L et modèle ZWW

Capacité 250 - 10000 kg

Les crics à crémaillères avec une fixation murale sont utilisés pour lever, baisser, pousser ou tirer des charges.

Caractéristiques

- Modèle en acier robuste avec engrenage et crémaillère usinés avec précision pour une utilisation manuelle facile.
- Crémaillère résistante en acier avec perçage pour la fixation.

- Faible usure grâce aux éléments d'engrenage trempés et une denture usinée avec précision.
- Jusqu'à 1000 kg la capacité est identique en poussée et tirage.
- Utilisable en levage de 1500 kg à 10000 kg et également en poussée et tirage.
- Fixation murale rigide. [7]

II-5 Principe de fonctionnement

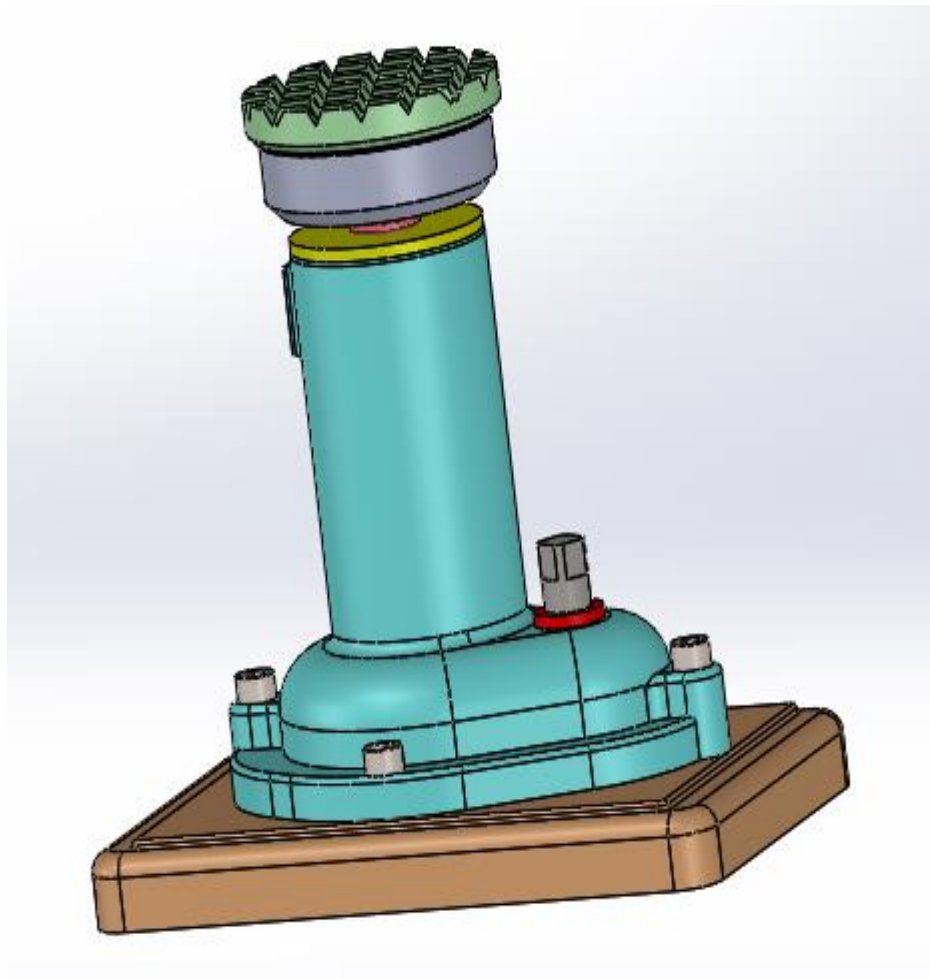
Muni d'un système vis écrou qui permet de transformer le mouvement de rotation à l'aide d'une manivelle au mouvement de translation, le mouvement de rotation de la manivelle est transmis à un pignon 11 engrené avec le pignon 10. L'axe fileté de 10 permet de transformer ce mouvement de rotation en un mouvement de translation de 5.

L'entraînement en translation de la douille 5 permet le soulèvement des charges posées sur l'appui 13.

La hauteur de soulèvement de charge est fixée par la course de la douille 5 dans son mouvement. Ce dernier est guidé par une vis de pression 6 et la rainure réalisée dans l'ensemble des pièces est montée sur un corps 2 supporté par la base rigide 2. Les pignons arbre 10 et 11 sont guidés dans leur mouvement de rotation dans la base 1 par des coussinets 8 et 9 respectivement.

Une liaison rotule sur l'appui 13 et boule 7 facilite l'emplacement de la charge à soulever.

II-6 Conception de vérin

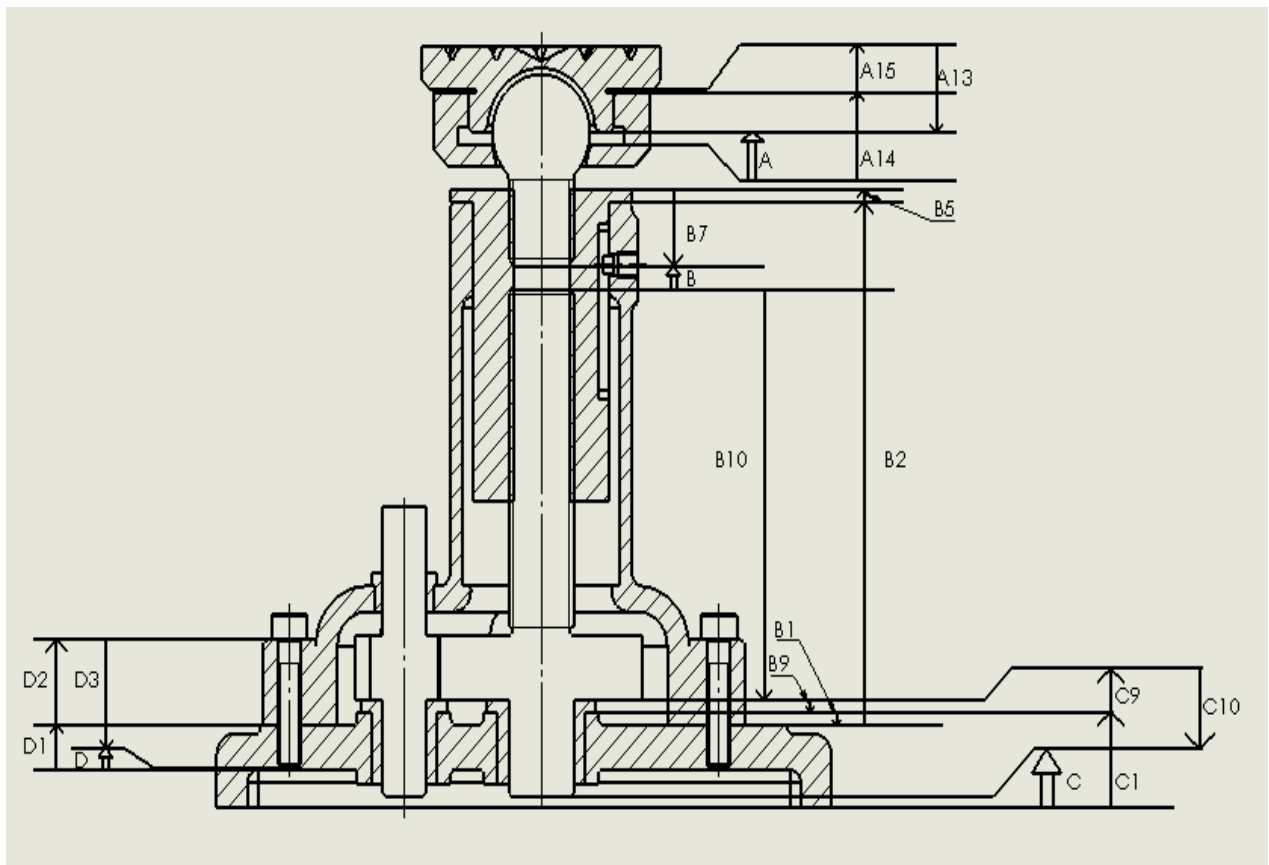


FigureII.7 : vérin mécanique

10/1	Liaison pivot
11/12	Liaison pivot
1/2	Liaison complète démontable
13/7	Liaison rotule
13/14	Liaison complète démontable

Tableau II.8 : nature des liaisons

II-6-2 chaîne de cotes



II.6-2-1 Calcul les jeux fonctionnels**1-calcul de jeu A**

$$A_{14}=12^{\pm 0.1}$$

$$A_{15}=1^{\pm 0.01}$$

$$A_{13}=10^{\pm 0.1}$$

$$A_{\max}=A_{14\max}+A_{15\max}-A_{13\min}$$

$$A_{\min}=A_{14\min}+A_{15\min}-A_{13\max}$$

$$A_{\max}=12.1+1.01-9.9=3.21\text{mm}$$

$$A_{\min}=11.9+0.99-10.1=2.79\text{mm}$$

$$A=3^{\pm 0.21}\text{mm}$$

2-Calcul de jeu B

$$B_{10}=96^{\pm 0.2}$$

$$B_2=122^{\pm 0.5}$$

$$B_9=3_0^{+0.01}$$

$$B_1=3^{\pm 0.5}$$

$$B_5=3_0^{+0.2}$$

$$B_7=20^{\pm 0.2}$$

$$B_{\max}=B_{2\max}+B_{5\max}-B_{10\min}-B_{9\min}-B_{1\min}-B_{7\min}$$

$$B_{\max}=122.5+3.2-95.8-2.99-2.5-19.8=4.61$$

$$B_{\max}=4.61\text{ mm}$$

$$B_{\min}=B_{2\min}+B_{5\min}-B_{10\max}-B_{9\max}-B_{1\max}-B_{7\max}$$

$$B_{\min}=121.5+3-96.2-3.01-3.5-20.2=1.59$$

$$B_{\min}=1.59$$

3-Calcul de jeu C

$$C1=22^{\pm 0.5}$$

$$C9=3^{\pm 0.01}$$

$$C10=23^{\pm 0.2}$$

$$C_{\max}=C1_{\max}+C9_{\max}-C10_{\min}$$

$$C_{\min}=C1_{\min}+C9_{\min}-C10_{\max}$$

$$C_{\max}=22.5+3.01-22.8=2.71\text{mm}$$

$$C_{\min}=21.5+2.99-23.02=1.41\text{mm}$$

$$C=2_{-0.53}^{+0.71}\text{mm}$$

4-calcul de jeu D

$$D1=10^{\pm 0.2}$$

$$D2=20^{\pm 0.2}$$

$$D3=29^{\pm 0.2}$$

$$D_{\max}=D1_{\max}+D2_{\max}-D3_{\min}$$

$$D_{\min}=D1_{\min}+D2_{\min}-D3_{\max}$$

$$D_{\max}=10.2+20.2-28.8=1.6\text{mm}$$

$$D_{\min}=9.8+19.8-29.2=0.6\text{mm}$$

$$D=1^{\pm 0.6}\text{mm}$$

II-7 calcul la charge maximale de vérin

Condition de la résistance au cisaillement devis [8]

$$F=140000\text{N}(\text{charge imposée})$$

α [0°,45°](les forces de frottement sont négligées)

$$F_x=F_m \times \cos(\alpha)$$

$$F_y=F_m \times \sin(\alpha)$$

Acier 42CD4

Contrainte admissible de cisaillement est $[\tau]_{\text{cis}}=400\text{MPa}$

On a : $\tau_{\text{cis}} \leq [\tau]_{\text{adm}}$

$$T_{cis} = \frac{Fx}{S} \leq [\tau]_{cis}$$

F : effort appliqué sur le vérin.

S : section de la vis (section nominale)

$$S = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$\frac{Fx}{S} \leq [\tau]_{cis} \text{ adm}$$

$$\frac{Fx \times 4}{\pi d^2} \leq [\tau]_{cis} \text{ adm}$$

$$d \geq \sqrt{\frac{Fx}{\pi [\tau]_{cis}}}$$

Si on suppose $\alpha = 45^\circ$

$$\cos \alpha = \sin \alpha = 0.707$$

$$d \geq \sqrt{\frac{140000 \times 4 \times 0.707}{3.14 \times 400}} = \sqrt{\frac{395920}{1256}} = 17.75$$

$$d \geq 17.75 \text{ mm}$$

$$17.75 \text{ mm} < 18 \text{ mm}$$

La condition est vérifiée $\tau \leq [\tau]_{cis} \text{ adm}$

II-7-1 Le principe du maximum de matière

Le principe du maximum de la matière est un principe de tolérancement qui implique que l'état virtuel de l'élément tolérance et ci indiqué, l'état de forme parfaite au maximum de matière pour l'élément de référence ne soient pas dépassés.

Le principe du maximum de la matière à l'élément tolérance permet une augmentation de la tolérance géométrique indiquée lorsque l'élément tolérance n'est pas à son état au maximum de matière sous réserve que l'élément ne dépasse pas l'état virtuel.

II-7-2 Cotation au maximum de matière

II-7-2-1 Critère de perpendicularité

Comme le montre la figure. X est le défaut de perpendicularité de l'arbre et y celui de l'alésage. Ils s'expriment comme suit :

$J_{min} = x + y$. "la somme des tolérances de perpendicularité est égale à J_{min} de l'ajustement.

Si la même valeur t de défaut de perpendicularité est posée aux deux pièces.

$$X = y = J_{min} = \frac{D_{min} - d_{max}}{2} = t = ? \mu\text{m}$$

$$J_{min} = D_{min} - d_{max} \quad [9]$$

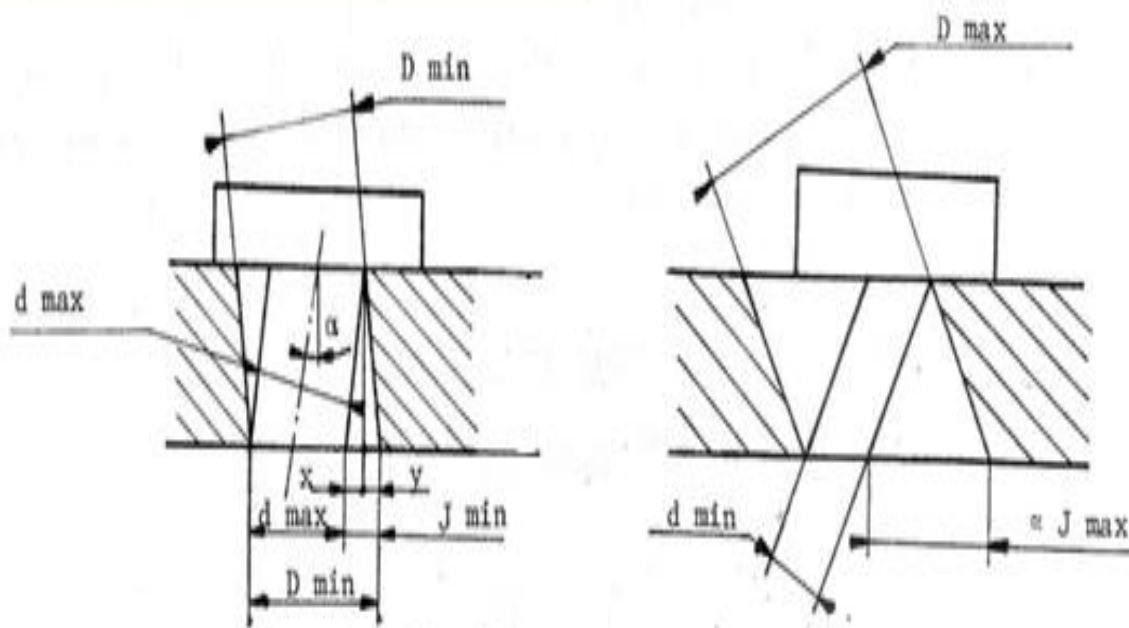


Figure II.9: condition au minimum de matière (perpendicularité)

❖ Perpendicularité – coussinet 8, pignon 11

Ajustements : $\text{Ø}12\text{H}7/\text{f}7$

$\text{Ø}12\text{H}7 \longrightarrow 12^{+0,018}_0$; (alésage)

$\text{Ø}12\text{f}7 \longrightarrow 12^{-0,016}_{-0,034}$; (arbre)

$J_{\min} = \text{alésage min} - \text{arbre max}$

$$= 12 - 11,984 = 0,016 \text{ mm}$$

$J_{\min} = 0,016 \text{ mm}$

Ajustements : $\text{Ø}18\text{H}7/\text{f}6$

$$\varnothing 18H7 \longrightarrow 18^{+0.018}_0$$

$$\varnothing 18f6 \longrightarrow 18^{-0.016}_{-0.027}$$

$$J_{\min} = D_{\min}(\text{alésage}) - d_{\max}(\text{arbre})$$

$$18 - 17.984 = 0.016 \text{ mm}$$

II-7-2-2 Le critère de Co-axialité

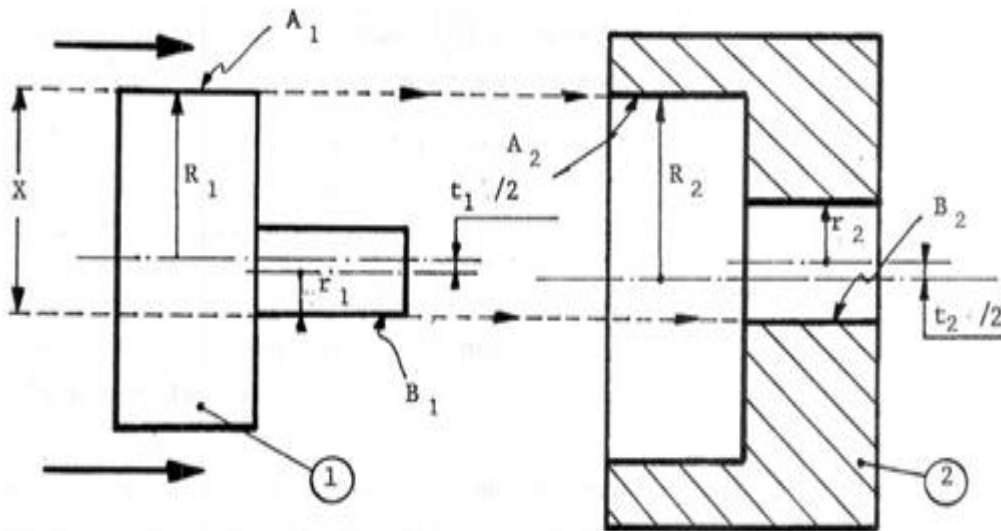


Figure II.10 : Deux pièces concentriques à assembler les pièces sont à leur état maximal de matières.

Les deux pièces 1 et 2 sont montrées dans les conditions les plus défavorables permettant toujours leurs assemblages.

$$\text{Pièce 1 : } x = R_1 + r_1 + (T_1/2)$$

$$\text{Pièce 2 : } x = R_2 + r_2 - (T_2/2)$$

Ces deux expressions s'égalant pour donnent :

$$\frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = (R_2 - R_1) + (r_2 - r_1)$$

$$T_1 + T_2 = (2R_2 - 2R_1) + (2r_2 - 2r_1)$$

$$T_1 + T_2 = J_{R_{\min}} + J_{r_{\min}} ;$$

$J_{R_{\min}}$ et $J_{r_{\min}}$ sont des jeux minimaux des grands et petits ajustements.

« La somme des tolérances de Co-axialité est égale à la somme des jeux minimaux des ajustements composant l'assemblage ».

❖ Co-axialité roue 10, coussinet 2

Ajustements : $\text{Ø}18\text{H}7/\text{f}6$

$$\text{Ø}18\text{H}7 \longrightarrow 18_0^{+0,018} ;$$

$$\text{Ø}18\text{f}6 \longrightarrow 18_{-0,027}^{-0,016}$$

$$J_{\max} = E_s (\text{alésage}) - e_s (\text{arbre})$$

$$= 0,018 - (-0,027) = 0,045 \text{ mm} = 45 \mu\text{m}$$

$$J_{\min} = e_s (\text{arbre}) - E_i (\text{alésage})$$

$$= -0,016 - 0 = 0,016 \text{ mm}$$

$$J_{\min} = t = 0,016 \text{ mm}$$

$$= \frac{t}{2} = 0,008 \text{ mm}$$

II-7-2-3 Le critère de localisation

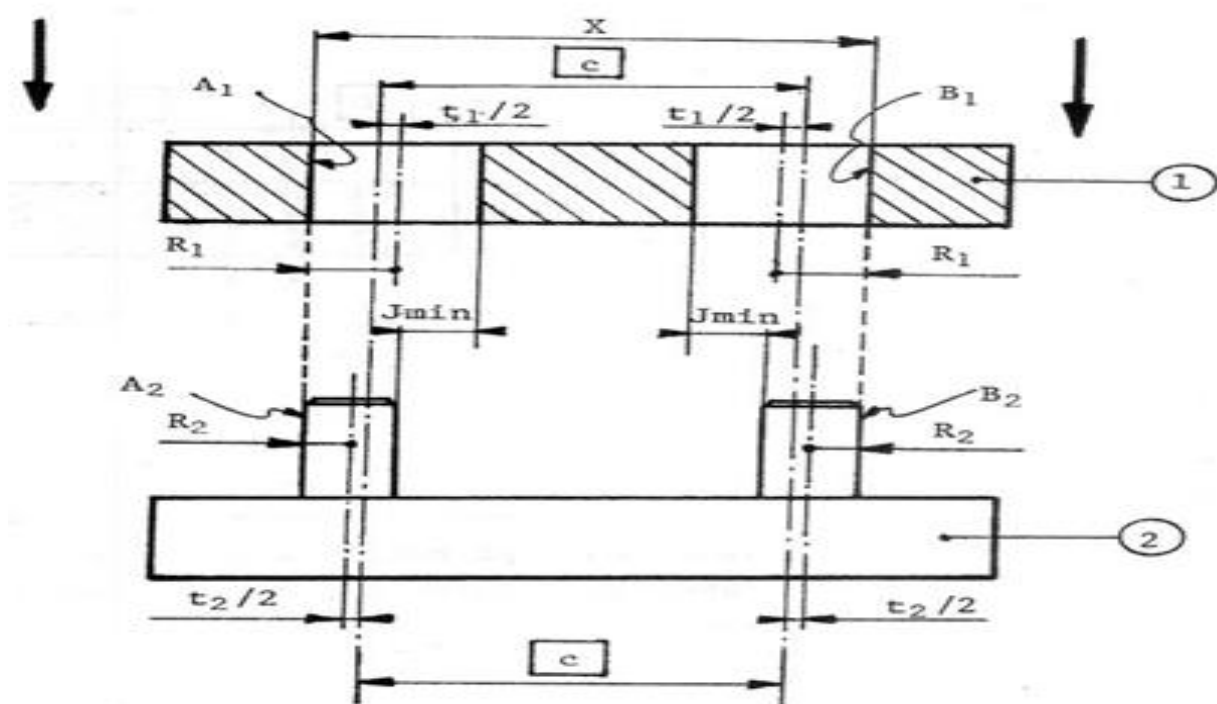


Figure II.11 : localisation d'un assemblage de deux pièces

Ces deux pièces sont à emboîtes les diamètres et les arbres ont la même cote de localisation C les pièces sont à leur état maximal, de matière.

-les ajustements sont dans leur état maximal, de matière, ce qui donne les jeux minimaux

$$j_{\min} \iff j_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = ? \mu\text{m}$$

La cote x séparant ces générations peut s'exprimer séparément sur les deux pièces

$$\text{Pièce 1 : } x = c - t_1 + 2R_1$$

$$\text{Pièce 2 : } x = c + t_2 + 2R_2$$

Ces deux expressions s'égalant par donner :

$$T_1 + T_2 = 2R_1 - 2R_2 = j_{\min} = ? \mu\text{m}$$

« La somme de tolérances de localisation de deux éléments conjugués (arbre, alésage, rainure) est égale au jeu minimal de l'ajustement de base ».

❖ Localisation

Pignon 11 et coussinet 8

Ajustements : $\emptyset 12H7/f7$

$$\emptyset 12H7 \longrightarrow 12_{0}^{+0,018}$$

$$\emptyset 12f7 \longrightarrow 12_{-0,034}^{-0,016}$$

$$J_{\min} = t_1 = D_{\min} - d_{\max}$$

$$= 12 - 11,984 = 0,016 \text{ mm}$$

Roue 10 et coussinet 2

Ajustement : $\emptyset 18H7/f6$

$$\emptyset 18H7 \longrightarrow 18_{-0,027}^{-0,016}$$

$$\emptyset 18f6 \longrightarrow 18_0^{+0,018}$$

$$J_{\min} = t_2 = D_{\min} - d_{\max}$$

$$= 18 - 17,984 = 0,016 \text{ mm}$$

$$\text{Donc : } t_1 = t_2 = 0,016 \text{ mm}$$

II-7-2-4 Le critère de symétrie

Douille et rainure/vis de pression

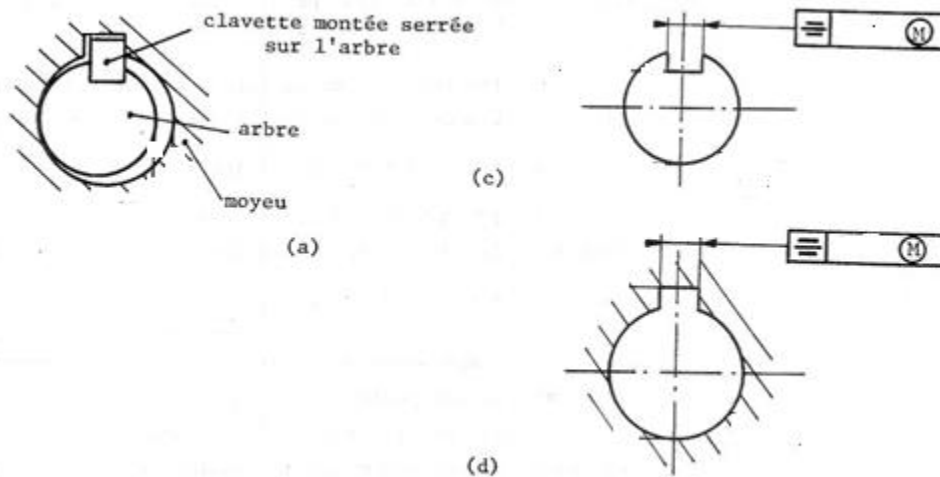


Figure 1.2: exemple sur la symétrie

$$T1+T2=j1 \text{ min} +J2 \text{ min}$$

Ou $j1 \text{ min}$ et $j2 \text{ min}$ sont respectivement les deux minimaux des ajustements 1 et 2 devant être symétrique.

« La somme des tolérances de symétrie est égale à la somme des deux minimaux des ajustements ». [10]

Ajustement 38H8/h8 Douille

$$\text{Ø}38\text{H}8 \longrightarrow 38 \pm_0^{0.039}$$

$$\text{Ø}38\text{h}8 \longrightarrow 38 \pm_{0.039}^0$$

$$J_{\text{min}} = D_{\text{min}} - d_{\text{max}}$$

$$J_{\text{min}} = 38 - 38 = 0$$

Rainure/vis de pression : $J_{\text{min}} = 0.2$

$$T1+T2 = J1_{\text{min}} - J2_{\text{min}}$$

$$= 0 + 0.2 = 0.2 \text{ mm}$$

II.8-les caractéristique des matériaux utilisés

- **42CD4 :**

Analyse chimique moyenne :

C :0.38/0.45%

Cr :0.90/1.20%

Mo :0.15%/0.30%

Mn :0.60/0.90%

Si :0.40% maxi

P :0.035%maxi

S :0.035%maxi

Caractéristique mécanique moyennes :

Etat trempé et revenu

Rm :750/1300N/mm²

A% :10/14

Applications :

- Acier de construction faiblement allié au chrome-molybdène pour trempe et revenu.
- Bonne trempabilité à l'huile,
- Bonne résistance aux surcharges à l'état traité
- Acier très employé en mécanique, pour des pièces de moyennes à fortes sections : arbres, engrenage, essieux...
- Cet acier est parfois utilisé pour des pièces trempées superficiellement

Masse volumique :7.85 kg/dm³

- **Xc48 :**

Teneur moyenne en carbone est de 0,48%, c'est un acier ferrique, malléable, ne contient pas d'éléments d'alliages,

- **Fonte grise**

La dénomination de fonte grise, fait allusion à l'aspect de la cassure grise. Dans ce type de fonte, la majeure quantité du carbone se trouve sous forme de graphite. au fond, c'est un alliage Fe-c-si, contenant comme impuretés inventables du Mn, S et p. Une coupe

métallographique montre que le graphite se présente sous formes de lamelles, ce qui caractérise particulièrement ces fontes, et ce qui détermine leurs propriétés principales. Les plus utilisées sont les fontes hypo eutectiques, titrant de 2.4 à 3.8%C, plus cette teneur est grande, plus il se forme du graphite et plus les propriétés mécaniques de la fonte sont faibles.

- **Les Bronzes**

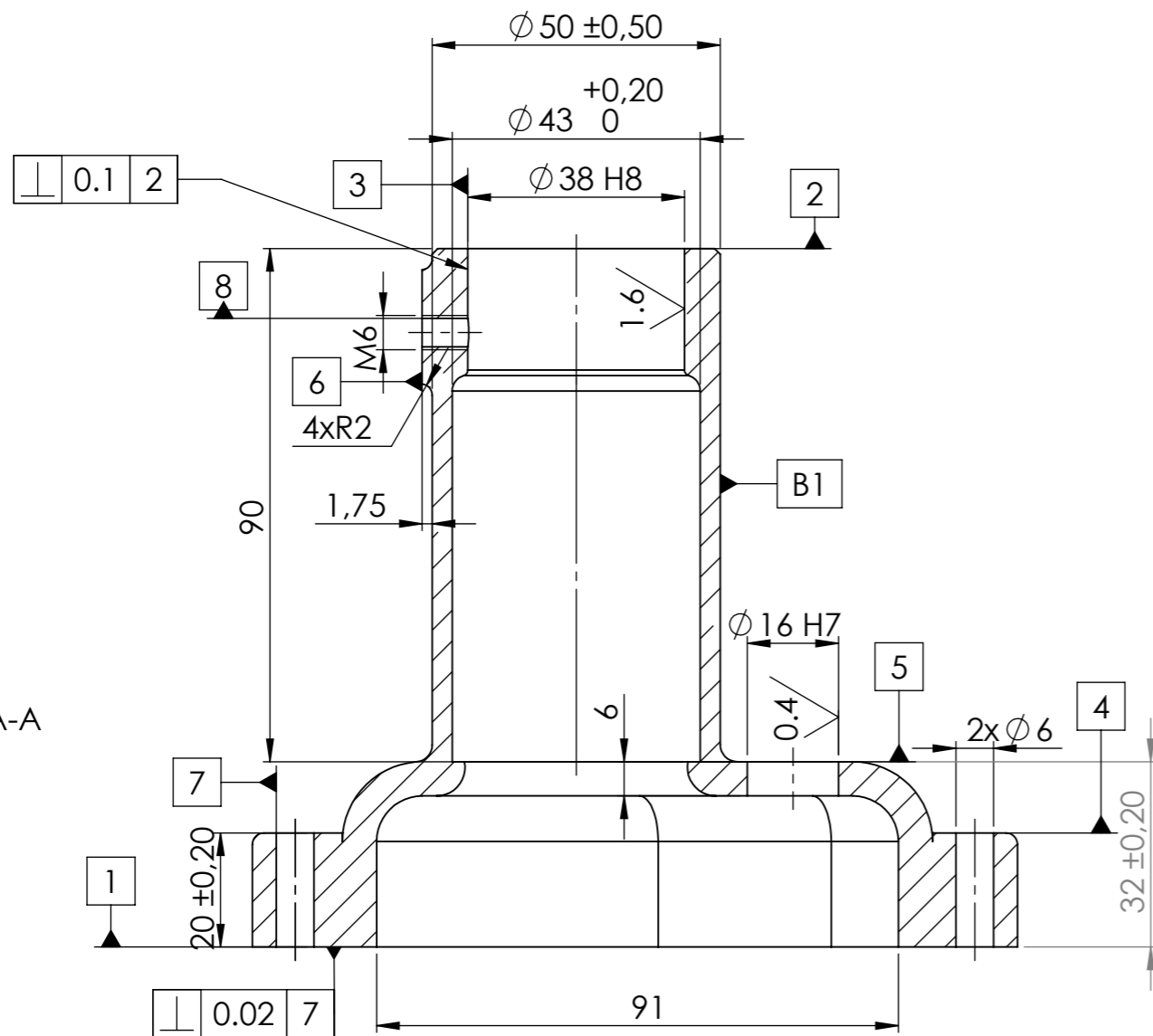
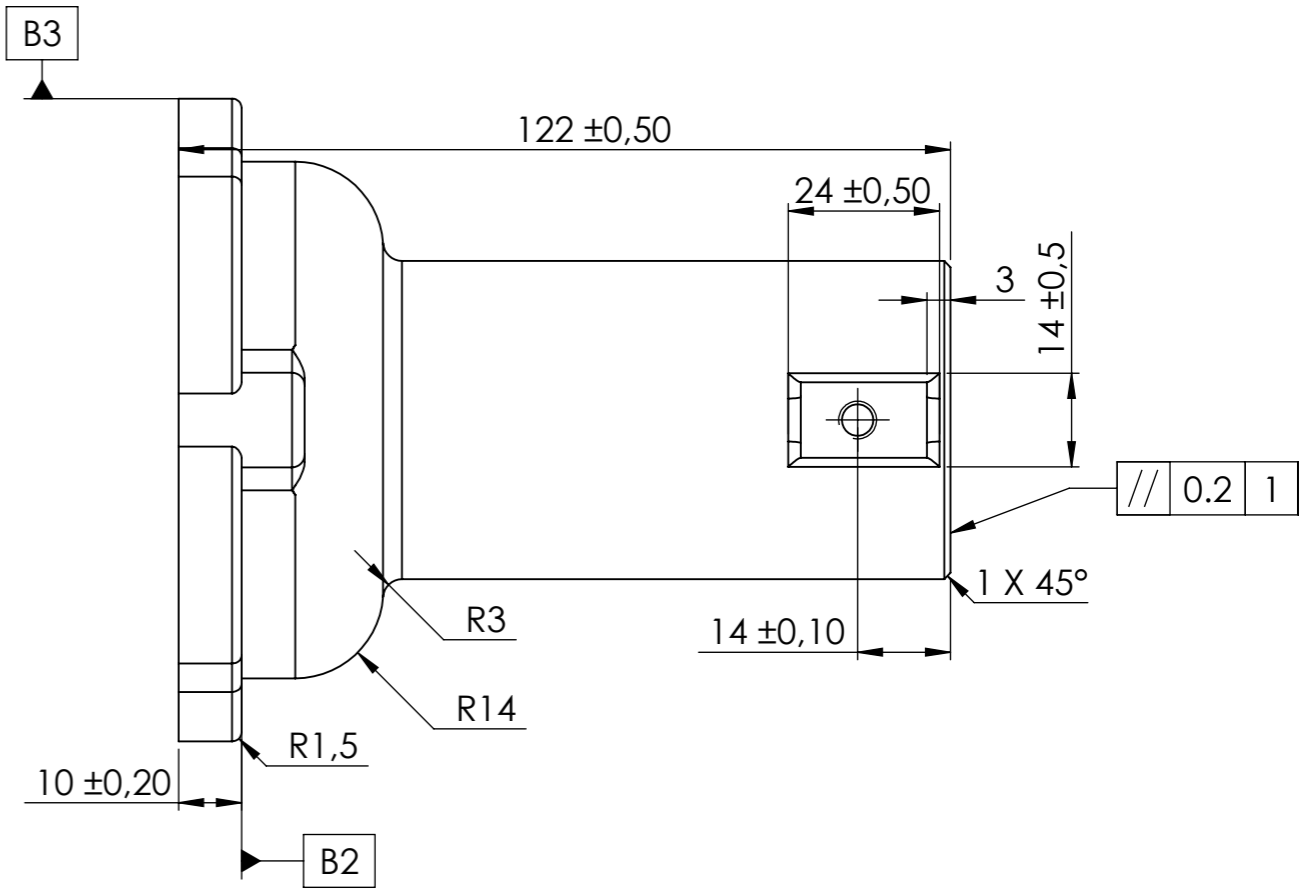
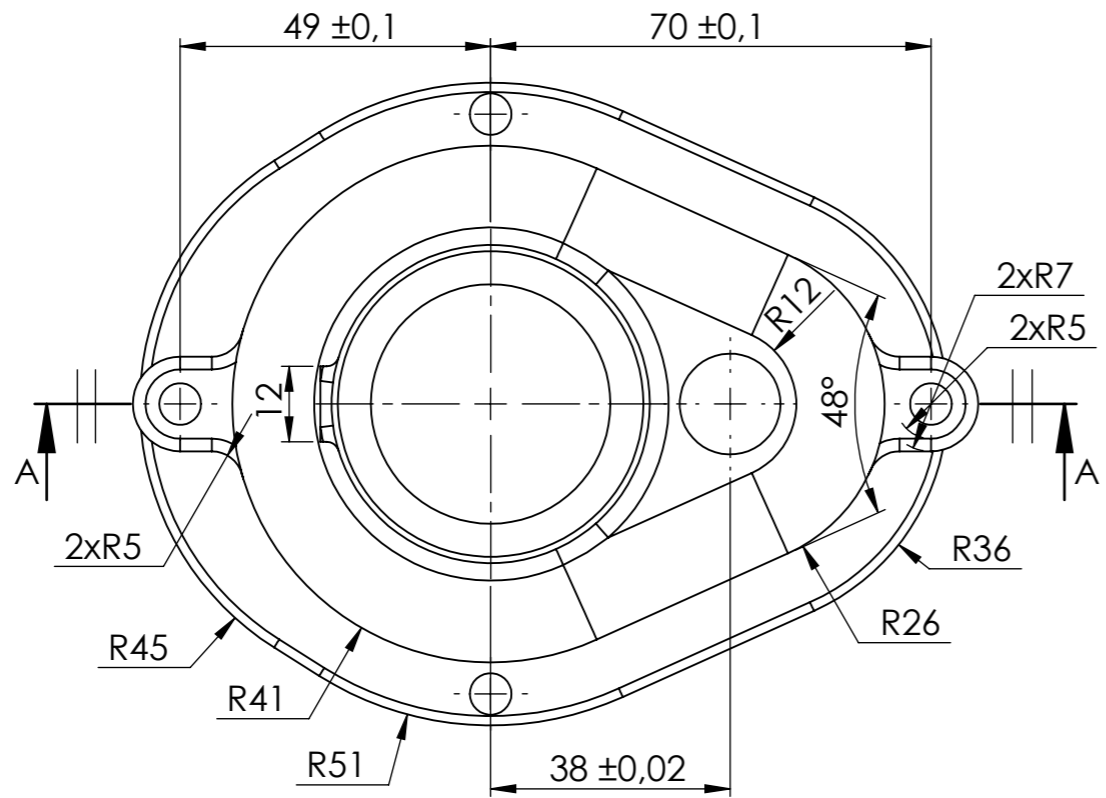
Alliages cuivre et étain (CuSn)

Les bronzes sont des alliages de cuivre et d'étain. On distingue les alliages de corroyage, avec pourcentage d'étain souvent inférieur à 13%, des alliages de fonderie avec 20 à 25% d'étain pour la fabrication de cloches par exemple.

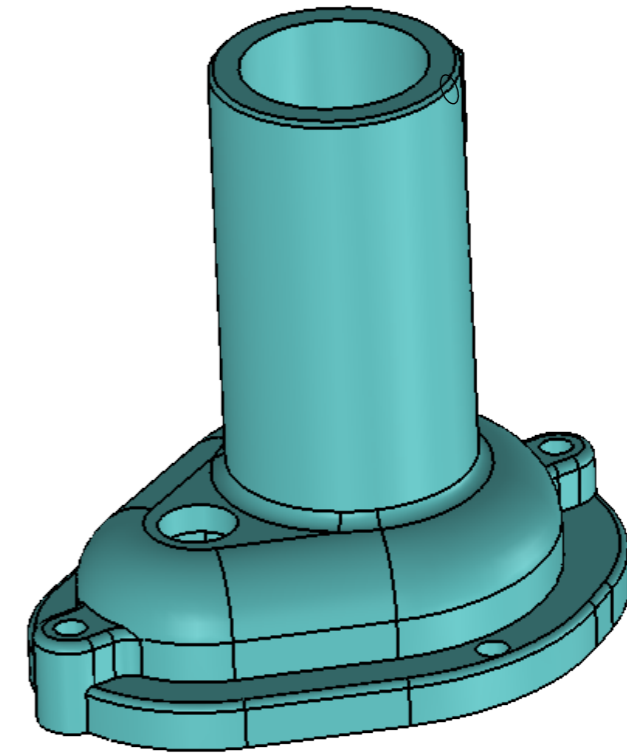
Les caractéristiques de bronzes

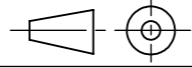
Bonne résistance à l'usure par frottement à vitesses et charges importantes, son usinabilité et sa bon conductivité thermique et électrique. Certains alliages de bronze ont une excellente résistance à la corrosion, notamment à l'eau de mer. Sa densité est fonction des alliages mais elle est en moyenne de 8.8.

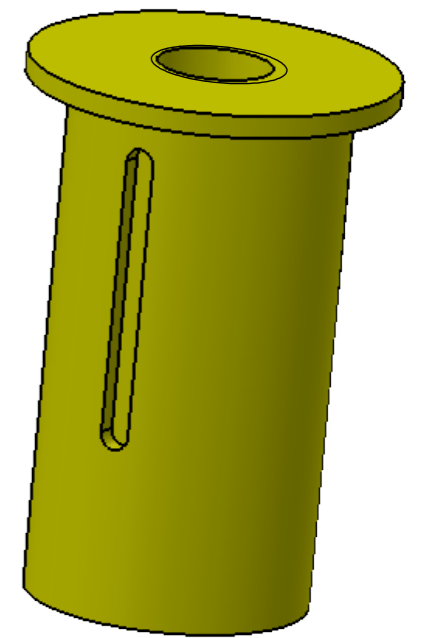
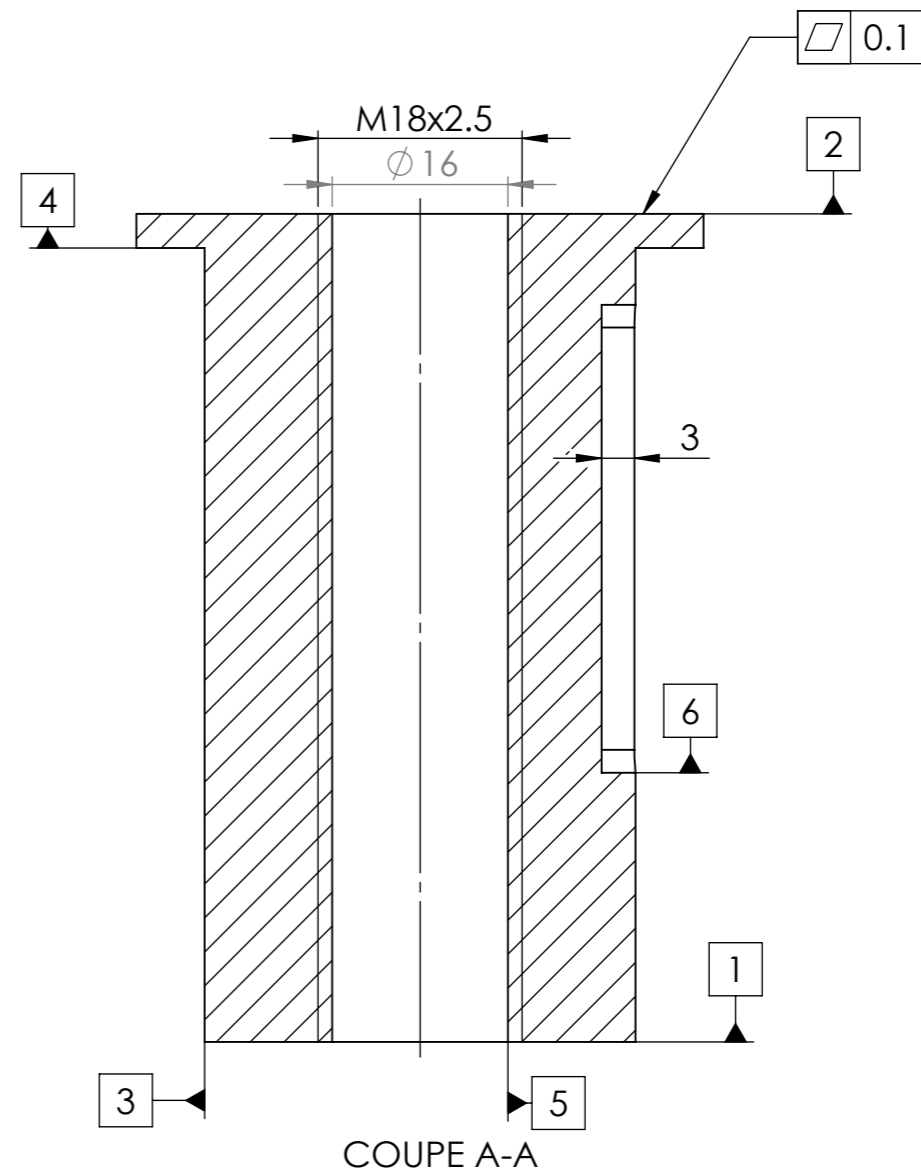
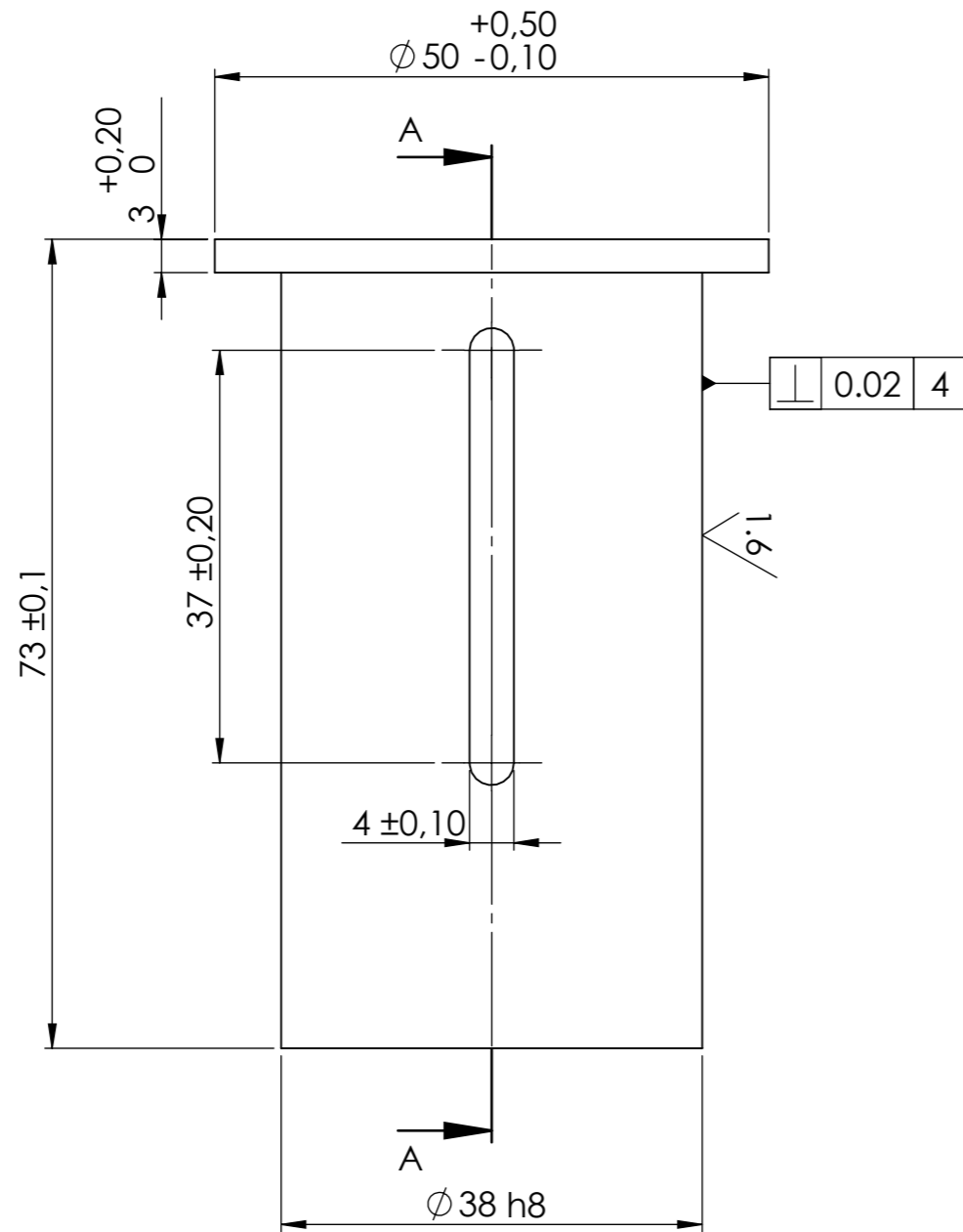
Le bronze est utilisé dans de nombreuses industries pour la réalisation de coussinets d'arbre (bague cylindriques), d'engrenages, d'écrous, de glissières à guidage, de coulisseaux, de guides de soupapes. [10]

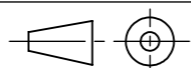


COUPE A-A

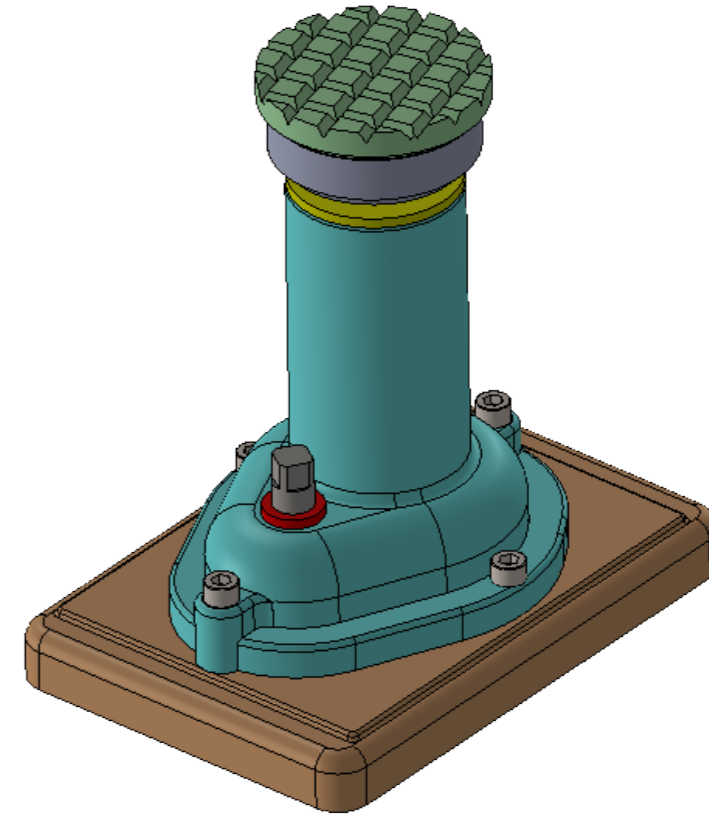
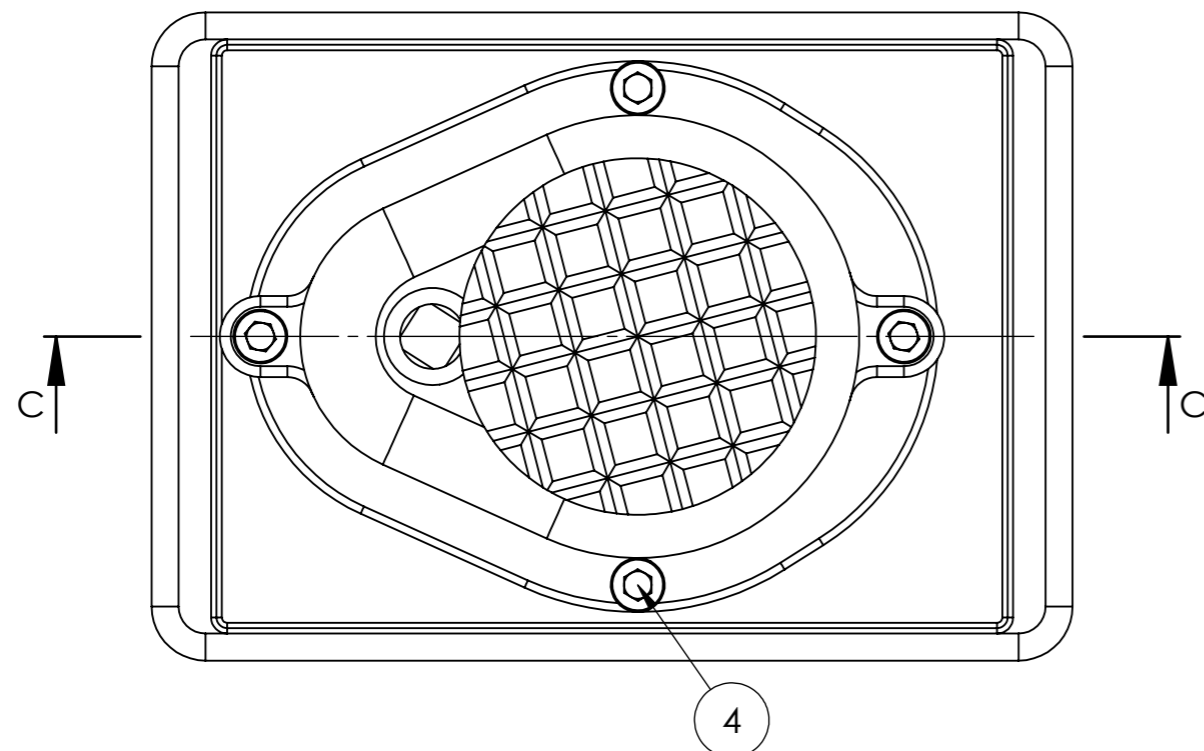
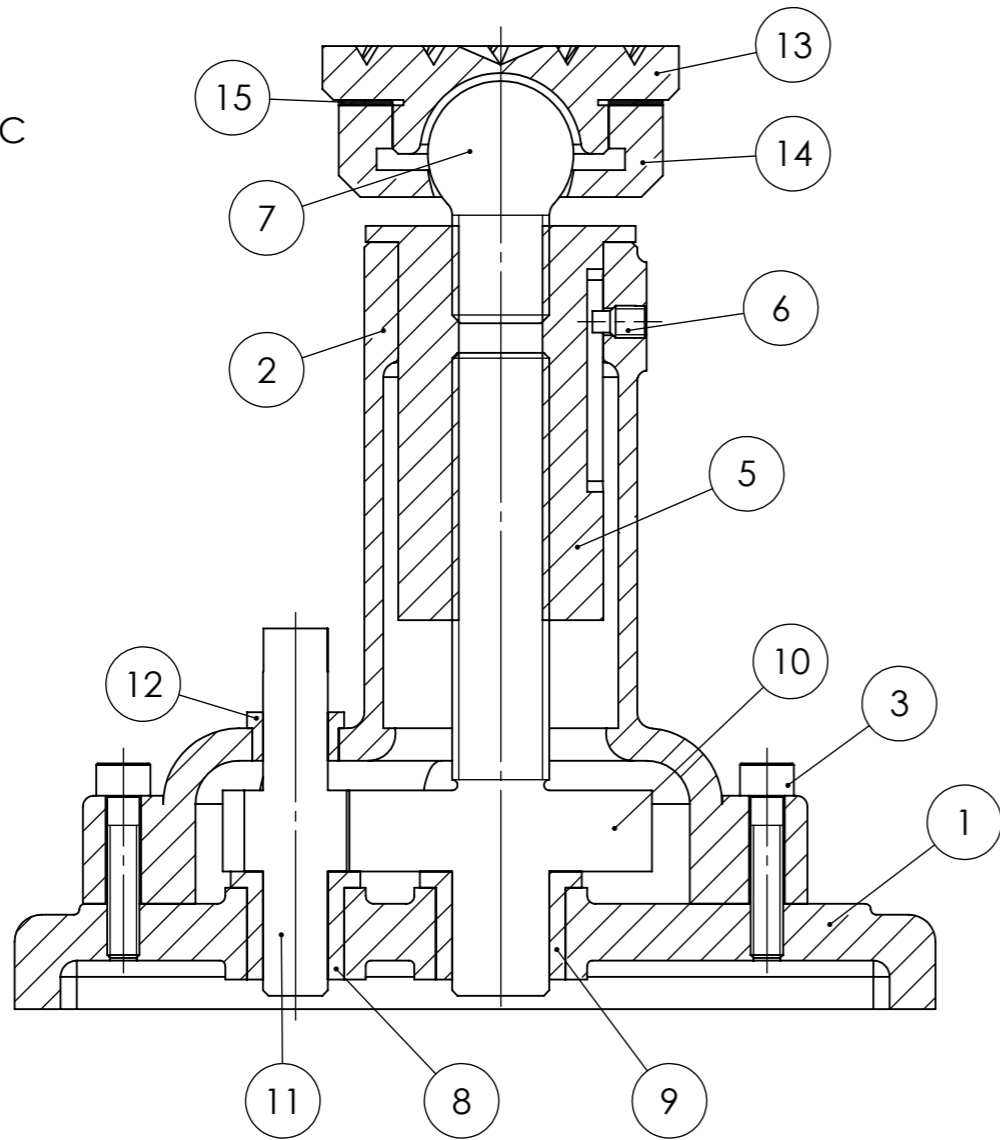


NOM-PRENOM / AMMOUCHE Mohamed - SLIMANI Hakim		
Echelle 1:1.2	Projet : Vérin	
	DGM-FGC-UMMTO	2020/2021
Format A3	Matière Fonte grise	M2-FMP
		Corps



NOM-PRENOM / AMMOUCHE Mohamed - SLIMANI Hakim			
Echelle	1.5 : 1	Projet : Vérin	
		DGM-FGC-UMMTO	
		Matière	XC48
Format	A3		M2-FMP

COUPE C-C

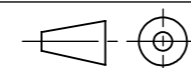


15	Rondelle	/	1
14	Support appui	XC48	1
13	Appui	XC48	1
12	Bague	BRONZE	1
11	Pignon	42CD4	1
10	Roue	42CD4	1
9	Coussinet 02	BRONZE	1
8	Coussinet	BRONZE	1
7	Rotule	42CD4	1
6	Vis sans tete M6 x 10	/	1
5	Douille	XC48	1
4	Vis CHC M6 x 20	/	2
3	Vis CHC M6 x 30	/	2
2	Corps	FONTE GRISE	1
1	Base	XC48	1
No. ARTICLE	NUMERO DE PIECE	Matière	QTE

NOM-PRENOM / AMMOUCHE Mohamed - SLIMANI Hakim

Echelle 1:1.4

Projet : Vérin

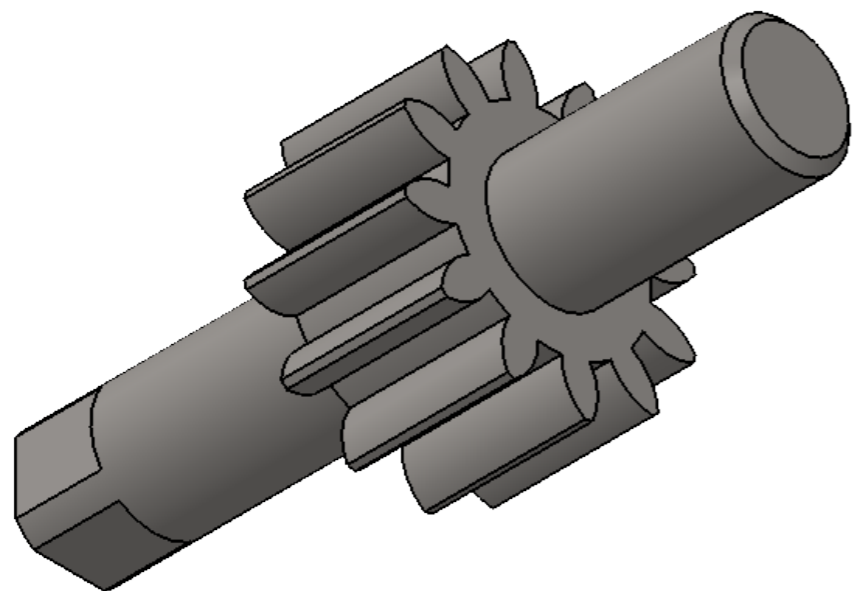
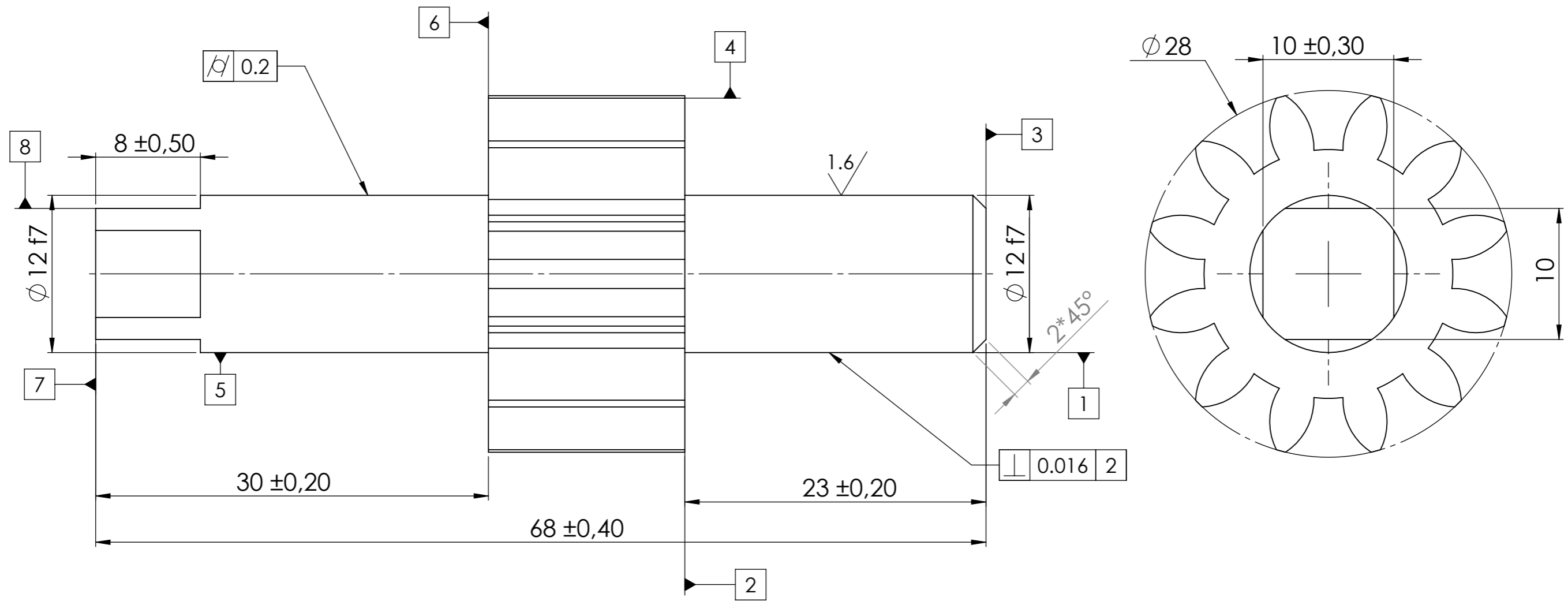


DGM-FGC-UMMTO

2020/2021

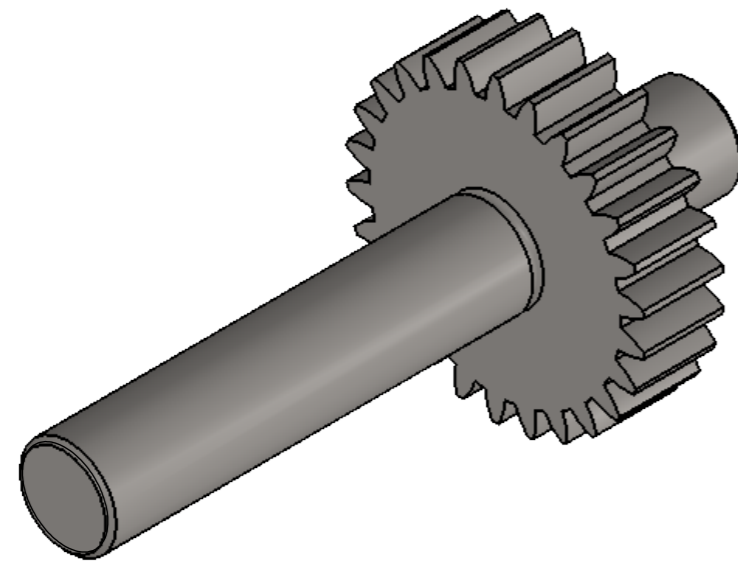
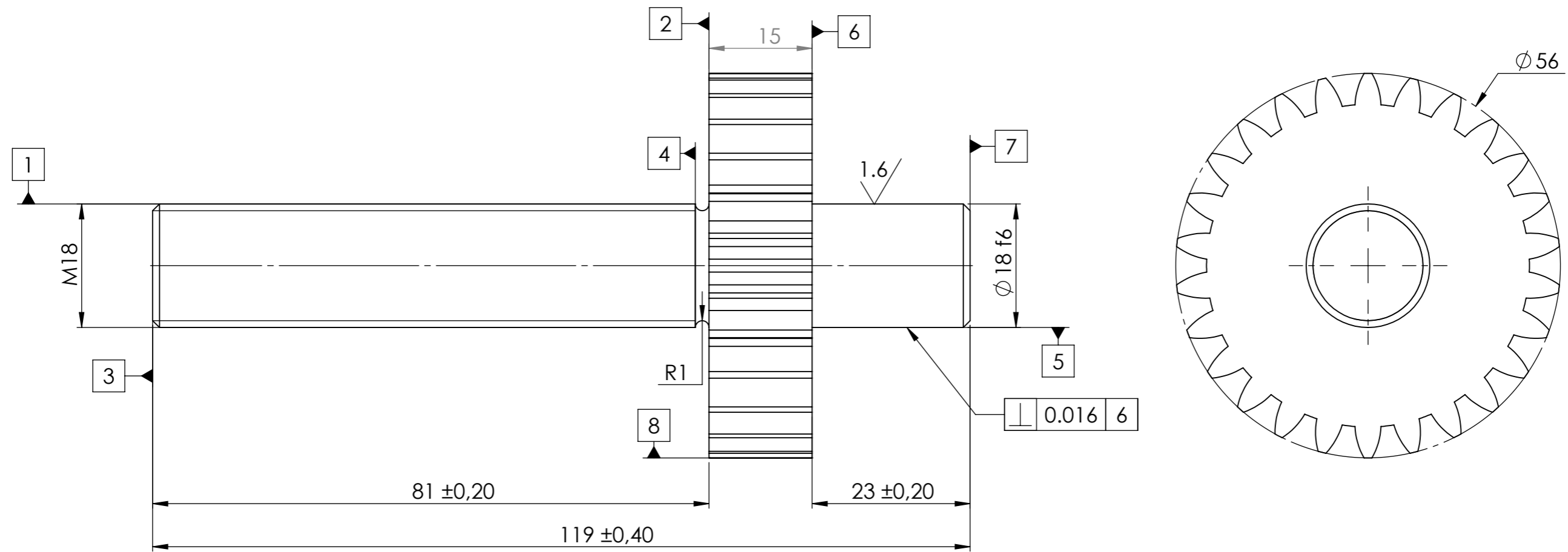
Format A3

M2-FMP

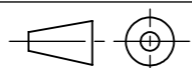


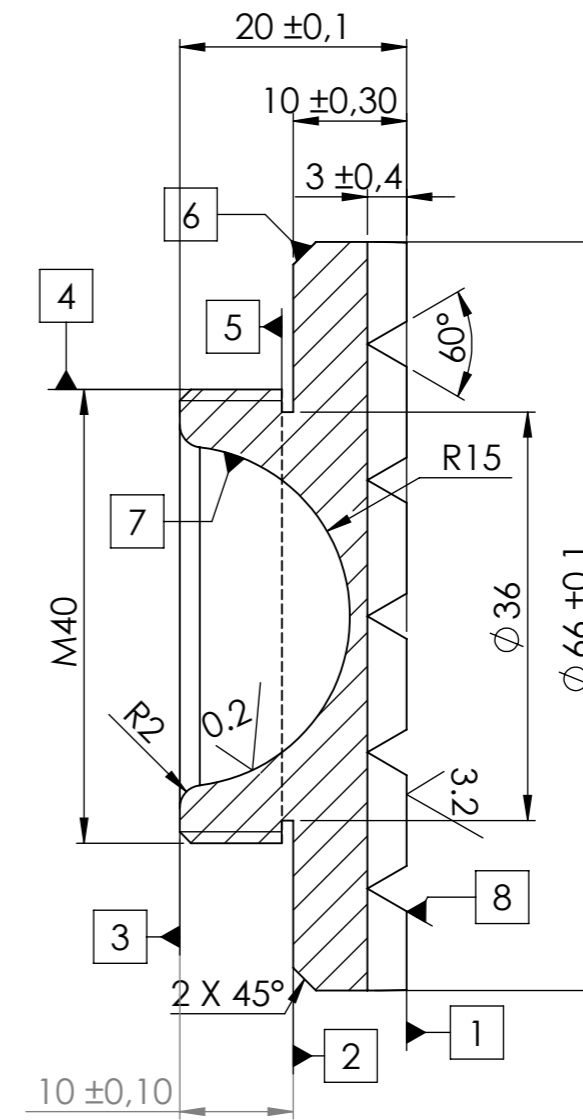
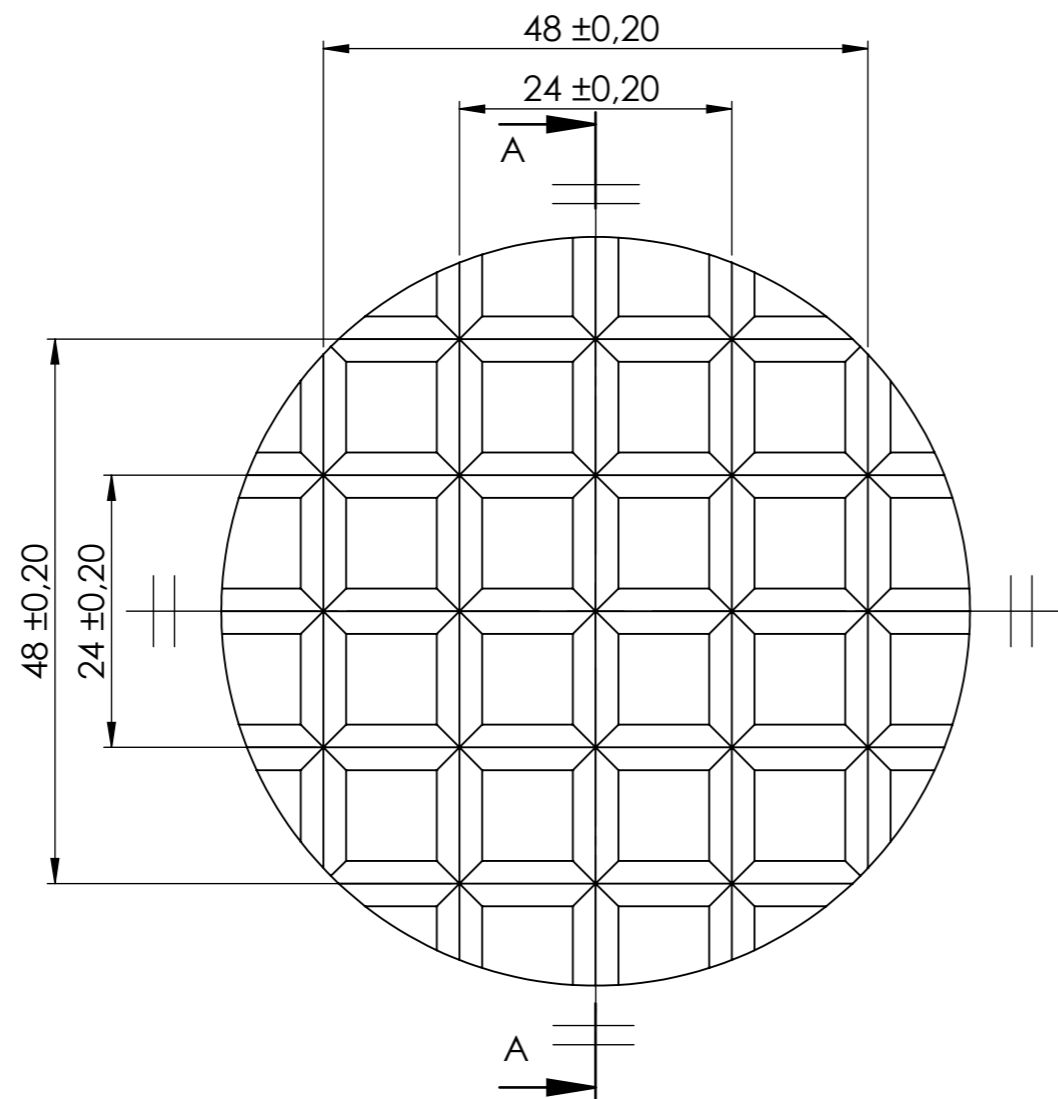
Module : $m = 2$
Nombre de dents : $Z = 12$
Diamètre de la tête : $D_t = 28$
Antraxe : $A = 38$

NOM-PRENOM	/	AMMOUCHE Mohamed	-	SLIMANI Hakim
Echelle	3 : 1	Projet : Vérin		Pignon
Format	A3	DGM-FGC-UMMTO		2020/2021
Matière	42CD4 / cimentation	M2-FMP		

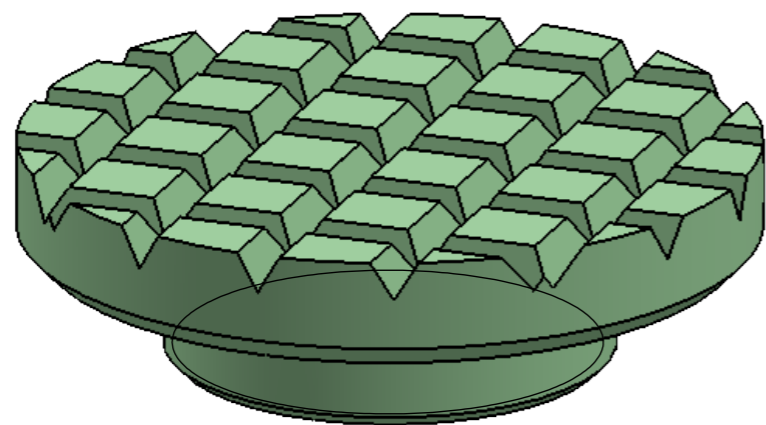


Module : $m = 2$
Nombre de dents : $Z = 26$
Diamètre de la tête : $D_t = 56$
Antraxe : $A = 38$

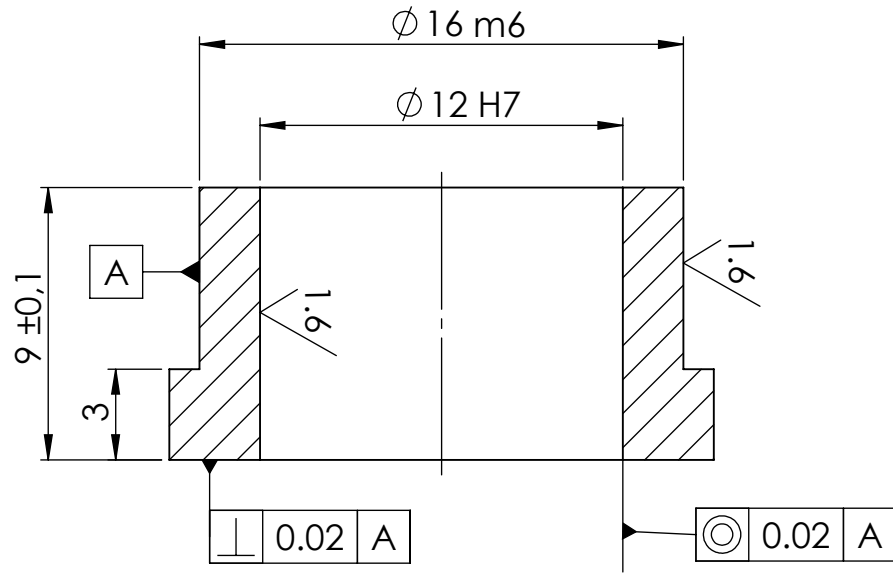
NOM-PRENOM / AMMOUCHE Mohamed - SLIMANI Hakim			
Echelle	1.5 : 1	Projet : Vérin	
		DGM-FGC-UMMTO	2020/2021
Format	A3	Matière	42CD4 / cimentation
			M2-FMP



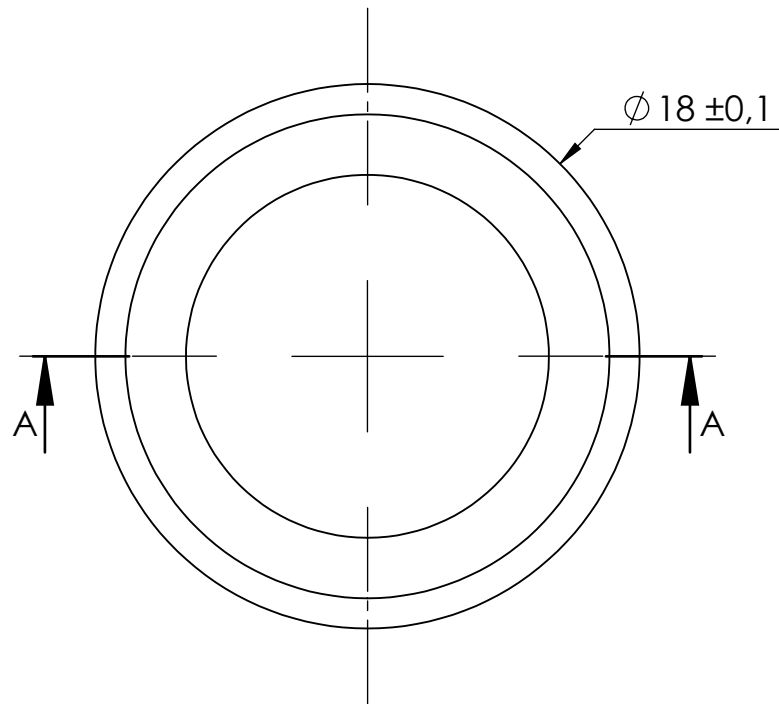
COUPE A-A



NOM-PRENOM / AMMOUCHE Mohamed - SLIMANI Hakim			
Echelle 1.5 : 1	Projet : Vérin		Appui
	DGM-FGC-UMMTO		2019/2020
Format A3	Matière	XC48	M2-FMP



COUPE A-A



NOM-PRENOM /

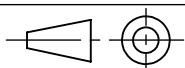
AMMOUCHE Mohamed

SLIMANI Hakim

Echelle 4 : 1

Projet : Vérin

Bague



DGM-FGC-UMMTO

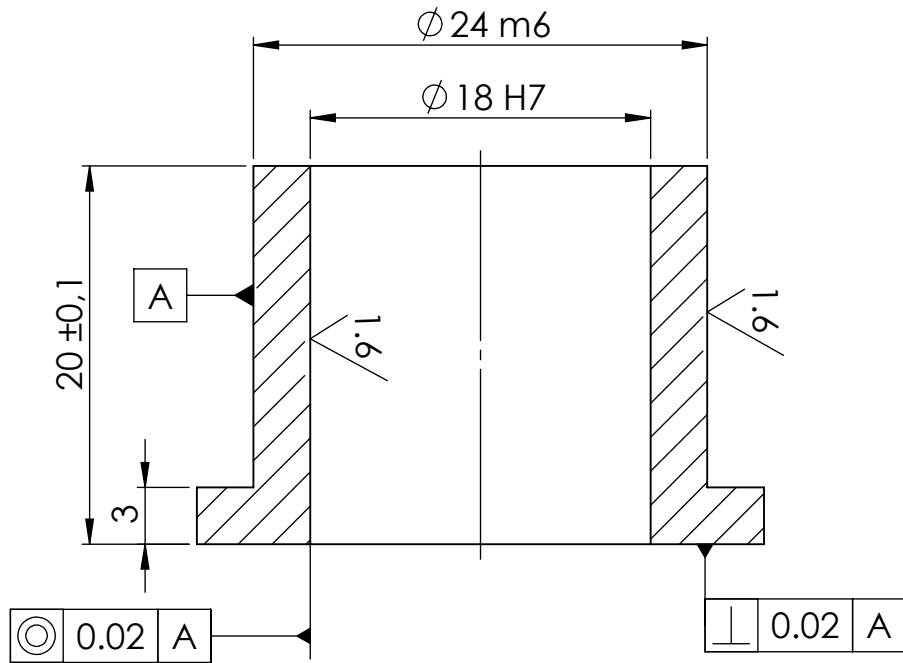
2020/2021

Format A4

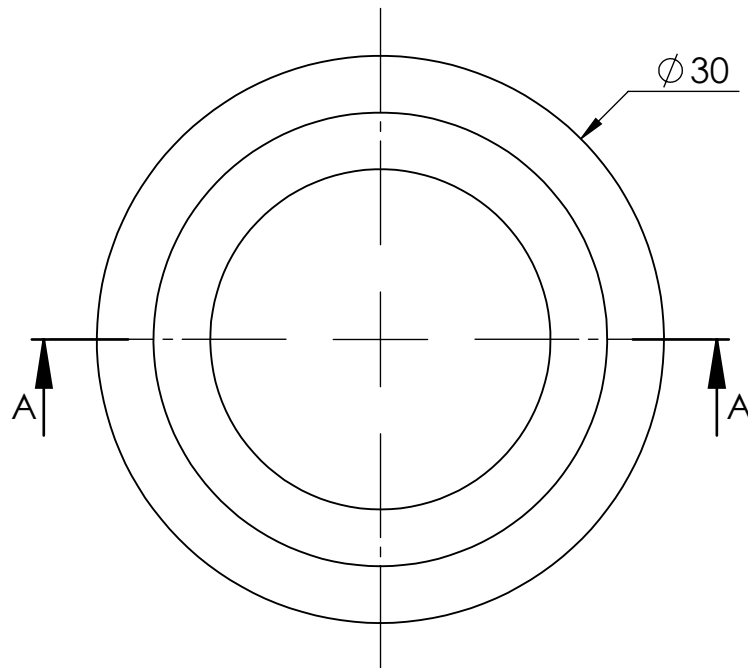
Matière

Bronze

M2-FMP



COUPE A-A



NOM-PRENOM /

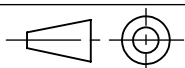
AMMOUCHE Mohamed

SLIMANI Hakim

Echelle 2.5 : 1

Projet : Vérin

Coussinet 02



DGM-FGC-UMMTO

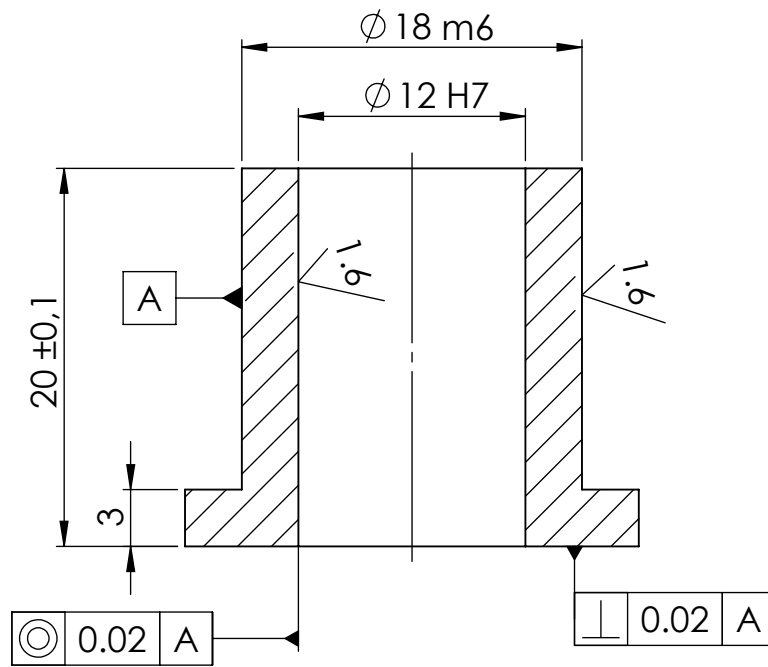
2019/2020

Format A4

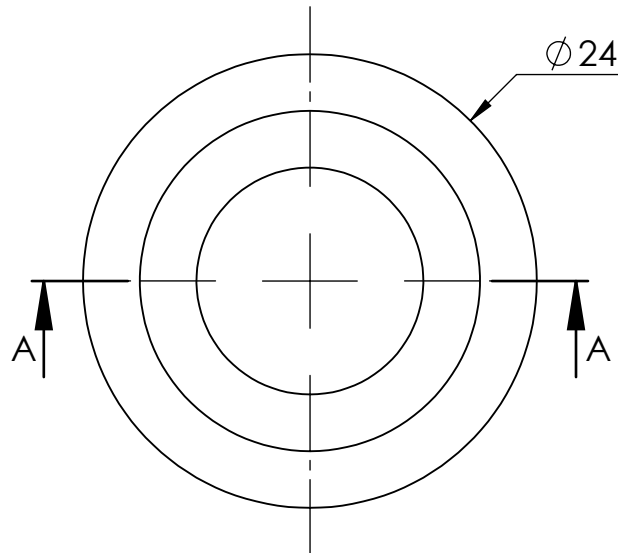
Matière

Bronze

M2-FMP



COUPE A-A



NOM-PRENOM /

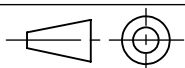
AMMOUCHE Mohamed

SLIMANI Hakim

Echelle 2.5: 1

Projet : Vérin

Coussinet



DGM-FGC-UMMTO

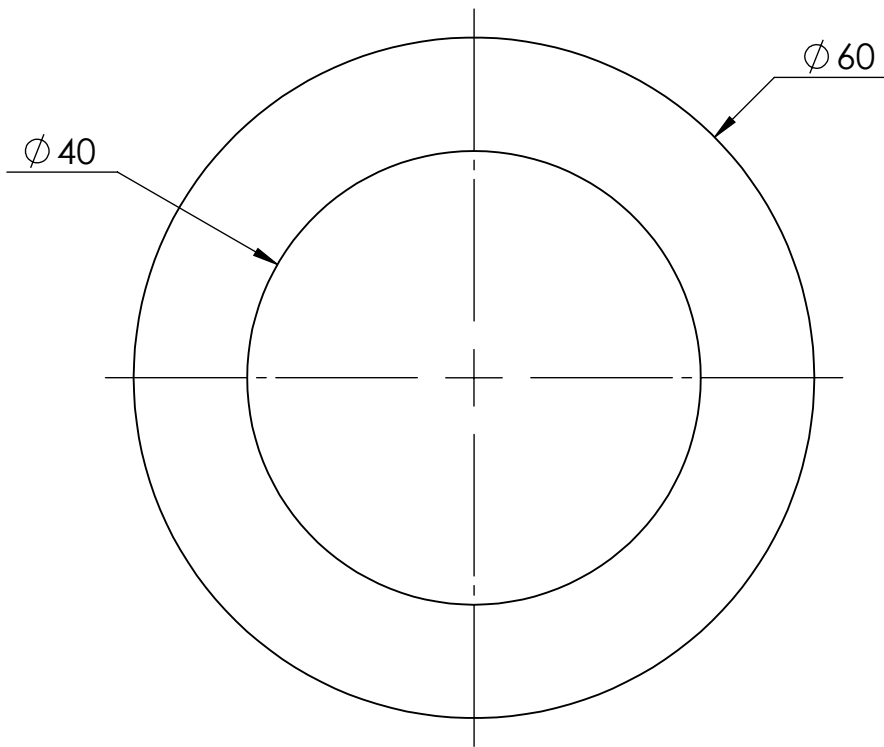
2020/2021

Format A4

Matière

Bronze

M2-FMP



NOM-PRENOM /

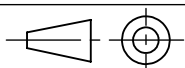
AMMOUCHE Mohamed

SLIMANI Hakim

Echelle 1.5 :1

Projet : Vérin

Rondelle



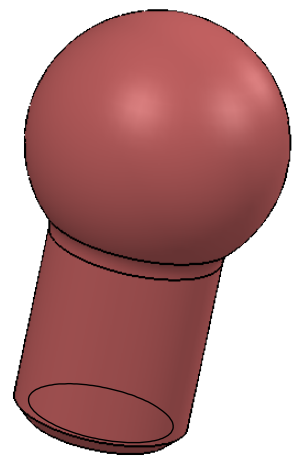
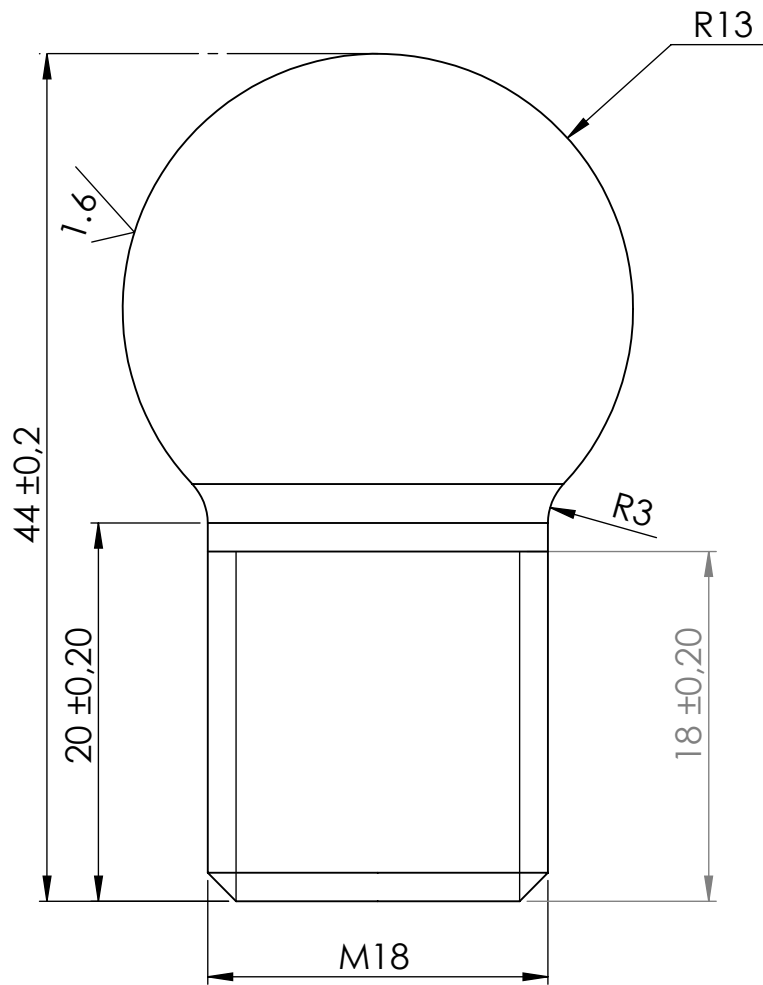
DGM-FGC-UMMTO

2020/2021

Format A4

Matière

M2-FMP



NOM-PRENOM /

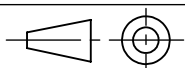
AMMOUCHE Mohamed

SLIMANI Hakim

Echelle 2.5 :1

Projet : Vérin

Rotule



DGM-FGC-UMMTO

2020/2021

Format A4

Matière

42CD4 /Cimentation

M2-FMP

Chapitre III

Simulation et feuille d'analyse

III.1- Simulation d'usinage

III.1.1-Définition

La simulation d'usinage permet de calculer les cotes de fabrication (cotes ébauche), et de donner au service de fabrication le dessin brut (les dimensions minimales des surfaces brutes) et de vérifier la validité du processus d'usinage. Dans la simulation d'usinage deux conditions sont à prendre en considération :

- Condition du bureau d'étude : les cotes fonctionnelles.
- Condition du bureau des méthodes : le coupeau minimum, les tolérances économiques

III.1.2- 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 9 : valeur indicatives de coupeaux minimaux

III.1.3-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	0.3-0.5	0.1-0.2	Doive respecter IT fixé par le dessin de définition
Perçage	selon la qualité et la	0.2-0.5	0.15-0.2	
Alésage grain	correction	0.2-0.4	0.1 -0.2	
Alésage alésoir	géométrique de la surface brute	0.15-0.20	0.05-0.15	

Tableau III 10 : intervalles de tolérances sur les côtes de fabrication [11]

III.2- Gamme d'usinage

Ce terme général regroupe l'ensemble des informations, plus ou moins détaillées. Relatives à la réalisation d'une pièce.

III.2.1- but d'une gamme d'usinage

Une gamme de fabrication peut prendre de nombreuses formes en fonction de son rôle dans l'organisation et dans le plan de charge.

En travail sériel (de 100 à 1000 pièces) renouvelable. La fabrication périodique des pièces justifie une gamme plus élaboré, la gamme sera conçue et mise au point pour la première série des pièces, elle sera ensuite reprise et exécutée, sans modification, pour toutes les séries suivantes. Les documents du donneur d'ordre seront :

L'exécution des pièces sera effectuée par du personnel moyennement qualifié. Les ressources seront comme précédemment, celles qui sont disponible dans l'entreprise au moment du lancement en fabrication. si la capacité de production de l'atelier est insuffisante, les investissements se feront dans des outillages réutilisables pour une autre fois. [12]

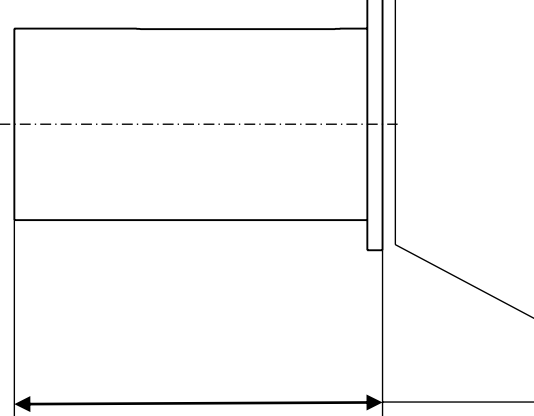
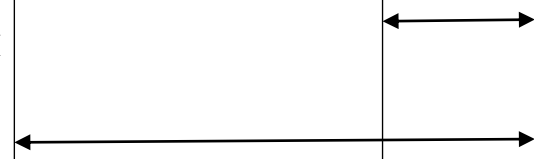





III.3- La simulation d'usinages

La simulation d'usinage pour la phase 100

Schéma	REP	m	M	IT	N°ch
	CF1	38	38,039	0,039	
	CPm E	2			
BDM	CPm F/2	1			
	CPm F	0,5			
	CF2	-			
	CF3	-			
	B	-			
Chaine de cote	CPm F		0,5	0,039	
	CF1		38,039	0,039	1
	CF2	38,539			
	CPmF/2		1		
	CF2	38,539			2
	CF3		39,539		
	CPmE		2		
	CF3	39,539			3
	B1		41,539		

B1=41,539 mm

La simulation d'usinage pour la phase 200

Schéma	REP	m	M	IT	N°ch
	CF4	72.9	73.1	0.2	
	CPmF	1			
	B2	-			
	B2	74,1			
	CPmF		1		4
	CF4		73,1		
					

B2min=74,1mm

La simulation d'usinage pour la phase 300

Schéma		REP	m	M	IT	N°ch	
BE		CF6	16	16,018	0,018		
		CPmE	1				
BDM		CPmF	0,5				
		CF7	-				
		B4	-				
Chaine de cote		CPmF		0,5			5
		CF7		15,5			
		CF6	16				6
		CPmE		1			
		B4	16,5				
		CF7		15,5			

B4max=16,5 mm

La simulation d'usinage pour la phase 400

Schéma	REP	m	M	IT	N°ch
	CF7	72,9	73,1	0,2	7
	CPmF	0,5			
	B5	-			
	CPmF		0,5		
	CF7		73,1	0,2	
	B5min	73,6			

B5min=73,6 mm

La simulation d'usinage pour la phase 100

Schéma		REP	m	M	IT	N°ch
BE		CF1	121,5	122,5	1	
BDM		CPmF1	0,5			
		CPmE1	1			
		CPmF2	0,5			
		CPmE2	1			
		CF2	-			
		CF3	-			
		CF4	-			
Chaine de cote		B	-			
		CPmF1		0,5		1
		CF1		122,5		
		CF2	123			
		CPmE1		1		2
		CF2		123		
		CF3	124			
		CPmF2		0,5		3
		CF3		124		
	CF4	124,5				
	CPmE2		1		4	
	CF4		124,5			
	B	125,5				

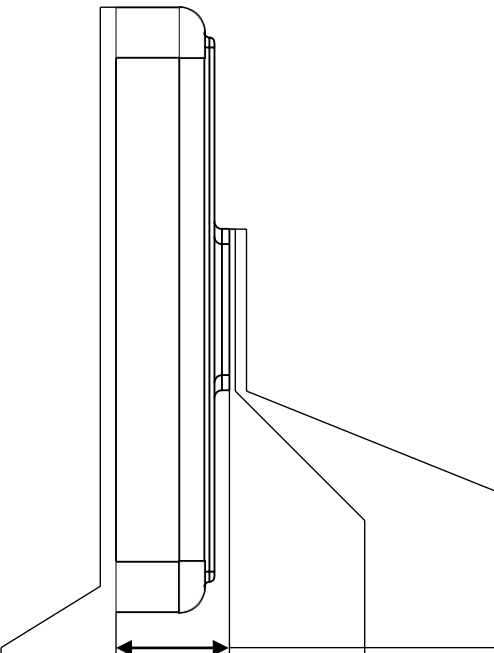
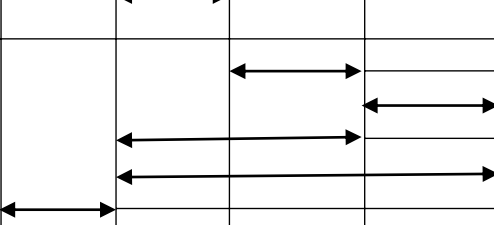
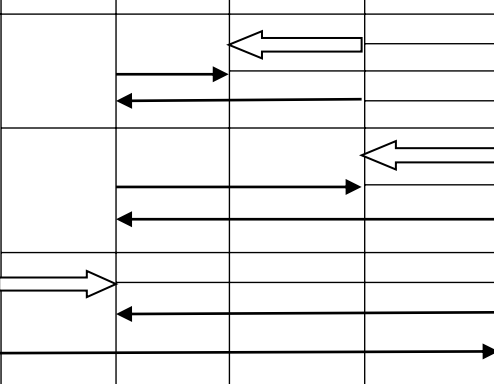
Bmin = 125,5 mm

La simulation d'usinage pour la base

Schéma		REP	← m	→ M	IT	N°ch		
BE		CF1	18,5	19,5	1			
BDM		CPmF1	0,5					
		CPmE	1					
		CPmF2	0,5					
		CF2	-					
		CF3	-					
Chaine de cote		B1	-			1		
		CPmF1		0,5				
		CF1		19,5	1			
	Chaine de cote		CF2	20			2	
			CPmE		1			
			CF2		20			
		Chaine de cote		CF3	21			3
				CPmF2		0,5		
				CF3		21		
				B1	21,5			

Bmin= 21,5 mm

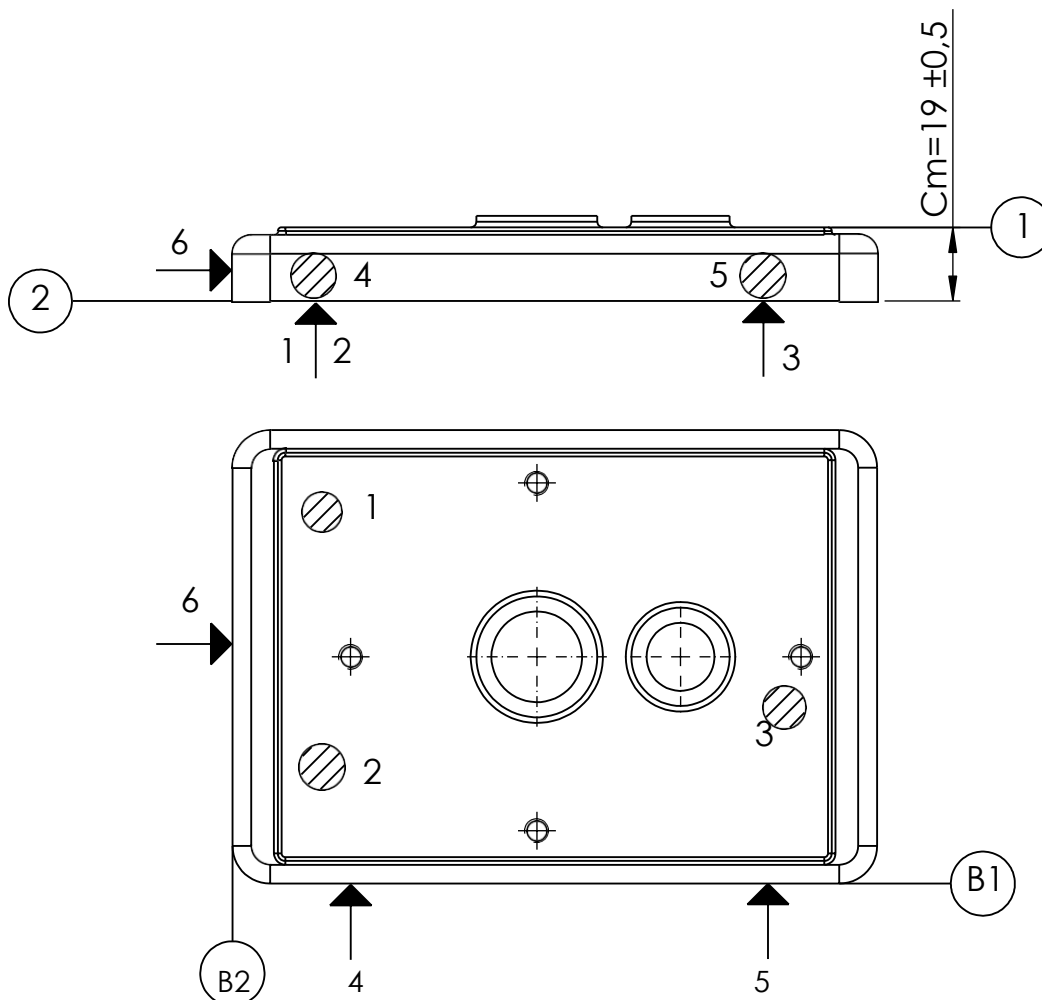
La simulation d'usinage de la base

Schéma		REP	m	M	IT	N°ch	
BE		CF4	21,5	22,5	1		
BDM		CPmF3	0,5				
		CPmE2	1				
		CF5	-				
		CF6	-				
		CPmF2	0,5				
Chaine de cote		CPmF3		0,5		4	
		CF4		22,5			
		CF5	23				
		CPmE2		1		5	
		CF5		23			
		CF6	24				
		CPmF2		0,5	6		
		CF6		24			
		B2	24,5				

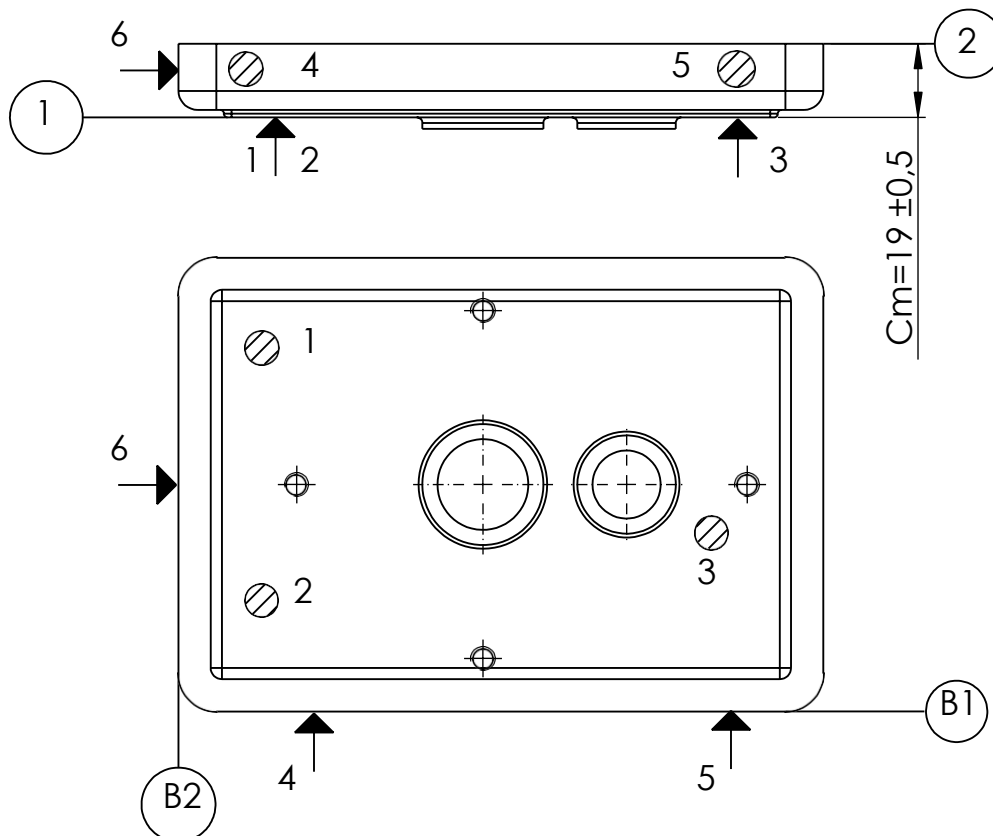
B2min=24,5 mm

III.4- Analyse de fabrication

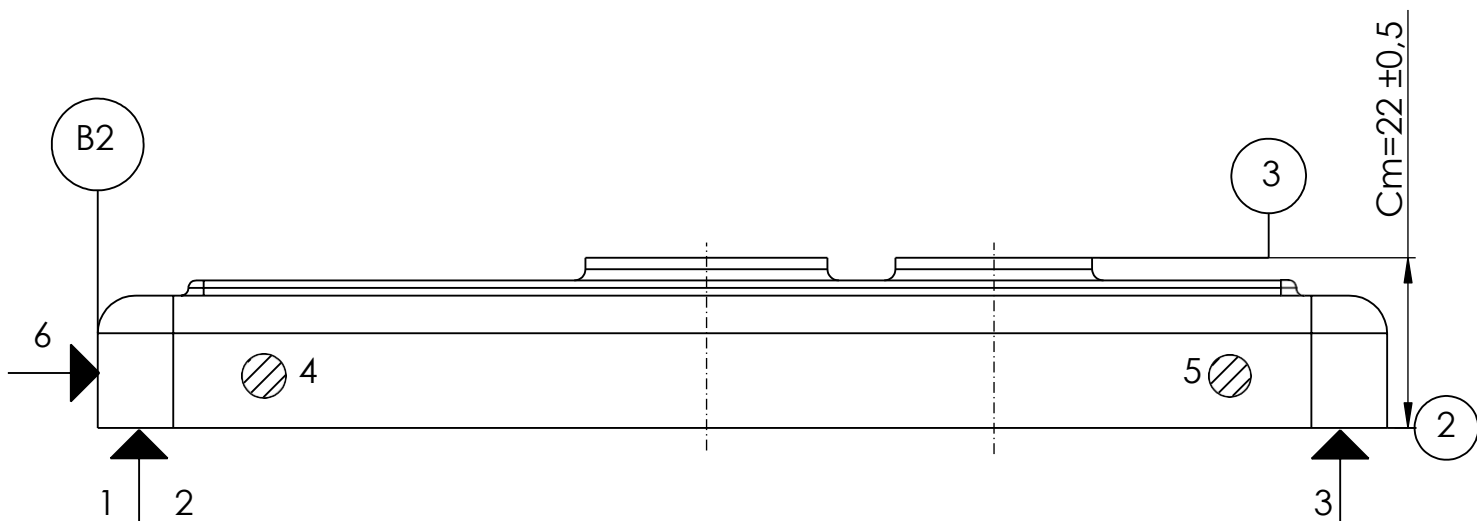
Ensemble: vérin Mécnique		matière: xc48		
élément: Base		BRUT: Moulage		
		cadence: travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
100	Controle de brute	poste de travail	poste de controle	ped à coulisse
200	<p>Fraisage sous phase 210</p> <p>- Une pièce au montage de référentiel définie par :</p> <ul style="list-style-type: none"> • appui plan sur 2 en 3 N(1,2,3) • appui ponctuel sur B2 en 1N (6) • appui linéaire sur B1 en 2N (4,5) <p>Opération 211: surfaçage 1E Opération 212: surfaçage 1F $Cm = 19 \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0,5$</p>	Fraiseuse vertical	outil à fraiser	ped à coulisse comparateur



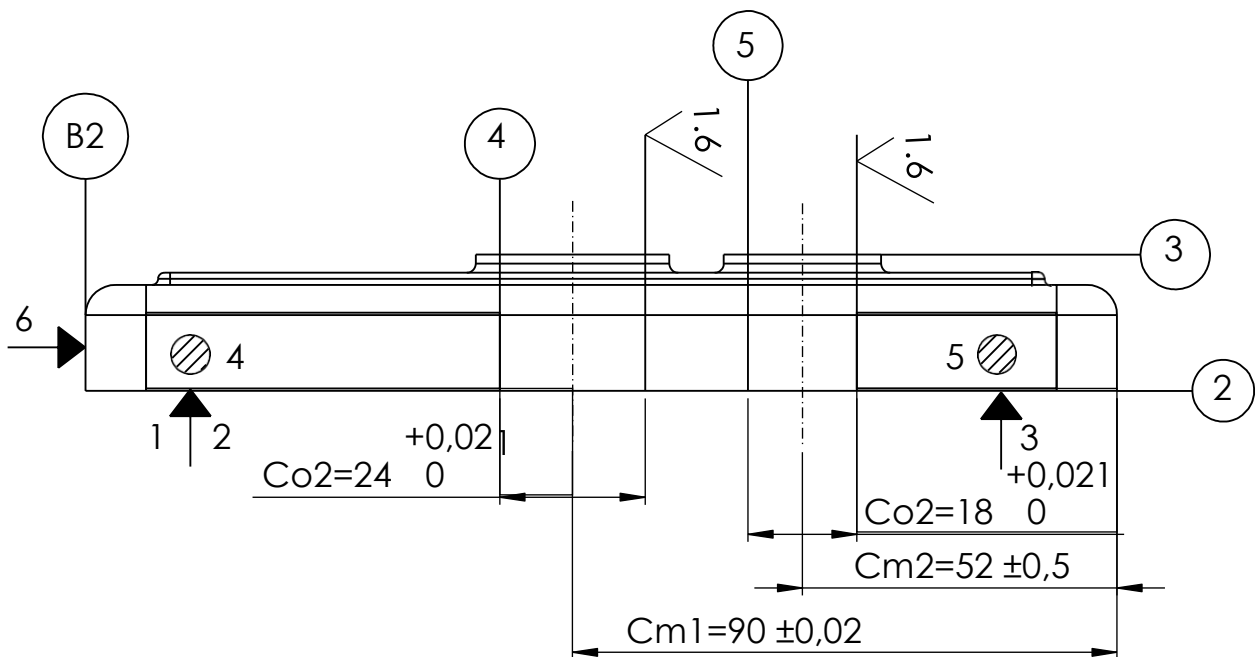
Essemble: vérin Mécanique élément: Base		Matière: XC48 BRUT: Moulage Cadence: travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appariellage	controle
300	<p>Fraisage sous phase 310</p> <p>-Une pièce au montage de référentiel définie par:</p> <ul style="list-style-type: none"> • appui plan sur 1 en 3N(1,2,3) • appui linéaire sur B1 en 2N(4,5) • appui ponctuel sur B2 en 1N(6) <p>Opération 311: surfaçage 2E</p> <p>$C_m = 19 \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0.5$ // 0.2 2</p>	Fraiseuse vertical	outil à fraiser	ped à coulisse comparateur



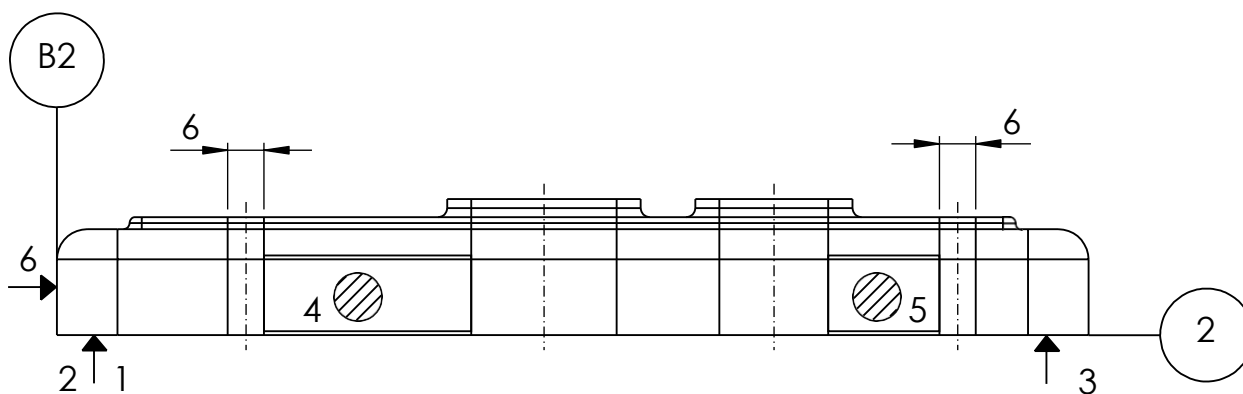
Ensemble: vérine mécanique élément: base		Matière: XC48 BRUT: Moulage Cadence: travail en série		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appariellage	controle
400	<p>Fraisage sous phase 410</p> <p>- Une pièce au montage de référentiel définie par:</p> <ul style="list-style-type: none"> • appui plan sur 2 en 3N(1,2,3) • appui lineaire sur B1 en 2N(4,5) • appui ponctuel sur B2 en 1N (6) <p>Opération 411: surfaçage 3E Opération 412: surfaçage 3F</p> <p>$Cm = 22 \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0.5$</p>	Fraiseuse vertical	outil à fraiser	ped à coulisse comparateur



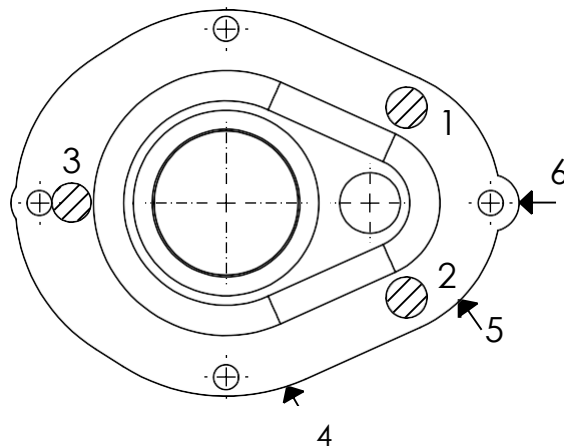
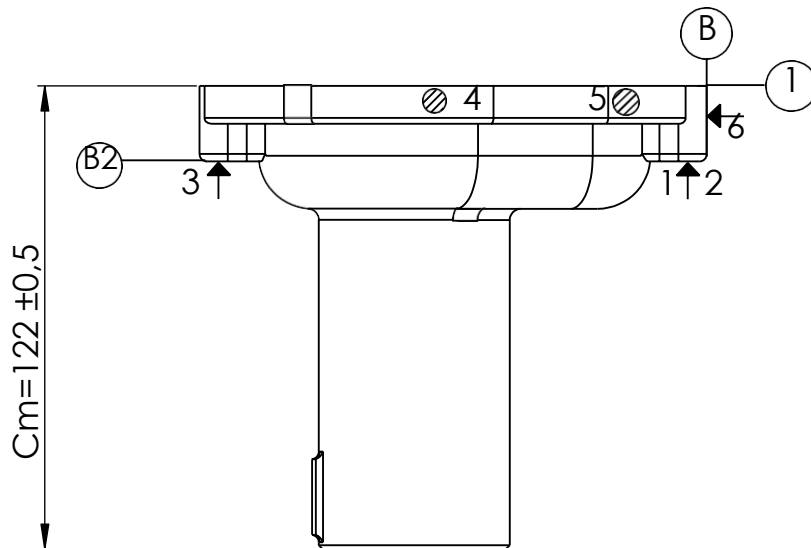
Essemble: vérin mécanique élément : Base		Matière: XC48 BRUT: Moulage cadence: travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
500	<p>Friassage sous phase 510</p> <p>-Une pièce au montage de référentiel définie par:</p> <ul style="list-style-type: none"> • appui plan sur 2 en 3N(1,2,3) • appui léniaire en B1 en 2N(4,5) • appui ponctuel sur B2 en 1N(6) <p>Opération 511: alésage 4F Opération 512: alésage 5F</p> <p>$Cm1=90 \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0.02$; $Cm2=52 \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0.5$</p> <p>$Co1=18 \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0.018$; $Co2=18 \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0.021$</p> <p>Ra: $\sqrt{1.6}$</p>	Fraiseuse vertical	outil alésoir	TLD=18mm TLD=24mm



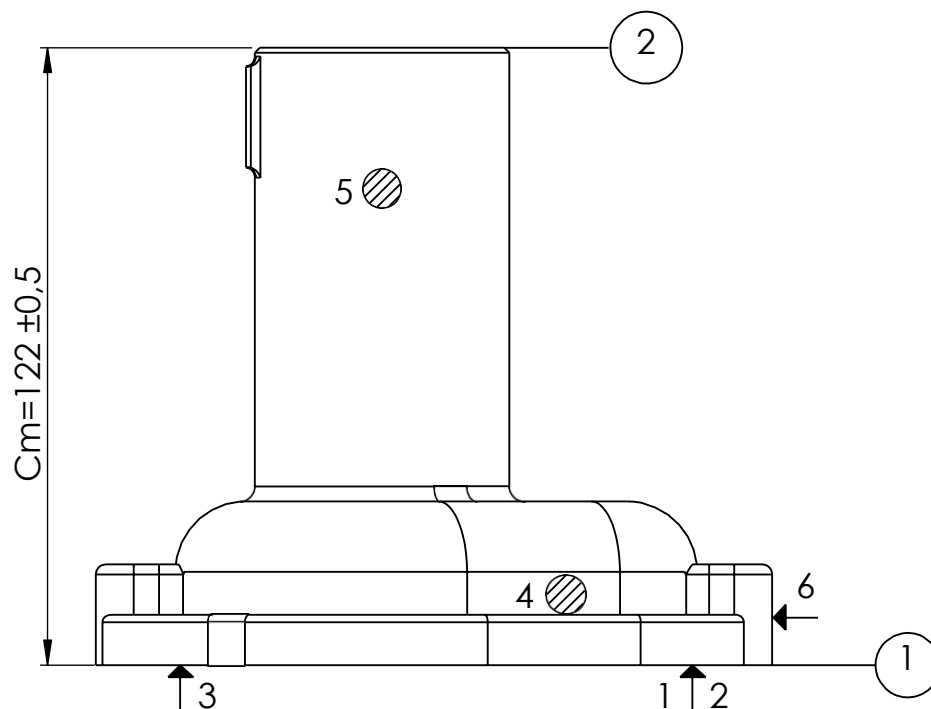
Ensemble: vérin mécanique élément: Base		Matière: XC48 BRUT: Moulage cadence: travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
600	<p>Perçage sous phase 610</p> <p>- Une pièce au montage de référentiel définie par:</p> <ul style="list-style-type: none"> • appui plan sur 2 en 3N (1,2,3) • appui liniaire sur B1 en 2N(4,5) • appui ponctuel sur B2 en 1N(6) <p>Opération 611: perçage D6*4</p>	perçeuse à colonne	outil à perçer	Tompo lisse double D=6mm
700	Controle de la pièce finale			



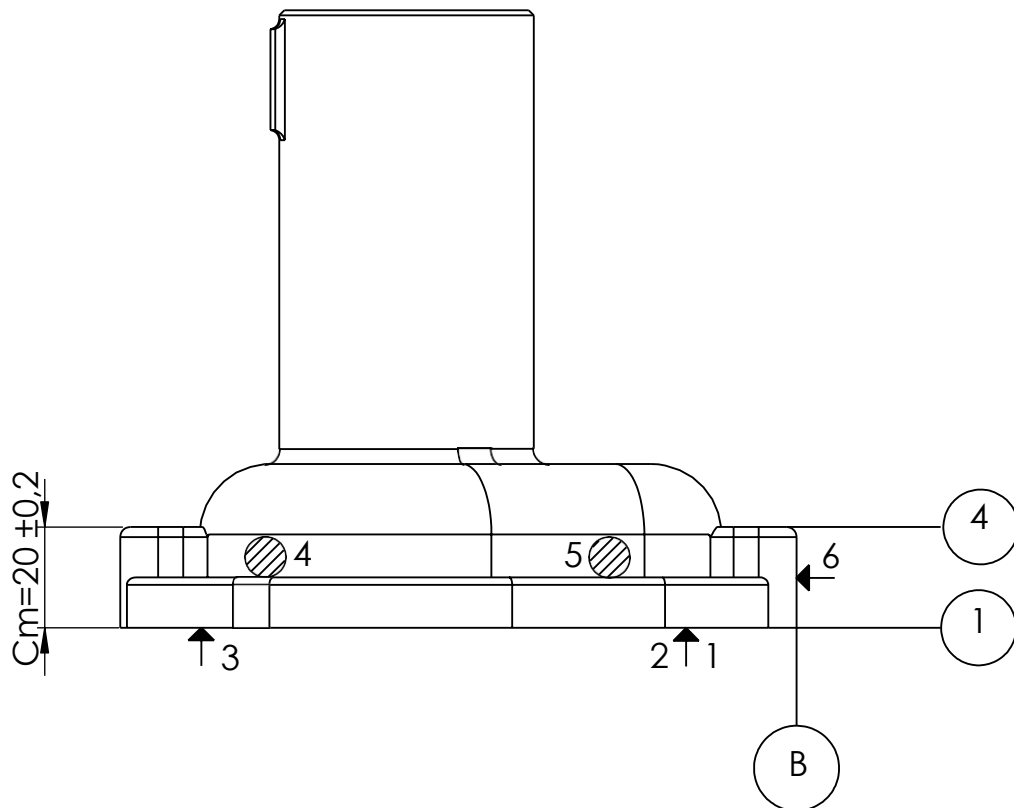
Ensemble: vérin mécanique élément : corps		Matière: fonte grise BRUT: Moulage cadence: travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	contrôle
100	contrôle de brute	poste de contrôle		pied à coulisse
200	Fraisage sous phase 210 -Une pièce au montage référentiel définie par: <ul style="list-style-type: none"> • appui plan sur B2 en 3N(1,2,3) • appui linéaire sur B3 en 2N(4,5) • appui ponctuel sur B en 1N(6) serrage opposée opération 211: surfaçage 1F $Cm=122 \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0,5$	Fraiseuse verticale	outil à fraiser	pied à coulisse -poste de contrôle parallélisme -contrôle de régosité



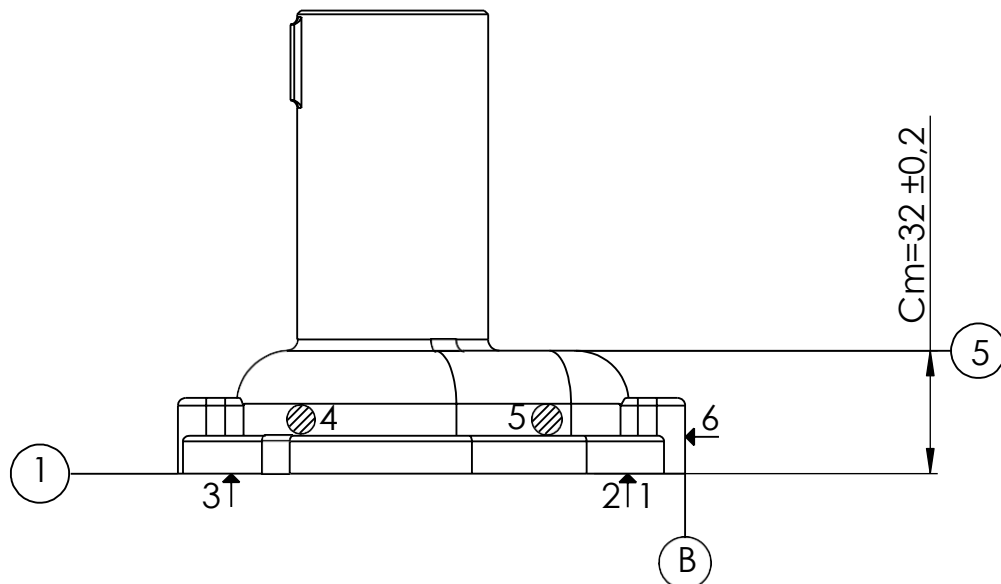
Ensemble: vérin mécanique élément: corps		Matière: fonte grise BRUT: Moulage cadence: travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
300	<p>Fraisage sous phase 310</p> <p>-Une pièce au montage de référentiel définie par:</p> <ul style="list-style-type: none"> • appui plan sur 1 en 3N(1,2,3) • appui linéaire sur B en 2N(4,5) • appui ponctuel sur B en 1N(6) <p>Et un serrage oppsée</p> <p>Opération 311: surfaçage de 2F</p> <p>+ Cm=122 -0.5</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> // 0.2 1 </div>	Fraiseuse vertical	outil à fraiser	Pied à coulisse -conrole de parallilisme



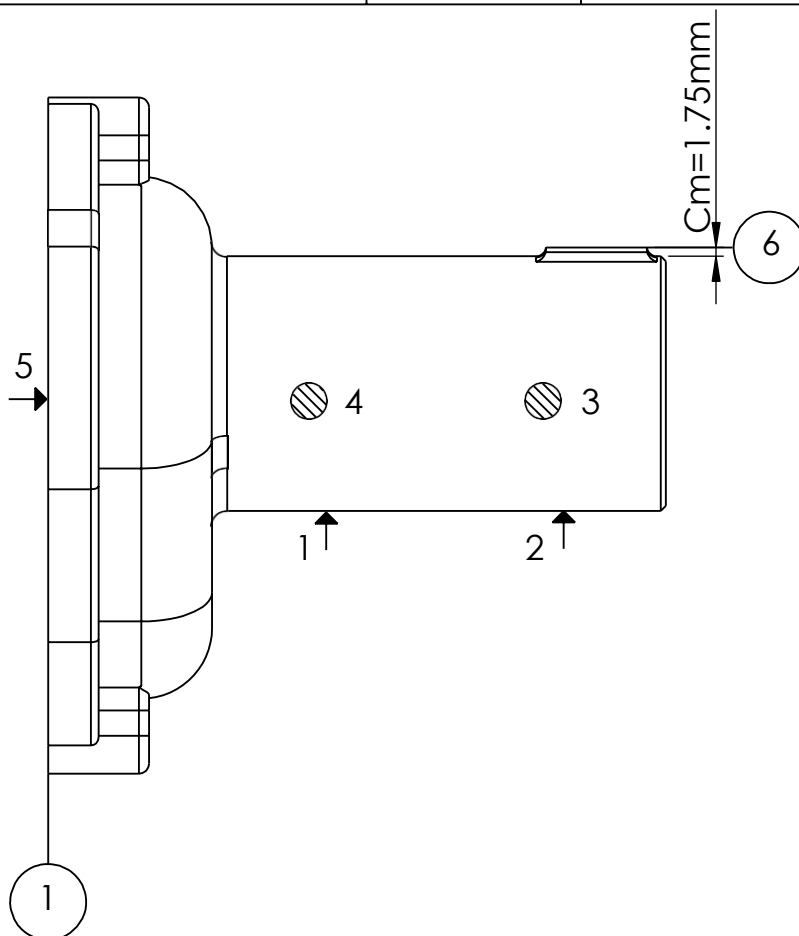
Ensemble : vérin mécanique élément: corps		Matière: fonte grise BRUT: Moulage cadence: travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
400	<p>Fraisage sous phase 410</p> <p>-Une pièce au montage de référentiel définie par:</p> <ul style="list-style-type: none"> • appui plan sur 1 en 3N(1,2,3) • appui linéaire sur B3 en 2N(4,5) • appui ponctuel sur B en 1N(6) <p>et un Serrage opposée</p> <p>Opération 411: surfaçage 4F + Cm=20^{+0,2}_{-0,2}</p>	Fraiseuse vertical	Fraise à surfacer 2T	Pied à coulisse



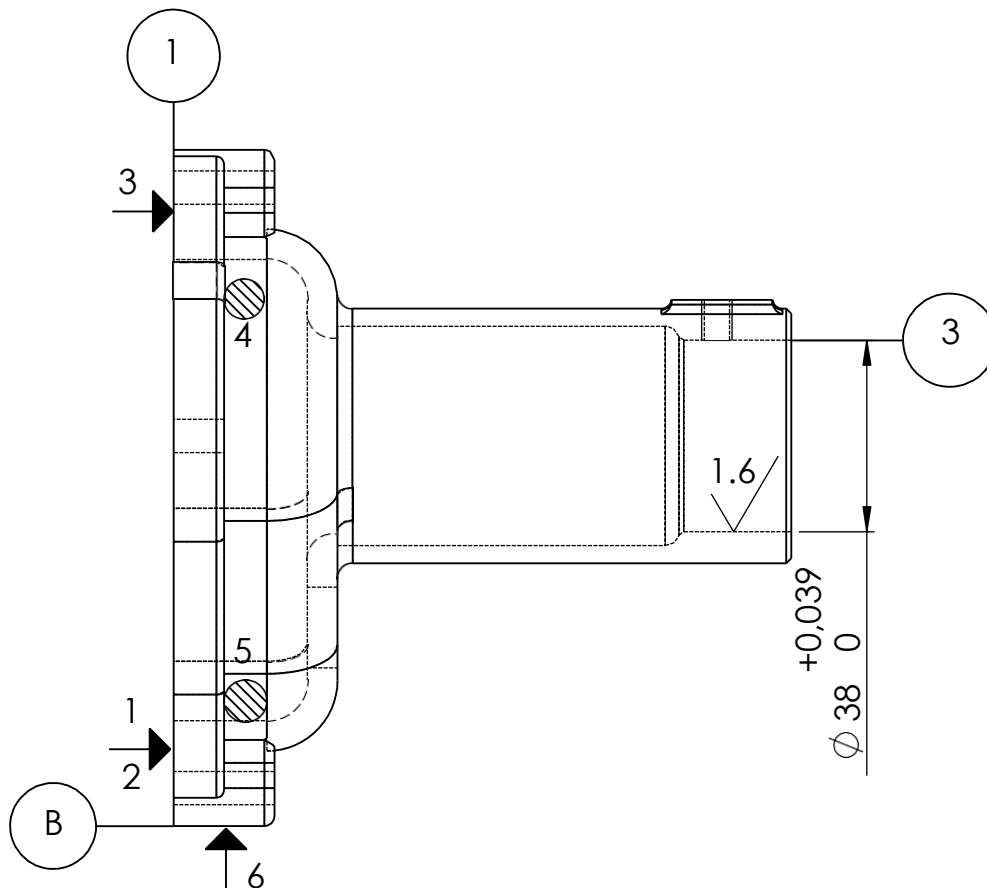
Ensemble : vérin mécanique élément : Base		Matière : fonte grise BRUT : moulage cadence : travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
500	Fraisage sous phase 510 -Une pièce au montage de référentiel définie par: <ul style="list-style-type: none"> • appui plan sur 1 en 3N(1,2,3) • appui linéaire sur B3 en 2N(4,5) • appui ponctuel sur B en 1N(6) un serrage opposé aux appuis Opération 511 : surfaçage 5F $Cm=32^{+0.2}_-$	Fraiseuse vertical	Fraise à surfacer	pied à coulisse - controle de parallilisme



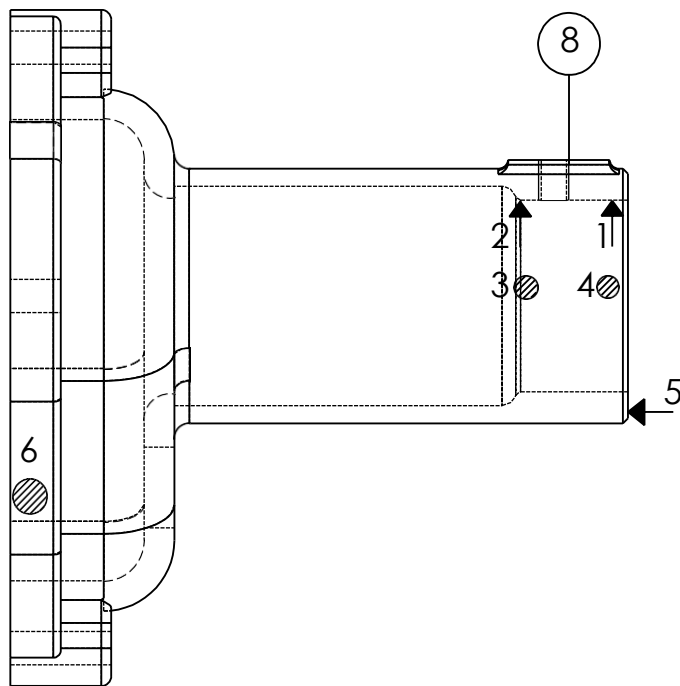
Ensemble: vérin mécanique élément: corps		Matière: fonte grise BRUT: Moulage cadence : travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
600	<p>Fraisage sous phase 610</p> <p>-Une pièce au montage de référentiel définie par:</p> <ul style="list-style-type: none"> • centrage long avec 4N(1,2,3,4) • appui ponctuel sur 1 en 1N(5) <p>un serrage opposé aux appuis</p> <p>Opération 611: surfaçage de 6F Cm=1.75mm</p>	Fraiseuse vertical	outil à fraiser	pied à coulisse



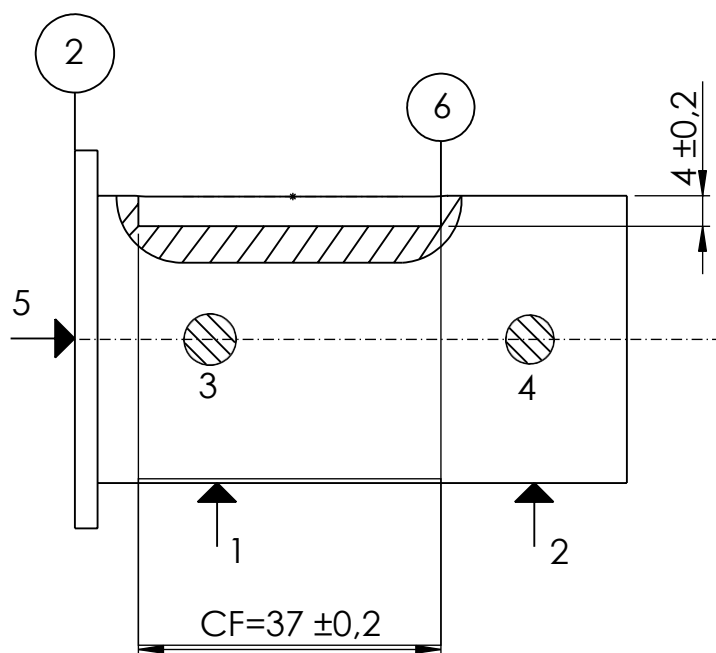
Essemble: vérin mécanique élément: corps		Matière: fonte grise BRUT: Moulage cadence: travail en serei		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
700	Fraisage sous phase 710 -Une pièce au montage de référentiel définie par: <ul style="list-style-type: none"> • appui plan sur 1 en 3N(1,2,3) • appui linéaire sur B3 en 2N(4,5) • appui ponctuel sur B en 1N (6) serrage opposé aux appuis Opération 711: alésage 3F $D=38 \begin{matrix} +0.039 \\ 0 \end{matrix}$ Ra= $\sqrt{1.6}$	Fraiseuse vertical	outil à aléser	pied à coulisse - TLD -Controle de régosité



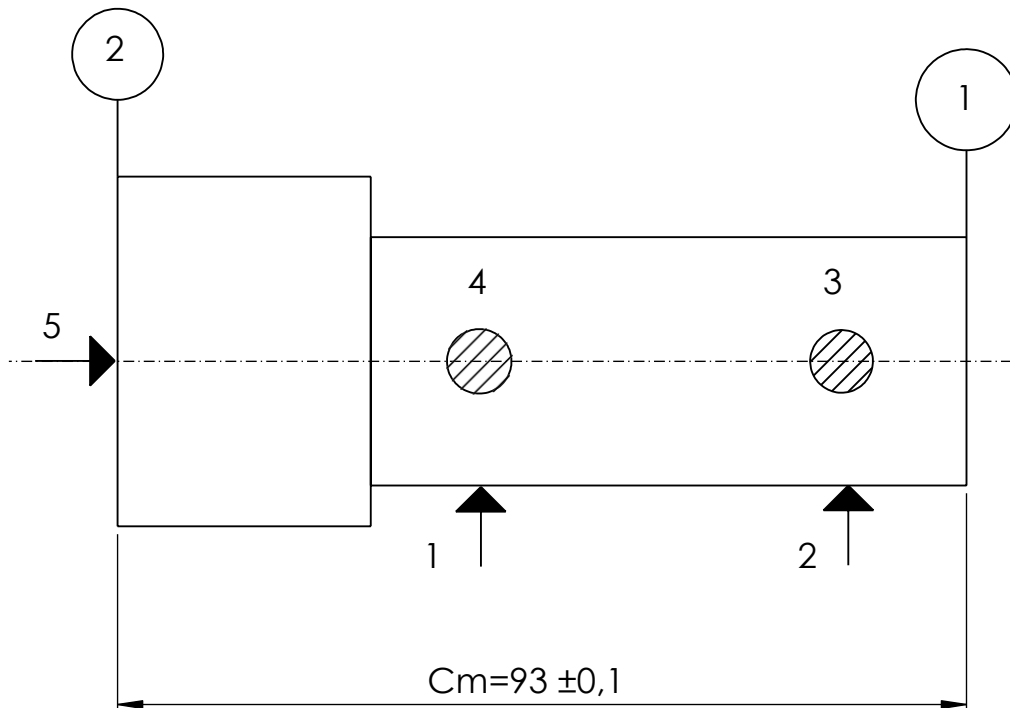
Ensemble: vérin mécanique élément : Base		Matière: fonte grise BRUT: Moulage cadence: travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
800	<p>Perçage sous phase 810</p> <p>-Une pièce au montage de référentiel définie par :</p> <ul style="list-style-type: none"> • centrage long avec 4N(1,2,3,4) • appui léniaire en 1N(5,6) <p>un serrage opposée aux appuis</p> <p>Opération 811: Perçage 8F Opération 812: taraudage 8F Co: M6</p>	Perceuse	<p>outil à percer</p> <p>outil à tarauder</p>	<p>ped à coulisse</p>
900	Controle final de la pièce			



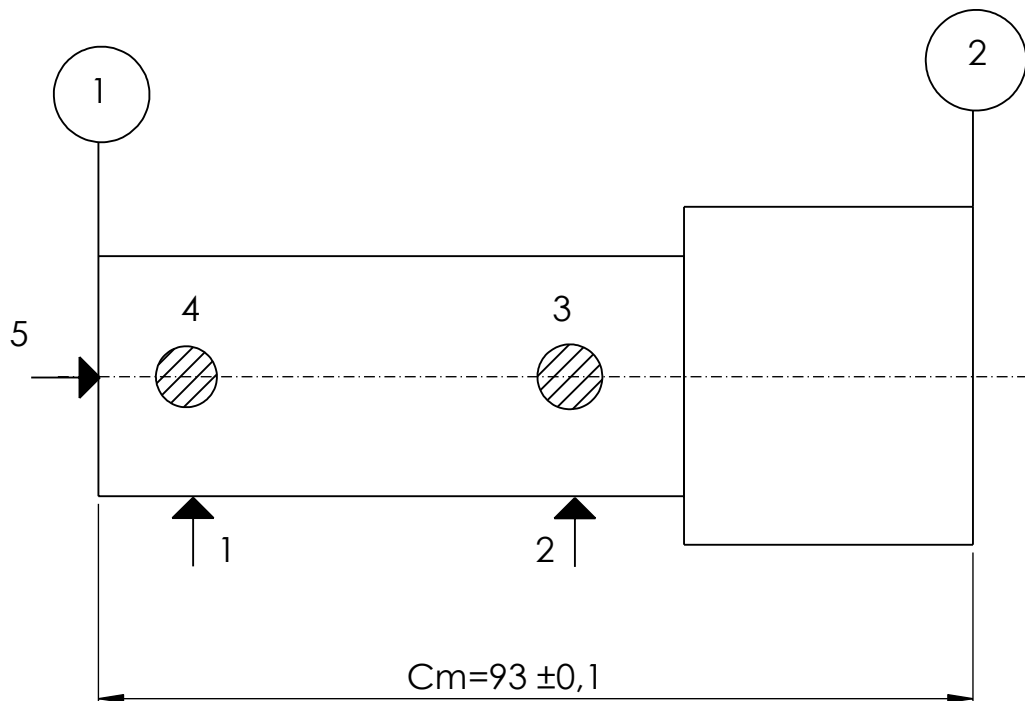
Ensemble: vérin mécanique élément: Douille		Matière: XC48 BRUT: moulage cadence: travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et apparielage	controle
700	Fraisage sous phase 710 -Une pièce au montage de référentiel définie par: <ul style="list-style-type: none"> • centrage long avec 4N(1,2,3,4) • appuis ponctuel sur 2 en 1N(5) Serrage opposé au appuis Opération 711: rainurage 6F + $D=4 \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0.2$ $CF=37 \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0.2$	Fraiseuse vertical	Outil à rainurer	ped à coulisse
800	Controle de la pièce finale			ped à coulisse



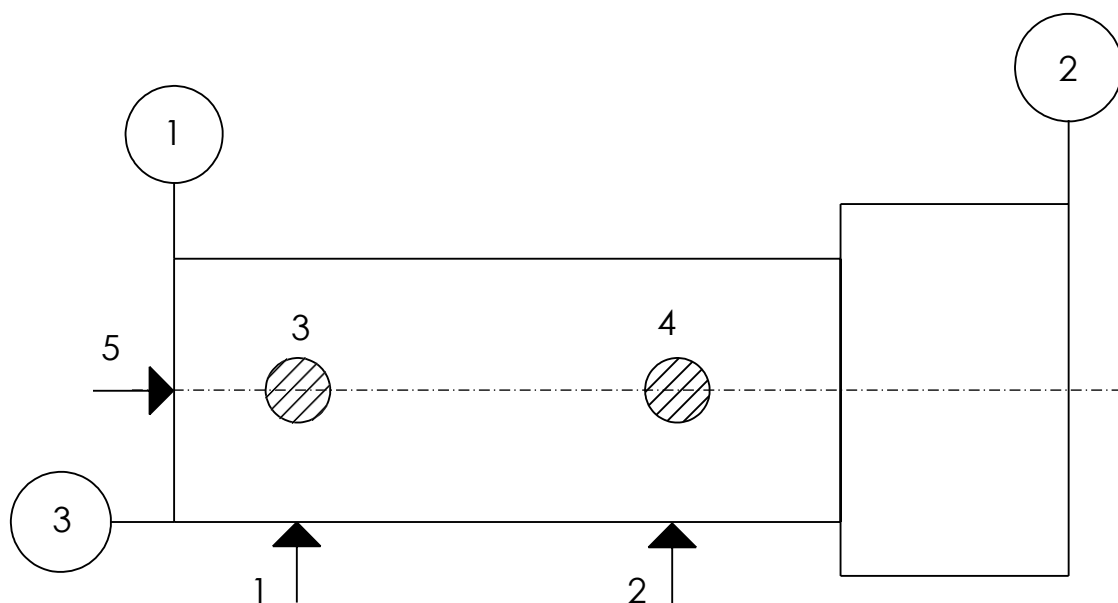
Ensemble: vérin mécanique élément : Douille		Matière: XC48 BRUT: Moulage cadence: travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
100	Controle de brute	poste de travail	poste de controle	ped à coulisse
200	<p>Tournage sous phase 210</p> <p>-une pièce au montage de référentiel définie par:</p> <ul style="list-style-type: none"> • centrage long avec 4N (1,2,3,4) • appuis ponctuel sur 2 en 1N(5) <p>Opération 211: dressage 1F + Cm=93^{+0.1}_{-0.1}</p>	Tour parralèle	outil à couteau	ped à coulisse comparateur



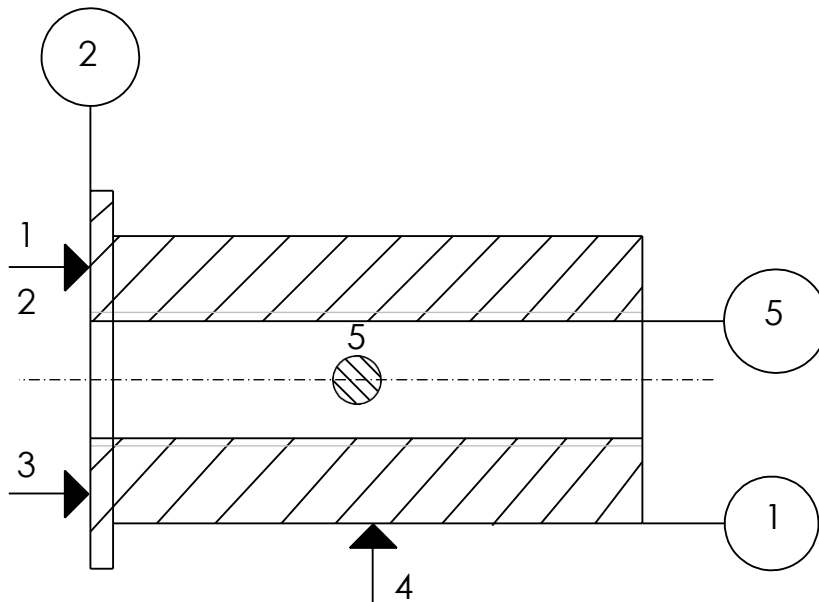
Essemble: vérin mécanique élément : Douille		Matière : XC48 BRUT: Moulage cadence: travail en serie		
N°de phase	Désingation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
300	<p>Tournage sous phase 310</p> <p>- Une pièce au montage de référentiel définie par:</p> <ul style="list-style-type: none"> • centrage long avec 4N (1,2,3,4) • appui ponctuel sur 1 en 1N(5) <p>Opération 311: dressage 2F + Cm=93 ± 0.1</p>	Tour parralèle	outil à dresser	ped à coulisse comparateur



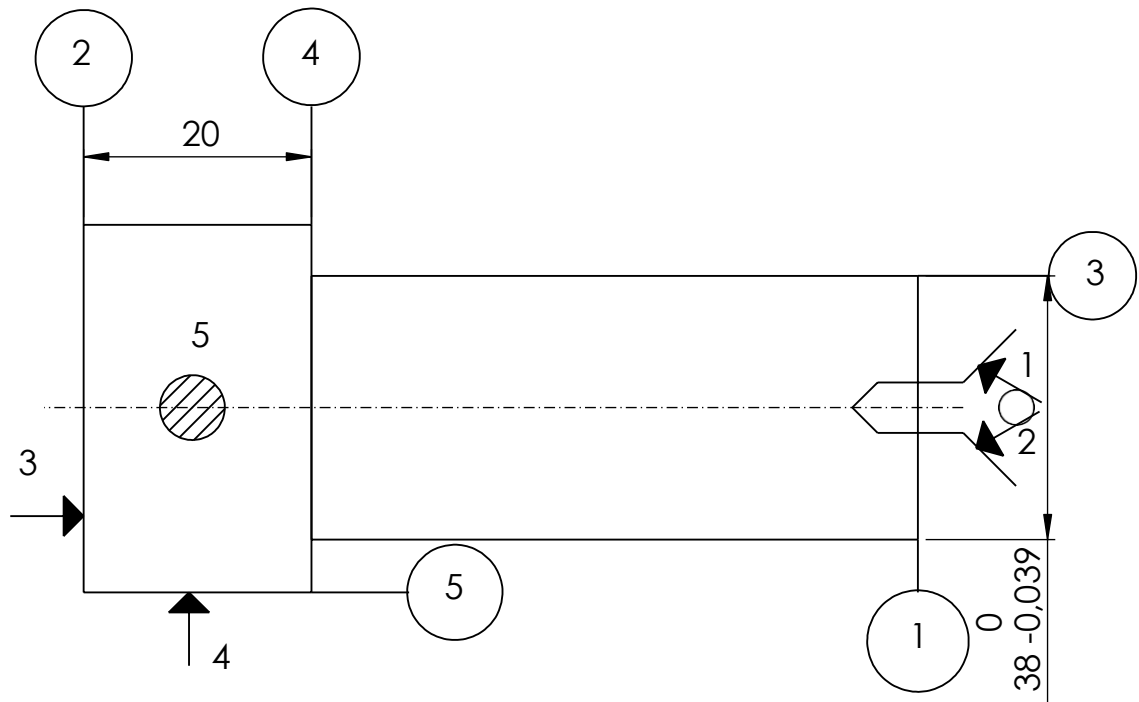
Ensemble: vérin mécanique élément: Douille		Matière: XC48 BRUT: moulage cadence: travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	Controle
500	<p>Tournage sous phase 510</p> <p>- Une pièce au montage de référentiel définie par:</p> <ul style="list-style-type: none"> • centrage long sur 1 avec 4N(1,2,3,4) • Appui ponctuel sur 1 avec 1N(5) <p>Opération 511: ciage 2F</p>	Tour parralèle	outil de ciage	ped à coulisse



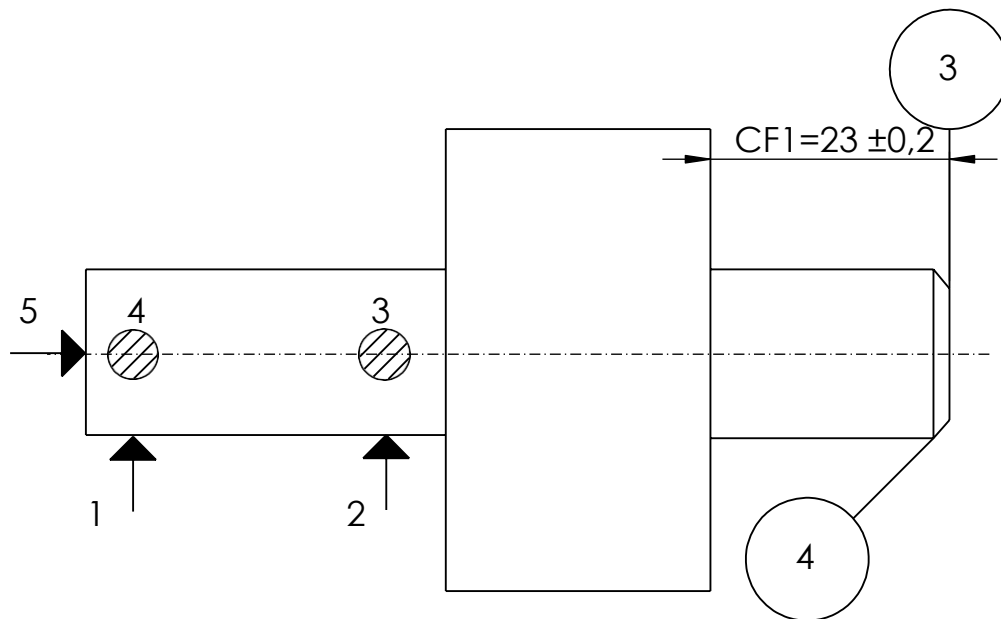
Ensemble: vérin mécanique élément : Douille		Matière: XC48 BRUT: Moulage cadence: travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
600	<p>Tournage sous phase 610</p> <p>-Une pièce au montage de référentiel définie par:</p> <ul style="list-style-type: none"> • appuis plan sur 2 en 3N (1,2,3) • centrage court sur 1 en 2N(4,5) <p>Et un serrage opposé au appuis</p> <p>Opération 611: alésage 5F</p> <p>Opération 612: Tarauder 5F</p> <p>CF=16mm</p> <p>M18*2.5</p>	Tour parralèle	outil à aléser outil à tarauder	TLD D=18mm pied à coulisse pige de filtage

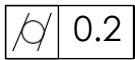


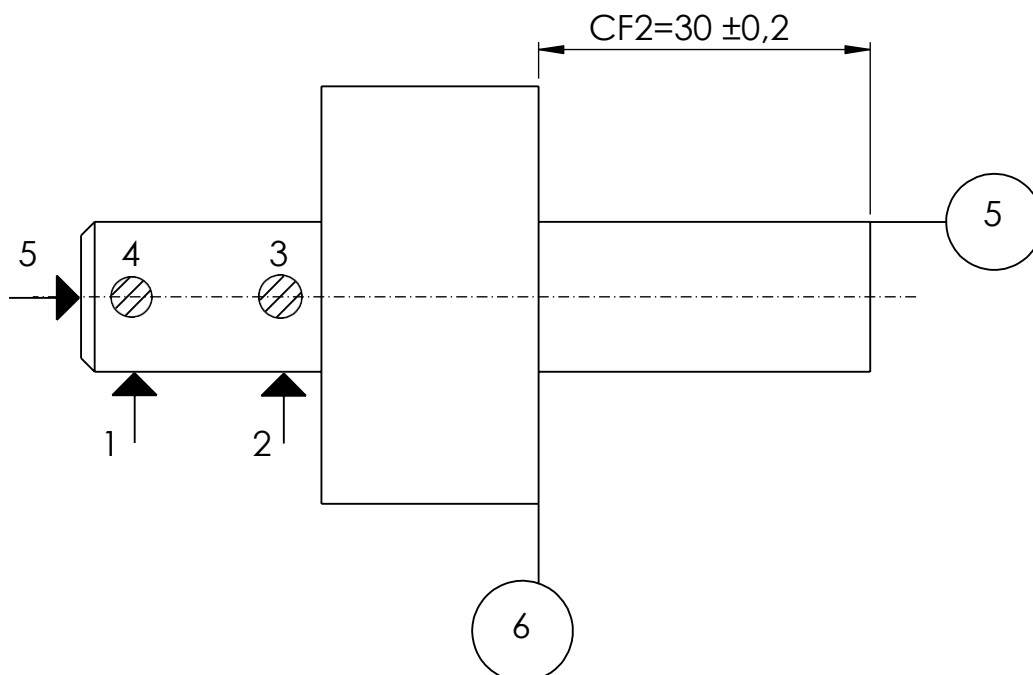
Ensemble: vérin mécanique élément : Douille		Matière: XC48 BRUT: Moulage cadence: travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
400	<p>Tournage sous phase 410</p> <p>-Une pièce au montage de référentiel définie par:</p> <ul style="list-style-type: none"> • une pointe tournante sur 1 en 2N(1,2) • Appui linéairesur 5 avec 2N (4,5) • Appui ponctuel sur 2 en 1N (3) <p>Opération 411:chariotage 3E Opération 412:dressage 4E Opération 413:chariotage 3F Opération 214: dressage 4F</p> <p>$D=38 \begin{matrix} 0 \\ -0.039 \end{matrix}$; $Ra= \begin{matrix} 0.2 \\ \checkmark \end{matrix}$</p>	Tour parralèle	outil à couteau (charioter et dresser)	pied à coulisse comparateur controle de régosité



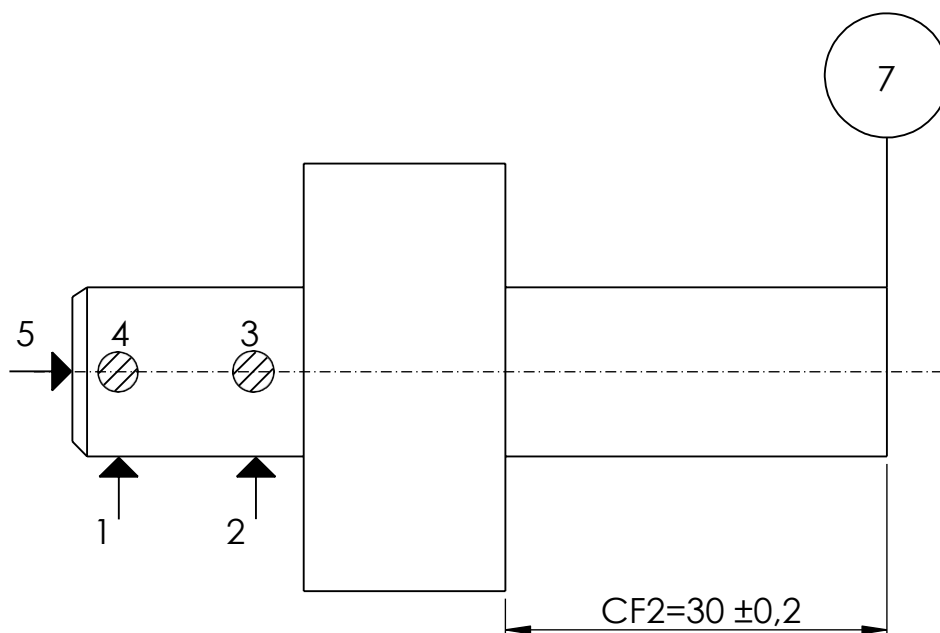
Ensemble: vérin mécanique élément : pignon		Matière : 42CD4 BRUT: Moulage cadence : travail en serie		
N°de phase	désignation de sous phases et opérations	Machine	outils et appareillage	controle
300	Tournage Sous phase 310 - Une pièce au montage de référentiel définie par: <ul style="list-style-type: none"> • centrage long sur 3 avec 4 N(1,2,3,4). • Butée 1N (5). Et un serrage suffisant. Opération 311: Dressage 3E Opération 312: Dressage 3F Opération 313: chanfreinage 4F (2*45°) $CF1 = 23 \pm 0,2$	Tour parallèle	outil à dresser outil à chanfreiner	pied à coulisse comparateur



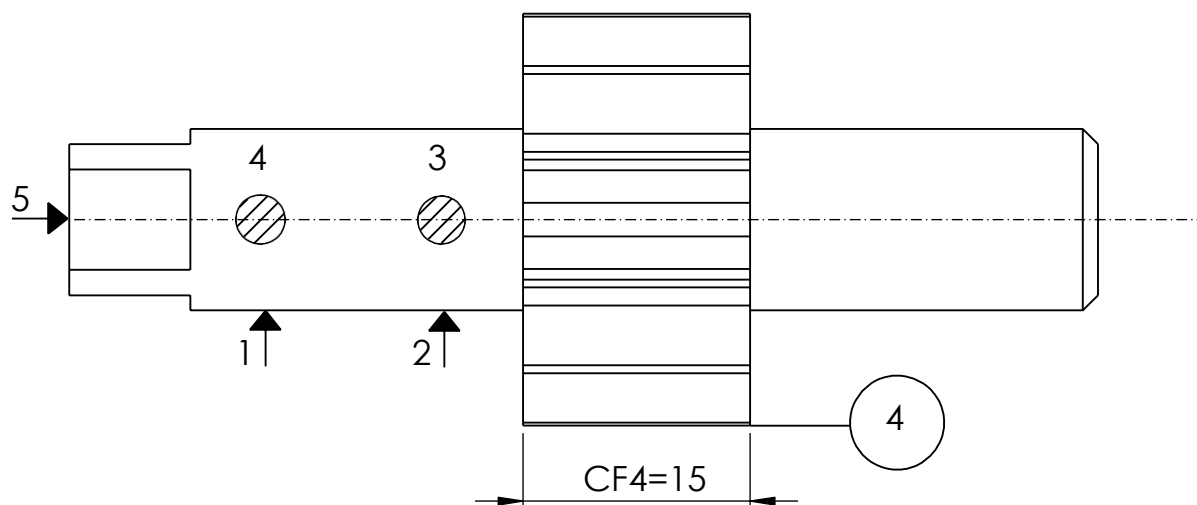
Ensemble: vérin mécanique élément : pignon		Matière: 42CD4 BRUT : Moulage cadence : travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phases et opérations	Machine	Outils et appareillage	controle
400	Tournage sous phase 410 une pièce au montage de référentiel définie par: <ul style="list-style-type: none"> • Centrage long avec 4 N (1,2,3,4) • butée 1 N(5) et un serrage Opération 411: chariotage 5F Opération 412: Dressage 6F $D= 12F7$ $CF2=30^{+}_{-0.2}$	Tour parallèle	Outil à charioter et à dresser	pied à coulisse comparateur
	$Ra= \sqrt{1.6}$ 			



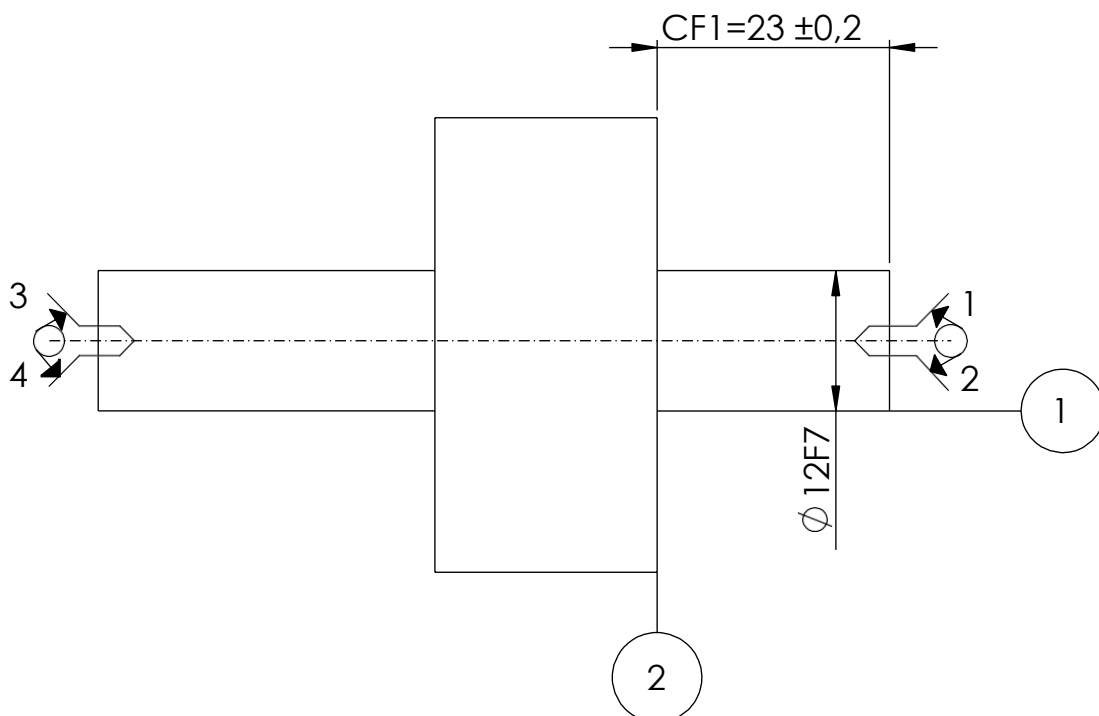
Ensemble: vérin mécanique élément: pignon		Matière: 42CD4 BRUT: Moulage cadence: travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outils et appareillages	controle
500	Tournage sous phase 510 - Une pièce au montage de référentiel définie par : <ul style="list-style-type: none"> • centrage long avec 4N (1,2,3,4) • butée 1N(5) Et un serrage Opération 511:Dresser 7E Opération 512:Dresser 7F $CF2=30^{+0.2}$	Tour parallèle	Outil à dresser	Pied à coulisse comparateur



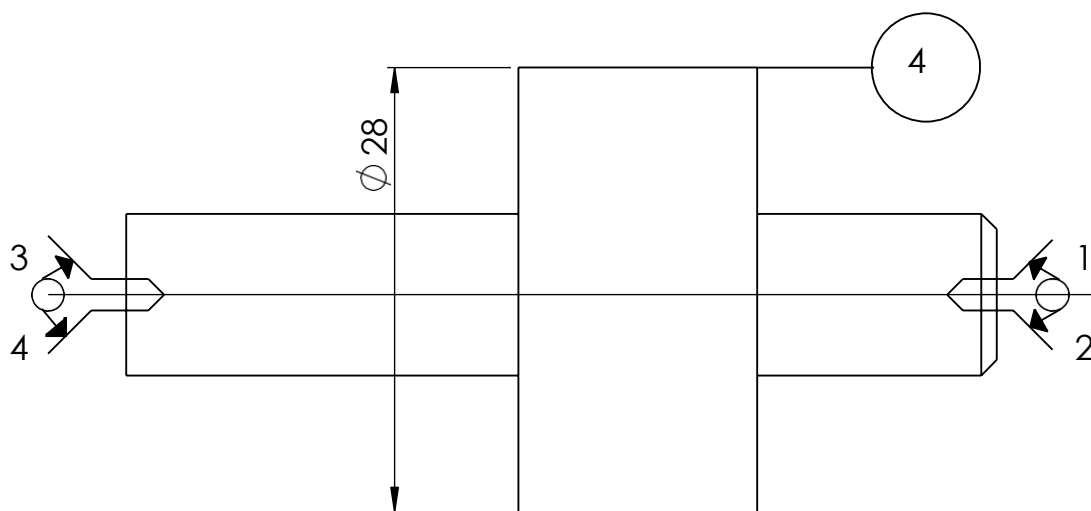
Ensemble: vérin mécanique élément: pignon		Matière : 42CD4 BRUT: Moulage cadence : travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outils et appareillage	controle
800	Fraisage sous phase 810 Une pièce au montage de référentiel définie par : <ul style="list-style-type: none"> • centrage long avec 4N (1,2,3,4) • butée 1N(5) Et un serrage Opération 811: taillage des dents $CF4 = 15 \begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 0.2$ Module: $m=2$ Nombre de dents : $Z=12$ Diamètre de la tête : $Dt=28$ Antraxe : $A=38$	fraiseuse vertical	Outil à fraiser	ped à coulisse
900	Controle de la pièce finale			



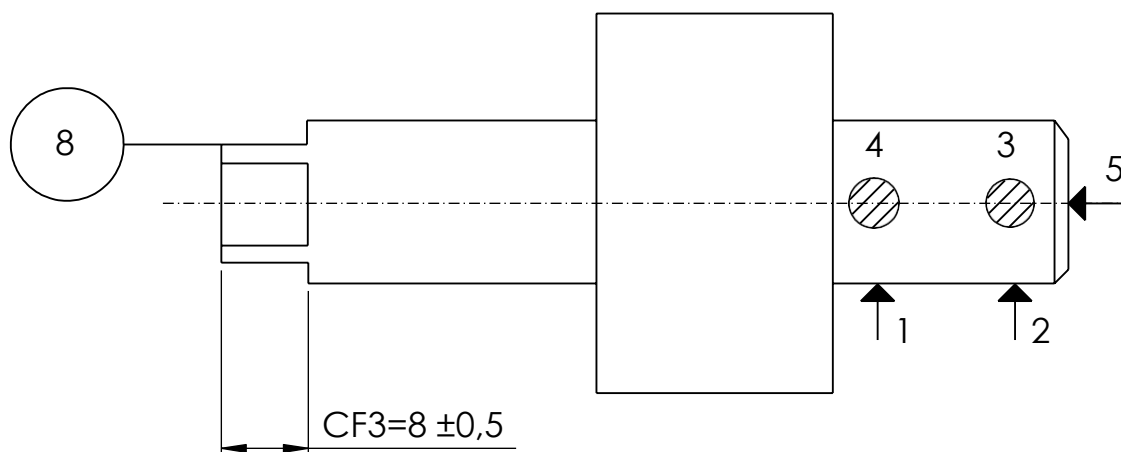
Ensemble: vérin mécanique élément : pignon		Matière: 42CD4 BRUT: Moulage cadence: travail en serie		
N°de phases	Désignation de sous phases et opérations	Machine	outils et appareillage	contrôle
100	controle de brute	poste de travail	poste de controle	ped à coulisse
200	<p>Tournage: sous phase: 210 -Une piece au montage de référentiel définie par:</p> <ul style="list-style-type: none"> • une pointe tournante avec 2 Normale (1,2) • une pointe tournante avec 2 Normale (3,4) <p>et un serrage suffisant. Opération 211: chariotage 1F Opération 212: Dressage 2F</p> <p>D= 12F7 CF1= 23^{+0,2}</p> <p>Ra= $\sqrt{1.6}$</p> <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;"> \perp 0,016 2 </div>	Tour parallèle	outil à charioter et à dresser (couteau)	ped à coulisse comparateur



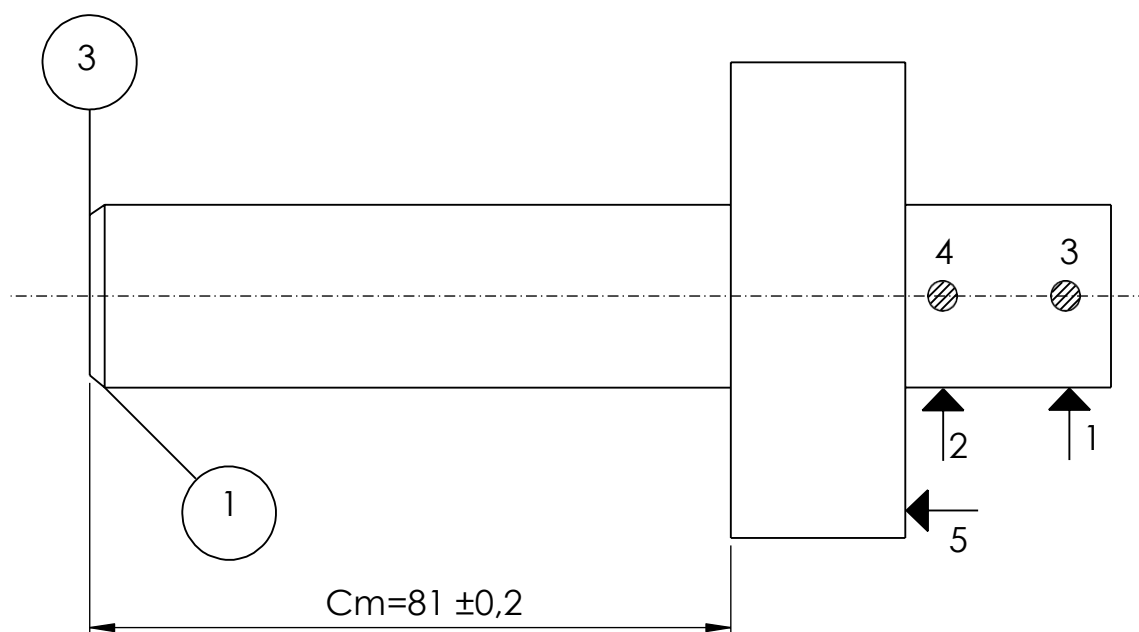
Ensemble: vérin mécanique élément : pignon		Matière : 42CD4 BRUT : Moulage cadence : travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phases et opérations	Machine	outil et appareillage	controle
600	Tournage sous phase 610 -Une pièce au montage de référentiel par : <ul style="list-style-type: none"> • une pointe tournante avec 2N (1,2) • une pointe tournante avec 2N (3,4) Opération 611: charioter 4F D= 28 mm	Tour parralèle	Outil à charioter	pied à coulisse comparateur



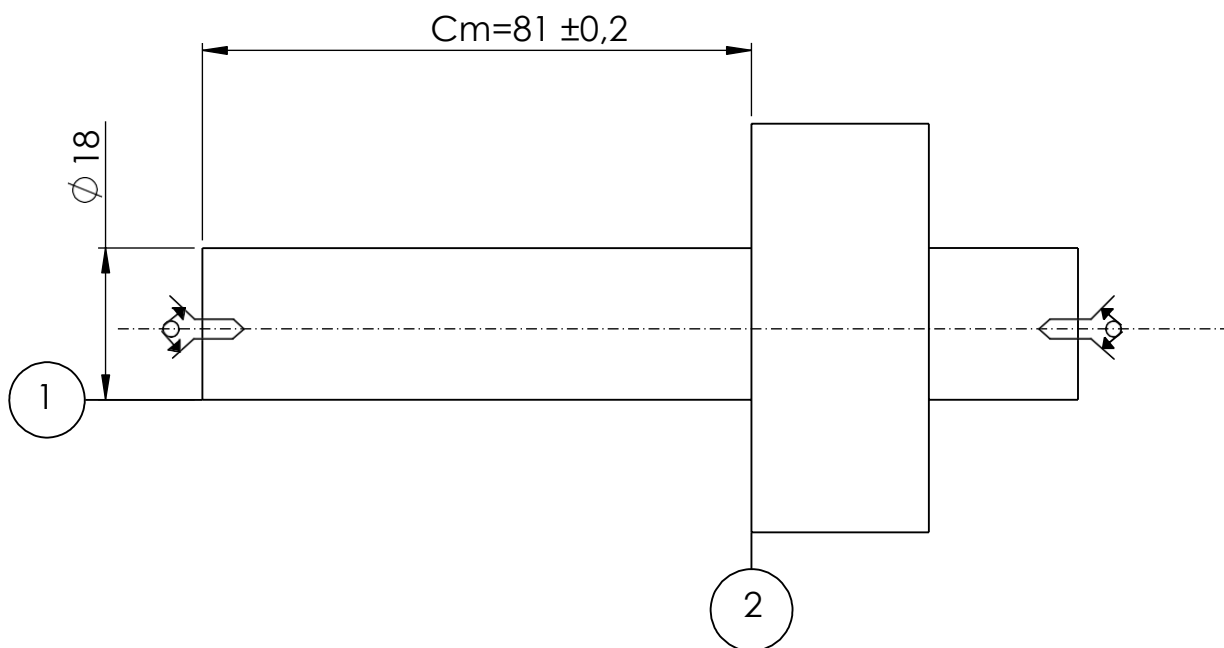
Ensemble: vérin mécanique élément: pignon		Matière: 42CD4 BRUT: Moulage cadence: travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
700	Fraisage sous phase 710 -Une pièce au montage de référentiel par: • centrage long avec 4N (1,2,3,4) • butée 1N(5) Et un serrage Opération 711: Fraisage 8F + $CF3=8 \pm 0.5$ -	fraiseuse vertical	outil à fraiser 2T	ped à coulisse comparateur



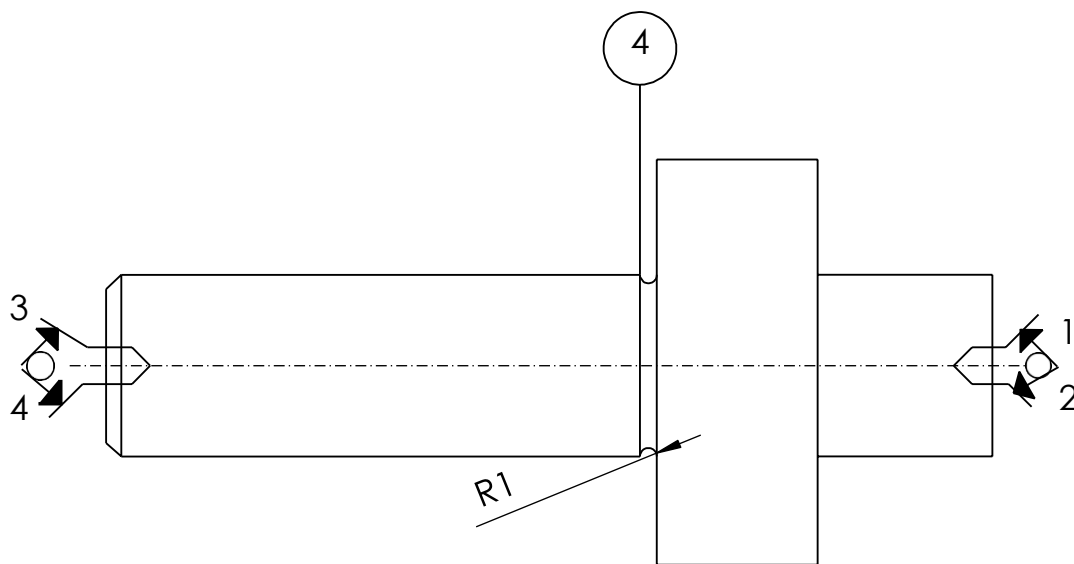
Ensemble : vérin mécanique élément : Roue		Matière : 42CD4 BRUT : Moulage cadence : travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
300	Tournage sous phase 310 Une pièce au montage de référentiel définie par: <ul style="list-style-type: none"> • un centrage long avec 4N(1,2,3,4) • la butée (liaison ponctuelle par 1N (5)) Et un serrage Opération 311: Dressage de 3E Opération 312: Dressage de 3F Opération 313: Chanfreinage 1F $CF1=81 \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0.2$	Tour parralèle	outil à dresser outil à chanfreiner	pied à coulisse comparateur



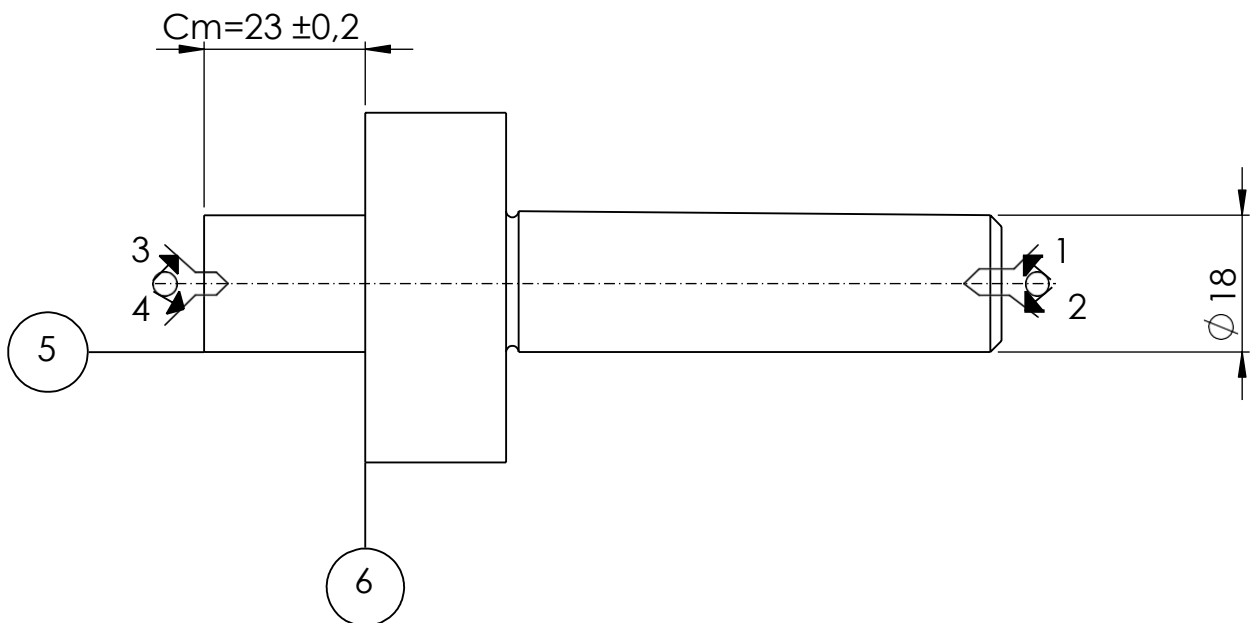
Ensemble: vérin mécanique élément: Roue		Matière: 42CD4 BRUT: Moulage cadence: travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	Outil et appareillage	controle
100	Controle de brute	poste de travail		pied à coulisse
200	<p>Tournage sous phase 210</p> <p>- Une pièce au montage de référentiel définie par:</p> <ul style="list-style-type: none"> • une pointe tournante avec 2N (1,2) • une pointe tournante avec 2N (3,4) <p>Opération 211:chariotage 1F Opération 212:Dressage 2F</p> <p>$Cm = 81^{+0,2}$ D=18 mm</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> \sqrt{R} 0.2 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> \perp 0.016 2 </div> </div>	Tour parallèle	outil à charioter et à dresser.	pied à coulisse comparateur



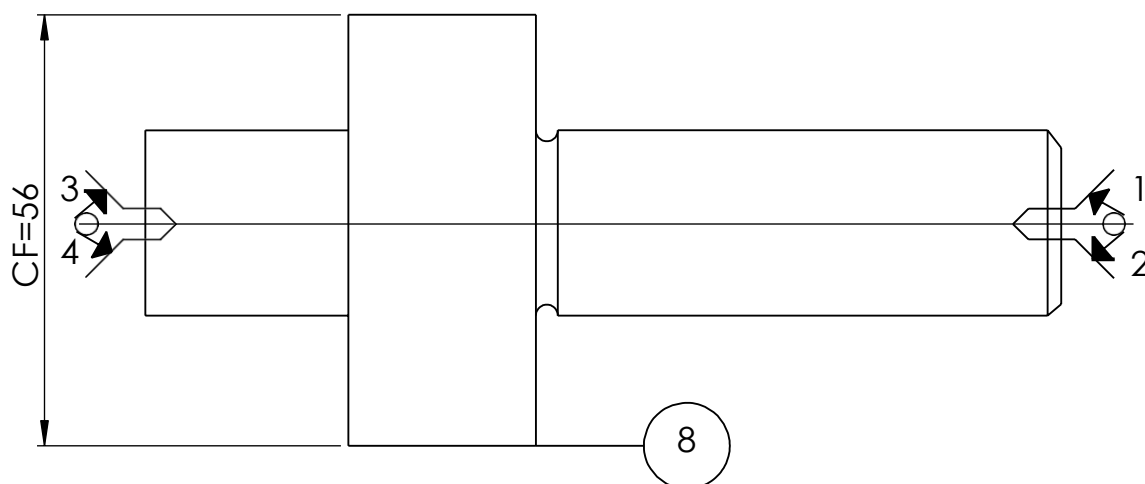
Ensemble: vérin mécanique élément : Roue		Matière: 42CD4 BRUT : Moulage cadence : travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
400	Tournage sous phase 410 -Une pièce au montage de référentiel définie par: <ul style="list-style-type: none"> • entre pointe tournante avec 2N(1,2) • une pointe tournante avec 2N (3,4) Opération 411: gorgeage 4F Co=R1	Tour parralèle	outil à gorger	pied à coulisse



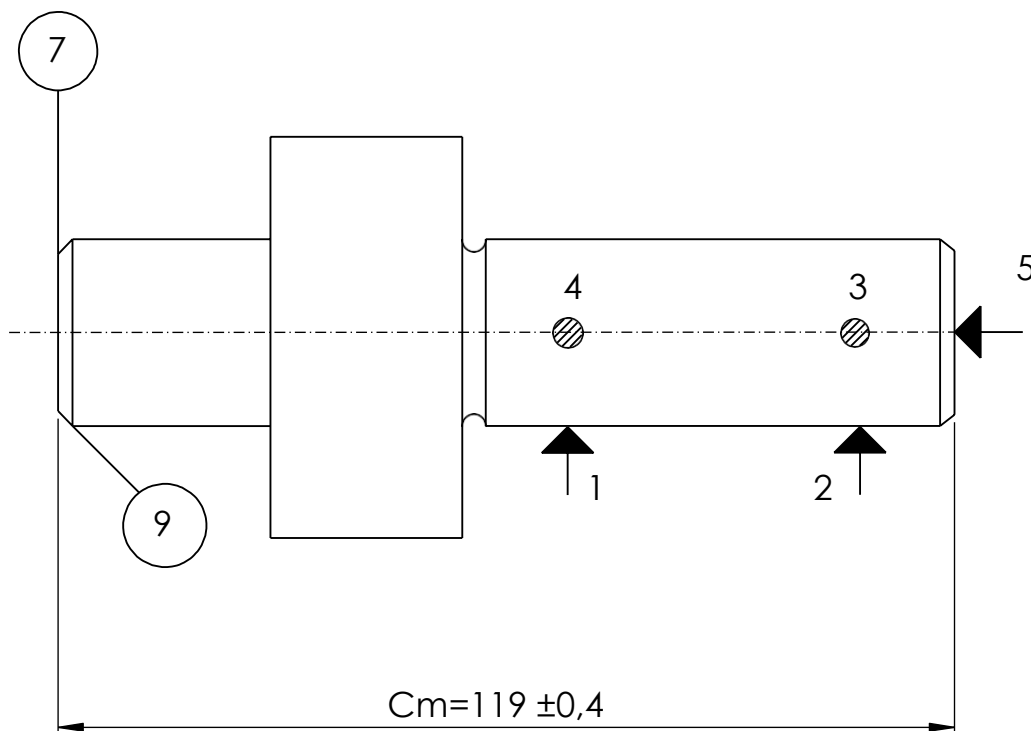
Ensemble : vérin mécanique élément : Roue		Matière : 42DC4 BRUT : Moulage cadence : travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
500	Tournage sous phase 510 -Une pièce au montage de référentiel définie par: <ul style="list-style-type: none"> • une pointe tournante avec 2N (1,2) • une pointe tournante avec 2N (3,4) Opération 511 : chariotage 5F Opération 512 : dressage 6F $C_m = 23 \pm 0.2$ $D = 18 \text{ mm}$ $R_a = \sqrt{1.6}$	Tour parralèle	outil à charioter	pied à coulisse comparateur



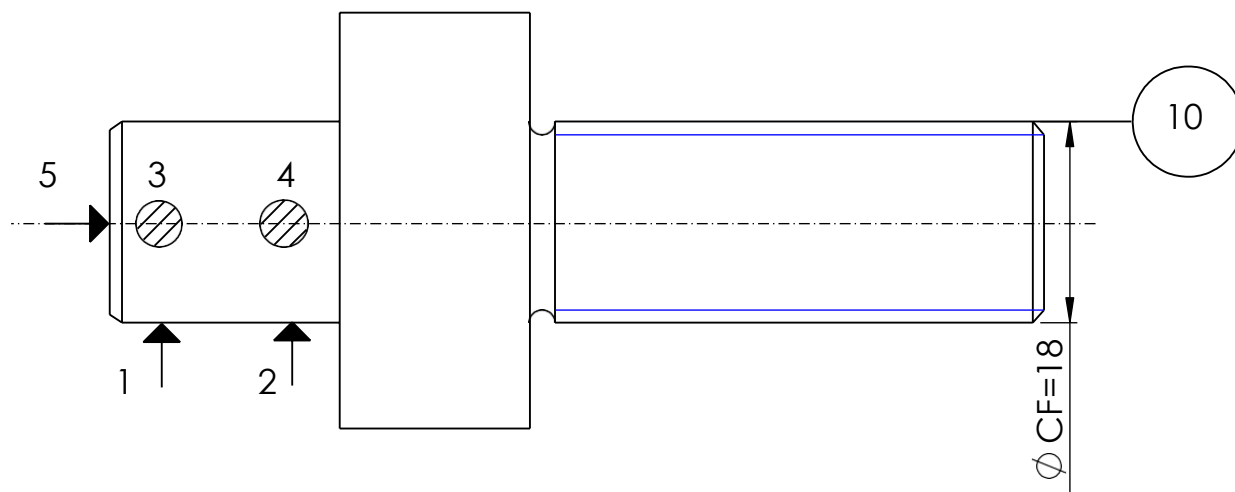
Ensemble : vérin mécanique élément : Roue		Matière : 42CD4 BRUT : Moulage cadence : travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
600	Tournage sous phase 610 -Une pièce au montage de référentiel définie par: <ul style="list-style-type: none"> • une pointe tournante avec 2N(1,2) • une pointe tournante avec 2N(3,4) • Opération 611: chariotage 8F CF=56mm	Tour parralèle	outil à charioter	pied à coulisse comparateur



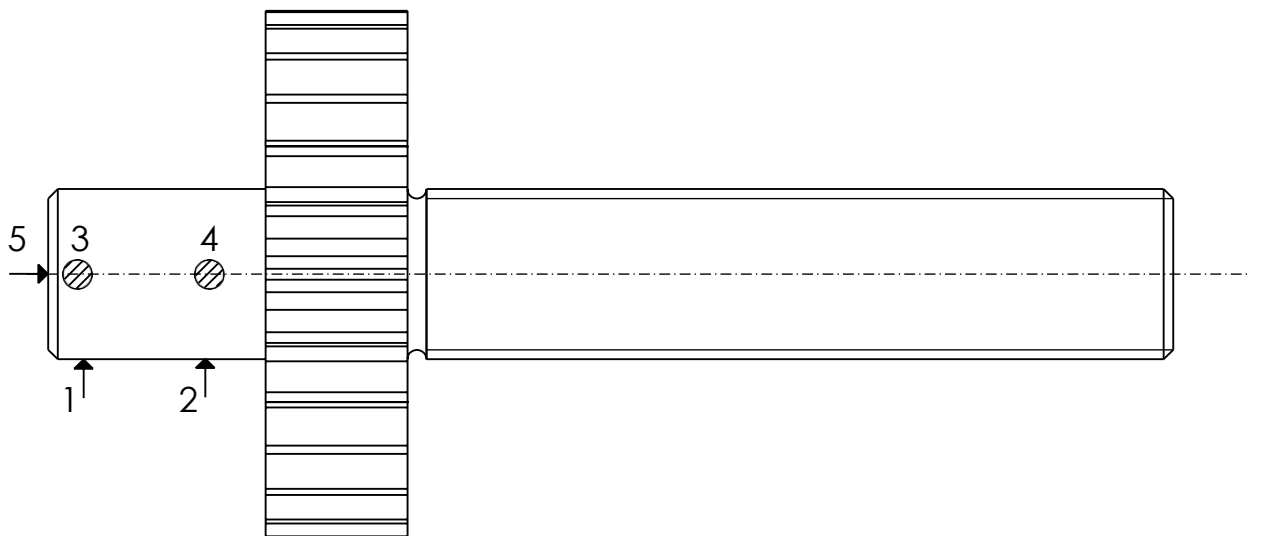
Ensemble : vérin mécanique élément : Roue		Matière : 42CD4 BRUT : Moulage cadence : travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
700	<p>Tournage sous phase 710</p> <p>-Une pièce au montage de référentiel définie par:</p> <ul style="list-style-type: none"> • centrage long avec 4N (1,2,3,4) • la butée 1N(5) <p>Et un serrage</p> <p>Opération 711: dressage 7F Opération 712 :chanfreinage 9F</p> <p>$C_m = 119 \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0,4$</p>	Tour parralèle	outil à dresser outil à chanfreiner	pied à coulisse comparateur



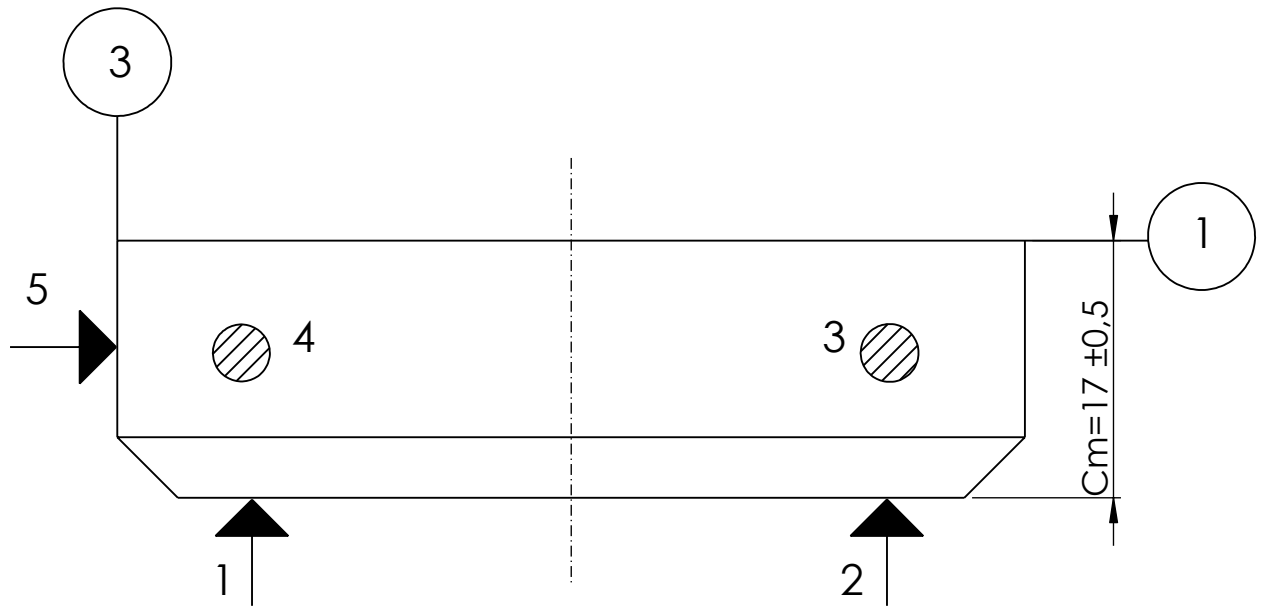
Ensemble: vérin mécanique élément : Roue		Matière : 42CD4 BRUT: Moulage cadence : travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
800	Tournage sous phase 810 -Une pièce au montage de référentiel définie par : <ul style="list-style-type: none"> • centrage long avec 4N(1,2,3,4) • la butée liaison ponctuel 1N(5) et un serrage Opération 811: filtage 10F CF=18 mm	Tour à filière	outil à filter	pige de filtage



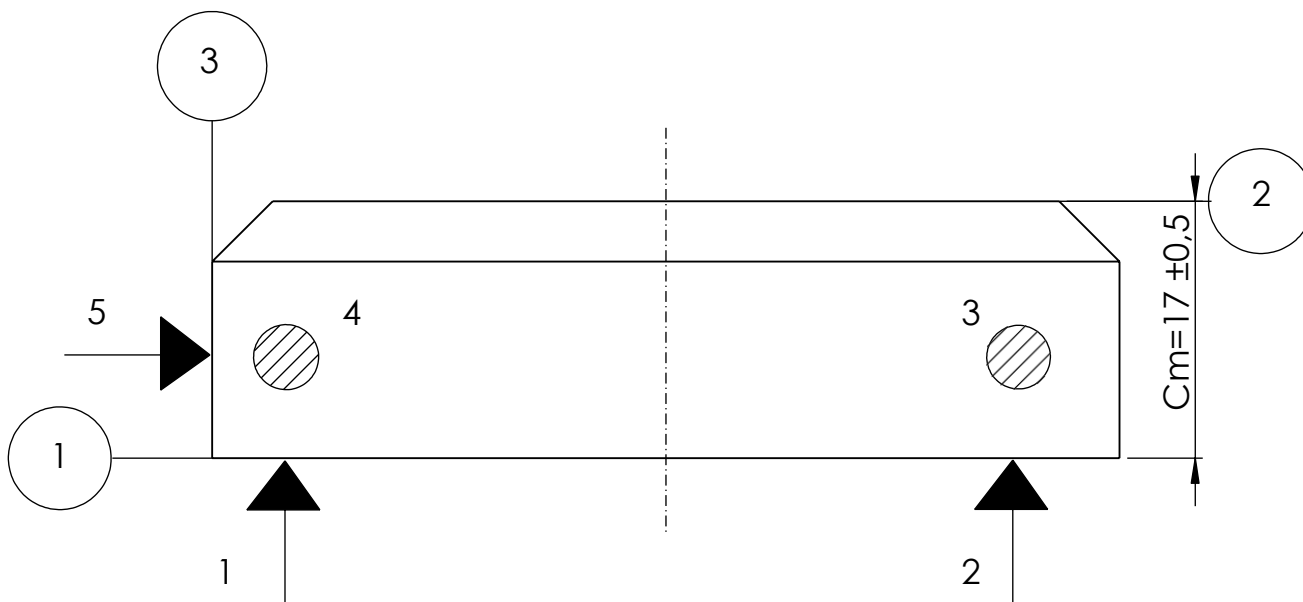
Ensemble : vérin mécanique élément : Roue		Matière : 42CD4 BRUT : Moulage cadence : travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
900	<p>Fraisage sous phase 910</p> <p>-une pièce au montage long définie par:</p> <ul style="list-style-type: none"> • centrage long avec 4N(1,2,3,4) • la butée (liaison ponctuel 1N(5)) <p>Et un serrage</p> <p>Opération 911: taillage des dents Module : m=2 Nombre de dents : Z=26 Diamètre de la tête : Dt =56 mm Antraxe : A=38</p>	Fraiseuse vertical	outil à fraiser	ped à coulisse
1000	Controle de la pièce finale			ped à coulisse



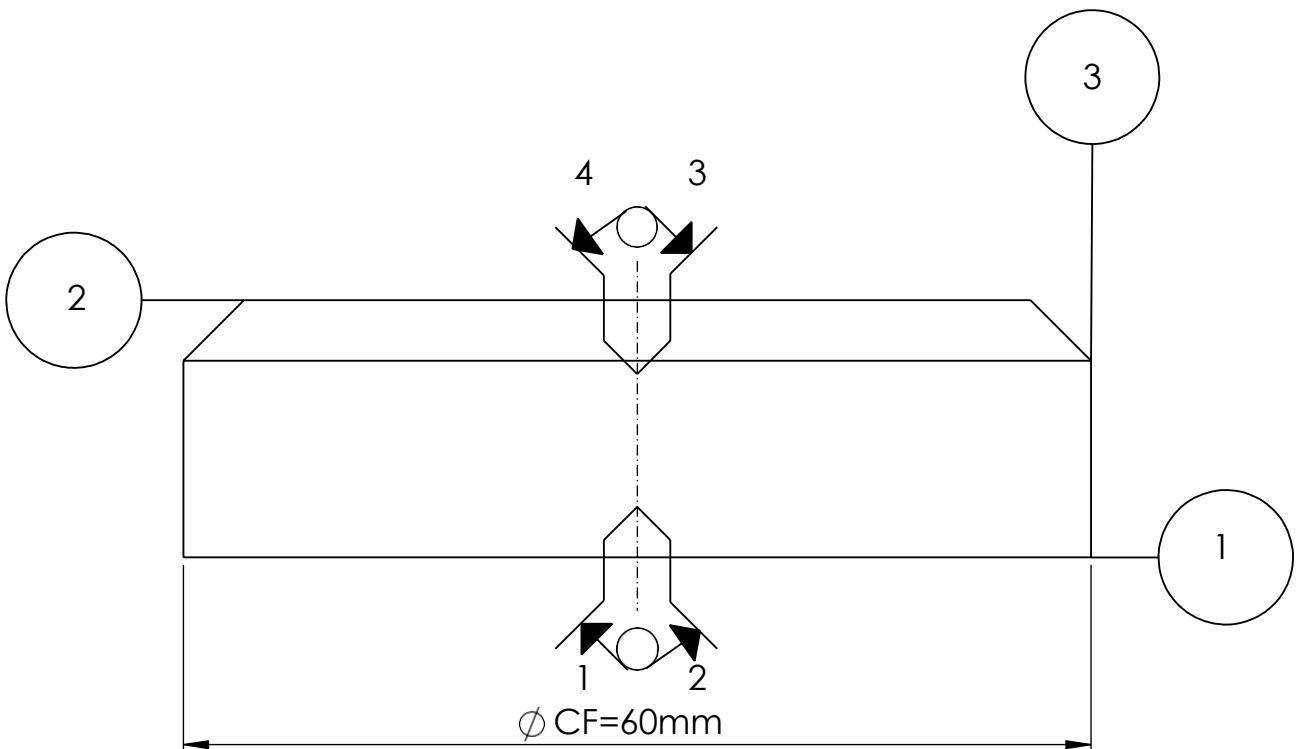
Ensemble : vérin mécanique élément : support appui		Matière : XC48 BRUT : Moulage cadence : travail en serie		
N°de phase	Désignatio de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
100	Controle de brute	poste de travail		ped à coulisse
200	Fraisage sous phase 210 -Une pièce au montage de référentiel définie par: • centrage long avec 4N(1,2,3,4) • appui ponctuel sur 3 en 1N(5) un serrage opposée aux appuis Opération 211 : surfaçage de 1F + Cm=17 ±0,5 -	Fraiseuse vertical	outil à fraiser ou surfaçer	ped à coulisse



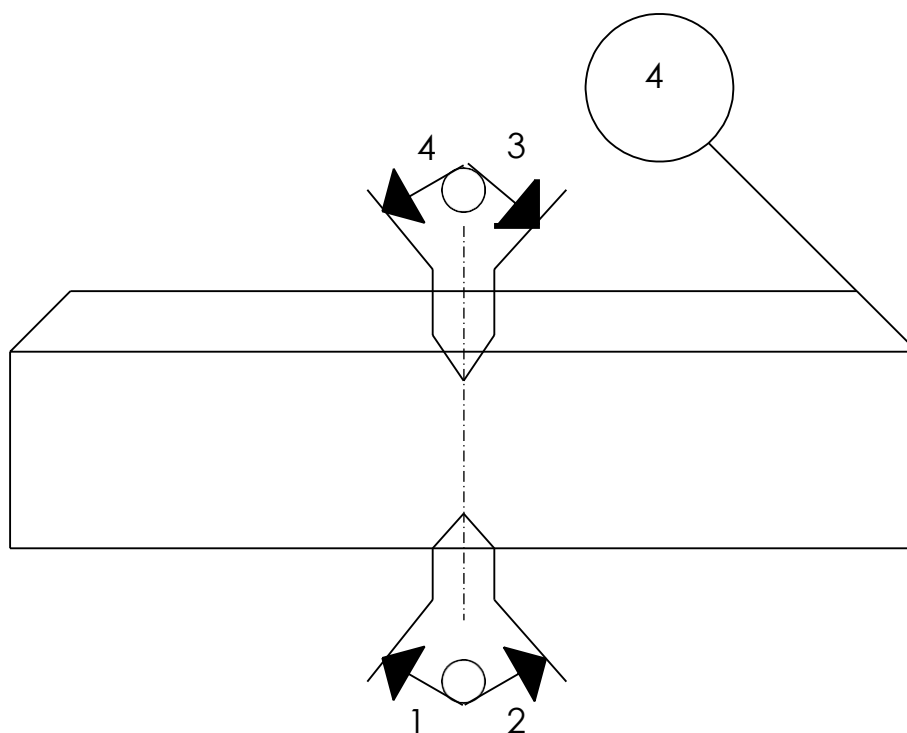
Ensemble: vérin mécanique élément : support appui		Matière : XC48 BRUT : Moulage cadence : travail en serie					
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle			
300	Fraisage sous phase 310 - Une pièce au montage de référentiel définie par: <ul style="list-style-type: none"> • centrage long avec 4N (1,2,3,4) • appui ponctuel sur 3 en 1N(5) serrage opposé aux appuis Opération 311: surfaçage 2F $C_m = 17 \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0.5$	Fraiseuse vertical	outil à surfaçer	ped à coulisse comparateur			
	<table border="1" style="display: inline-table;"> <tr> <td>//</td> <td>0.1</td> <td>1</td> </tr> </table>	//	0.1	1			
//	0.1	1					



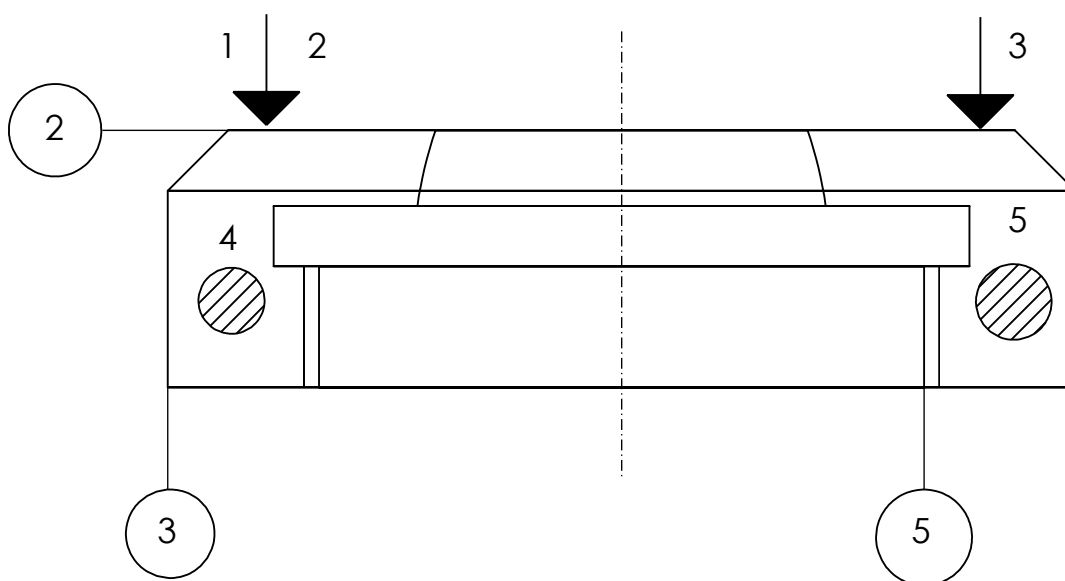
Ensemble: vérin mécanique élément : support appui		Matière : XC48 BRUT : Moulage cadence : travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
400	<p>Tournage sous phase 410</p> <p>- Une pièce au montage de référentiel définie par :</p> <ul style="list-style-type: none"> • une pointe tournante avec 2N(1,2) • une pointe tournante avec 2N(3,4) <p>Opération 411: chariotage 3F</p> <p>CF= 60 mm</p>	tour parralèle	outil à charioter	ped à coulisse comparateur



Ensemble : vérin mécanique élément : support appui		Matière : XC48 BRUT : Moulage cadence : travail en serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
500	<p>Tournage sous phase 510</p> <p>- Une pièce au montage de référentiel définie par:</p> <ul style="list-style-type: none"> • une pointe tournante avec 2N (1,2) • une pointe tournante avec 2N (3,4) <p>Opération 511 : chanfreinage de 4F</p>	tour parralèle	outil à chanfreiner	ped à coulisse comparateur



Ensemble : vérin mécanique élément : support appui		Matière : XC48 BRUT : Moulage cadence : travail serie		
N°de phase	Désignation de sous phase et opération	Machine	outil et appareillage	controle
600	<p>Tournage sous phase 610</p> <p>- Une pièce au montage de référentiel définie par:</p> <ul style="list-style-type: none"> • appui plan sur 2 en 3N(1,2,3) • appui linéaire en 2N(4,5) <p>Opération 611 : alésage 5F Opération 612 : taraudage 5F Cm= 40 mm</p>	Tour à parralèle	outil à aléser outil à tarauder	<p>ped à coulisse Tompo lisse double D=40 mm</p>



CONCLUSION

A Travers de notre projet de fin d'études nous avons pu constater la difficulté de mettre en œuvre les acquis théoriques en milieu industriel.

De plus, nous tenons à noter que cette étude nous a permis de nous familiariser et de nous initier à certains modules de logiciels très utilisés, tel que SolidWorks pour la conception assistée par ordinateur

Ce travail était pour nous une occasion de faire nos premiers pas dans le vaste terrain de conception et la fabrication mécanique dans le domaine industriel.

En conclusion, la réalisation d'un produit industriel exige la maîtrise des étapes d'étude suivantes :

Etape 1-études de conception : l'utilisation des logiciels de conception, étude des contraintes de fonctionnement (cotation fonctionnelle) et réalisation des projets sous formes de dessin d'ensemble et dessin de définitions.

Etape 2-Après avoir le dessin technique de projets, vient l'étapes d'analyse des contraintes de fabrication sur les machines-outils dans les ateliers de fabrication. Cette étape se traduit par l'analyse de fabrication et la préparation des gammes d'usinage.

Etapes 3-c'est l'étape de concrétisation de projet : c'est la réalisation à base de gamme d'usinage élaborées. Cette étape que nous souhaitons à mener pour la valorisation de notre travail.

.

BIBLIOGRAPHIES

- [1] : SLIMANI Liazid, ZIANI Amine mémoire de fin d'étude, fabrication d'un réacteur mécanofusion,2017
- [2] : L. RIMBAUD, guide pratique de l'usinage 1. Fraisage, édition hachette technique : 978_2_01_180298_9, année2010
- [3] : J. JAKUB, guide pratique de l'usinage 2. Tournage, édition hachette technique : 978_2_01_180299_6, année2010
- [4] : MOUSSOUM Hocine, BOUKHALFA Yamin, Etude, conception et réalisation d'une enceinte de frittage sous charge,2016/2017
- [5] : RICHE Djamel Etude à la résistance de rupture d'un vérin hydraulique ;1996
- [6] : SLIMANI Samir Etude et conception d'une bétonnière hydraulique ; (2016)
- [7] : COLUMBUS MCKINNON Crics-Crics-à-Crémaillère (PDF).
- [8] : L. RASSOUL, M. FERHI, étude, conception et fabrication d'un dispositif d'essais en traction biaxiale sur des éprouvette cruciformes,2015/2016
- [9] : A. CHEVALIER, guide du dessinateur industriel, édition HACHETTE ,2004
- [10] : Saïd BENSAADA ; M.T. BOUZIANE science des matériaux ; caractéristiques et structures des métaux et alliages ,2011.
- [11] :AIT SMAIL ZAHIR , Etude d'une gamme d'usinage d'un essieu N° : 190295.Conception d'un montage d'usinage ,2009
- [12] : MOALI YAZID, MASDOUA AMAR, Etude, conception et réalisation d'un dispositif d'essai de cisaillement adaptable sur la machine de traction,2017/2018