

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou



Faculté de génie de la construction

Département de Génie Mécanique



Mémoire de fin d'étude

OPTION : *Génie Mécanique*

SPECIALITE : *Fabrication mécanique et productive*

Thème: Fabrication et instrumentation d'un dispositif de compression à chaud pour l'élaboration de composites à matrices polymères.

Propose et dirigé par :

M^{lle} HANNACHI. M

Mr NECHICHE. M

Réalisé par:

AIDLI YOUCEF

DJEBARI LOUNES

2020

Je dédie ce modeste travail :

A Celle qui m'a donné la vie et l'envie de vivre, à celle qui m'a entouré de sa tendresse, à celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation,

À ma très chère mère.

A celui qui a été toujours là pour moi, à celui qui m'indique la bonne voie en me rappelant que la volonté fait toujours les grands hommes,

À mon adorable père.

Mes très chers frères Samir et Madjid.

A mes trois sœurs adorables.

A ma grande mère, et à toute ma famille.

A mes amis Nabil, Jugurtha, Djilali, Slimane, Cherman, Mahdi, Mouloud, Lamine, Nadir, Fateh, Khaled, Hakim, Adel, et à tous mes ami (es) sans exception et spécialement.

AIDLI YUCEF

Je dédie ce modeste travail :

A Celle qui m'a donné la vie et l'envie de vivre, à celle qui m'a entouré de sa tendresse, à celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation,

À ma très chère mère.

A celui qui a été toujours là pour moi, à celui qui m'indique la bonne voie en me rappelant que la volonté fait toujours les grands hommes,

À mon adorable père.

A Mes très chers frères Hakim, Nassim, Belkacem.

A ma très chère grande mère (paix à son âme). Et à mes tantes Djamila et Rosa. Mes chères cousines Cylia et Zouina, et à toute ma famille.

A mes amis Belkacem, fateh, Nadir, Lamine, Khaled, Mahdi, Mohamed-Arezki, Adel, Samia, Nassima et A tous mes ami (es) sans exception et spécialement.

**DJEBARI
LOUNES**

Remerciements

Nous exprimons nos profondes gratitude à l'égard de notre promoteur, Mr NECHICHE. M, pour non seulement ses précieuse conseils durant ce travail, mais aussi pour nous avoir fait l'honneur de nous encadrer.

Nous tenons également à remercier Mlle Hannachi. M, pour nous avoir épaulé et orientés.

Nous remercions les membres du jury qui ont acceptés de juger ce modeste travail.

Nous remercions l'équipe d'ingénieurs et techniciens du Hall de technologie de « OUED-AISSI », et les responsables du laboratoire SDM pour leurs aides et leurs orientations, tout au long de la réalisation de ce travail.

Nous tenons à remercier aussi Mr Bilek, A et Mr Azem. S, pour leurs aides lors de la mise en place des jauges de contraintes.

Enfin, nous rendons grâce à toutes les personnes qui nous ont aidés notamment nos enseignants, familles et amis.

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre I : Généralités sur la conception	4
1. Introduction	5
2. Analyse du processus de conception en ingénierie mécanique	5
2.1. Définition de la conception d'un produit.....	5
2.2. Qu'est-ce qu'un processus de conception mécanique	5
2.3. Le cycle de vie d'un produit	5
2.4. Les trois étapes de la conception d'un produit.....	7
2.4.1. Identification du besoin	7
2.4.2. Evaluation et recherche des solutions.....	7
2.4.3. Choix des solutions et validation.....	7
2.5. Méthodes de conception et réalisation d'un system mécanique	7
2.5.1. La méthode simple en conception mécanique.....	7
2.5.2. La méthode d'améliorations	8
3. Caractéristiques d'un processus de conception	9
3.1. Cahier des charges fonctionnelles.....	9
3.2. La phase conceptuelle et les méthodes d'approche.....	10
3.2.1. Approche axiomatique.....	10
3.2.2. Approche Itérative.....	10
3.2.3. Approche descendante « top-down » et ascendante « bottom-up ».....	10
3.3. La conception préliminaire	11
3.4. La conception détaillée.....	11
4. Mise en place d'un système de gestion de données techniques.....	11
4.1. Enjeux majeurs des systèmes de gestion de données techniques.....	11
5. L'analyse fonctionnelle.....	11
5.1. Type d'analyse fonctionnelle.....	12
5.1.1. Analyse fonctionnelle externe.....	12
5.1.2. Analyse fonctionnelle interne	12
5.2. Méthodes d'analyse fonctionnelle.....	12
5.2.1. Méthode d'analyse fonctionnelle pour créer un nouveau produit	12
5.2.2. Méthode d'analyse fonctionnelle pour améliorer un produit	13
5.3. Concepts de base pour la réussite de l'analyse fonctionnelle	14
5.3.1. Modéliser pour comprendre	14
5.3.2. Discipliner la démarche d'analyse.....	14
5.3.3. Travail en groupe	14
6. Les fonctions de service	14
6.1. Fonction principale(ou fonction d'usage).....	14
6.2. Fonction contrainte.....	14
6.3. Fonction complémentaire	14

6.4. Environnement de produit	14
7. Conclusion.....	15
Chapitre II : Généralités sur les matériaux composites.....	16
1-Introductions	17
2.Généralités sur les composites	17
2.1. Définitions	17
2.2. Caractéristiques générales	17
2.3. Classifications des matériaux composites	18
2.3.1. Classification suivant la forme des constituants	19
2.3.1.1. Composites à fibre	19
2.3.1.2. Composites à particule	19
2.3.1.3. Les sandwichs	19
2.3.2. Classification suivant la nature des constituants	19
2.4. La matrice	20
2.4.1. Les résines	20
2.4.2. Les résines thermodurcissables	20
2.4.3. Les résines thermoplastiques	21
2.4.4. Les résines thermostables	21
2.4.5. Les résines céramiques	21
2.4.6. Les résines métalliques	21
2.5. Les renforts	21
2.5.1. Les principales fibres	21
a)- Les fibres de verre	21
b)- Les fibres de carbone	22
c)- Les fibres céramiques	22
d)- les fibres d'aramides	22
e)- Autres fibres	22
2.6. Les charges et additifs	23
3. Mise en œuvre des matériaux composites	23
3.1. Mise en œuvre par moulage	23
3.2. Autres procédé de mise en œuvre	23
4. composite a matrice polymère et renfort végétaux	23
4.1. Dégradation, biodégradation et bio assimilation	24
4.1.1. Dégradation	24
4.1.2. Biodégradation	25
4.1.3. Bio assimilation	25
4.2 Principaux polymères biodégradables	25
4.3. Le PLA	25
4.3.1 Définitions :	25
4.3.2 Les propriétés du PLA	25
4.4. Les renforts végétaux	26

4.4.1 Classification des fibres végétales	26
4.4.2. Avantages et inconvénients des fibres végétales	27
4.4.3 Présentations de quelques fibres végétales	27
4.5 Présentations de la fibre végétale locale l'Alfa	28
4.5.1. La récolte de l'Alfa	28
4.5.2 Propriétés mécaniques des fibres de l'Alfa	29
Chapitre III : Conception du dispositif de compression à chaud.	30
1. Problématique	31
2. Objectif	31
2.1 Cahier de charges fonctionnelles	32
2.2 Conditions de fonctionnement	32
2.3 Choix des solutions	34
3. Conception du dispositif	35
3.1. Choix des matériaux	35
3.2. Propriétés physiques et mécaniques de l'alliage utilisé	35
3.3. La presse TRITEST 50.....	36
3.4. Les éléments du dispositif	37
3.5. Système de refroidissement	39
3.6. Système de compression	39
3.6.1. Les jauges de déformation	40
3.6.2. Acquisition de la pression appliquée	41
3.7. La mise en place du dispositif sur la presse Tritest 50	42
3.7.1. Corps de fixation du piston inférieur	42
3.7.2. Plaque-support	42
3.7.3. Bagues de fixation	43
3.7.4. Support de fixation du piston supérieur	43
4. Assemblage du dispositif	44
4.1. Assemblage piston inférieur-support de fixation inférieur-vérin	44
4.2. Assemblage piston supérieur-support de fixation supérieur	45
4.3. Assemblage plaque support sur la presse	45
4.4. Assemblage cylindre sur la plaque support	46
4.5 Assemblage et mise en place du dispositif sur la presse	47
5. Fonctionnement du système	48
6. Conclusion.....	49
Chapitre IV : Gamme d'usinage	50
1. Introduction	51
2. Conception générale d'une gamme d'usinage	51
3. Etablissement d'un processus d'usinage	53
4. Principe de la méthode d'analyse	54
4.1. Inventaire des surfaces	54
4.2. contraintes d'usinages	54

4.2.1. Contraintes géométriques et dimensionnelle	54
4.2.2. Contraintes de cotations	54
4.2.3. Contraintes technologiques	54
4.2.4. Contraintes économiques	54
4.3. Tableau des opérations élémentaires	55
4.3.1 Choix du nombre d'opérations	55
4.3.2 Opérations élémentaires d'usinage	56
4.4 Tableau des contraintes d'antériorités	57
4.5 Tableau de regroupement de surfaces	57
4.6 Tableau des niveaux	57
4.7 Tableau des groupements en phase	57
4.8 Description des opérations de gamme optimale	57
5. Le choix des machines	58
6. Choix des outils	58
7. Fabrication du dispositif de compression à chaud	59
7.1 Appareillage	59
7.1.1 Scie mécanique	59
7.1.2 Tour universel	60
7.1.3 Fraiseuse verticale	61
7.2. Feuilles d'analyse du support de fixation inférieure	62
7.3. Feuilles d'analyse de la bague de fixation	74
7.4. Feuilles d'analyse du support de fixation supérieure	87
7.5. Feuilles d'analyse de la plaque support	98
Chapitre V : Essai de mise en marche de la presse : élaboration d'un matériau composite	117
1. Etalonnage	118
2. Matériau élaboré	119
Conclusion générales	120
Conclusion générales et Perspectives	121

LISTE DES FIGURES

Chapitre I

Figure I.1 : Cycle de vie d'un produit	6
Figure I.2 : Méthode simple en conception mécanique	7
Figure I.3 : la méthode de conception par amélioration	8
Figure I.4 : Contenu du cahier des charges	9
Figure I.5 : Schéma d'analyse fonctionnelle.....	12
Figure I.6 : Schéma d'analyse fonctionnelle pour un nouveau produit.....	13
Figure I.7 : Schéma d'analyse fonctionnelle pour améliorer un produit.....	13

Chapitre II

Figure II. 1 : schéma d'un matériau composite.....	17
Figure II. 2 : classification schématique des différents types de composites.....	18
Figure II. 3 : Schéma d'un matériau composite	19
Figure II. 4 : Classification des bioplastiques basés sur leurs gammes de production.....	24
Figure II. 5 : Image de la plante d'Alfa	26
Figure II.6 : Illustrations de la plante d'Alfa à l'état brut.....	26
Figure II.7 : Les différentes étapes de la récolte de l'Alfa.....	29

Chapitre III

Figure III. 1 : La presse TRITEST 50.....	36
Figure III. 2 : Vue en perspective du dispositif de compression à chaud et principales pièces ...	37
Figure III. 3 : Corps du piston	38
Figure III.4 : Plaque chauffante	38
Figure III.5 : Piston-Plaque chauffante.....	38
Figure III.6 : Schéma du système de refroidissement	39
Figure III.7 : L'anneau du comparateur et les jauge	40
Figure III.8 : Système d'acquisition.....	40
Figure III.9 : Montage en pont de Wheatstone	41
Figure III.10 : Corps de fixation du piston inférieur.....	42
Figure III.11 : Plaque support	43
Figure III.12 : Bague de fixation de la plaque-support.....	43
Figure III.13 : Support de fixation du piston supérieur	44
Figure III.14 : Vérin-support de fixation inférieur-piston inférieur.....	44
Figure III.15 : Assemblage Piston supérieur - Support de fixation supérieur - traverse	45
Figure III.16 : Plaque-support fixée sur les tiges de la presse.....	46
Figure III.17 : Assemblage cylindre-plaque support	46
Figure III.18 : Assemblage final du dispositif.....	47

Chapitre IV

Figure IV. 1 : Conception générale d'une gamme d'usinage.....	52
Figure IV. 2 : Schéma directeur de la gamme d'usinage.....	53
Figure IV. 3 : Organigramme de la méthode	56
Figure IV. 4 : Scie mécanique.....	59
Figure IV. 5 : Tour universel.....	60
Figure IV. 6 : Fraiseuse verticale	61

Chapitre V

Figure V. 1 : La pression en fonction de l'indication du système d'acquisition	118
Figure V. 2 : PLA (poly-acide lactique).....	119
Figure V. 3 : Fibres de l'ALFA.....	120
Figure V. 4 : Moule en alliage d'aluminium.....	120
Figure V. 5 : échantillons obtenues	120

Liste des tableaux

Tableau II. 1: comparaison des propriétés mécaniques du PLA avec d'autres plastiques traditionnel	26
Tableau II.2: Performances mécaniques en traction de l'Alfa et autres fibres naturels utilisées comme renforts...	29
Tableau IV.1 : Choix du nombre d'opérations en fonction de l'intervalle de tolérance	55
Tableau IV.2 : Choix du nombre d'opérations en fonction de la qualité.....	55
Tableau IV.3 : Choix du nombre d'opération en fonction de l'état de surface	55
Tableau V. 1 : La pression en fonction de l'indication du système d'acquisition	119

Introduction générale

Introduction générale

L'amélioration de la qualité de la vie quotidienne constitue depuis toujours une des préoccupations majeures de l'homme. C'est dans ce cadre que s'inscrit la recherche perpétuelle de nouveaux matériaux plus performants et mieux adaptés aux exigences de l'époque. Au-delà de leurs nombreux atouts, Ces matériaux causent d'énormes problèmes écologiques liés à leur traitement en fin de vie. Depuis quelques années, un intérêt croissant est porté aux matériaux biodégradables, vu qu'ils ne génèrent pas de déchets volumineux.

Les composites à matrice biodégradables se présentent comme une solution qui peut résoudre partiellement les problèmes de déchets plastiques, notamment par leur aptitude à la dégradation naturelle sous l'action des organismes vivants et leurs faibles taux d'émissions de gaz à effet de serre. Le développement de ces matériaux repose essentiellement sur l'utilisation des polymères bio-sourcés, comme l'acide poly-lactique (PLA). Ce dernier, ayant de faibles propriétés mécaniques, peut être renforcé par des fibres/particules d'origine végétale [5].

Pour élaborer de tels matériaux, nous nous proposons de le faire par compression à chaud de mélanges PLA-fibres. Une machine, conçue au laboratoire de Sciences des matériaux et dont certaines pièces ont été réalisées, permettrait la mise en route de ce procédé pour élaborer des échantillons de dimensions moyennes (disques de 180 mm de diamètre). Dans le cadre de notre projet de fin d'études, nous nous proposons de poursuivre la conception et la fabrication de cette machine ainsi que sa mise en marche.

Nous présentons notre mémoire en deux parties : la première consacrée à l'étude bibliographique et la deuxième dédiée à la conception et la fabrication des pièces du dispositif de compression à chaud.

Dans le premier chapitre, nous abordons des généralités sur la conception mécanique et les principales méthodes utilisées, notamment lorsqu'il s'agit de processus de fabrication. Les matériaux composites, leurs principales caractéristiques et méthodes d'élaboration sont présentés dans le deuxième chapitre.

Le troisième chapitre est un rapport de la conception du dispositif, déjà faite, et des modifications/améliorations que nous nous proposons de faire.

Nous consacrons le quatrième chapitre à la description des étapes de la réalisation du dispositif conçu, de son montage et de sa mise en marche. Le cinquième et dernier chapitre est consacré à l'élaboration d'un échantillon.

Nous terminerons notre mémoire par une conclusion générale et des perspectives

Chapitre I

Généralités sur la conception

Chapitre I : Généralités sur la conception

1. Introduction

Le domaine de la conception connaît actuellement une révolution la plus importante et innovante ces dernières décennies avec l'apparition de technologie numériques et de la mondialisation. En effet ces technologies nous apporté du confort dans notre vie.

En outre, dans le monde compétitif d'aujourd'hui et face aux exigences des consommateurs, les industriels sont effet conduit à augmenter les offres, leur productivités, et plus encore la qualité des produits, et reduire les délais et le coût pour répondre aux nouvelles attentes des clients.

L'objectif de ce chapitre est de faire une analyse de processus de conception mécanique, de ses caractéristiques et de présenter l'état de l'art dans ce domaine à partir de l'étude bibliographique.

Dans le monde industriel en particulier, un projet de conception d'un nouveau produit prend naturellement en compte les trois composants qui sont :

- La qualité du produit ;
- Les coûts liés au projet ;
- le délai du projet ; [1]

2. Analyse du processus de conception en ingénierie mécanique

2.1. Définition de la conception d'un produit

Désigne les efforts collectifs destines à créer des biens ou des services, des objets, des équipements, des techniques qui sont différent de ceux existant et qui répondent aux besoins collectifs.

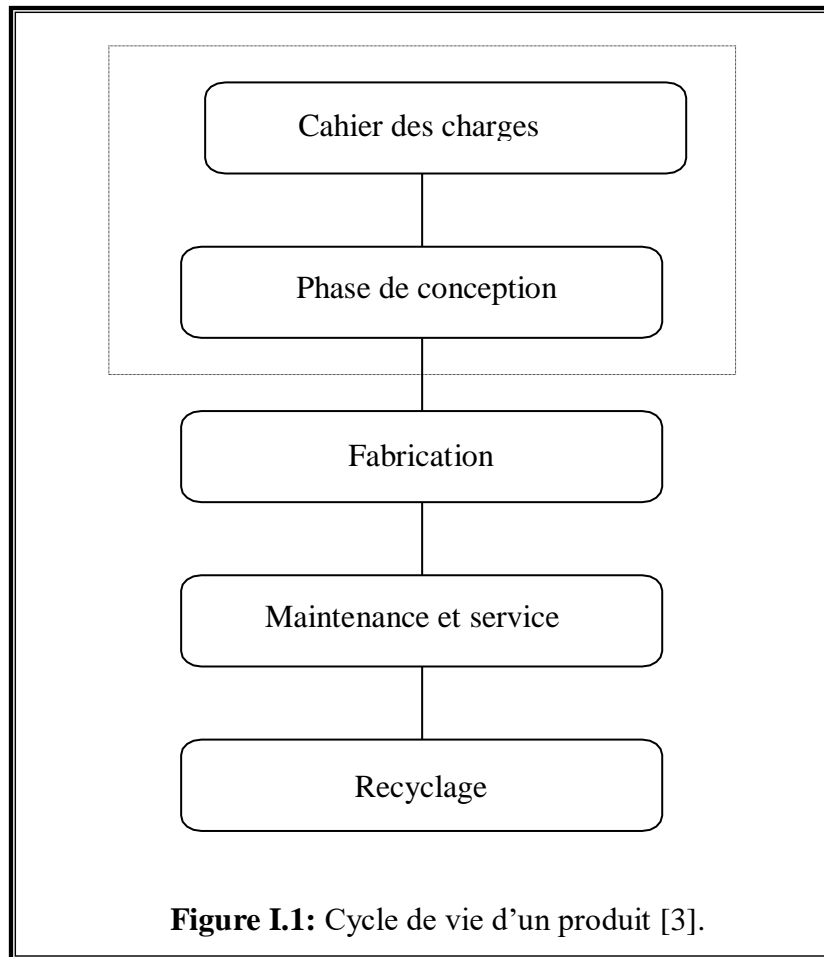
En d'autres termes, la conception de produit consiste à inventer, développer et commercialiser sur un marché un nouveau produit selon les différents besoins pour satisfaire les utilisateurs [2].

2.2. Qu'est ce qu'un processus de conception mécanique

C'est un processus itératif à la fois d'analyse et de synthèse pour arriver à la création d'un produit dont les performances sont spécifiées.

2.3. Le cycle de vie d'un produit

La représentation du cycle de vie du produit peut être schématisée comme la montre la figure. I.1 :



- formulation du besoin de l'utilisateur ou de problème qui est pour définir les objectifs, les cibles visées pour répondre à un élément du besoin d'un utilisateur donné.

- La phase de conception regroupe la décomposition des contraintes et exigences des cahiers des charges en des solutions technologiques approchant le résultat (le mécanisme) à aboutir.

- La phase de fabrication des éléments à réaliser peut être lancée et les éléments standards appelés aussi normalisés si la réalisation du produit est décidée.

- La maintenance et service permettent d'assurer la commercialisation, la fidélité client, le service après-vente, un historique du produit pour une amélioration future.

- Ces dernières années, le recyclage est un problème qui est posé aux ingénieurs et chercheurs pour l'inclure dans le processus de développement d'un produit pour la récupération des pièces (non-maîtresses) jugées encore utiles et assurer la protection de l'environnement (notre planète devient une sorte de poubelle, plusieurs articles d'associations ont été publiés dans ce sens) l'impact est très grand dans le sens où il est généralement suivi de la réduction du prix du produit et incite le client à acquérir un nouveau produit au lieu de réparer...[3]

2.4. Les trois étapes de la conception d un produit

2.4.1. Identification du besoin

La première étape de la conception consiste à analyser la situation pour tenir en compte toutes les précisions et spéciations pour tenir à bien la conception et assurer un ouvrage répondant aux besoins du client.

2.4.2. Evaluation et recherche des solutions

C'est la phase la plus délicate de la conception .on entre dans le sujet de créativité, reflexion développement d'un premier concept basé sur des calculs (timing, materiel, competence financement,...). Le concepteur doit :

- Evaluer et mettre en place les conditions nécessaires pour réaliser le projet
- Inventer et modéliser toutes les idées
- Etudier les différents scenarios possibles, planifier la mise en œuvre du projet
- Être capable, dans un temps imparti, de trouver un maximum de solution évidente et de les gérer afin de s'assurer de choisir la solution optimale [4].

2.4.3 Choix des solutions et validation

A partir de l'étude de spécification technique du produit en termes de besoin et en termes de moyen, il y a lieu de choisir la solution définitive de conception, ce choix doit satisfaire les objectifs qui ont été préalablement définis [4].

2.5. Méthodes de conception et réalisation d'un system mécanique

Pour concevoir et réaliser un système mécanique d'une façon méthodique efficace et rentable, on privilège les solutions courtes et simples sans pour autant diminuer la qualité du produit.

2.5.1 La méthode simple en conception mécanique:

Pour faire face aux de demandes du client, on cerne d'abord les besoins, puis on procède à la spécification et l'identification des problèmes, ensuite envisage des solutions préventives aux problèmes soulignés. Cette étape est appelée conception fonctionnelle. Elle est ensuite complète par la conception détaillée qui consiste à faire le choix des solutions finales de conception. Le processus est achevé par la réalisation du produit demandé [5].

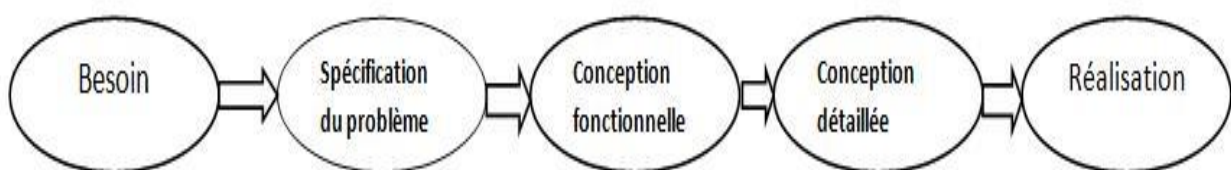


Figure I.2: Méthode simple en conception mécanique [5].

2.5.2 La méthode d'améliorations

L'amélioration vise à optimiser une ou plusieurs caractéristiques de l'objet et qui ne modifient pas son principe de fonctionnement. Par exemple, une bouteille de boisson gazeuse qui était précédemment fabriquée en verre et que l'on veut réaliser en plastique pour en diminuer la masse, et/ou la fragilité [5].

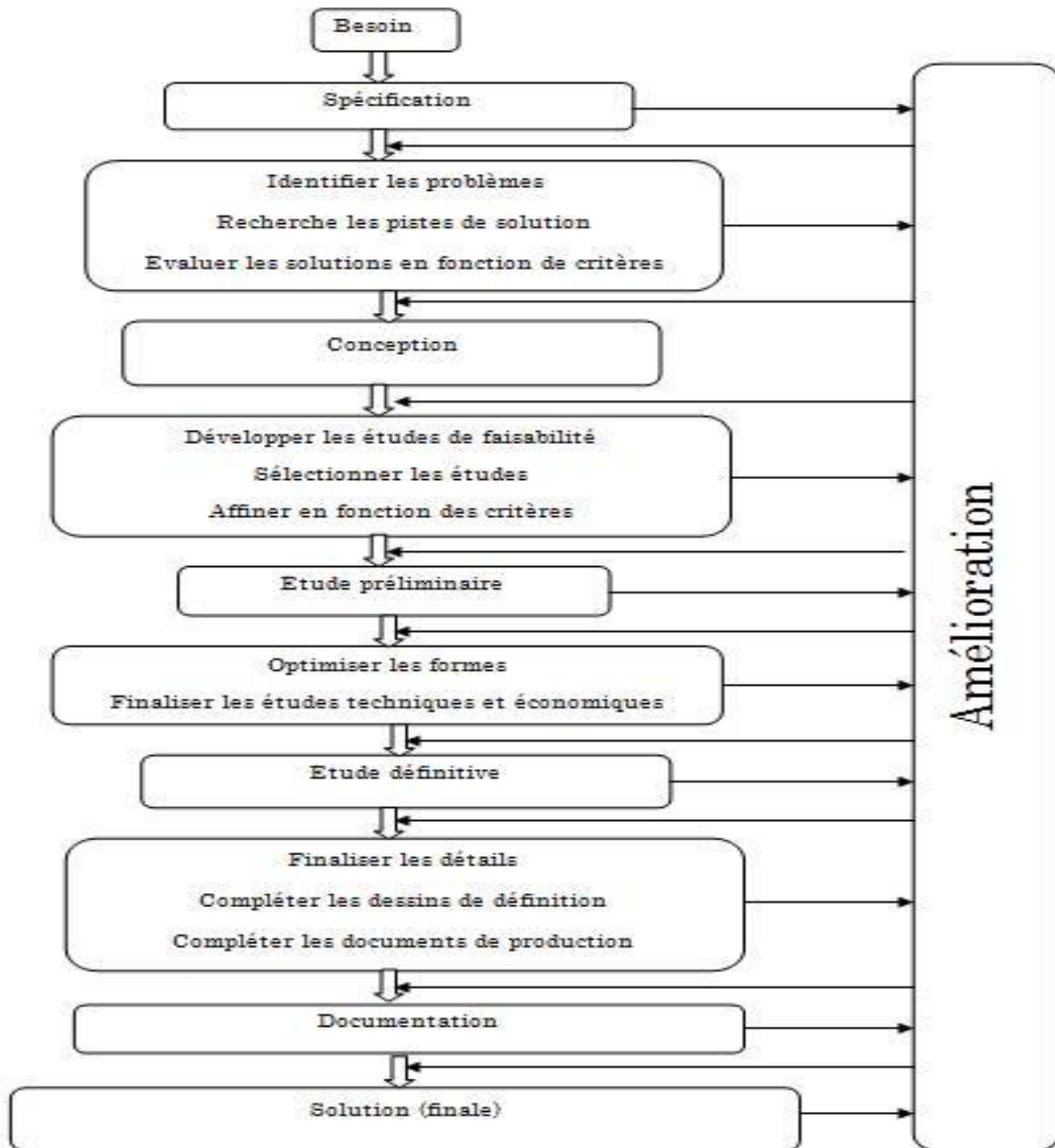


Figure I.3: la méthode de conception par amélioration [5].

3. Caractéristiques d'un processus de conception

En ingénierie mécanique, la méthodologie d'approche est celle qui caractérise le processus de résolution du problème. Ainsi, plusieurs méthodes ont été étudiées et présentées par les chercheurs depuis que l'on s'intéresse au processus de conception. Ce qui est primordial est le cahier des charges et sa décomposition en des fonctions techniques.

3.1. Cahier des charges fonctionnelles

Le cahier des charges fonctionnelle CdCF est un élément capital pour la conception, elle sert à formaliser les besoins en fonctions principales et contraintes à partir d'un outil méthodologique de conception, il doit être défini et avec une très grande attention.

Ce cahier des charges sert ensuite à sélectionner un opérateur de formation et à organiser les relations avec celui-ci tout au long du projet de formation. Le cahier des charges est un document de référence pour l'équipe qui demande une formation et pour l'opérateur choisi. Est un outil fondamental de communication.

- L'objectif : une définition globale du produit à concevoir ;
- L'état du marché et son évolution : situer et quantifier les marchés ciblés et les parts à atteindre ;
- Le champ d'application : précisions sur les modes et champs d'utilisation et les temps de réalisation ;
- La concurrence : analyse des produits similaires et indication des prix pratiqués ;
- Les coûts de référence : situer le prix du produit par rapport à la concurrence ;
- Concept à développer : énoncé des principales caractéristiques en terme de service rendu du produit à concevoir ;
- Fonctions à réaliser : décomposition du produit en des fonctions et précision sur les exigences fonctionnelles en termes de services attendus ;
- Exigences à satisfaire : qui permettent l'intégration du produit en terme de fiabilité, de mise aux normes ...

Figure I.4: Le cahier des charges [6].

Qui rédige le cahier des charges :

Le demandeur peut être une entreprise qui s'adresse au marché ou une Person, il est rédigé par le responsable du projet [6].

3.2. La phase conceptuelle et les méthodes d'approche

La phase conceptuelle peut être considéré comme étant l'ensemble des actions pour décomposer le cahier des charges en des solutions techniques assurant ainsi le fonctionnement demandé et les contraintes exigées. Des méthodes d'approche ont été développées dans ce sens, nous allons voir quelques unes dans ce qui suit.

3.2.1. Approche axiomatique

La méthodologie de l'approche axiomatique consiste à :

- 1- Etablir les buts du concept pour satisfaire une série de besoins ;
- 2- Analyser la solution proposée ;
- 3- Sélectionner le meilleur concept parmi les concepts proposés ;
- 4- Implémenter le concept.

3.2.2. Approche Itérative

Dans la conception d'un produit mécanique, l'ingénieur a besoin de se fixer des hypothèses de départ pour commencer son processus de conception. Il les analyse, en fait des synthèses, ensuite les évalue et enfin prend des décisions afin d'aboutir à l'étape finale (le produit à concevoir). Cette phase finale peut ne pas être satisfaisante si l'hypothèse prise par le concepteur ne sont pas suffisantes pour répondre à toutes les exigences de cahier des charges.

3.2.3. Approche descendante « top-down » et ascendante « bottom-up »

L'approche descendante « top-down » est utilisée dans les premières phases de la conception. Elle sert à la construction ou la décomposition d'un problème en sous problème. Quant à l'approche ascendante, il permet l'évaluation du processus de la conception.

3.3. La conception préliminaire

Dans la phase de conception préliminaire, le projeteur dessine et représente d'une manière plus précise la solution technologiques choisi .Dans cette étape, le choix des solutions est établi par rapport a toutes les exigences du cahier des charges afin d'assurer les contraintes du cahier des charges défini pour le mécanisme par le utilisateur.

3.4. La conception détaillée

Une fois la conception préliminaire acceptée par le client, le concepteur procède à la conception détaillée .Pendant cette étape, il détermine les spécifications de chaque élément ou du processus.

4. Mise en place d'un système de gestion de données techniques

La mise en place d'un système de gestion de données techniques permet d'assurer une bonne circulation des informations.

4.1. Enjeux majeurs des systèmes de gestion de données techniques

1-Le suivi et l'archivage des données

2-L'optimisation des études par une meilleur gestion des données pendant la conception

3-Assurer une rapidité d'accès et à des modifications de solutions existantes

4-Sécuriser les données par des identifications propres [7].

5. L'analyse fonctionnelle

L'analyse fonctionnelle est une méthode de travail qui consiste à rassembler des informations capitales, qui permet de définir les besoin d'un produit en termes de fonction, au prix le plus juste.

Cette méthode convient a tout produit, système, complet ou sous système qui il faut améliorer (reconception) ou concevoir (conception),il est basé sur ce principe : tout système nà de valeur que par les présentations qu'il apporte à la l utilisateur, elle permet de rédiger le cahier des charges fonctionnelle(CdCF) [8].

But d'analyse fonctionnelle :

-Savoir formaliser (donner à un système, produit des caractères formels), et valider un besoin

-Rechercher et caractériser les fonctions dans le but de créer ou améliorer un produit ou un service

-Comment bien poser un problème de conception d'un produit ou d'un service [8].

5.1. Type d'analyse fonctionnelle

On distingue deux types d'analyse fonctionnelle

5.1.1. Analyse fonctionnelle externe

Analyse de point du vue client ou utilisateur du produit qui s'intéresse uniquement aux fonctions de service ou fonctions externes de celui-ci [8].

5.1.2. Analyse fonctionnelle interne

Analyse de point du vue de concepteur en charge de réaliser le produit, analyse consiste à passer des fonctions des services aux fonctions techniques permettant de les caractériser [8].

La figure suivante représente le schéma d'analyse fonctionnelle :

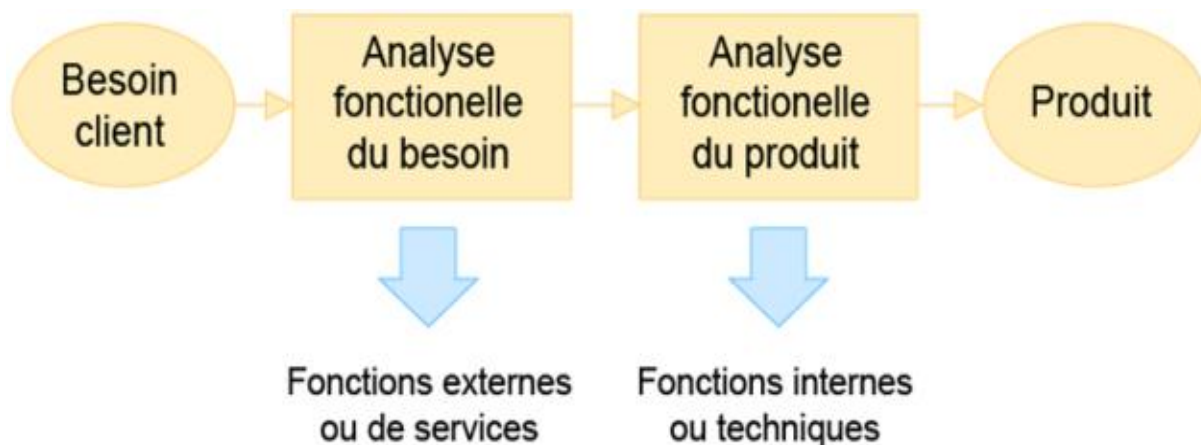


Figure I.5 : Schéma d'analyse fonctionnelle [8].

5.2. Méthodes d'analyse fonctionnelle

5.2.1. Méthode d'analyse fonctionnelle pour créer un nouveau produit

La méthode appliquée principalement c'est la méthode SADT (structured analysis and design technique). C'est une modélisation technique ou bien une représentation structurelle d'un système formé d'un ensemble d'activité et des entrées et de sorties. Elle permet de représenter un modèle (image de réalité) du système réelle et comprendre son fonctionnement, de le visualiser...tous ces éléments font partie de la conception de l'objet [9].

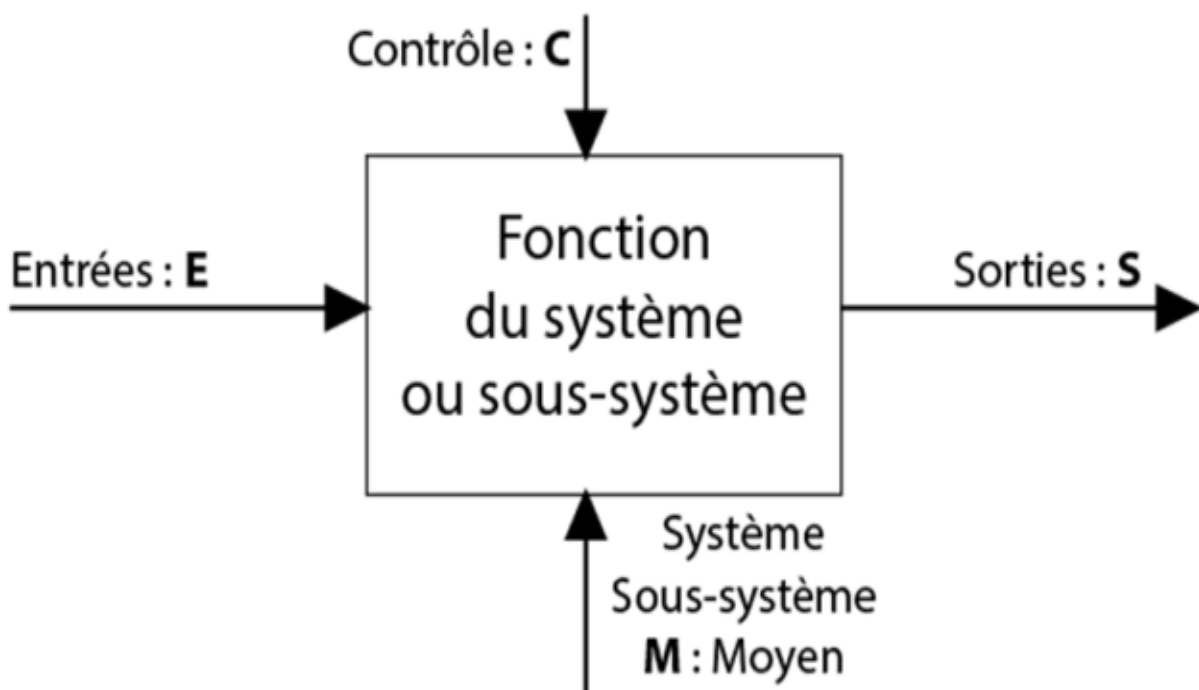


Figure I.6 : Schéma d'analyse fonctionnelle pour un nouveau produit [9].

5.2.2. Méthode d'analyse fonctionnelle pour améliorer un produit

Cette méthode est applique pour la re-conception d'un produit de référence .Elle permet d'aller de la fonction principale jusqu' aux solutions techniques qui réalisent les fonctions élémentaires. Cet outil est donc particulièrement intéressant pour analyser un système existant [9].

Dans le cas général, la méthode d'amélioration d'un nouveau produit consiste a répondre aux questions suivantes :

- Pourquoi cette fonction est-elle remplie ?
- Comment cette fonction doit-elle-être remplie ?
- Quand cette fonction doit-elle-être remplie ? [9].

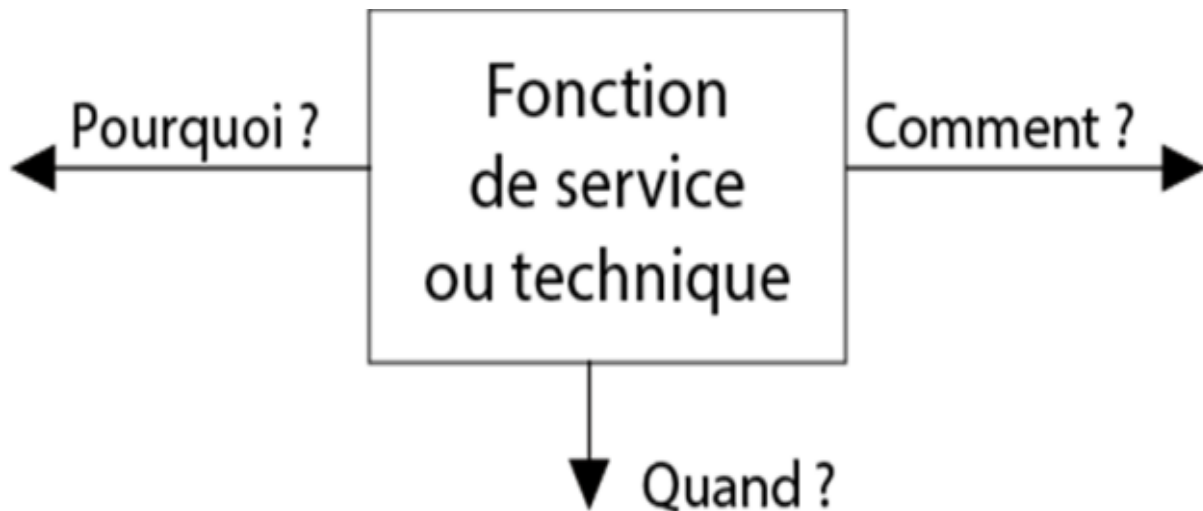


Figure I.7: Schéma d'analyse fonctionnelle pour améliorer un produit [9]

5.3. Concepts de base pour la réussite de l'analyse fonctionnelle

5.3.1. Modéliser pour comprendre

Visualiser tous les éléments font parti de la conception de l'objet pour bien assimiler le problème posé [10].

5.3.2. Discipliner la démarche d'analyse

Mettre en place une méthodologie lui permettant de développer en un temps compatible avec le délai du projet pour ne pas confondre vitesse et précipitation [10].

5.3.3. Travail en groupe

Dans un but de communication ; entre les différents acteurs de la conception pour la bonne élaboration de produit [10].

6. Les fonctions de service

Les fonctions de services, principales ou contraintes, sont les fonctions attendues par le client à la différence des fonctions de conception qui sont de l'initiative de concepteur pour répondre au besoin de client.

6.1. Fonction principale (ou fonction d'usage)

C'est une fonction de service qui justifie la création du produit (satisfaire un besoin) [11].

6.2. Fonction contrainte

Une limitation à la liberté de choix du concepteur réalisateur d'un produit [11].

6.3. Fonction complémentaire

Fonction non principale, qui facilite, améliore, ou complète le service rendu. Il s'agit de proposer au client des améliorations pour son produit et la qualité [11].

6.4. Environnement de produit

Il faut poser la question de savoir ce qui gravite autour du système à concevoir. Il s'agit d'objectif physique, de personnes et plus généralement de toute entité concrète, ces éléments sont les relations réunissant les différents éléments entre eux et assurent l'équilibre entre produit et environnement [11].

7. Conclusion

A partir de ces définitions très diverses, il ressort que la conception d'un produit ou d'un système mécanique nécessite une base de connaissance, de sciences et techniques, spécialistes, et une plus grande réflexion qu'il est nécessaire de rassembler. La formulation des attentes et des exigences de manière claire et succincte du problème en est la clé. Ceci nécessite la construction de modèles spécifiques pour une représentation de produit et son évolution en mode qualitatifs et quantitatifs.

Chapitre II

Généralités sur les matériaux composites

Chapitre II : Généralités sur les matériaux composites

1. Introductions

Le développement de nouveaux matériaux est soumis au besoin des utilisateurs. Ceux-ci veulent toujours des matériaux plus performants, plus économiques et qui durent plus longtemps. Les chercheurs sont le plus souvent amenés à optimiser les solutions déjà utilisées, mais dans certains cas ils doivent complètement repenser le problème et envisager de nouveaux matériaux. En effet, on ne découvre plus de nouveaux matériaux, mais on crée plutôt des nouvelles associations de matériaux. L'un des résultats de cette association est l'aboutissement à un matériau composite. Ces matériaux composites font l'objet d'étude dans ce chapitre.

2. Généralités sur les composites

2.1. Définitions

Un matériau composite est constitué de l'assemblage de deux matériaux de nature différentes se complétant et permettant d'aboutir à un matériau dont l'ensemble des performances est supérieur à celui des composants pris séparément [9].

2.2. Caractéristiques générales

Un matériau composite consiste dans le cas le plus général d'une ou plusieurs phases discontinues réparties dans une phase continue. Dans le cas de plusieurs phases discontinues de natures différentes, le composite est dit hybride. La phase discontinue est habituellement plus dure avec des propriétés mécaniques supérieures à celles de la phase continue. La phase continue est appelée « la Matrice » ; et la phase discontinue est appelée « le renfort ». Tel que le montre la figure suivante :

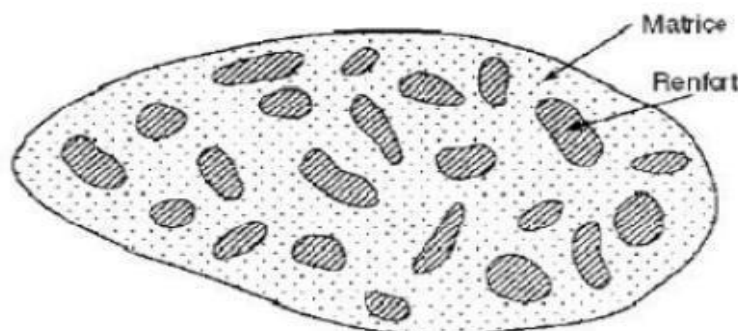


Figure II. 1: schéma d'un matériau composite [9].

Une exception importante à la description précédente est le cas de polymères modifiés par des élastomères, pour lesquels une matrice polymère rigide est chargée avec des particules élastomères. Pour ce type de matériau, les caractéristiques statiques du polymère (module d'Young, contrainte à la rupture, etc.) ne sont pratiquement pas modifiées par l'adjonction de particules élastomères, alors que les caractéristiques au choc sont améliorées.

Les propriétés des matériaux composites résultent :

- Des propriétés des matériaux constituants ;
- De leur distribution géométrique ;
- De leurs interactions.

Les caractéristiques des pièces fabriquées en matériaux composites sont :

- Gain de masse, bonne tenue en fatigue ;
- Ils sont non corrosif et leur limite élastique très élevée.

Avec la présence de certains inconvénient comme :

- Anisotropie et tenue aux impactes très moyenne.
- Sensibilité à la chaleur et l'humidité[9].

2.3. Classifications des matériaux composites

Les composites peuvent être classés suivant la forme des composants ou suivant la nature des composants. La figure suivante illustre les différents types de composite.

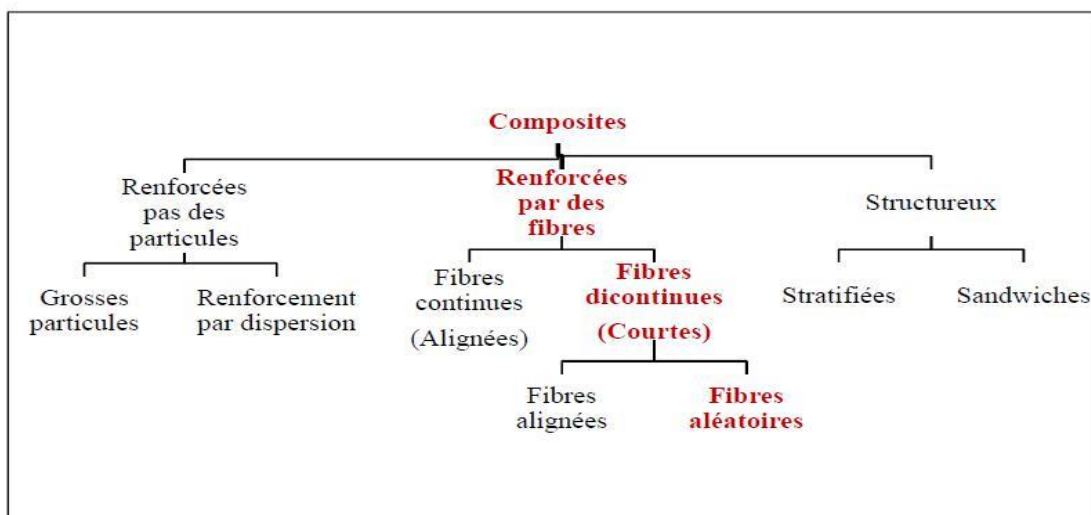


Figure II. 2: classification schématique des différents types de composites [5].

2.3.1. Classification suivant la forme des constituants

En fonction de la forme des constituants, les composites sont classés en deux grandes classes : les matériaux composites à particule et les matériaux composites à fibres [9].

2.3.1.1. Composites à fibre

Un matériau composite est un composite à fibres si le renfort se trouve sous forme de fibres. Les fibres utilisées se présentent soit sous forme de fibres continues, soit sous forme de fibres discontinues : fibres coupées, fibres courtes, etc.

2.3.1.2. Composites à particule

Un matériau composite est un composite à particules lorsque le renfort se trouve sous forme de particules. Une particule, par opposition aux fibres, ne possède pas de dimension privilégiée.

2.3.1.3. Les sandwichs

Constitués essentiellement de deux couches de faible épaisseur qui enveloppent une autre couche de grande épaisseur, c'est un matériau de grande légèreté et bonne isolation thermique. La figure suivante montre le schéma d'un matériau composite [5].

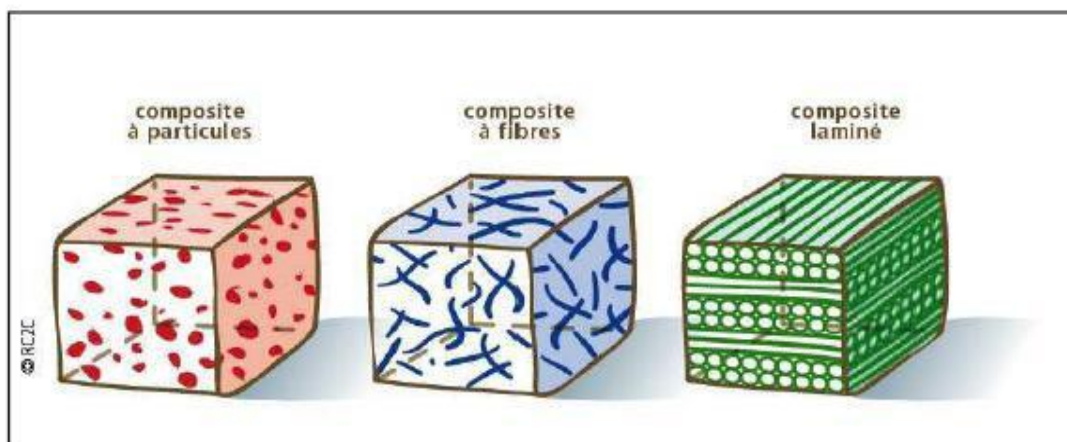


Figure II. 3 : Schéma d'un matériau composite [5].

2.3.2. Classification suivant la nature des constituants

Selon la nature de la matrice, les matériaux composites sont classés suivant des composites à matrice organique, à matrice métallique ou à matrice minérale.

Divers renforts sont associés à ces matrices. Selon certains couples d'associations ont actuellement un usage industriel, d'autres faisant l'objet d'un développement dans les laboratoires de recherche. Parmi ces composites, nous pouvons citer :

- a). Composites à matrice organique (résine, charges), avec :

- des fibres minérales : verre, carbone, etc. ;
- des fibres organiques : Kevlar, polyamides, etc. ;
- des fibres métalliques : bore, aluminium, etc.

b). Composites à matrice métallique (alliages légers et ultralégers d'aluminium, de magnésium, de titane) avec :

- des fibres minérales : carbone, carbure de silicium (SiC) ;
- des fibres métalliques : bore ;
- des fibres métallo-minérales : fibres de bore revêtues de carbure de silicium (BorSiC).

c). Composites à matrice minérales (céramique), avec :

- des fibres métalliques : bore ;
- des particules métalliques : cermets ;
- des particules minérales : carbures, nitrures ; etc.

Les matériaux composites à matrices organique ne peuvent être utilisés que dans le domaine des températures ne dépassant pas 200 à 300 °C, alors que les matériaux composites à matrices métalliques ou minérale sont utilisés au-delà : jusqu'à 600°C pour une matrice métallique, jusqu'à 1000°C pour une matrice céramique [9].

2.4. La matrice

La matrice permet de lier les fibres du renfort fibreux entre elles, ainsi que de répartir les efforts (résistance à la compression ou à la flexion). La matrice est facilement déformable et assure la protection chimique des fibres. Dans un grand nombre de cas, la matrice constituant le matériau composite est une résine polymère [9].

2.4.1. Les résines

Les résines utilisées dans les matériaux composites ont pour rôle de transférer les sollicitations mécaniques aux fibres et de les protéger de l'environnement extérieur. Les résines doivent donc être assez déformables et présenter une bonne compatibilité avec les fibres [9].

2.4.2. Les résines thermodurcissables

Les principales résines thermodurcissables utilisées dans la mise en œuvre des matériaux composites sont par ordre décroissant en tonnage :

- Les résines polyesters insaturés : polyesters condensés, vinyesters, dérivés allylique, etc. ;
- Les résines de condensation : phénolique, aminoplastes, furaniques....

- Les résines époxydes [9].

2.4.3. Les résines thermoplastiques

La famille des résines thermoplastiques (on parle de « plastiques » est très vaste, et peut être séparée en plastiques de grande diffusion et plastiques techniques (ou technopolymères).

Les plastiques de grande diffusion sont mis en œuvre soit par injection pour obtenir des objets moulés, soit par extrusion pour obtenir des films, des plaques, des tubes, des profilés, etc. les plastiques techniques sont généralement mis en œuvre par injection. Les plus courantes sont le polyéthylène, le polypropylène et le polystyrène. Ils sont recyclables et ont une bonne thermo-réversibilité [9].

2.4.4. Les résines thermostables

Les résines thermostables se distinguent des autres résines, essentiellement par leurs performances thermiques qui conservent leurs propriétés mécaniques pour des températures plus élevées que 200°C. Dans la pratique nous retrouvons pour ces résines les deux grandes familles des résines thermoplastiques et thermodurcissables. Elles sont développées surtout dans le domaine de l'aviation et de l'espace [9].

2.4.5. Les résines céramiques

Ce sont des combinaisons de métaux et d'oxygène, leur coût est très élevé et ils sont réservés aux applications de hautes températures, par exemples : le Al_2O_3 , SiO_2 et MgO .

2.4.6. Les résines métalliques

Elles ont de bonnes propriétés spécifiques et une bonne tenue à la température, destinées aux applications de pointe. Les plus utilisées sont : les alliages d'aluminium, les fibres de carbone, etc [5].

2.5. Les renforts

Les matériaux de renfort confèrent aux composites leurs caractéristiques mécaniques : rigidité, résistance à la rupture, dureté, etc. Les renforts les plus utilisés se présentent sous forme de fibre.

2.5.1. Les principales fibres

a)- Les fibres de verre

Le verre sous forme massive est caractérisé par une très grande fragilité, attribuée à une sensibilité élevée à la fissuration. En revanche, élaboré sous forme fibres de faibles diamètres (quelques dizaines de micromètres), le verre perd ce caractère et possède de bonnes

caractéristiques mécanique. Les fibres de verre sont élaborées à partir d'un verre filable, appelé verre textile, composé de silice, alumine, chaux, magnésie, etc.

b)- Les fibres de carbone

Elles se trouvent sous différentes structures ; graphite et amorphe. Elaborés à partir de polymère précurseur ses propriétés dépendent de ce dernier. Avec une résistance de 200 à 300 Gpa, elles sont utilisées pour les composites polymères rigides [5].

c)- Les fibres céramiques

Elles sont élaborées par dépôt chimiques en phase vapeur sur un fil support. Actuellement, les fibres obtenues par ce procédé, et faisant l'objet d'une production, sont :

- Les fibres de bore (B) ;
- Les fibres de bore (B)-carbure de bore (B₄C) ;
- Les fibres de carbure de silicium (SiC) ;
- Les fibres de bore-carbure de silicium, appelées BorSiC.

Ces caractéristiques sont maintenues jusqu'à des températures pouvant aller de 500 à 1000°C.

d)- les fibres d'aramides

Les fibres aramides à caractéristiques mécaniques élevées sont généralement connues sous le nom de « Kevlar », ces fibres sont des fibres poly-aramides aromatiques de synthèse dont la structure est constituée de noyaux benzéniques reliés par des groupes CO et HN.

L'élaboration des fibres aramides est effectuée par synthèse à basse température (-10°C), puis par filage en solution. Les fibres sont ensuite étirées et traitées thermiquement pour augmenter leur module d'élasticité [5].

e)- Autres fibres

Il existe diverses autres fibres utilisées pour des applications particulières. Ces fibres sont généralement à faibles module et contrainte à la rupture, excepté les fibres métalliques. Parmi ces fibres nous avons :

- **Les fibres d'origine végétale** : telles que le bois utilisé sous forme de fibres orientées, le sisal, le lin, etc.

- **Les fibres synthétiques** : telles les fibres polyester (tergal, dacron, térylène...), les fibres polyamides, les fibres polyéthylène, les fibres polypropylène, etc.

-**Les fibres métalliques** : comme les fibres d'aciers, de cuivres, d'aluminium, ces fibres sont utilisées avec des matrices métalliques pour leur bonne conductibilité thermique et électrique et leurs caractéristiques thermomécaniques élevées [9].

2.6. Les charges et additifs

Différents produits peuvent être incorporés à la résine pour lui conférer des caractéristiques particulières ou en réduire le coût. L'addition de ces produits pour fonction soit d'améliorer les caractéristiques mécanique et physiques du produit fini, soit d'en faciliter la mise en œuvre [10].

3. Mise en œuvre des matériaux composites

Les principales méthodes de mise en œuvre des matériaux composites sont illustrées comme suit :

3.1. Mise en œuvre par moulage

Il s'effectue sous les différentes formes suivantes :

- Sans pression;
- Au contact;
- Par projection simultanée;
- Sous vide;
- Par compression (injection de résine, compression à chaud, compression à froid);
- Moulage des pièces de révolutions (par centrifugation, par enroulement filamentaire) [10].

3.2. Autres procédé de mise en œuvre

- Par estampage;
- Formage de plaque;
- Préformage par assemblage tridimensionnel;
- Découpe des tissus et détourage des stratifiés [5].

4. Composite à matrice polymère et renfort végétaux

Un polymère biodégradable, comme tout polymère, est formé par un ensemble de macromolécules, constituées par l'enchaînement covalent d'un très grand nombre d'unités de répétition appelés monomères (motifs) [11,12]. Il existe plusieurs familles de polymères biodégradables qui peuvent être classées selon divers critères. Dans cette partie du chapitre nous donnerons quelques aspects théoriques sur les différentes matrices biodégradables et les différents renforts végétaux associées, tel que le PLA et les fibres de l'ALFA qui seront relativement détaillées étant donné qu'ils sont les deux constituants du matériau biodégradable à élaborer dans le cadre d'essai du dispositif de compression à chaud que nous

réalisons. D'une manière générale, les polymères biodégradables peuvent être classés selon deux principales familles :

- Bio-polymère issue de ressources renouvelables :

Ils sont synthétisés naturellement à partir de source végétales (plantes), et grâce au animaux, ou entièrement synthétisés à partir de ressources renouvelables. Cette classe comprend l'amidon, la cellulose, les protéines, la lignine, le poly acide lactique (PLA), PHA, PHB (voir plus bas).

- Bio-polymère issue de ressources fossiles :

Ces polymères sont synthétisés à partir des ressources pétrolières, mais ont la particularité d'être biodégradables à la fin de leur fonctionnalité. Parmi ces polymères, on peut citer la poly-caprolactone (PCL), PBAT [13].

La figure suivante illustre Classification des bioplastiques basés sur leurs gammes de production :

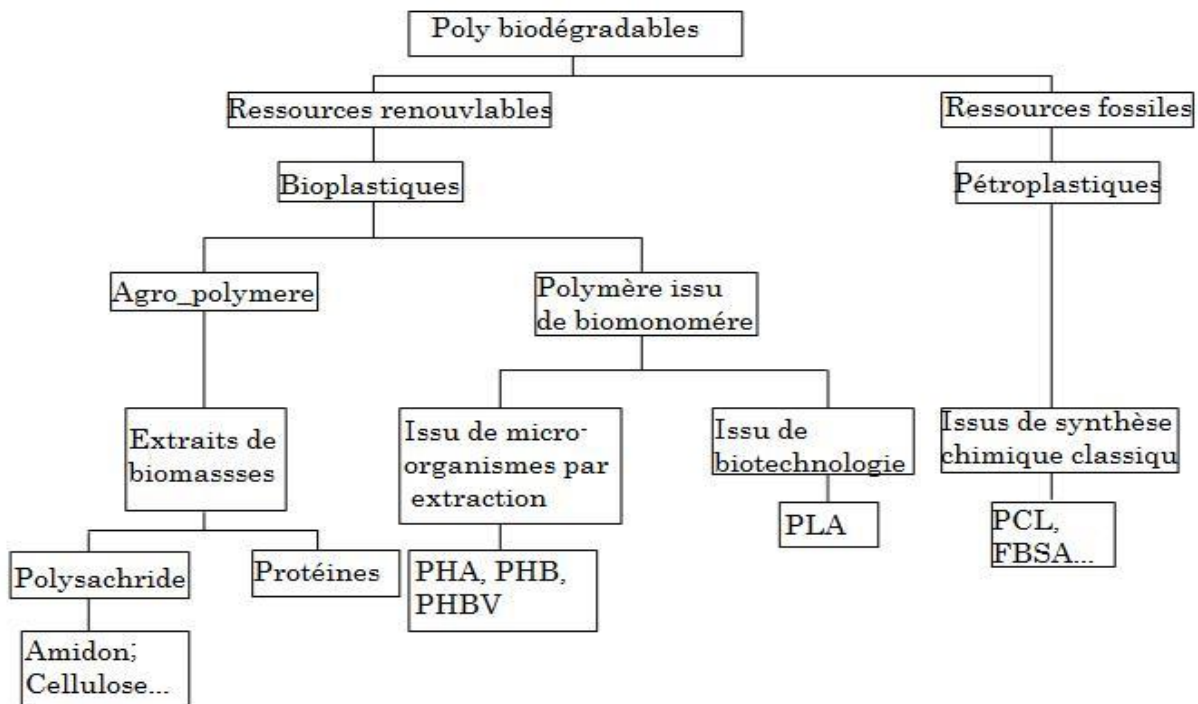


Figure II. 4: Classification des bioplastiques basés sur leurs gammes de production [16]

4.1 Dégradation, biodégradation et bio assimilation

4.1.1. Dégradation

C'est un phénomène de vieillissement caractérisé par des pertes des propriétés initiales (poids et structure moléculaire, résistance à la traction...etc.). Le terme dégradation rassemble l'ensemble des phénomènes biotiques et abiotiques que peut subir le matériau en fin de vie [14].

4.1.2. Biodégradation

La biodégradation est un processus dû à une activité biologique qui entraîne des modifications de la structure chimique du matériau. Un matériau plastique est considéré comme biodégradable si tous les composés organiques qu'il contient subissent un processus de biodégradation complet [14].

4.1.3. Bio assimilation

C'est la disparition totale du matériau du milieu dans lequel il est placé. Idéalement, le matériau est minéralisé sous forme de dioxyde de carbone et d'eau d'une part et transformé sous forme de biomasse d'autre part.

4.2 Principaux polymères biodégradables

-PCL : (polycaprolactone)

Polymère dégradable utilisé seul ou en mélange avec un polymère naturel comme l'amidon. L'avantage principal de ce polyester réside dans sa « flexibilité ». La PCL possède également la propriété remarquable d'être miscible à de nombreux polymères (PVC, ABS, ...) ce qui en fait un excellent agent de dispersion de charges. Sa résistance à la chaleur arrive à (150°C au lieu de 60°C) en procédant à une irradiation par rayon gamma, il est dégradable en milieu bactériens [15].

- PHA: poly (β –hydroxyalcanoates)

Famille de polymères poly (β -hydroxyalcanoates), obtenus à partir d'organismes vivants comme les plantes. Cette obtention passe par une étape d'extraction et de purification après broyage de la partie de la plante comportant le polymère [16].

4.3. Le PLA

4.3.1 Définitions :

Le poly(acide lactique), aussi dénommé polylactide, est un polyester aliphatique connu pour sa biodégradabilité et sa biocompatibilité, et peut être considéré comme biopolymère car il est obtenu au départ de l'acide lactique. Dérivé de ressources végétales renouvelables telles que le maïs, la pomme de terre, le sucre...etc. Il est transparent, brillant et présente une structure semi cristalline [16].

4.3.2. Les propriétés du PLA

Le PLA présente les propriétés suivantes :

- Une rigidité et résistance mécanique importante ;
- Une très bonne propriété optique en termes de transparence et de brillance ;

- De bonnes propriétés barrières aux graisses, aux huiles et aux arômes ;
- Une faible tension superficielle permettant une impression facile ;
- Possibilité de mise en œuvre par de nombreux procédés ;
- Contrainte à la rupture élevée [16].

Le tableau suivant nous montre les propriétés mécaniques du PLA en comparaison avec d'autres plastiques traditionnels :

Tableau II. 1: comparaison des propriétés mécaniques du PLA avec d'autres plastiques traditionnels [16].

Polymères	Module de traction (Mpa)	Module de flexion (Mpa)	Elongation à la rupture (%)
PLA	3834	3689	4
PS	3400	3303	2
PP	1400	1503	400
PEHD	1000	800	600

4.4. Les renforts végétaux

Elles sont utilisées en substitution des fibres de verre en tant que renforts pour les matériaux composites. Elles offrent une alternative judicieuse du point de vue mécanique et environnemental [5].

4.4.1 Classification des fibres végétales

Il existe plusieurs critères de différenciation des fibres :

- Suivant l'organe de la plante dont elles sont issues, les fibres végétales peuvent être classées en fibres de tiges (Kénafe, jute, lin, ramie), et de feuilles (Sisal, abace, paille de graminée) [17].

- Suivant leur teneur en holocellulose (cellulose et hémicellulose) et en lignine, on peut distinguer les fibres ligneuses (dures et rigide provenant de matériels ligneux tels que le bois d'œuvre, les résidus de l'industrie du bois et les fibres non ligneuses (douces, souples, issues de végétaux non ligneux souvent annuels relativement moins riches en lignine tels que le kénafe, le chanvre, le sisal, le jute et le lin) [18].

- Suivant leur longueur, les fibres végétales peuvent être groupées en deux catégories : fibres longues, dites libérienne, provenant des tiges et d'écorce de tiges de plantes annuelles. Elles sont douces, tandis que les fibres longues issues de feuilles ou de troncs d'arbre sont plus dures et plus rigides [17].

4.4.2. Avantages et inconvénients des fibres végétales

Pour des raisons de disponibilité et de coût, les fibres naturelles d'origine végétale sont les plus utilisées pour le renforcement des matériaux composites ; elles constituent une alternative intéressante aux fibres de verre en raison de leur recyclabilité. Ces fibres présentent de nombreux avantages comme renfort des composites. En revanche, certains inconvénients peuvent être un frein au niveau de développement industriel [17].

Avantage :

- Faible coût ;
- Biodégradabilité ;
- Propriétés mécaniques spécifiques importantes (résistance et rigidité) ;
- Non abrasif pour les outillages ;
- Neutre pour l'émission de CO₂ ;
- Peu d'énergie pour production ;
- Ressource renouvelable.

Inconvénients :

- Difficulté de leur extraction ;
- La nature hydrophobe ;
- Sensibilité thermique ;
- Gonflement des fibres.

4.4.3. Présentations de quelques fibres végétales

- Le jute : fibre extraite de tige de plante d'origine asiatique utilisée pour revêtement de sol;
- Le sisal : extrait de feuilles de plante d'origine du Mexique très résistante, fabrication de cordage et tissus ;
- Le lin : extrait de tige, faible élasticité et bonne conduction de la chaleur ;
- Le chanvre : extrait de tige de plante d'origine chine, retient (95%) de rayon UV.

4.5. Présentations de la fibre végétale locale l'Alfa

L'alfa, *Stipa Tenacissima* L, est l'une des graminées pérennes dominantes, typiques des parcours steppiques maghrébins. Utilisée pour la fabrication des pates à papier, cordage et composites...etc.

C'est une essence très robuste, raide, sèche très persistante. Elle se présente en touffes denses, à feuilles longues et coriaces. L'alfa comprend une partie souterraine très importante pour la régénération et une partie aérienne atteignant 1m de hauteur. La partie aérienne est constituée de rameaux portant des graines imbriquées les unes dans les autres, surmontées de limbes longs de 30 à 120 cm [19].



Figure II. 5: Image de la plante d'Alfa [5].



Figure II.6 : Illustrations de la plante d'Alfa à l'état brut.

4.5.1. La récolte de l'Alfa

L'Alfa se récolte après la maturation des graines, c'est-à-dire, à partir de juillet-août. La récolte commence par l'enlèvement des feuilles uniquement à la main, par arrachage, suivant la pratique adoptée depuis toujours, soit en enroulant les feuilles autour d'un bâton court, soit en se garnissant la main d'une tige de métal. Elles ont été collectées dans la région des hautes terres algériennes, séchées au soleil et stockées à l'abri de l'humidité. Les tiges ont été coupées et transformées en fibres courtes à l'aide d'un broyeur-hachoir[19].

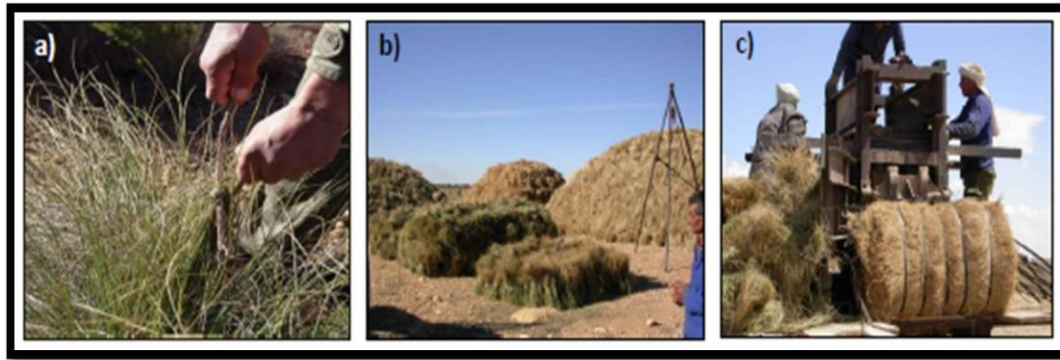


Figure II.7 : Les différentes étapes de la récolte de l'Alfa, (a) l'arrachement, (b) la collecte et (c) la mise en balle [19].

4.5.2 Propriétés mécaniques des fibres de l'Alfa

Le tableau II.2 résume les propriétés spécifiques des différentes fibres naturelles comme étant des renforts pour les composites :

Tableau II. 2: Performances mécaniques en traction de l'Alfa et autres fibres naturels utilisées comme renforts des polymères [5].

Fibres	Masse volumique (g/cm ³)	Allongement à la rupture (%)	Contrainte à la rupture (Mpa)	Module de Young (Gpa)
Alfa	1.4	1.5-2.4	134-222	13-17.8
Jute	1.3	1.5-1.8	300-600	20
Sisal	1.5	2-2.5	340-423	6-14
Chanvre	1.5	1.6	460	17
Lin	1.5	2.7-3.2	230-690	18

Chapitre III

Conception du dispositif de compression à chaud

Chapitre III : Conception du dispositif de compression à chaud.

1. Problématique

La surexploitation et le développement intense des matériaux polymères pour les usages quotidiens ont généré l'accumulation de déchets non biodégradables ou à longue durée de vie. Ce qui a provoqué une véritable source de nuisance visuelle, d'encombrement des décharges et de pollution des sols et des eaux.

La prise de conscience concernant ces problèmes écologiques a permis la mise en place de programmes de recherche afin de résoudre cette problématique. Ainsi, de nouveaux polymères biodégradables, dont les bio-polymères (issus de ressources naturelles) sont en développement avec l'objectif de contribuer à la préservation de l'environnement et l'exploitation rationnelle des ressources naturelles [5].

Il existe plusieurs méthodes d'élaboration de ces matériaux. Citons, à titre d'exemples, le cas de l'extrusion et de l'injection plastique. L'idée d'élaborer des composites à matrice polymère biodégradable renforcée par des particules également biodégradables par compression à chaud nous a été soumise. La compression à chaud permet plusieurs avantages, notamment économiques en minimisant les pertes de matières premières, la possibilité d'élaborer des pièces finies sans reprise d'usinage, la possibilité de réutiliser (recycler) des matériaux biodégradables en les broyant, l'économie d'énergie lors de l'élaboration (les températures d'élaboration plus faibles que pour les matériaux polymères conventionnels), etc.

2. Objectif

Les propriétés et les caractéristiques d'une pièce fabriquée à partir d'un matériau à élaborer dépendent fortement de la méthode et des conditions de sa mise en forme. Un dispositif de compression à chaud pour les matériaux polymères a été conçu et partiellement fabriqué au laboratoire Sciences des matériaux par Mrs. MESSAS H. et DELCI F. [5]. L'objectif de notre travail est de poursuivre la conception des parties manquantes et leur fabrication ainsi que la mise en route de ce dispositif. Il s'agit de concevoir et de fabriquer des pièces qui assurent le bon fonctionnement du dispositif adapté sur une presse mécanique semi-automatique déjà disponible au laboratoire. Outre les critères classiques inhérents à la

conception, cette dernière doit satisfaire les critères d'adaptabilité et facilité de montage et de démontage.

2.1 Cahier de charges fonctionnelles

Une bonne partie du cahier des charges est élaboré précédemment par nos camarades [5]. Pour améliorer le dispositif, nous prévoyons ce qui suit :

- Le dispositif doit permettre une régulation électronique de la température et de la pression pour réduire, au maximum, l'intervalle d'erreur. A ce titre, le dispositif de régulation de la pression doit permettre l'acquisition instantanée de la pression exercée sur l'échantillon et la génération de la commande adaptée.

- L'assemblage du dispositif doit permettre une utilisation facile (montage, introduction des matières premières, extraction de l'échantillon) ;

- Le dispositif doit être équipé d'un système de refroidissement à même d'éliminer l'effet inertie du four et permettre un refroidissement suivant le cycle imposé ;

- La conception du système doit prendre en compte l'aspect stabilité et robustesse du dispositif et une bonne fixation pour minimiser les vibrations éviter la perte de l'équilibre mécanique et l'endommagement du dispositif ;

- Les étapes de manipulation du dispositif pour l'élaboration d'un échantillon doivent concorder avec les impératifs liés aux paramètres de l'élaboration. Le piston inférieur de la presse lors de l'introduction des matières premières doit être en position basse ; le piston supérieur en position haute et supporté par la plaque maintenue dans la position adéquate. Une fois les matières premières introduites et bien tassées, il convient de faire descendre la plaque supérieure et, par conséquent, le piston supérieur. Ensuite, la compression doit être appliquée par le déplacement progressif du piston inférieur, opération qui se fait de manière semi-automatique.

2.2 Conditions de fonctionnement :

La machine de compression à chaud servira à élaborer des matériaux composites à base de polymères (PLA, PMMA, PEHD, etc.) et des renforts particuliers et/ou fibres. Le dispositif est adaptée sur une machine de compression déjà existante sans la modifier vue qu'elle est utilisée pour les essais de compressions, donc pour mener l'étude il faut prendre comme données de base les dimensions de la presse.

La presse à chaud est équipée de deux pistons mobiles, la chaleur nécessaire pour le chauffage de l'échantillon est prévenu des pistons parce que la machine doit permettre l'élaboration d'échantillons de dimension suffisante pour les essais mécaniques (longueur comprise entre 100 et 150mm) [5].

Une bonne partie de la conception et de la fabrication du dispositif a été faite par DELCI F. et MESSAS.H [5]. Cependant, le projet étant non encore finalisé, les tâches assignées à notre contribution sont :

- 1- Le dispositif de compression doit être pratique de sorte à pouvoir injecter les matières premières aisément, opérer la compression à chaud qui se fera de manière semi-automatique selon le cycle pression-température-temps désiré.

De ce fait, le piston inférieur doit être fixé –mais démontable- au vérin de la presse par un support pour avoir une bonne transmission de l'effort de compression et permettre d'éviter la propagation de la chaleur vers les organes de la presse.

- 2- L'acquisition instantanée de la pression appliquée étant nécessaire pour l'instrumentation du dispositif, la mise en place d'un système à jauges de contraintes est à faire.
- 3- Permettre la fixation de la chambre de compression. Il s'agit de concevoir et de fabriquer une plaque support qui sera maintenue sur les deux tiges à l'aide de 4 bagues de fixations assurons le déplacement horizontal de la plaque, quatre trous pour passage de boulons M12 sont prévue sur la plaque pour la fixation de la chambre à l'aide de crochets
- 4- Permettre la fixation du piston chauffant supérieur au comparateur. Il s'agit de concevoir et de fabriquer un corps cylindrique qui sera fixé sur l'anneau du comparateur à l'aide d'une tige filetée, ainsi le piston chauffant supérieur est fixé sur le corps cylindrique

Après chauffage et maintien, l'élaboration de l'échantillon nécessite une opération de refroidissement. Les températures seront de l'ordre de quelques centaines de °C (de 100 à 500°C), le mode de refroidissement doit être soit par conduction (contact métal + serpentin contenant un fluide de refroidissement), ou par convection (air ventilé sur la surface externe du cylindre) [5].

2.3. Choix des solutions

- Système de compression : la machine de compression sur laquelle le dispositif est adapté est dotée d'un piston inférieur mobile actionné par un vérin et d'un piston supérieur fixe. Le déplacement du piston inférieur (qui génère la compression) peut de faire de manière semi-automatique.

Le piston supérieur est suspendu à un anneau métallique en acier au milieu duquel un comparateur indique le déplacement généré par la compression. Ce système étant moins précis et ne permettant pas l'instrumentation du dispositif, nous avons choisi de coller des jauges de déformations sur les parois latérales de l'anneau de sorte à déduire les pressions instantanées lors de l'application de l'effort.

- Pour la fixation du piston supérieur sur l'anneau métallique ; un corps cylindrique est à concevoir et à fabriquer, qui sera fixé sur l'anneau du comparateur à l'aide d'une tige filetée, ainsi le piston chauffant supérieur est fixé sur le corps cylindrique

- Pour les pistons mobiles, ils se déplacent à l'intérieur du cylindre à fixer solidairement à une plaque-support qui glisse le long des deux tiges verticales de la presse. Cette plaque support est maintenue à une hauteur donnée grâce à quatre bagues de fixation, deux sur chaque tige.

- Système de refroidissement : nos collègues DELCI F. et MESSAS. H. proposent deux serpentins en cuivre dans lesquels circulera l'eau de refroidissement seront placés sur la partie externe des deux demi-cylindres. Etant donné que les températures de chauffe ne sont pas très élevées, l'eau de refroidissement, contenue dans un bac, sera envoyée à l'aide d'une pompe hydraulique et fait un circuit fermé [5]. Les difficultés rencontrées lors de nos multiples tentatives de fabriquer de tels serpentins, notamment la diminution inévitable des diamètres intérieurs des tubes suite à leur mise en forme, nous poussent à suggérer une autre solution : poche à fabriquer à partir de plaques en Cu (Vu le temps imparti à ce travail et suite à la fermeture de l'établissement depuis mars dernier (confinement sanitaire imposé par la pandémie Covid-19), nous n'avons pas pu poursuivre cette partie du travail.).

- Pour la bonne fixation du piston inférieur, on a choisi de concevoir et fabriquer un corps cylindrique (Fig. III.10) qui le liera au vérin. Ce corps sera fixé sur le vérin en utilisant des vis de pression montées sur la paroi latérale. Il en sera de même pour la fixation du piston inférieur sur ce corps cylindrique. Pour éviter la propagation de la chaleur vers les pièces de la presse, on a choisi de réaliser des rainures au niveau de la paroi latérale du corps cylindrique et assurer un refroidissement par convection (air ventilé sur la surface externe du cylindre).

3. Conception du dispositif

La conception des pièces consiste à déterminer les formes et les dimensions de chaque pièce de sorte à satisfaire :

- Un bon fonctionnement du dispositif,
- Facilité de montage et de démontage,
- Une certaine durabilité du dispositif,
- Capacités et moyens de fabrication mis à notre disposition,
- choix des matériaux à utiliser,

Pour la réalisation des dessins de définitions et d'ensembles, la simulation des assemblages et la simulation des gammes de fabrication, nous avons choisi d'utiliser les commandes du logiciel SolidWorks.

3.1. Choix des matériaux

La nature des sollicitations auxquelles les pièces de la presse seront soumises, à savoir les sollicitations thermiques (fonctionnement à des températures allant de 25 à 500-600°C, la bonne conductivité thermique, la résistance aux chocs thermiques), mécaniques (résistance, durabilité), physico-chimiques (résistance à l'oxydation à température, inertie chimique au contact des matériaux à élaborer), la disponibilité et le prix de revient et l'usinabilité au vu des moyens de fabrication disponibles conduit à choisir un alliage d'aluminium disponible au hall de technologie de Oued Aissi.

3.2. Propriétés physiques et mécaniques de l'alliage utilisé

Les propriétés physiques de l'aluminium sont :

-Température de fusion est de 660°C ; celle de l'alliage choisi est supérieure à 580°C (alliages d'aluminium avec eutectique).

-Bonne conductivité thermique.

Les propriétés mécaniques sont :

-Module de Young 66,6 GPa ;

-Module de torsion 25 GPa ;

-Coefficient de Poisson (0,33-0,35).

L'aluminium présente un bon rapport rigidité/densité. D'un point de vue résistance à l'oxydation, l'aluminium, très avide d'oxygène, s'oxyde rapidement mais développe une fine couche protectrice compacte qui le protège de l'oxydation.

3.3 La presse TRITEST 50

La figure III.1 montre la presse hydraulique TRITEST 50 disponible au laboratoire et sur laquelle le dispositif est adapté. Cette presse est constituée de deux blocs reliés par des tiges verticales ayant pour rôle de guider la partie supérieure mobile et sa fixation après avoir placé l'éprouvette à tester (la presse était destinée exclusivement pour des essais de traction et de compression).

L'adaptation de la presse pour constituer notre dispositif implique l'affectation de certaines tâches aux pièces constitutives. Le piston inférieur mobile applique l'effort de compression sur le matériau à élaborer tout en produisant de la chaleur ; la presse étant équipée d'une cellule de charge pouvant appliquer des efforts dans la gamme de 2 à 30 N. Cette presse est munie d'un système électrique permettant de régler la vitesse de déplacement automatique. Elle peut également être actionnée manuellement.

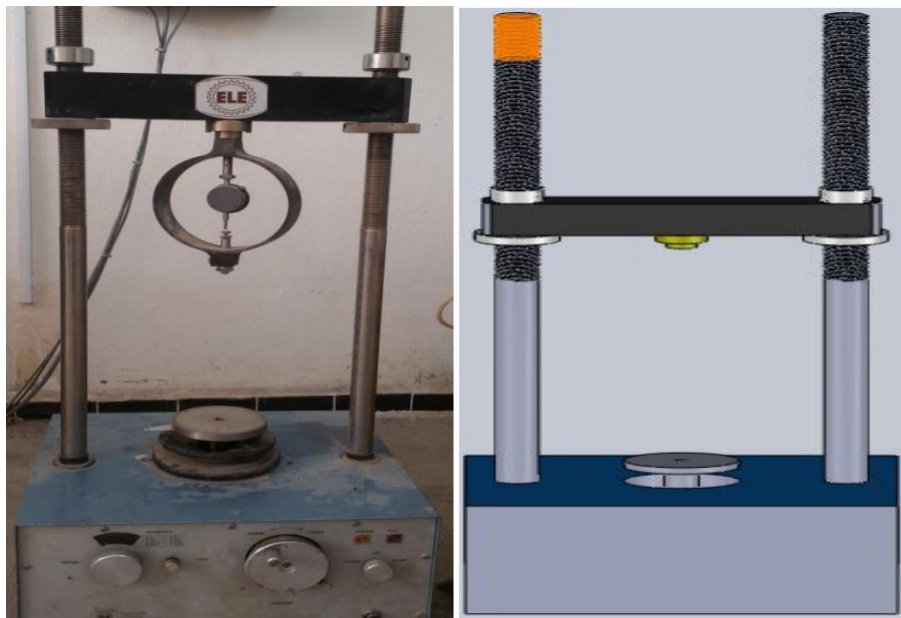


Figure III. 1: La presse TRITEST 50

3.4. Les éléments du dispositif

La figure III.2 montre une vue en perspective la chambre de compression du dispositif envisagé. Il est constitué d'une chambre cylindrique, deux pistons chauffants grâce à deux plaques chauffantes qui y sont montées.

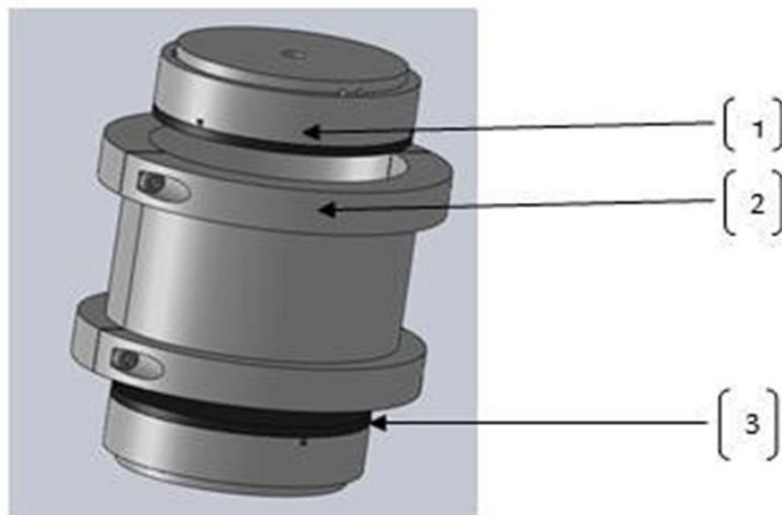


Figure III. 2 : Vue en perspective du dispositif de compression à chaud et principales pièces constituantes : (1) piston supérieur, (2) demi-cylindre et (3) piston inférieur.

Comme le montre la figure III.2, la chambre de compression est constituée de deux demi-cylindres et des deux pistons chauffants (supérieur et inférieur).

Les deux demi-cylindres ont un diamètre extérieur de 250 mm et un diamètre intérieur 186mm pour faire un ajustement glissant avec les pistons. Les deux pistons ont un diamètre de 186 mm imposé par les dimensions de la plaque chauffante disponible dans le commerce. Nous avons, en effet, choisi d'utiliser ce genre de plaques chauffantes (Fig. III.4), suffisamment fiables et durables, vu que les résistances chauffantes sont puissantes (150 W) bien incrustées dans un tube dans lequel une céramique –pour assurer l'isolation électrique– est injectée en barbotine puis séchée.

Sur la surface latérale extérieure de la chambre de compression, une surface est aménagée sur une longueur de 110 mm pour y fixer le système de refroidissement. Pour permettre l'assemblage des deux demi-cylindres, quatre trous taraudés M10 sont prévus sur

les bords, dans le sens vertical, des deux demis-cylindres. Ces deux derniers sont faits en alliage d'aluminium (par nos collègues [5]).

Les deux pistons, inférieur et supérieur, de forme cylindrique, ont un diamètre extérieur 186 mm de façon à avoir un ajustement glissant avec la chambre de compression. Un méplat de 16 mm de diamètre avec un perçage au milieu de 7mm Ø est prévu la vis de fixation de la plaque chauffante. Sur sa surface latérale, trois trous taraudés M5 sont prévus pour fixer la plaque au piston. Une gorge le long de la surface de base est prévue pour l'emboîtement de la plaque chauffante. Six trous pour le passage des fils d'alimentation électrique de la plaque et du thermocouple sont également prévus sur la surface plane supérieure [5].

Les figures III.3, III.4 et III.5 illustrent respectivement une vue du corps du piston, une photographie de la plaque chauffante et une vue en perspective d'un piston chauffant assemblé [5].

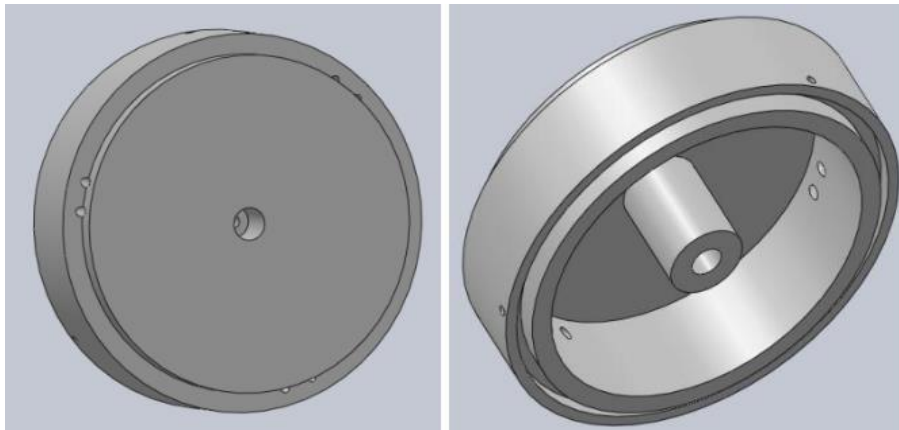


Figure III. 3:Corps du piston [5].



Figure III.4: plaque chauffante.

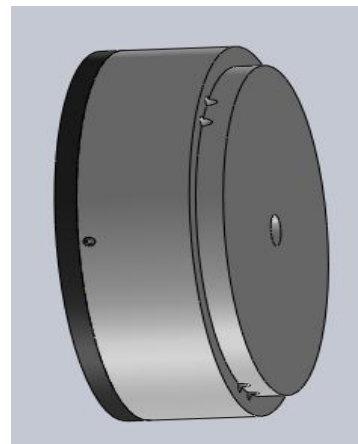


Figure III.5 : Piston-Plaque chauffante

3.5. Système de refroidissement

Le refroidissement de la chambre chauffante se fait par circulation d'eau dans deux serpentins en cuivre soudés sur les deux parois extérieures des demi-cylindres. La circulation de l'eau de refroidissement se fera en circuit fermé à partir d'un grand bac grâce à deux pompes hydrauliques, chaque circuit d'un demi-cylindre étant alimenté par sa propre pompe [5].

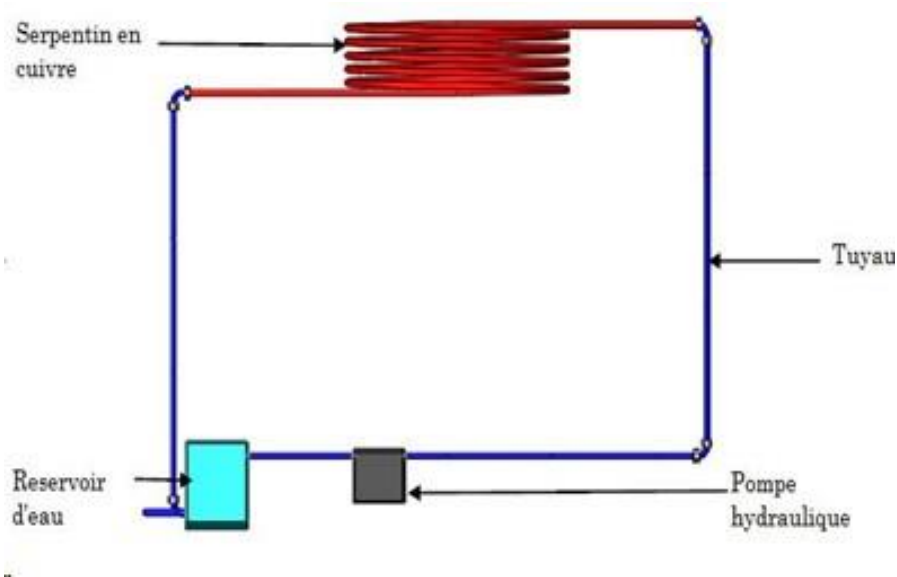


Figure III.6 : Schéma du système de refroidissement [5]

3.6. Système de compression

La figure III.7 montre le piston supérieur qui est doté d'un comparateur mais qui ne fonctionne pas correctement. Pour permettre une acquisition instantanée de l'effort-pression appliquée par la presse, nous avons choisi d'intégrer des jauges de contraintes à coller sur les surfaces les plus déformées de l'anneau (Fig. III.7.a) et à relier à un système d'acquisition (Fig. III.8) et de régulation permettant de faire appliquer l'effort selon le cycle de compression désiré.

Vu la forme initiale de l'anneau et son évolution au cours de la compression, nous avons choisi de coller des jauges de déformation sur les surfaces latérales intérieure et extérieure de l'anneau pour suivre instantanément cette déformation et remonter à la pression appliquée.

3.6.1. Les jauges de déformation

Une jauge de déformation est un capteur de déformation consistant en une « résistance électrique variable » dont la valeur varie proportionnellement à la déformation subie. Elle est constituée d'un fil électrique très fin disposé en spires rapprochées (Fig. III.7.b) de sorte que son allongement induit une augmentation proportionnelle de la valeur de sa résistance selon la formule ci-dessous.

$$R = \frac{\rho l}{S} \text{ où : } R : \text{résistance instantanée de la jauge}$$

ρ : La résistivité du métal constituant la jauge

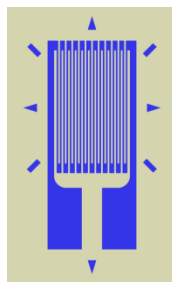
l : longueur totale de la jauge (des spires)

S :section du fil de la jauge

On remarque que lors de l'allongement de la jauge suite à une déformation, la longueur l augmente de Δl engendrant ainsi une augmentation de la résistance de la jauge d'une valeur ΔR (la variation de la section S étant négligeable).



(a)



(b)

Figure III.7 : L'anneau du comparateur et les jauge



Figure III.8 : système d'acquisition

Les deux paramètres importants qui caractérisent la jauge de contrainte sont, d'une part, la valeur de la résistance au repos, et d'autre part, la sensibilité de la jauge aux contraintes. Les principaux facteurs qui conditionnent les valeurs de ces paramètres sont :

- Le matériau constituant la jauge ainsi que son niveau de dopage.
- Les dimensions de la jauge.

Un inconvénient majeur des jauges de contraintes est la forte dérive thermique de la résistivité qui peut être du même ordre de grandeur que l'amplitude de la réponse en pression. C'est pourquoi on réalise souvent le système d'acquisition couplé avec quatre résistances montées en pont de Wheatstone (comme représenté sur la figure III.9).

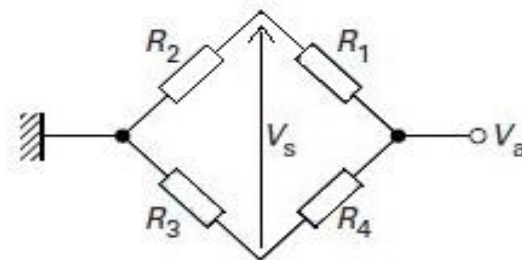


Figure III.9 : montage en pont de Wheatstone.

3.6.2. Acquisition de la pression appliquée

Pour une meilleure précision, nous avons choisi de coller des jauges de déformation sur la surface extérieure (allongée) et intérieure (comprimée) de l'anneau afin de mesurer la déformation au niveau de la zone médiane. L'évolution de la déformation permet de remonter, pour tout instant t , à l'effort appliqué et, par conséquent à la pression de compactage.

Pour ce faire, nous avons utilisé un système électronique permettant l'acquisition des valeurs instantanées de la déformation générée. Ce système, équipé d'une interface RS 232 sera couplé à un ordinateur sur lequel on installera un programme de régulation de la compression. La régulation de la compression sera assurée au moyen d'une carte électronique de type Arduino-Uno agissant sur l'électrovanne de la presse.

Vu le temps imparti à ce travail et suite à la fermeture de l'établissement depuis mars dernier (confinement sanitaire imposé par la pandémie Covid-19), nous n'avons pas pu poursuivre cette deuxième partie du travail. La conception, la fabrication des pièces

mécaniques, le montage des jauges et quelques essais de vérification du fonctionnement sont réalisés.

3.7. La mise en place du dispositif sur la presse Tritest 50

Afin d'assurer un bon fonctionnement et une bonne stabilité du système, le dispositif de compression doit être bien fixé sur la presse. Ce qui nous amène à concevoir et fabriquer des pièces répondant à ce besoin.

3.7.1. Corps de fixation du piston inférieur

La figure III.10 montre le corps de fixation du piston inférieur, qui permet de transmettre l'effort de compression du vérin de la presse vers le piston tout en minimisant la propagation de la chaleur vers les organes de la presse (vérin...etc.). Par ailleurs, grâce à des rainures autour du corps cylindrique, l'ensemble peut-être refroidi, ce qui permet ainsi d'éviter les transferts de chaleur vers la partie inférieure du dispositif.

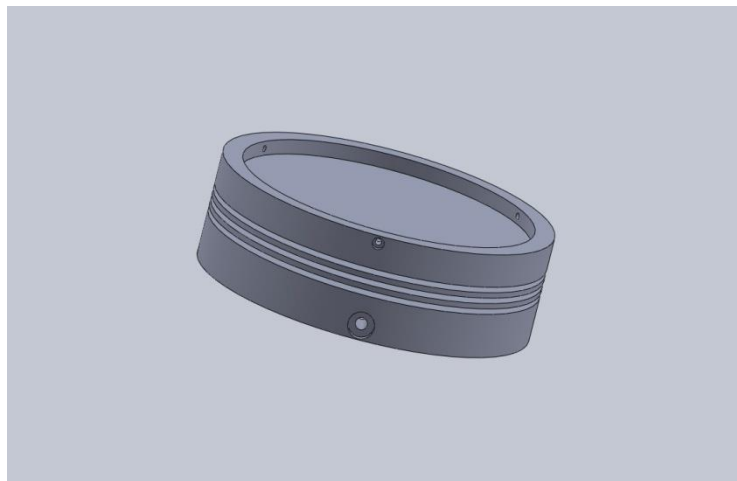


Figure III.10 : corps de fixation du piston inférieur.

3.7.2. Plaque-support :

Elle sert de support pour le dispositif de compression à chaud (Fig.III.11). Elle est munie de deux perçages de 36,5 mm de diamètre pour le passage des deux tiges de la presse et le guidage du dispositif. Pour pouvoir déposer le dispositif de compression et le fixer solidement, quatre trous pour le passage de boulons M12 y sont prévus. Pour permettre le déplacement vertical du piston inférieur sous l'action du vérin de la presse, cette plaque présente un alésage de diamètre 186 mm au milieu. Cette plaque est conçue à la fois pour

accueillir la chambre de compression et pour offrir au système la stabilité lors de sa mise en marche. Elle est en alliage d'aluminium.

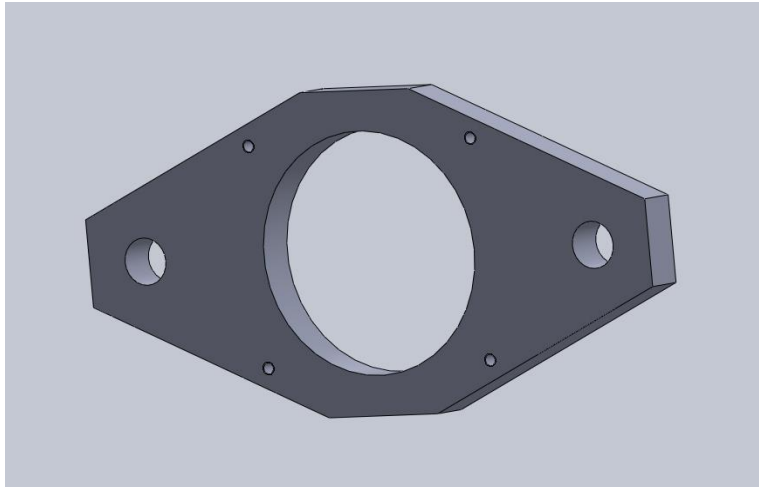


Figure III.11: plaque support.

3.7.3. Bagues de fixation

Ces bagues (Fig. III.12) sont au nombre de quatre : 2 sur chaque tiges de part et d'autre de la plaque. Elles sont en acier ordinaire (le XC-48). Ces bagues servent pour le guidage en translation de la plaque-support sur les tiges. Elles sont sous forme cylindrique de diamètre intérieur 36,5mm. Deux trous taraudés M6 sont prévus pour le passage de deux vis de pression permettant le maintien de la bague à une position donnée sur la tige verticale.

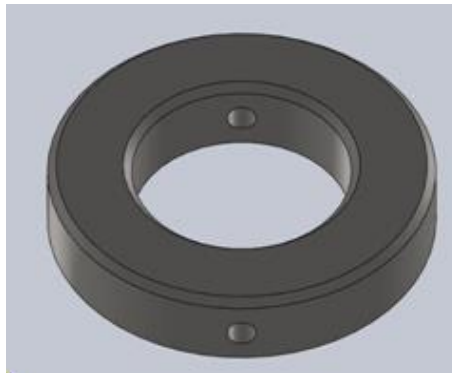


Figure III. 12 : Bague de fixation de la plaque-support.

3.7.4. Support de fixation du piston supérieur

Cette pièce sert à fixer le piston supérieur sur l'anneau (Fig. III.7) de la machine de compression. Elle est de forme cylindrique, sa partie inférieure comporte trois trous de passage des vis M6 pour la fixation du piston. Sa partie supérieure possède un trou taraudé

pour le passage d'une tige filetée afin de fixer l'ensemble piston-porte piston à la traverse de la presse. Cette pièce est en alliage d'aluminium.

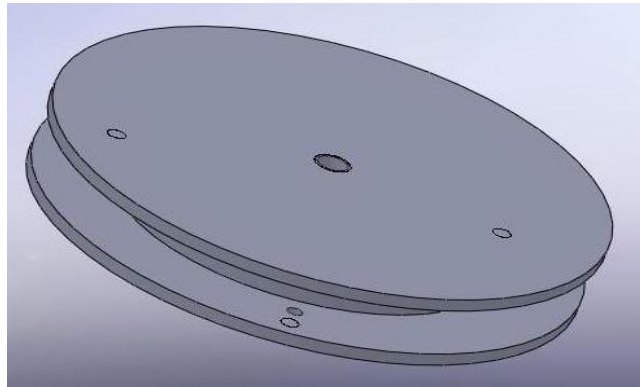


Figure III. 13 : Support de fixation du piston supérieur

4. Assemblage du dispositif

4.1. Assemblage piston inférieur-support de fixation inférieur-vérin

La figure III.14 montre les trois pièces : vérin (5), support de fixation inférieur (4) et piston inférieur (1) assemblées. La fixation du piston inférieur (1) sur le support (4) est assurée au moyen de quatre vis de pression M5(2). La fixation du support (4) au vérin(5) est assurée par quatre vis de pression M6 (3).

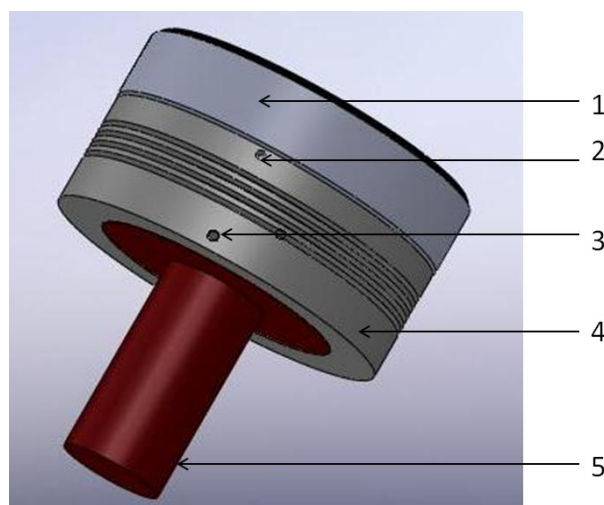


Figure III. 14 : vérin-support de fixation inférieur-piston inférieur.

4.2. Assemblage piston supérieur-support de fixation supérieur

La fixation de l'ensemble piston supérieur (4) – support de fixation (2) est assurée par trois vis M6 (3), écrous et contre écrous de serrage. Ensuite l'ensemble est fixé au comparateur de la traverse de la presse à l'aide d'une tige filetée M12, l'ensemble est fixé à la traverse (1) de la presse. La figure III.15 illustre l'ensemble des pièces solidaires.

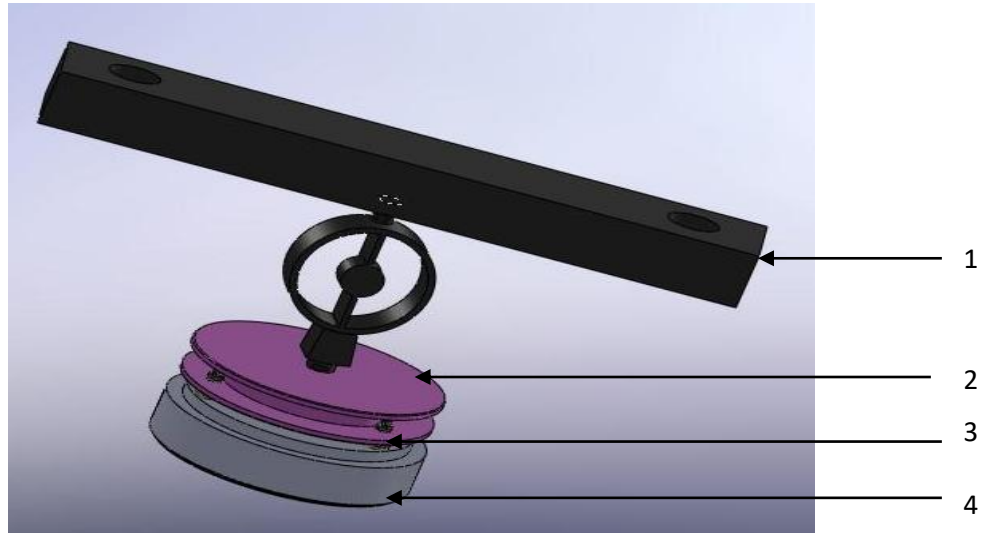


Figure III.15 : assemblage Piston supérieur - Support de fixation supérieur - traverse.

4.3. Assemblage plaque support sur la presse

La plaque est guidée en translation sur les tiges de la presse au moyen de deux bagues (Fig. III.12) translatant sur les tiges puis fixées par des vis de pression M8. La figure III.16 montre l'aperçu d'assemblage.

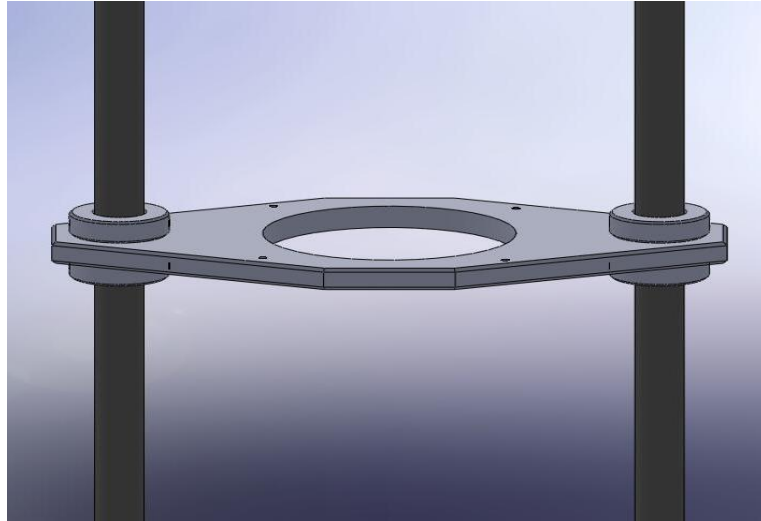


Figure III.16 : plaque-support fixée sur les tiges de la presse

4.4. Assemblage cylindre sur la plaque support

La chambre de compression assemblée est fixée, après réglage de sa position, sur la plaque-support de la presse à l'aide de crochets et de quatre vis M6, des écrous et contre-écrous de serrage comme le montre la figure III.17.

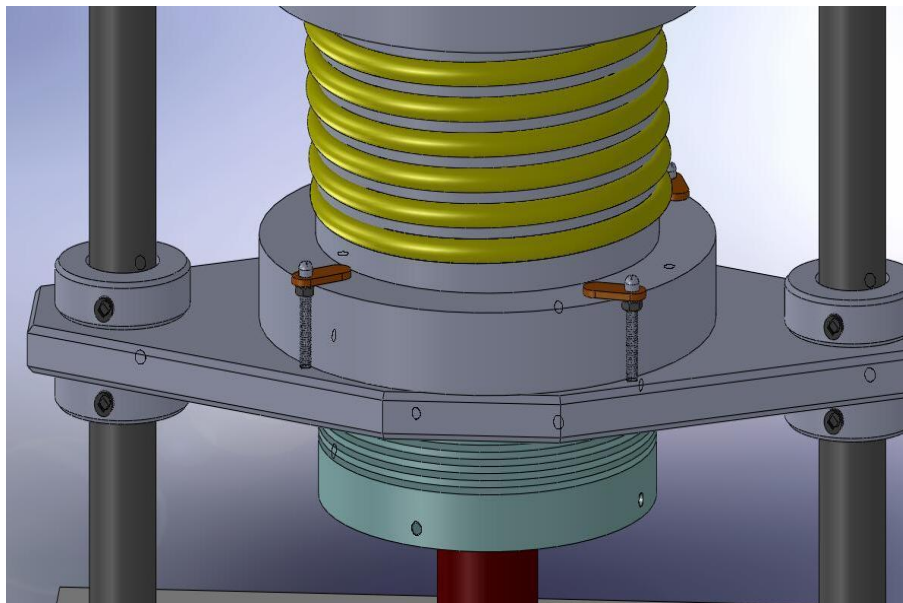


Figure III.17 : Assemblage cylindre-plaque support.

4.5. Assemblage et mise en place du dispositif sur la presse

La figure III.18 montre une vue en perspective du système de compression à chaud assemblé et fixé sur la presse mécanique.

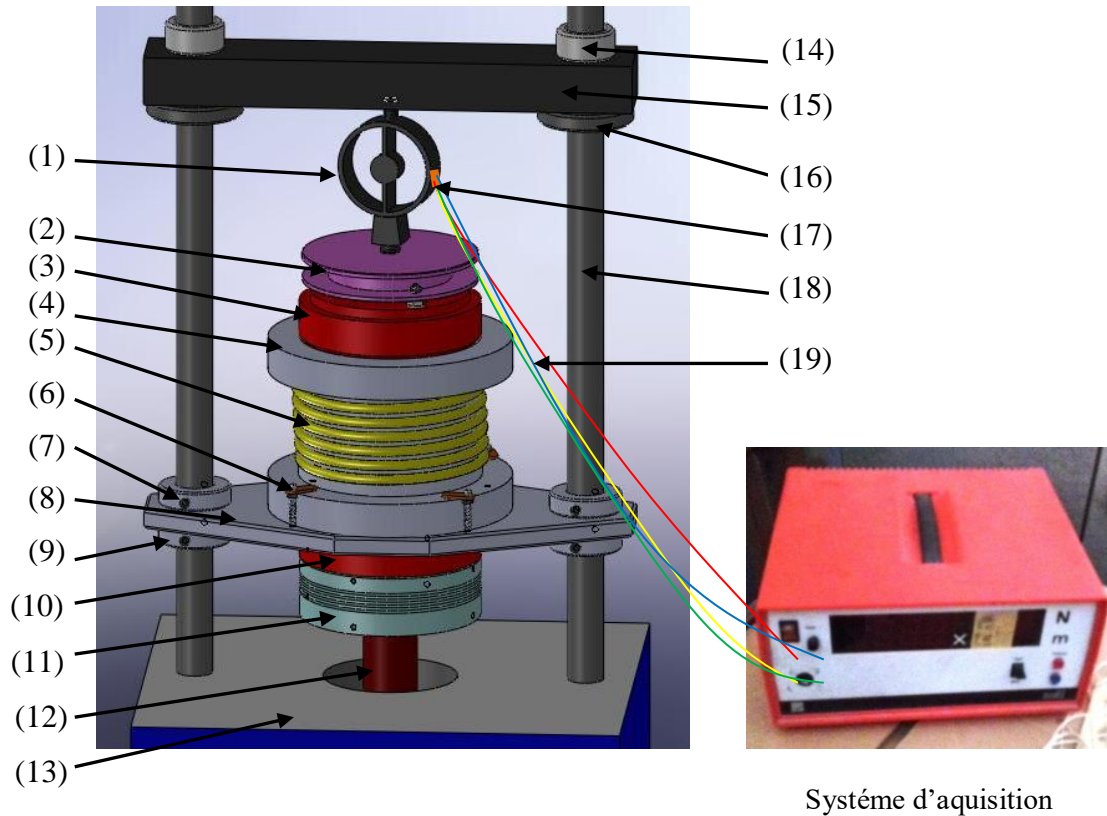


Figure III.18 : Assemblage final du dispositif.

- | | |
|--|--------------------------------------|
| (1) : anneau du comparateur | (10) : piston inférieur |
| (2) : support de fixation supérieur | (11) : Support de fixation inférieur |
| (3) : piston supérieur | (12) : Vérin |
| (4) : chambre de compression | (13) : Presse hydraulique Tritest50 |
| (5) : serpentin de refroidissement en cuivre | (14) : Bague supérieure |
| (6) : crochet | (15) : traverse |
| (7) : bague de fixation supérieure | (16) : bague inférieure |
| (8) : Plaque support | (17) : Jauge de déformation |
| (9) : Bague de fixation inférieure | (18) : tige de la presse |
| | (19) : fils électrique |

5. Fonctionnement du système

La mise en place du système commence par la pose du support de fixation du piston inférieur (11) sur le vérin (12) suivies par la pose et la fixation du piston chauffant inférieur (10) (pièce 1 de la figure III.14).

La plaque support (8), préalablement posée à la position la plus basse sur le bâti de la presse (13), est ensuite remontée jusqu'à ce qu'elle atteigne le niveau de la surface chaude du piston inférieur (10). Après réglage du niveau de cette plaque (8), elle est solidement fixée dans cette position sur les tiges (18) à l'aide des bagues de fixation (7) et (9). La chambre de compression (4) est par la suite posée sur la plaque-support puis serrée de sorte que le jeu entre sa paroi intérieure et les pistons chauffants permette le glissement des pistons pendant le chauffage. Sa position sur la plaque (dans le plan horizontal) est réglée de sorte à la centrer (égaliser les jeux avec la paroi intérieure) puis fixée par serrage des crochets-vis de fixation (6).

Après avoir introduit les matières premières dans la chambre de compression (ou dans un moule adaptable), le piston chauffant supérieur (3) est abaissé jusqu'à reposer sur les matières premières de l'échantillon. Ceci en le descendant dans la chambre de compression en tournant (dans le sens inverse à celui des aiguilles d'une montre) simultanément les bagues (16) et (14). Bien entendu, il faut veiller à ce que la surface chauffante du piston supérieur soit parallèle à celle du piston inférieur.

Un léger effort de compression (à froid) est ensuite appliqué de sorte à avoir un effort de compression nul servant de référence. Le cycle thermique (T, t) est ensuite introduit dans le régulateur puis enclenché simultanément avec celui de la pression (P, t). A la fin de ce cycle (P, T, t), le système de refroidissement est actionné en allumant la pompe à eau déposée dans le bac d'eau de refroidissement (Fig. III. 6). Une fois le système complètement refroidi, le piston inférieur est relâché et le supérieur complètement remonté de sorte à pouvoir extraire l'échantillon. La chambre de compression est ensuite desserrée de manière à faciliter le déplacement de l'échantillon par remontée du piston inférieur. L'échantillon est ainsi extrait.

6. Conclusion

Nous avons poursuivi la conception du dispositif de compression à chaud en énumérant les exigences techniques à travers un cahier des charges. Satisfaire ces exigences revient à assurer le bon fonctionnement de la machine. Des solutions techniques ont été retenues pour la suite du travail. Ensuite, les formes et les dimensions des différentes pièces ont été précisées et ce de deux manières : ‘‘manuellement’’ en faisant des dessins sur papier et en utilisant un logiciel d’aide au dessin technique et à la conception (SolidWorks) au moyen duquel nous avons établi les différents dessins.

Nous avons ensuite déterminé les dimensions des pièces à fabriquer en fonction de celles déjà réalisées par nos prédécesseurs [5] avec les tolérances géométriques et de position. En tenant compte de plusieurs critères dont les caractéristiques mécanique et physico-chimiques, nous avons déterminé, pour chaque pièce le matériau à utiliser pour sa réalisation.

Les dessins de définition des pièces conçues ainsi que des dessins d’ensemble pouvant servir de base pour une éventuelle amélioration du présent travail sont élaborés et rapportés en annexe. L’assemblage des différentes pièces constituant le dispositif de compression à chaud et les étapes de la procédure de son utilisation sont également décrites en fin de chapitre.

Chapitre IV

Elaboration de la gamme d'usinage

Chapitre IV : Gamme d'usinage

1. Introduction :

La gamme d'usinage est une feuille donnant l'ordre chronologique des différentes opérations d'usinage d'une pièce en fonction des moyens d'usinage.

Le passage de l'idée à la réalisation effective d'une pièce mécanique ou d'un produit quelconque nécessite trois fonctions principales :

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

La réalisation de chaque fonction dépend de plusieurs critères dont les plus importants sont : le temps, les moyens fournis et le nombre d'exemplaires.

Les principaux intervenants pour la réalisation sont :

- Le bureau d'étude: il est chargé de la conception de nouveaux produits et des projets détaillés ;
- Les bureaux des méthodes : ils choisissent les techniques de production mécanique, comprenant les techniques de mise en forme, les techniques d'assemblage, le contrôle de qualité, et la finition ;
- Les ateliers de fabrication : ils sont chargés de la fabrication, du contrôle, du montage et des essais sur les pièces.

2. Conception générale d'une gamme d'usinage

Avant de passer à l'analyse logique d'un processus d'usinage sur les pièces, il est utile d'énumérer brièvement la succession des actions à entreprendre pour constituer un dossier de fabrication. La figure IV.1 illustre le graphe des principales opérations à considérer.

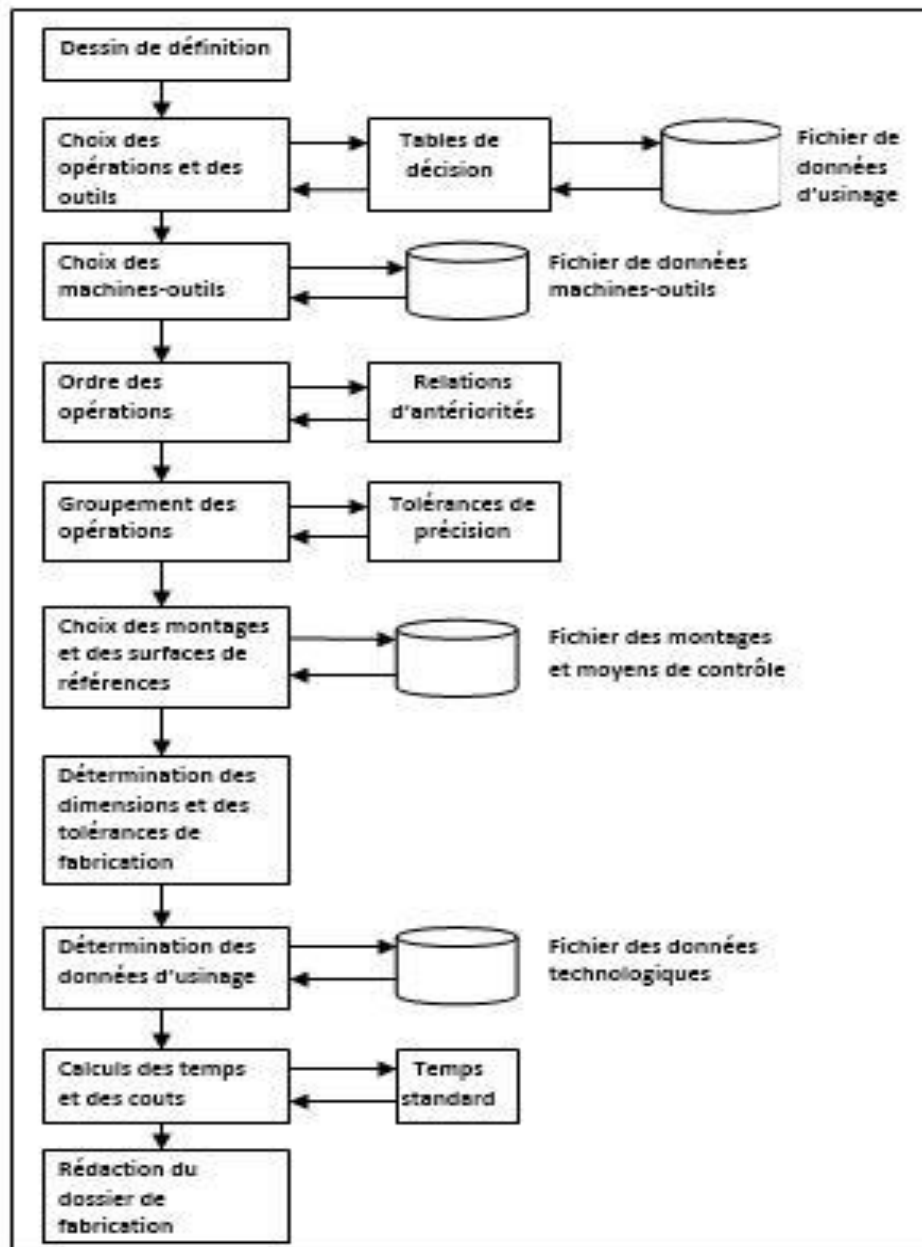


Figure IV. 1: Conception générale d'une gamme d'usinage [21]

- À partir d'un dessin de définition donnant toutes les conditions à respecter (tolérances, quantité, matières premières, etc.), on peut choisir les types d'opérations et les outils convenant aux différentes entités d'usinage (alésages, surface plane, filetage, etc.) et respectant les contraintes imposées.

- En fonction des quantités des pièces à produire et des contraintes technologiques, on peut ensuite choisir un ensemble de machines-outils pouvant convenir aux opérations à exécuter.

- Tenant compte des tolérances de précision, il est nécessaire d'ordonner les opérations individuelles suivant une séquence bien définie.
- Pour optimiser les temps d'usinage et respecter les tolérances de position (positions relatives des entités de la pièce), on groupe ensuite les opérations de façon optimale.
- On examine les possibilités de mise en position des pièces sur les montages, ainsi que leur bridage pour assurer leur stabilité sous l'effet des forces actives pendant l'usinage (effort de coupe notamment).
- Les différentes dimensions sur la pièce n'étant pas obligatoirement réalisées en côte directe, on doit procéder à un transfert de dimensions et de tolérances en côtes de fabrication satisfaisant aux conditions fonctionnelles et aux conditions de réglage sur site, notamment en fonction des capacités techniques des machines-outils.

Des contrôles en cours de fabrication (*in-process*) ou, éventuellement, après finition de la pièce, doivent aussi être ajoutés dans le plan de fabrication.

-Il est nécessaire ensuite que, pour chaque phase d'usinage, les conditions de travail (vitesse, avance, profondeur de passe) soient précisées et, de là, un calcul des temps et des coûts des opérations est possible en vue d'arriver à une appréciation économique.

-Enfin, un dossier de fabrication doit être rédigé suivant les données précédentes pour être transmis aux services de fabrication pour exécution [20].

3. Etablissement d'un processus d'usinage

La figure IV.2 illustre le schéma du principe de la méthode d'analyse pour l'élaboration d'une gamme d'usinage des pièces.

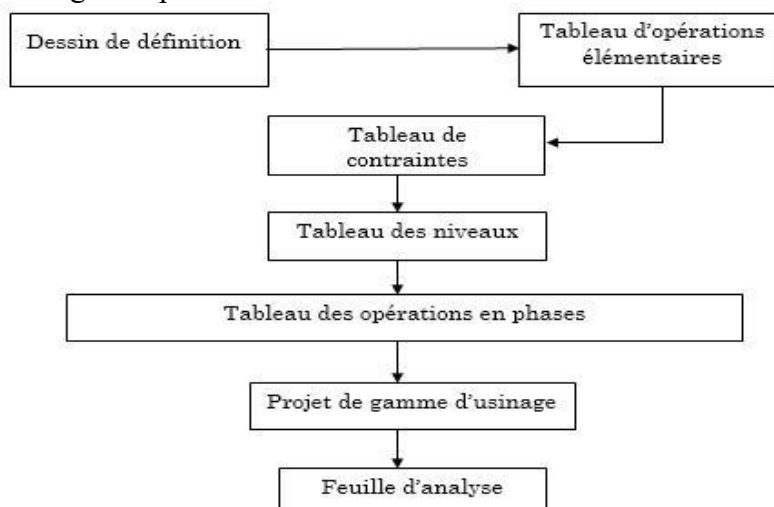


Figure IV. 2: schéma directeur de la gamme d'usinage [21].

4. Principe de la méthode d'analyse

Pour établir une gamme d'usinage optimal faut suivre les étapes suivantes :

4.1. Inventaire des surfaces

Le repérage des surfaces (brutes et usinées) se fait après l'étude du dessin de définition. Le repérage des brutes se fait par des lettres suivies d'indices, les surfaces usinées par des chiffres.

4.2. Contraintes d'usinages

4.2.1. Contraintes géométriques et dimensionnelle

Rechercher toutes les antériorités dimensionnelles et géométriques suivant les trois axes OX, OY, OZ. Contraintes suivant les axes : partir d'une surface quelconque sur l'axe et indiquer toutes les dimensions et spécifications géométriques avec toutes les surfaces suivant l'axe considéré [21].

4.2.2. Contraintes de cotations

Elles permettent de mettre en évidence la cotation fonctionnelle entre les surfaces suivant les trois axes et déterminent le transfert de côtes, lorsque deux surfaces ne possèdent pas des côtes de liaison et que l'une d'entre elles sert de référence [21].

4.2.3. Contraintes technologiques

Elle font ressortir toutes les contraintes technologiques en analysant toutes les surface devant subir l'usinage, en indiquant les raisons.

Les contraintes technologiques les plus importantes sont :

- Reprise imposées par la cotation (cotes, spécification, état de surface...);
- D'orientations ;
- De bavures ;
- De traitements thermiques [21].

4.2.4. Contraintes économiques

Il est indispensable de faire un choix précis sur la fabrication de façon à ce que le cout de revient soit minimiser et les outils seront protégés [21].

4.3. Tableau des opérations élémentaires

Il regroupe toutes les surfaces, les spécifications, les opérations élémentaires et les côtes de liaisons.

4.3.1. Choix du nombre d'opérations

Les tableaux ci-dessous illustrent le choix du nombre d'opération en fonction de l'intervalle de tolérance et de la qualité :

Tableau IV.1 : Choix du nombre d'opérations en fonction de l'intervalle de tolérance [21]

côtes de longueur <200mm	IT>0,4	1 Opération
	0,15≤IT≤0,4	2 Opérations
	0,05≤IT≤0,5	2 à 3 Opérations
	IT≤0,5	3 Opérations

Tableau IV.2 : Choix du nombre d'opérations en fonction de la qualité [21]

côtes obtenues à l'outil d'enveloppe	Q : 12 ; 13	1 Opération
	Q : 9 ; 10 ; 11	2 Opérations
	Q : 7 ; 8	3 Opérations
	Q : 5 ; 6	4 Opérations

En fonction de l'état de surface « rugosité » :

Tableau IV.3 : Choix du nombre d'opération en fonction de l'état de surface [21]

Ra > 8	Rt >40	1 Opération
2<Ra≤8	10 <Rt≤40	2 Opérations
Ra ≤ 2	Rt ≤ 10	3 Opérations

4.3.2. Opérations élémentaires d'usinage

Le nombre d'opérations élémentaires nécessaires à l'obtention d'une surface peut être déterminé à partir de trois critères : la qualité dimensionnelle, l'état de surface et la rigidité de la pièce.

Les différentes opérations élémentaires d'usinages sont :

- L'ébauche (E) : permet d'approcher la cote en enlevant le maximum de matière (en une ou plusieurs passes).
- La demi-finition (F/2) : permet d'obtenir la forme et la précision géométrique.
- La finition (F) : permet de réaliser la cote et l'état de surface.
- La super finition (SF) : permet de réaliser des états de surface particuliers (pierrage, grattage...).
- Méthode de détermination des opérations élémentaires : Le schéma de la figure IV.3 illustre une méthode de détermination des opérations élémentaires :

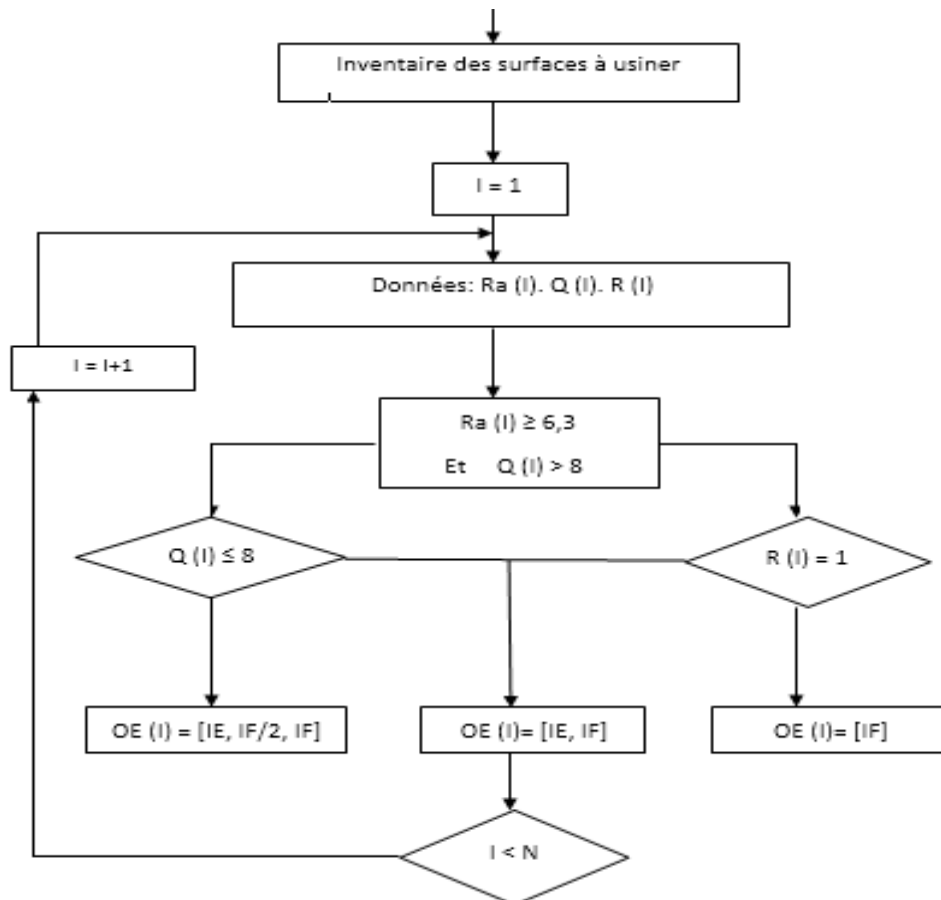


Figure IV. 3: Organigramme de la méthode [21]

Légende : **I** : indice des surfaces à usiner ; **IE** : surface I ébauche ; **IF/2** : surface I semi-finie ; **IF** : surface I finie ; **N** : nombre de surfaces à usiner ; **Q(I)** : qualité de la surface ; **OE(I)** : opérations élémentaires sur surfaces (I) ; **Ra** : rugosité Arithmétique ; **R(I)** : surface rigide $R(I)=1$

4.4. Tableau des contraintes d'antériorités

On établit la liste des contraintes à partir du tableau des opérations élémentaires et du graphe orienté des conditions du B.E. afin de faciliter l'analyse des contraintes d'usinage et la détermination de l'ordre chronologique des opérations.

Lors de la mise en cotation des côtes de liaisons entre surface brute et surface usinée, le brut est antérieur à la surface usinée ;

Les spécifications géométriques permettent l'orientation partielle des arcs correspondants [21].

4.5. Tableau de regroupement de surfaces

Il permet de faire l'inventaire de toutes les surfaces élémentaires associées (surfaces pouvant être réalisées en même temps).

4.6. Tableau des niveaux

C'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 [21].

4.7. Tableau des groupements en phase

Consiste à placer les niveaux verticalement. Sur les lignes de chaque niveau ; on place les opérations élémentaires de ce dernier. On groupe les opérations élémentaires en phase d'usinage, en fonction des conditions économiques et du parc machine [21].

4.8. Description des opérations de gamme optimale

A partir du tableau des groupements en phase, on procède à la rédaction du processus d'usinage envisagé. On peut distinguer toutes les opérations de phase et sous phase suivantes :

-La phase :

Est un ensemble d'opérations effectuées sur un même poste de travail avec les mêmes opérateurs et outillages ;

-La sous phase :

Est une fraction d'une phase déterminée par des changements d'outillages ou de prise de pièces différentes ;

-Opération :

Est un travail effectué sur la pièce sans changement de la prise de la pièce et d'outil [21].

5. Le choix des machines

Les machines doivent être choisies afin que les deux conditions suivantes soient satisfaites :

-Les tolérances de forme, de position, de dimension et d'état de surface doivent être respectées ;

-Le prix de revient de l'usinage doit être minimisé, surtout pour la production en séries.

6. Choix des outils

Il existe de nombreux outils de coupe dans le monde de l'industrie aujourd'hui. Le choix de ces outils dépend de :

-La précision et l'état de surface à réaliser ;

-La forme (suivant l'opération à exécuter) ;

-Le sens(le déplacement de l'outil à droit ou à gauche) ;

-La matière à usiner ;

-La productivité.

7. Fabrication du dispositif de compression à chaud

7.1. Appareillage

L'usinage des pièces du dispositif a été fait au niveau du hall de technologie à OUED AISSI en utilisant les différentes machines suivantes :

7.1.1. Scie mécanique :

Pour le découpage du brut de la bague de fixation, support de fixation supérieur et du support de fixation inférieur, on a utilisé une scie mécanique avec les propriétés suivantes :

Tension : 380 V, Puissance : 1,5 KW, Poids : 600Kg.



Figure IV.4: scie mécanique.

7.1.2. Tour parallèle

Le tournage de la bague de fixation, du support de fixation supérieur, et du support de fixation inférieur, a été fait sur un tour parallèle ayant les propriétés suivantes :

Tour universel de type SN 40 SN 50 C, Tension : 380 V, Puissance : 6,6 KW ,
Poids : 1620 Kg, Fréquence : 50 Hz.



Figure IV. 5: tour parallèle

7.1.3. Fraiseuse verticale

Pour les opérations de fraisage, nous avons utilisé une fraiseuse de type FV1, 5 ALMO de propriétés:

Tension de service 380V, Puissance totale 5KW, Poids : 1520Kg.



Figure IV. 6: fraiseuse verticale.

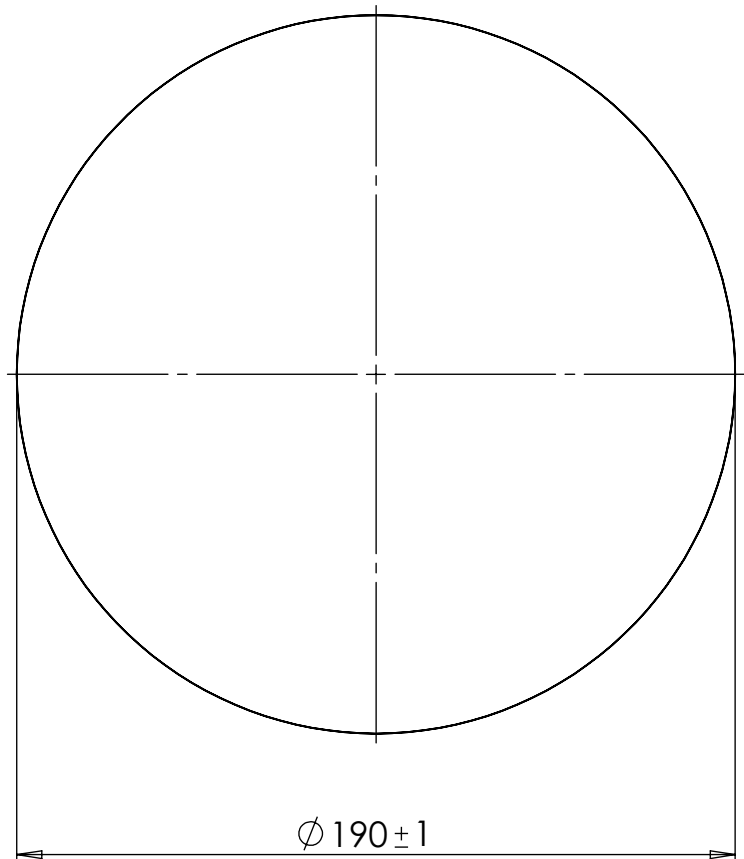
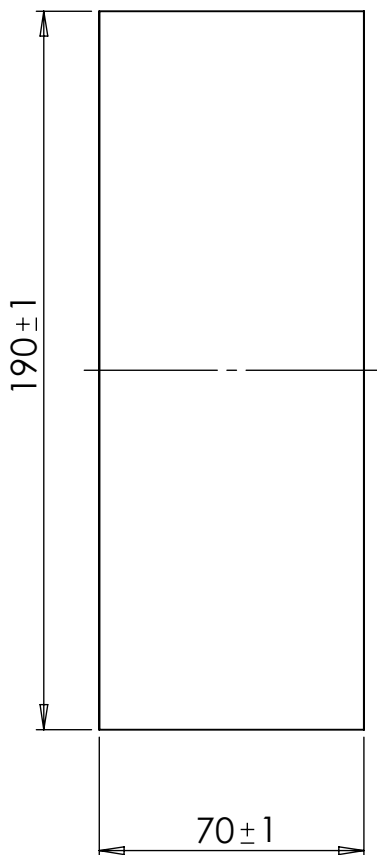
7.2 Feuilles d'analyse du support de fixation inférieur

Les feuilles d'analyse de fabrication:

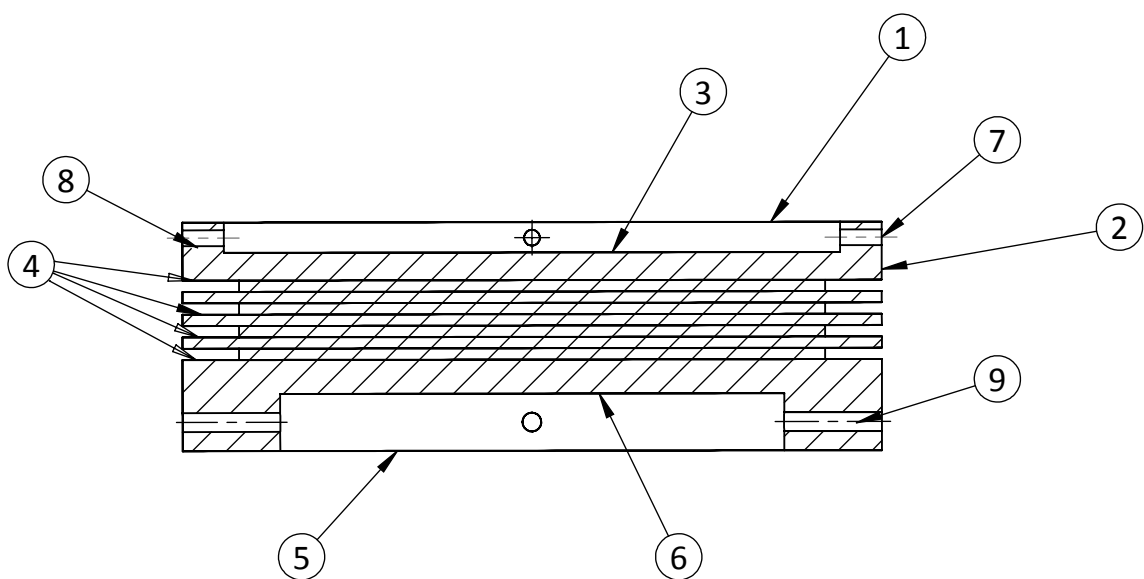
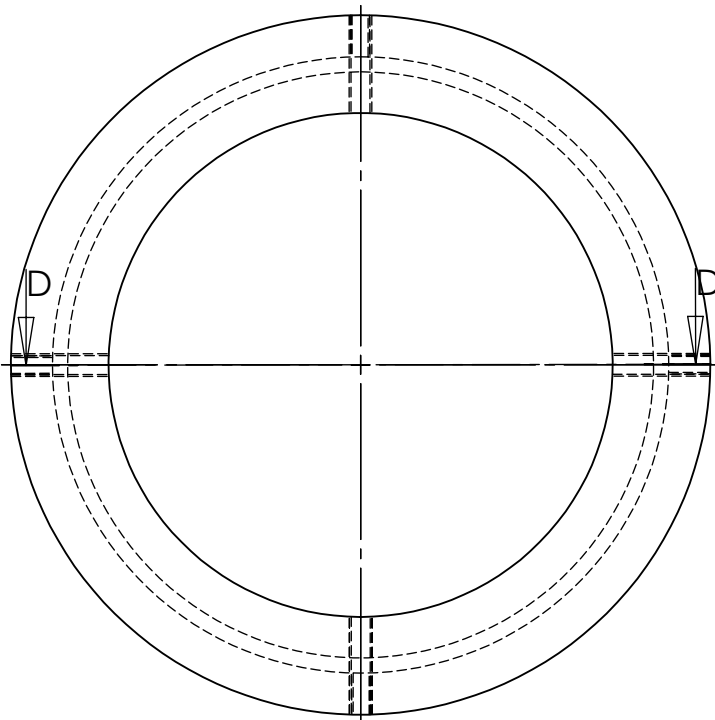
A- Feuilles d'analyse du support de fixation du piston inférieur:

Ensemble: dispositif de compression à chaud		Matière: Alliage d'aluminium	
Organe: Support de fixation du piston inférieur		Brut: moulé	
		Cadence: travail unitaire	
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Moyens de controles
100	Controle du brut	Scie mécanique	Règle mécanique Pied à coulisse

Croquis de la pièce



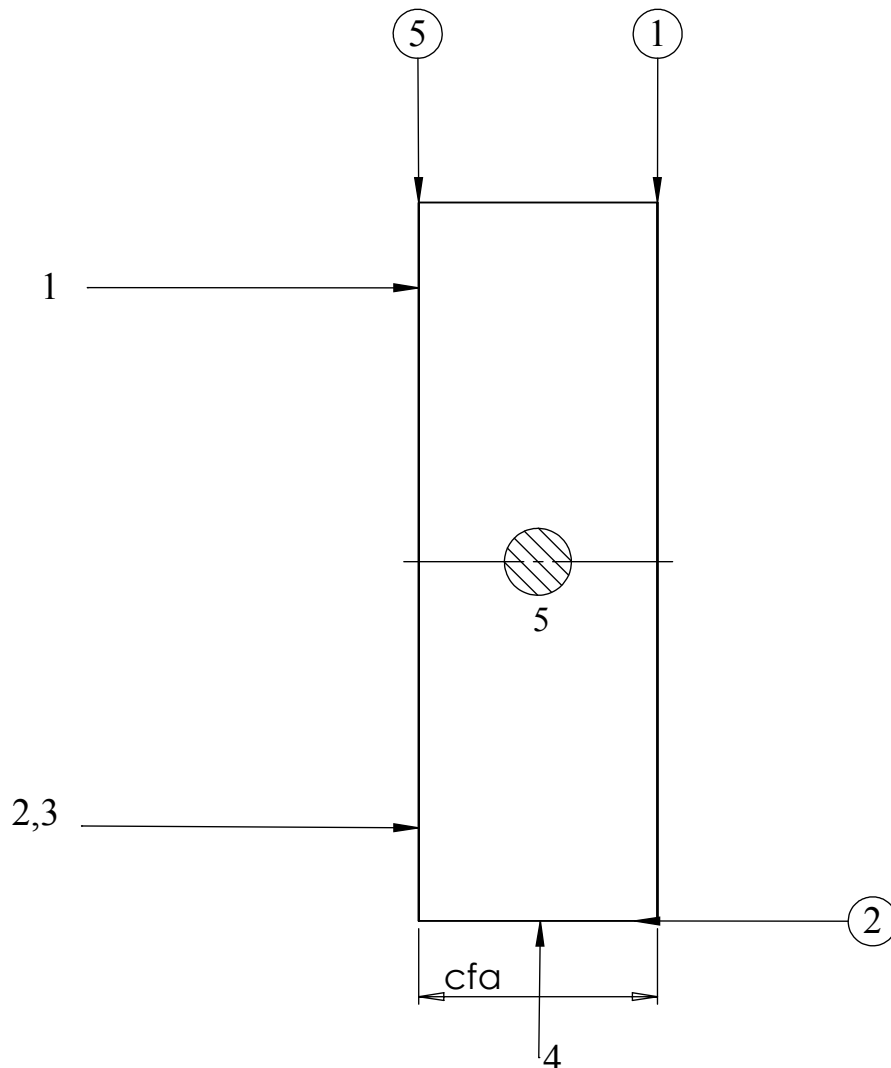
Repérage des surfaces élémentaires du support de fixation du piston inférieur:



COUPE D-D
ECHELLE 1 : 2

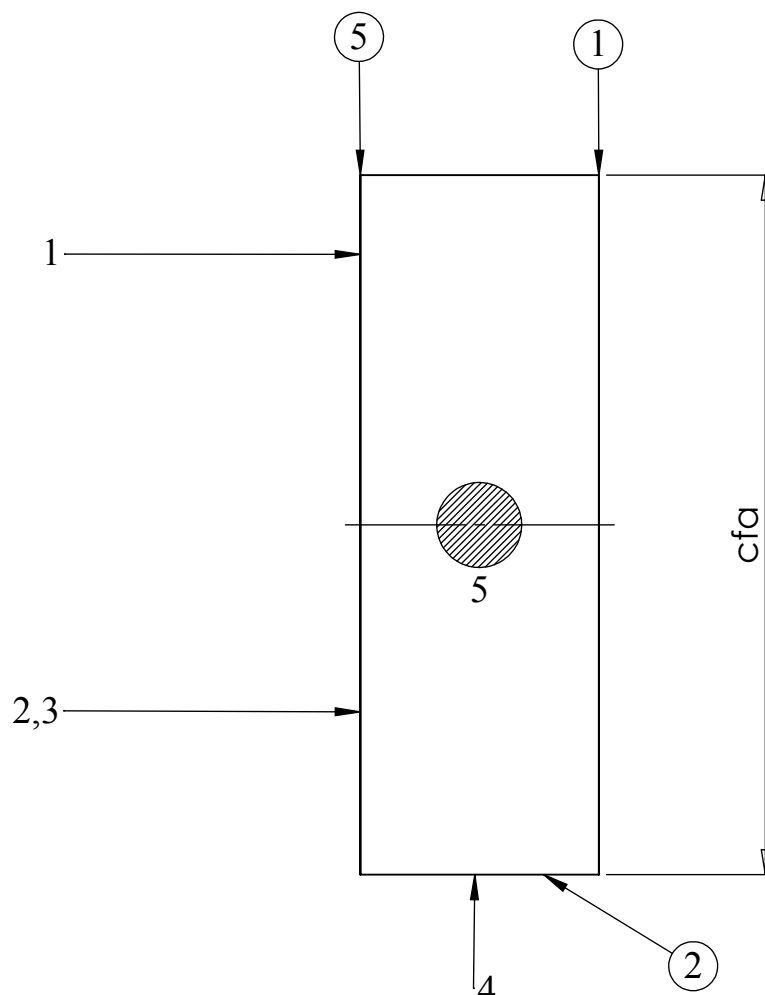
Ensemble: dispositif de compression à chaud		Matière: Alliage d'aluminium		
Organe: support de fixation du piston inférieur.		Brut: Moulé		
		Cadence: travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p>Tournage: Sous-phase 210: Isostatisme définie par: - Appuis plans sur (5), en trois normales (1, 2, 3). - Centrage court sur (2), en deux normales (4, 5). - Serrage concentrique.</p> <p>OP 211: dressage de 1F</p> <p>Cfa=63 ±0.1</p> <p style="text-align: right;">1,6/</p>	Tour //	<p>-Moyen de prise: Mandrin à trois mors à serrage concentrique.</p> <p>- Outils coupants: outil à dresser à plaquette amovible en carbure metalique.</p>	Pied à coulisse

croquis de la pièce



Ensemble: dispositif de compression à chaud		Matière: Alliage d'aluminium		
Organe: support de fixation du piston inférieur.		Brut: Moulé		
		Cadence: travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p>Tournage: Sous-phase 210: Isostatisme définie par: - Appuis plans sur (5), en trois normales (1, 2, 3). - Centrage court sur (2), en deux normales (4, 5). - Serrage concentrique.</p> <p>OP 212: chariotage de 2 F cfa=187 ± 0.5</p> <p>chariotage de 2 1/2F cfa=186 ± 0.5</p> <p>chariotage de 2 F cfa=185 f7</p>	Tour //	<p>-Moyen de prise: Mandrin à trois mors à serrage concentrique.</p> <p>- Outils coupants: outil à charioter</p>	Pied à coulisse

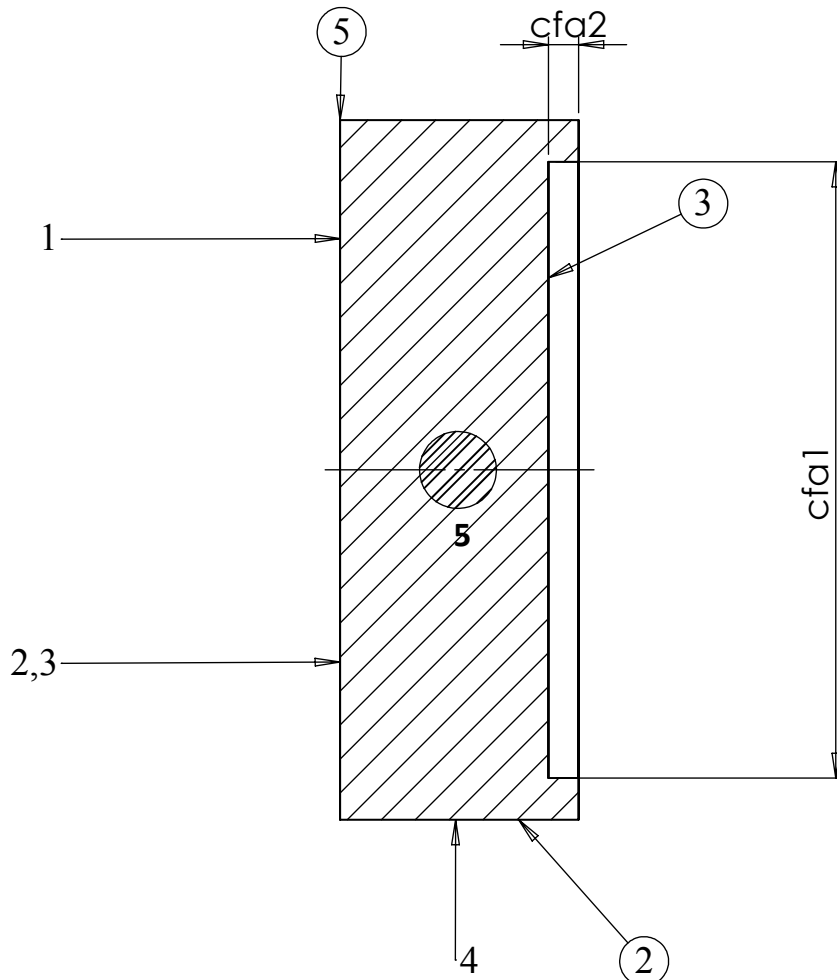
croquis de la pièce



1,6/

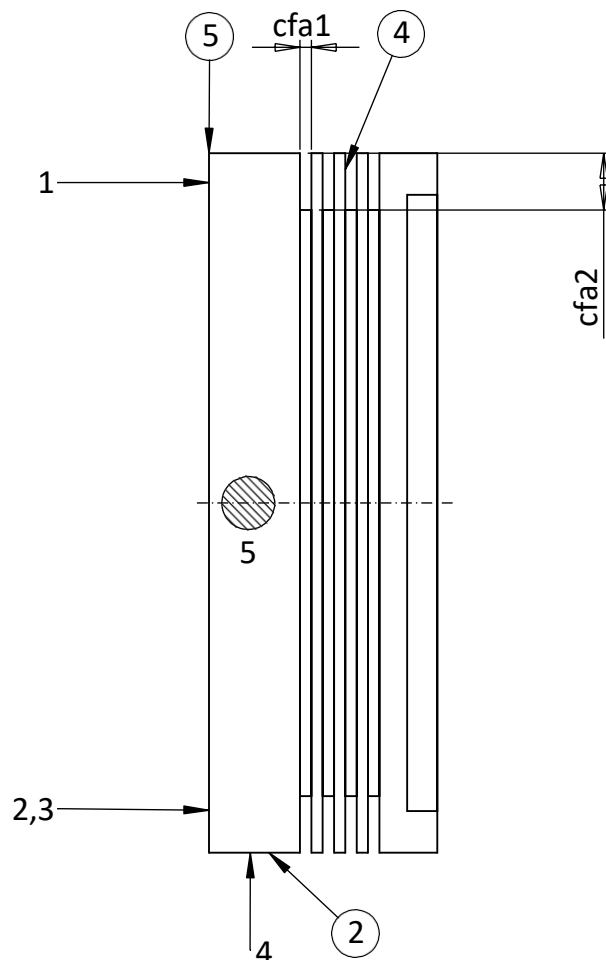
Ensemble: dispositif de compression à chaud Organe: support de fixation du piston inférieur.		Matière: Alliage d'aluminium Brut: Moulé Cadence: travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	Tournage: Sous-phase 210: Isostatisme définie par: - Appuis plans sur (5), en trois normales (1, 2, 3). - Centrage court sur (2), en deux normales (4, 5). - Serrage concentrique. OP 213: carottage de 3 F cfa1=163 ± 0.5 cfa2= 8 ± 0.5 <div style="text-align: center;">1,6/</div>	Tour //	-Moyen de prise: Mandrin à trois mors à serrage concentrique. - Outils coupants: outil à aléser.	Pied à coulisse à jauge de profondeur

croquis de la pièce



Ensemble: dispositif de compression à chaud Organe: support de fixation du piston inférieur.		Matière: Alliage d'aluminium Brut: Moulé Cadence: travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	Tournage: Sous-phase 210: Isostatisme définie par: - Appuis plans sur (5), en trois normales (1, 2, 3). - Centrage court sur (2), en deux normales (4, 5). - Serrage concentrique. OP 214: rainure de 4 F cfa1= 3 ± 0.2 cfa2= 10 ± 0.2	Tour //	- Moyen de prise: Mandrin à trois mors à serrage concentrique. - Outils coupants: Outil de gorge.	Pied à coulisse à jauge de profondeur

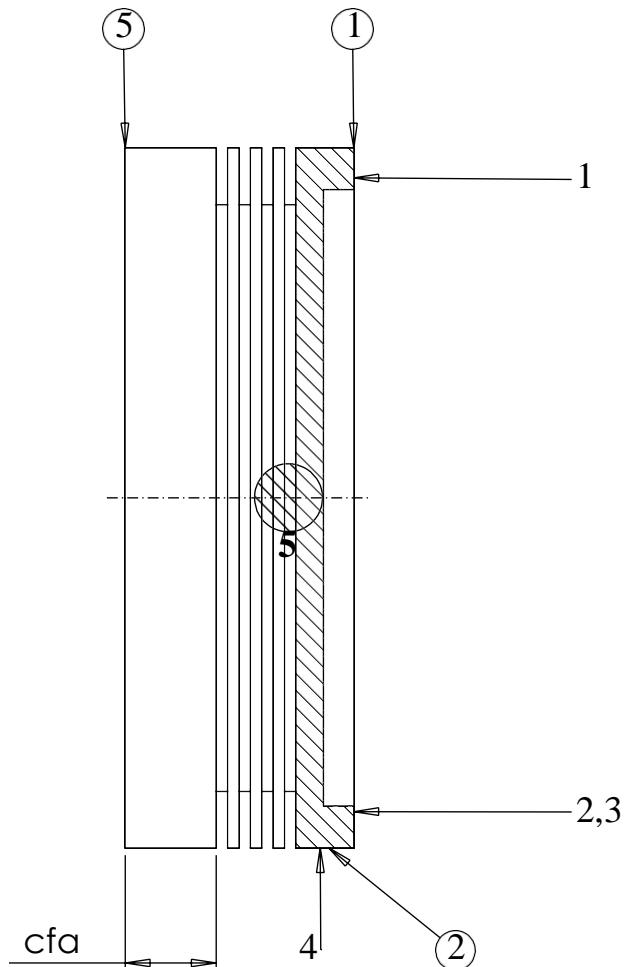
croquis de la pièce



Ensemble: dispositif de compression à chaud Organe: support de fixation du piston inférieur.		Matière: Alliage d'aluminium Brut: Moulé Cadence: travail unitaire		
---	--	---	--	--

N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	Tournage: Sous-phase 220: Isostatisme définie par: - Appuis plans sur (1), en trois normales (1, 2, 3). - Centrage court sur (2), en deux normales (4, 5). - Serrage concentrique. OP 221: Dressage de 5 F cfa = 24 ± 0.2	Tour //	-Moyen de prise: Mandrin à trois mors à serrage concentrique. - Outils coupants: Outil à dresser à plaquette amovible en carbure métallique.	Pied à coulisse

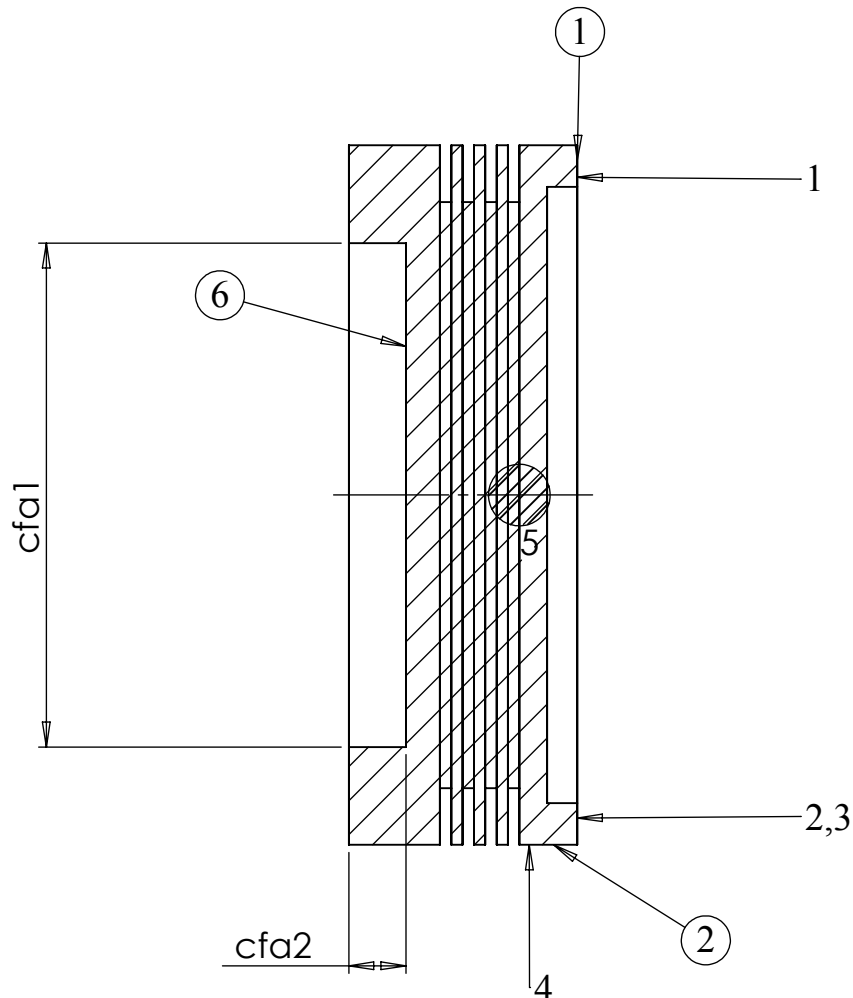
croquis de la pièce



<p>Ensemble: dispositif de compression à chaud</p> <p>Organe: support de fixation du piston inférieur.</p>	<p>Matière: Alliage d'aluminium</p> <p>Brut: Moulé</p> <p>Cadence: travail unitaire</p>
--	--

N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p>Tournage: Sous-phase 220: Isostatisme définie par: - Appuis plans sur (1), en trois normales (1, 2, 3). - Centrage court sur (2), en deux normales (4, 5). - Serrage concentrique.</p> <p>OP 222: carottage de 6 F cfa1=133 ±0.2 cfa2=15 ±0.2</p>	Tour //	<p>-Moyen de prise: Mandrin à trois mors à serrage concentrique.</p> <p>- Outils coupants: Outil à aléser.</p>	Pied à coulisse à jauge de profondeur.

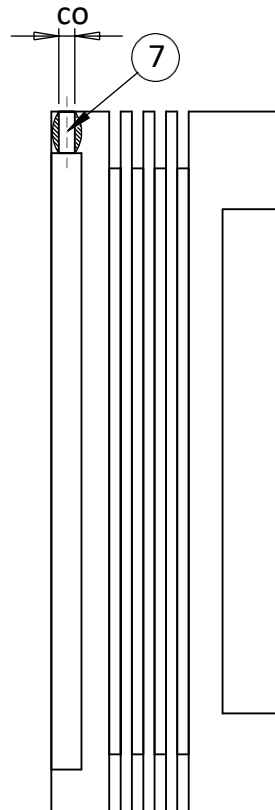
croquis de la pièce



Ensemble: dispositif de compression à chaud Organe: support de fixation du piston inférieur.	Matière: Alliage d'aluminium Brut: Moulé Cadence: travail unitaire
---	---

N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
300	Perçage et taraudage: Sous-phase 310: OP 311: Perçage de 7 co=Ø4.2 OP 312: Taraudage M5 E, 1/2F, F <div style="text-align: right;">1,6/</div>	Fraiseuse vertical	-Moyen de prise: étau mécanique. - Outils coupants: Foret Taraud M5.	Pied à coulisse à jauge de profondeur.

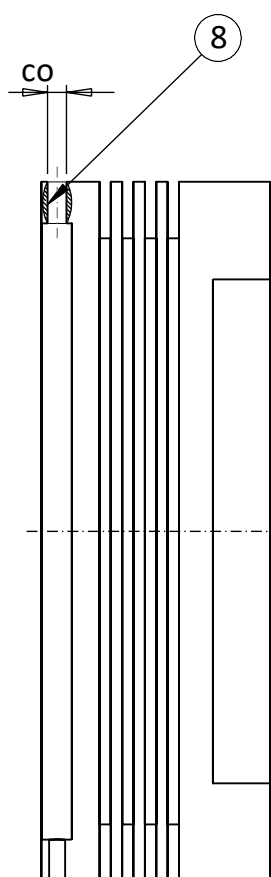
croquis de la pièce



Ensemble: dispositif de compression à chaud Organe: support de fixation du piston inférieur.		Matière: Alliage d'aluminium Brut: Moulé Cadence: travail unitaire		
---	--	---	--	--

N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
300	Perçage: Sous-phase 320: OP 321: Perçage de 8 $co=\varnothing 5$ <div style="text-align: right;">1,6 ✓</div>	Fraiseuse vertical	-Moyen de prise: Etau mécanique. - Outils coupants: Foret.	Pied à coulisse à jauge de profondeur.

croquis de la pièce

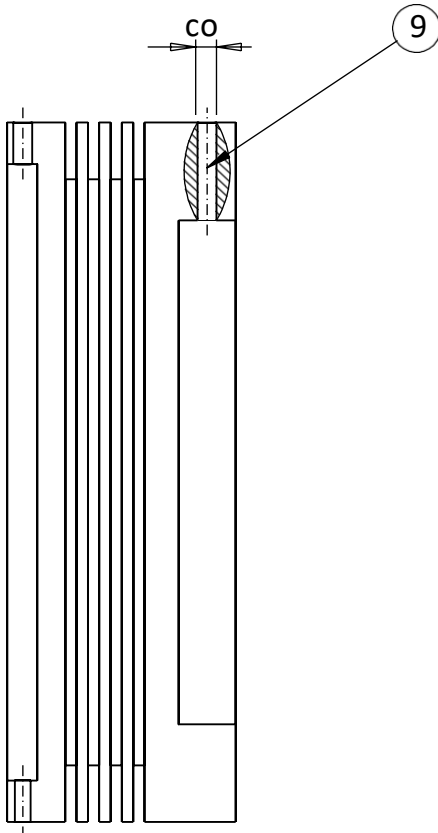


<p>Ensemble: dispositif de compression à chaud</p> <p>Organe: support de fixation du piston inférieur.</p>	<p>Matière: Alliage d'aluminium</p> <p>Brut: Moulé</p> <p>Cadence: travail unitaire</p>
--	--

N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
300	Perçage et taraudage: Sous-phase 330: OP 331: Perçage de 9 co=Ø5 OP 332: Taraudage M6 E, 1/2F, F	Fraiseuse vertical	-Moyen de prise: étau mécanique. - Outils coupants: Foret Taraud M6.	Pied à coulisse à jauge de profondeur.

1,6
✓

croquis de la pièce

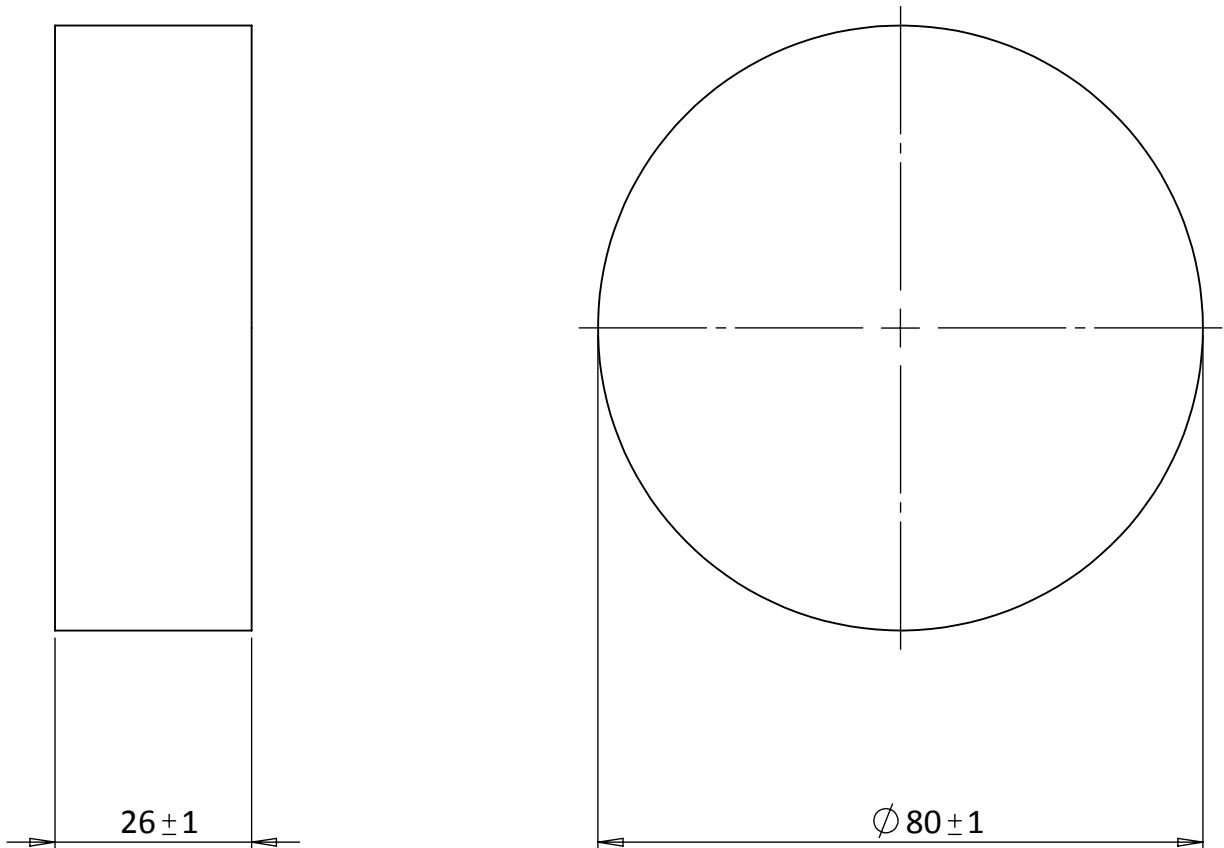


7.3 Feuilles d'analyse de la bague de fixation

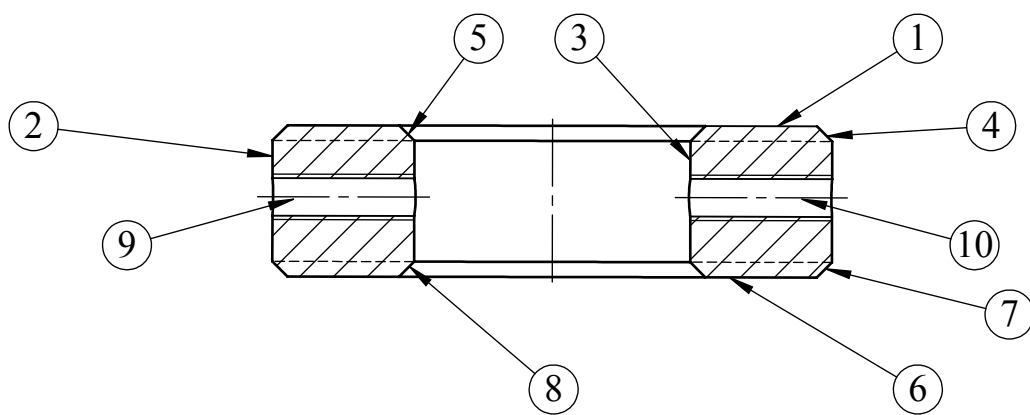
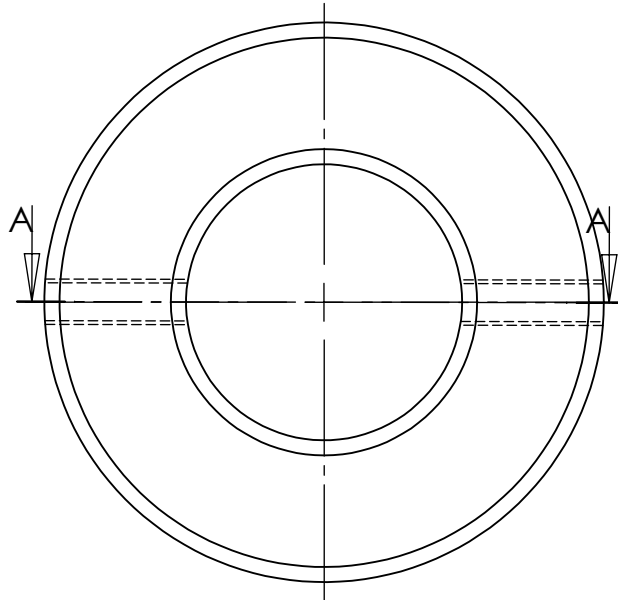
Les feuilles d'analyse de fabrication:
B- Feuilles d'analyse de la bague de fixation:

Ensemble: dispositif de compression à chaud. Organe: Bague de fixation.		Matière: Acier Brut: moulé Cadence: travail unitaire	
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Moyens de controles
100	Controle du brut	Scie mécanique	Régle mécanique Pied à coulisse

Croquis de la pièce



Repérage des surfaces élémentaires de la bague de fixation:

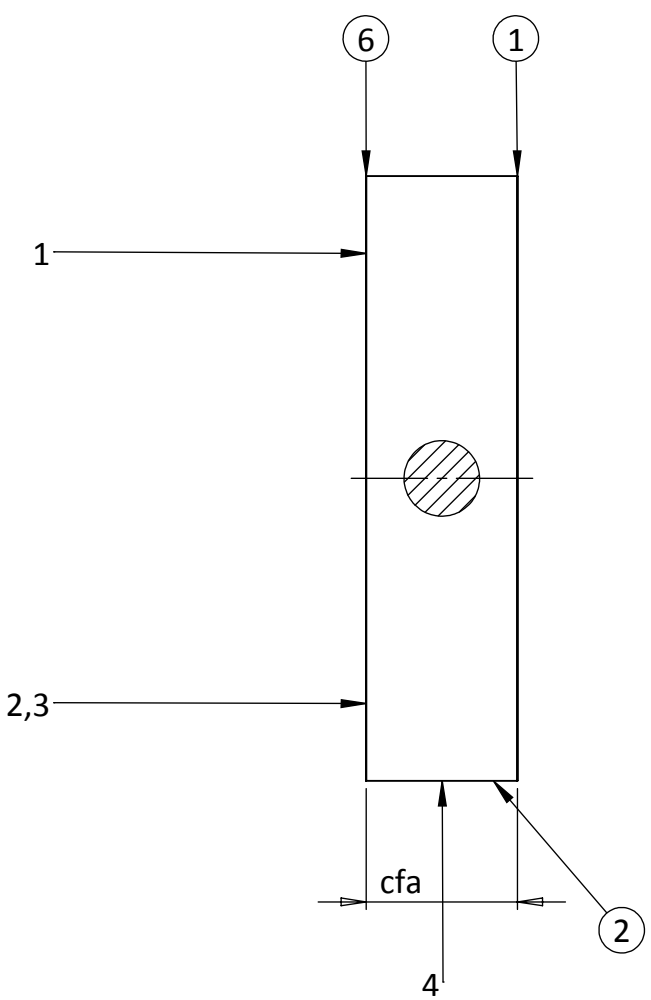


COUPE A-A

Ensemble: dispositif de compression à chaud		Matière: Acier		
Organe: Bague de fixation		Brut: Moulé		
		Cadence: travail unitaire		

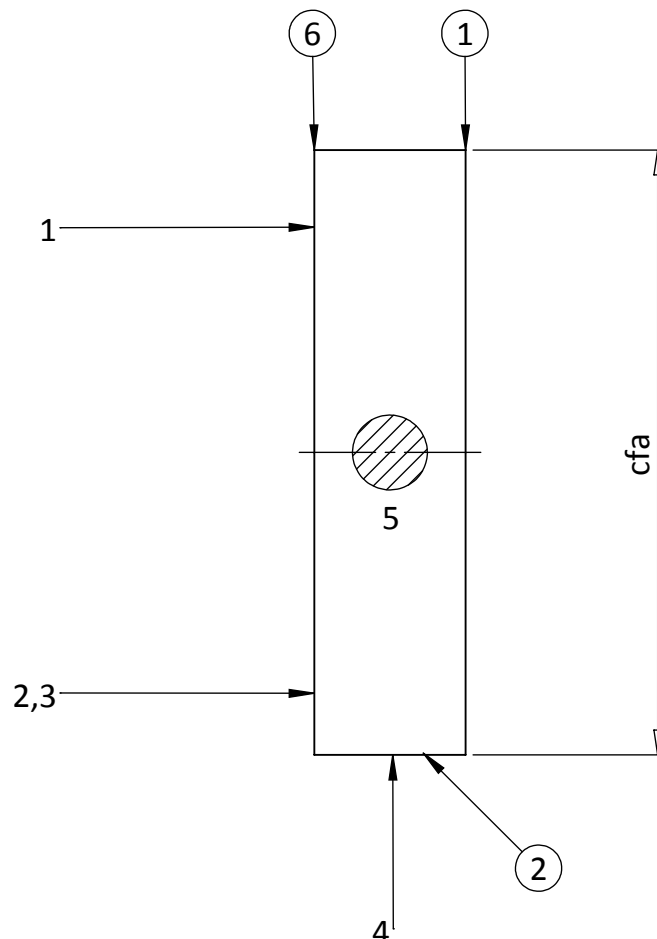
N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	Tournage: Sous-phase 210: Isostatisme définie par: - Appuis plans sur (6), en trois normales (1, 2, 3). - Centrage court sur (2), en deux normales (4, 5). - Serrage concentrique. OP 211: dressage de 1F Cfa=20 ±0.1 <div style="text-align: center;">1.6/</div>	Tour //	-Moyen de prise: Mandrin à trois mors à serrage concentrique. - Outils coupants: outil à dresser à plaquette amovible en carbure metalique.	Pied à coulisse

croquis de la pièce



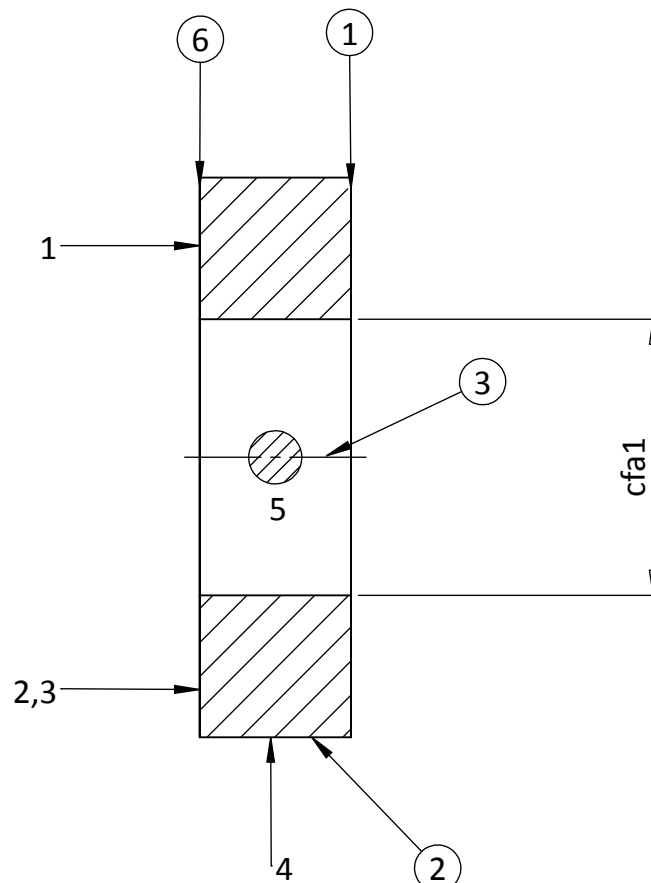
Ensemble: dispositif de compression à chaud		Matière: Acier		
Organe: Bague de fixation		Brut: Moulé		
		Cadence: travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p>Tournage: Sous-phase 210: Isostatisme définie par: - Appuis plans sur (6), en trois normales (1, 2, 3). - Centrage court sur (2), en deux normales (4, 5). - Serrage concentrique.</p> <p>OP 212: Chariotage de 2 E cfa=77 ±0.1</p> <p>Chariotage de 2 1/2F cfa=75 ±0.1</p> <p>Chariotage de 2 F cfa=74 ±0.1</p> <p style="text-align: right;">3.2/</p>	Tour //	<p>-Moyen de prise: Mandrin à trois mors à serrage concentrique.</p> <p>- Outils coupants: outil à charioter.</p>	Pied à coulisse

croquis de la pièce



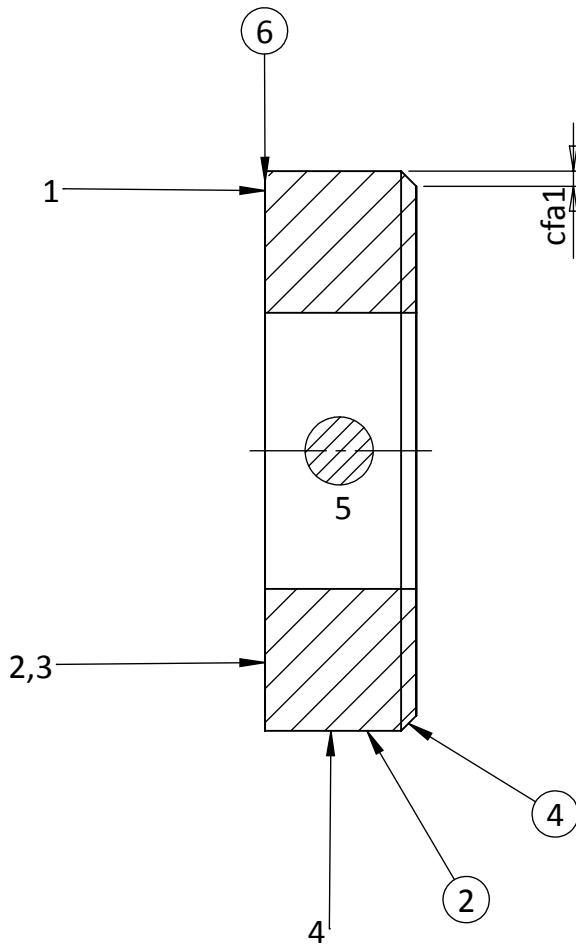
Ensemble: dispositif de compression à chaud		Matière: Acier		
Organe: Bague de fixation		Brut: Moulé		
		Cadence: travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p>Tournage: Sous-phase 210: Isostatisme définie par: - Appuis plans sur (6), en trois normales (1, 2, 3). - Centrage court sur (2), en deux normales (4, 5). - Serrage concentrique.</p> <p>OP 213: centrage de 3 OP 214: perçage co= $\varnothing 10$ OP 215: perçage de 3 co= $\varnothing 14$ OP 216: perçage de 3 co= $\varnothing 19$ OP 217: perçage de 3 co= $\varnothing 27$ OP 218: perçage de 3 co= $\varnothing 34$ OP 219: Alesage de 3 F cfa1= 36.5 ± 0.4</p> <p style="text-align: right;">3.2/</p>	Tour //	<p>-Moyen de prise: Mandrin à trois mors à serrage concentrique.</p> <p>- Outils coupants: foret $\varnothing 10$. foret $\varnothing 14$. foret $\varnothing 19$. foret $\varnothing 27$. foret $\varnothing 34$. outil à aléser.</p>	Pied à coulisse

croquis de la pièce



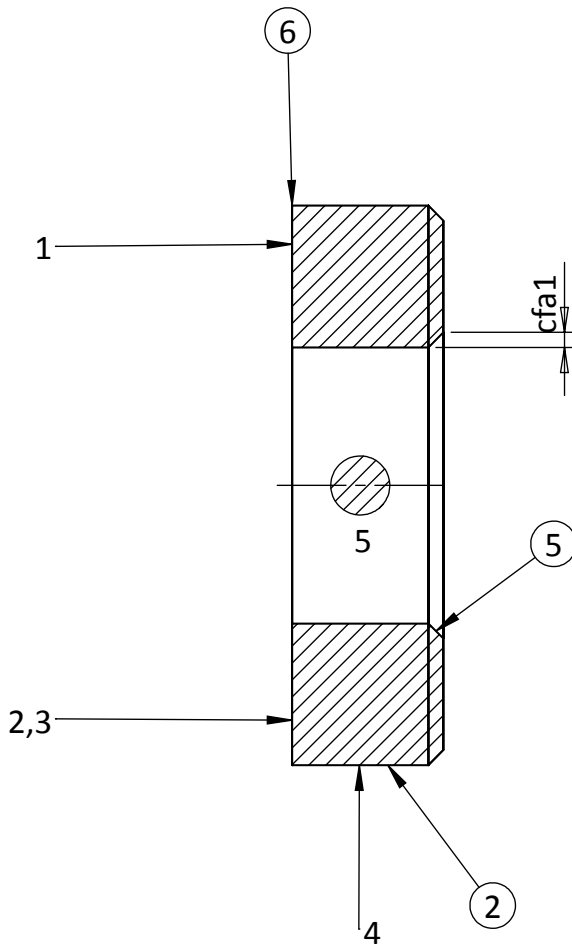
Ensemble: dispositif de compression à chaud		Matière: Acier		
Organe: Bague de fixation		Brut: Moulé		
		Cadence: travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p>Tournage: Sous-phase 210: Isostatisme définie par: - Appuis plans sur (6), en trois normales (1, 2, 3). - Centrage court sur (2), en deux normales (4, 5). - Serrage concentrique.</p> <p>OP 220: Chanfrein de 4 F cfa1=2*45°</p> <p style="text-align: center;">3.2/</p>	Tour //	<p>-Moyen de prise: Mandrin à trois mors à serrage concentrique.</p> <p>- Outils coupants: outil à charioter.</p>	Pied à coulisse

croquis de la pièce



Ensemble: dispositif de compression à chaud Organe: Bague de fixation		Matière: Acier Brut: Moulé Cadence: travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	Tournage: Sous-phase 210: Isostatisme définie par: - Appuis plans sur (6), en trois normales (1, 2, 3). - Centrage court sur (2), en deux normales (4, 5). - Serrage concentrique. OP 221: Chanfrein de 5 F cfa1=2*45° <div style="text-align: center;">3.2/</div>	Tour //	-Moyen de prise: Mandrin à trois mors à serrage concentrique. - Outils coupants: outil à charioter.	Pied à coulisse

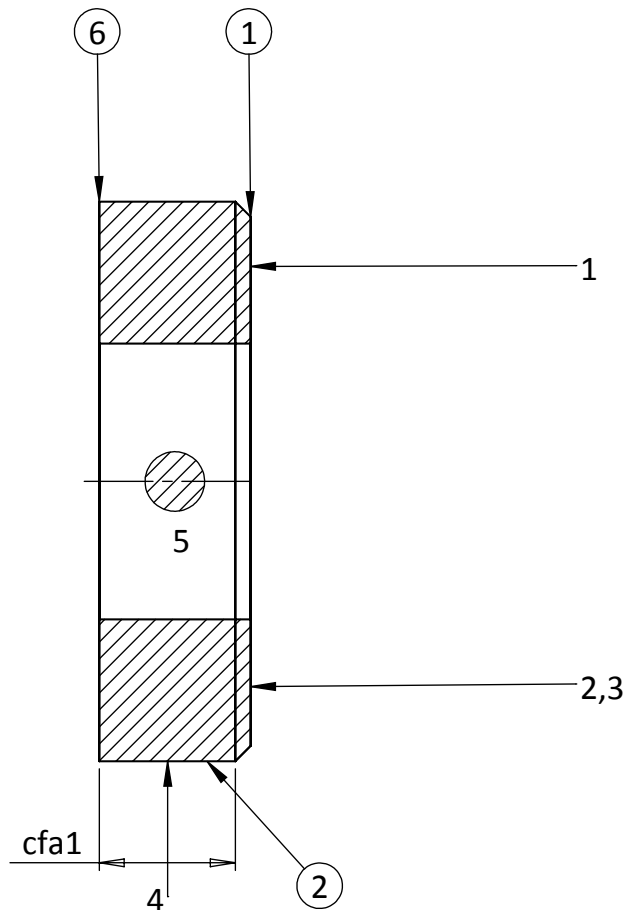
croquis de la pièce



Ensemble: dispositif de compression à chaud		Matière: Acier		
Organe: Bague de fixation		Brut: Moulé		
		Cadence: travail unitaire		

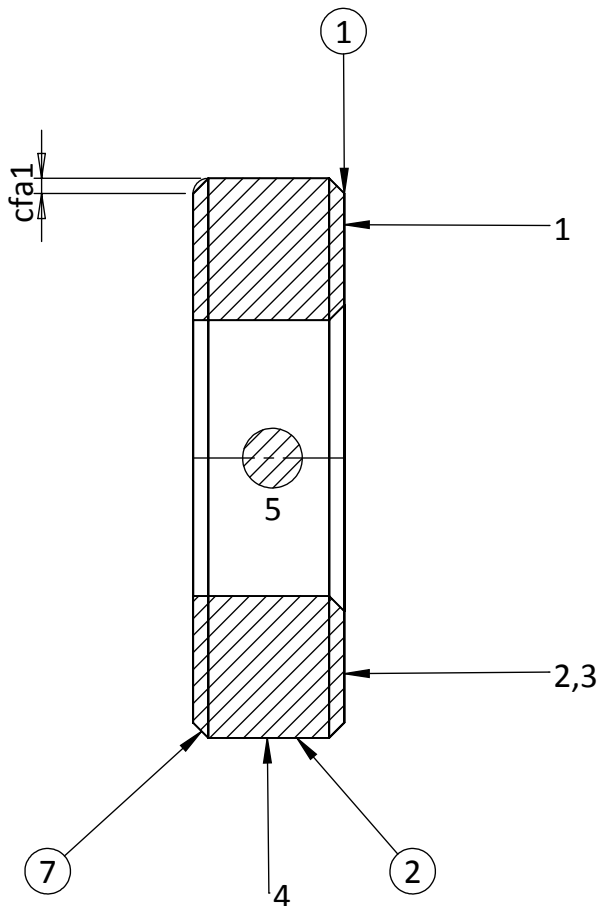
N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p>Tournage: Sous-phase 220: Isostatisme définie par: - Appuis plans sur (1), en trois normales (1, 2, 3). - Centrage court sur (2), en deux normales (4, 5). - Serrage concentrique.</p> <p>OP 221: dressage de 6 F</p> <p>Cfa1=18 ±0.1</p> <p style="text-align: right;">1.6/</p>	Tour //	<p>-Moyen de prise: Mandrin à trois mors à serrage concentrique.</p> <p>- Outils coupants: outil à dresser à plaquette amovible en carbure metalique.</p>	Pied à coulisse

croquis de la pièce



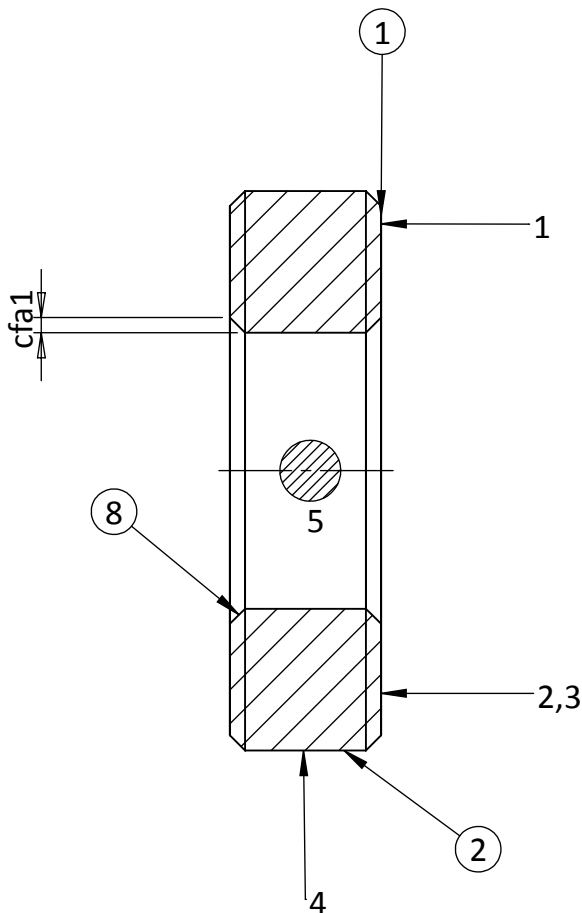
Ensemble: dispositif de compression à chaud		Matière: Acier		
Organe: Bague de fixation		Brut: Moulé		
		Cadence: travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p>Tournage: Sous-phase 220: Isostatisme définie par: - Appuis plans sur (1), en trois normales (1, 2, 3). - Centrage court sur (2), en deux normales (4, 5). - Serrage concentrique.</p> <p>OP 222: Chanfrein de 7 F cfa1=2*45°</p> <p style="text-align: center;">3.2/</p>	Tour //	<p>-Moyen de prise: Mandrin à trois mors à serrage concentrique.</p> <p>- Outils coupants: outil à charioter.</p>	Pied à coulisse

croquis de la pièce



Ensemble: dispositif de compression à chaud		Matière: Acier		
Organe: Bague de fixation		Brut: Moulé		
		Cadence: travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p>Tournage: Sous-phase 220: Isostatisme définie par: - Appuis plans sur (1), en trois normales (1, 2, 3). - Centrage court sur (2), en deux normales (4, 5). - Serrage concentrique.</p> <p>OP 223: Chanfrein de 8 F cfa1=2*45°</p> <p style="text-align: right;">3.2/</p>	Tour //	<p>-Moyen de prise: Mandrin à trois mors à serrage concentrique.</p> <p>- Outils coupants: outil à charioter.</p>	Pied à coulisse

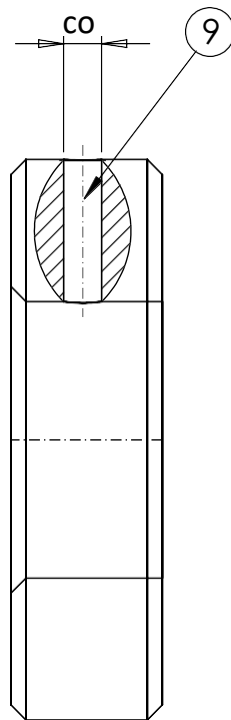
croquis de la pièce



<p>Ensemble: dispositif de compression à chaud.</p> <p>Organe: Bague de fixation.</p>	<p>Matière: Acier</p> <p>Brut: Moulé</p> <p>Cadence: travail unitaire</p>
---	--

N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
300	<p>Perçage et taraudage:</p> <p>Sous-phase 310:</p> <p>OP 311: Perçage de 9 co=Ø7</p> <p>OP 312: Taraudage M8 E, 1/2F, F</p> <p style="text-align: right;">1,6/</p>	Fraiseuse vertical	<p>-Moyen de prise: étau mécanique.</p> <p>- Outils coupants: Foret Taraud M8.</p>	Pied à coulisse à jauge de profondeur.

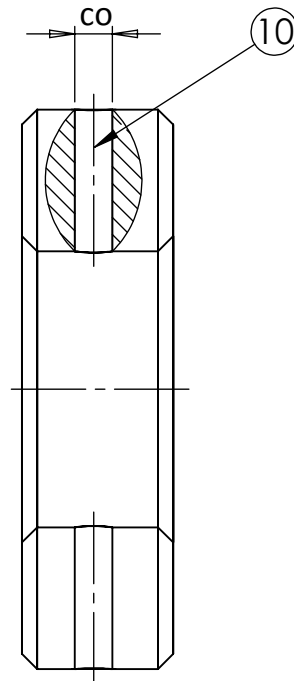
croquis de la pièce



Ensemble: dispositif de compression à chaud. Organe: Bague de fixation.		Matière: Acier Brut: Moulé Cadence: travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
300	Perçage et taraudage: Sous-phase 320: OP 321: Perçage de 10 $co=\varnothing 7$ OP 322: Taraudage M8 E, 1/2F, F	Fraiseuse vertical	-Moyen de prise: étau mécanique. - Outils coupants: Foret Taraud M8.	Pied à coulisse à jauge de profondeur.

1.6/

croquis de la pièce



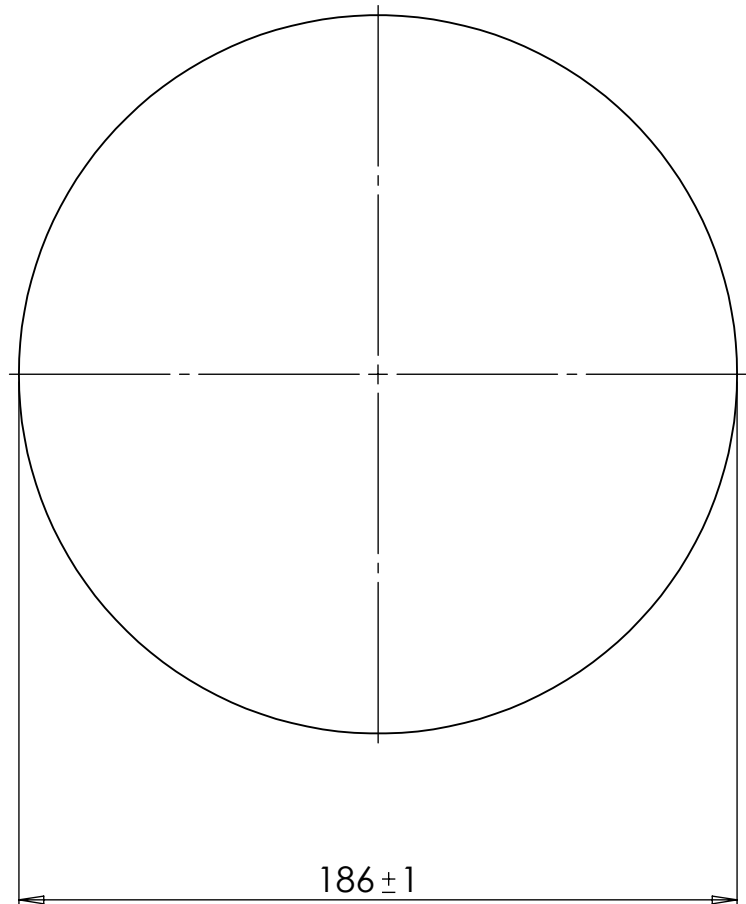
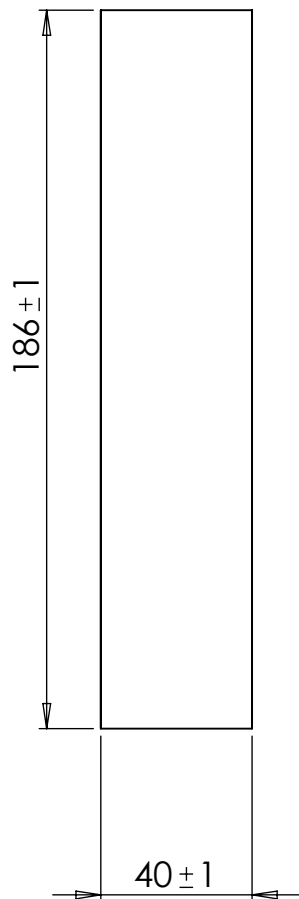
7.4 Feuilles d'analyse du support de fixation supérieur

Les feuilles d'analyse de fabrication:

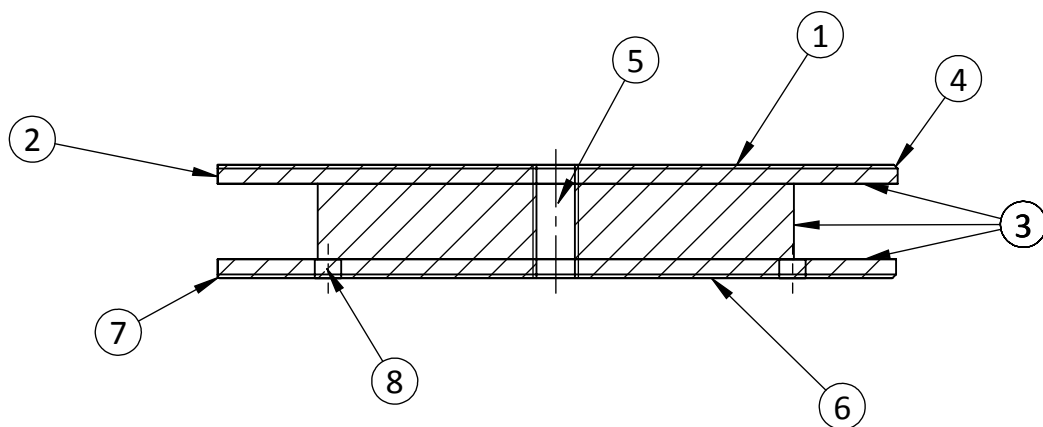
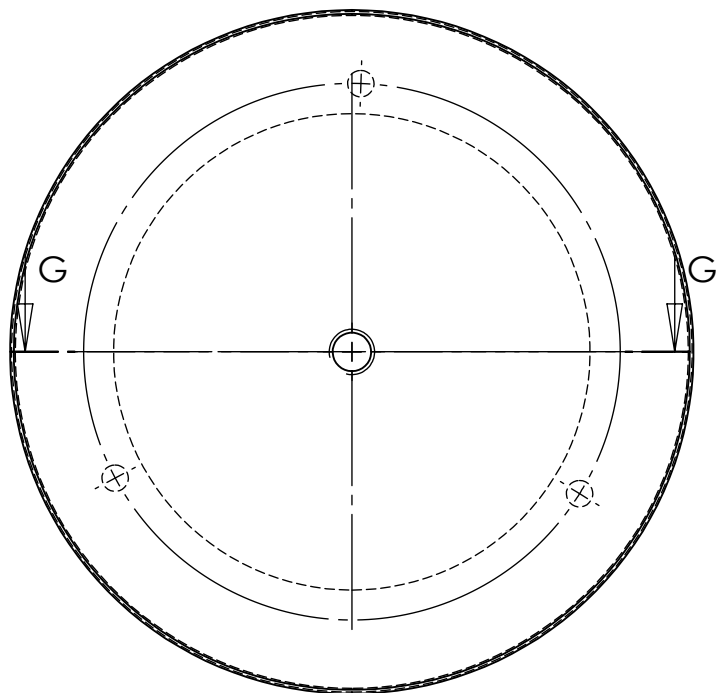
C- Feuilles d'analyse du support de fixation du piston supérieur:

Ensemble: dispositif de compression à chaud		Matière: Alliage d'aluminium	
Organe: Support de fixation du piston supérieur		Brut: moulé	
		Cadence: travail unitaire	
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Moyens de controles
100	Controle du brut	Scie mécanique	Règle mécanique Pied à coulisse

Croquis de la pièce

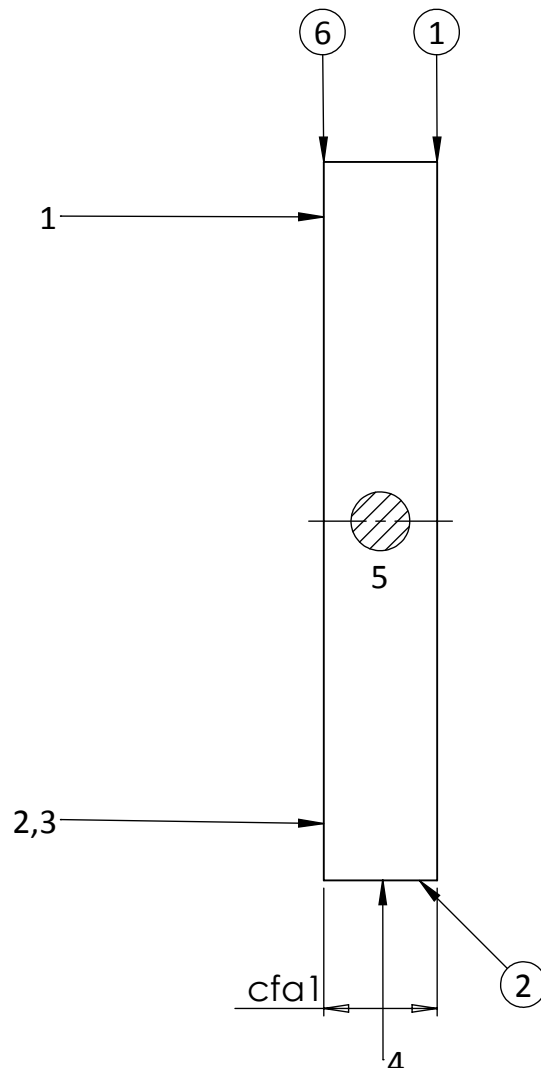


Repérage des surfaces élémentaires du support de fixation du piston supérieur:



Ensemble: dispositif de compression à chaud Organe: support de fixation du piston supérieur.		Matière: Alliage d'aluminium Brut: Moulé Cadence: travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	Tournage: Sous-phase 210: Isostatisme définie par: - Appuis plans sur (6), en trois normales (1, 2, 3). - Centrage court sur (2), en deux normales (4, 5). - Serrage concentrique. OP 211: dressage de 1F Cfa 1 =30 ±0.1 Ra=3.2/	Tour //	- Moyen de prise: Mandrin à trois mors à serrage concentrique. - Outils coupants: outil à dresser à plaquette amovible en carbure metalique.	Pied à coulisse

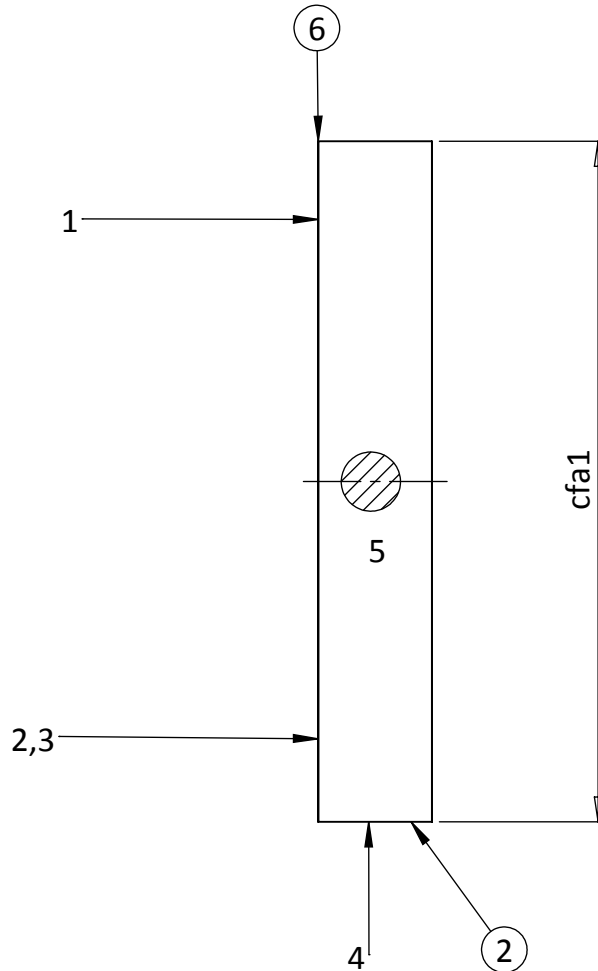
croquis de la pièce



<p>Ensemble: dispositif de compression à chaud</p> <p>Organe: support de fixation du piston supérieur.</p>	<p>Matière: Alliage d'aluminium</p> <p>Brut: Moulé</p> <p>Cadence: travail unitaire</p>
--	--

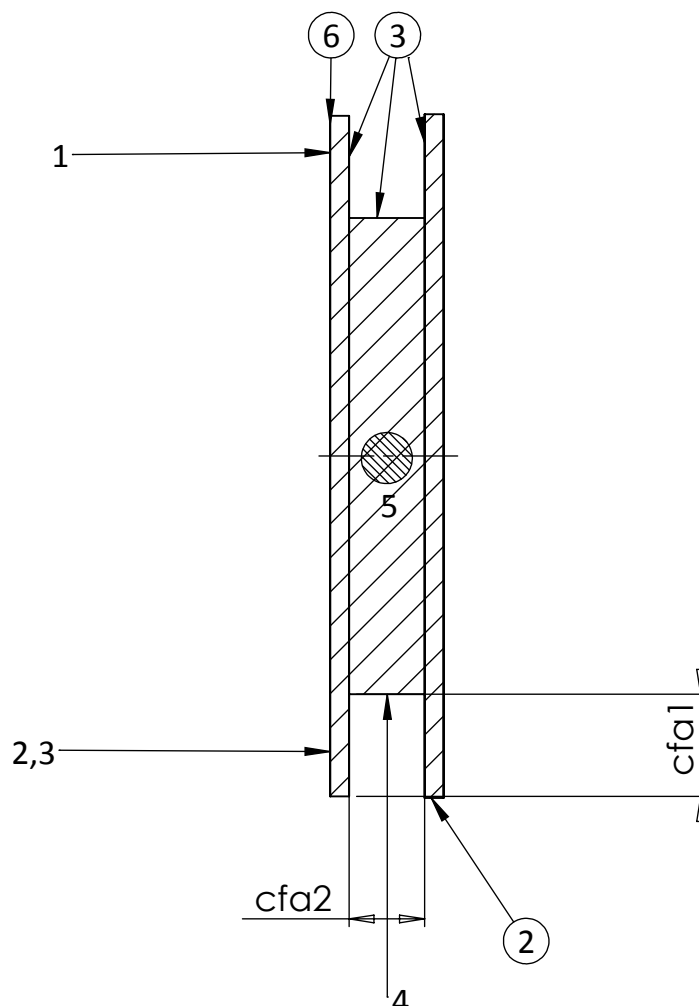
N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p>Tournage: Sous-phase 210: Isostatisme définie par: - Appuis plans sur (6), en trois normales (1, 2, 3). - Centrage court sur (2), en deux normales (4, 5). - Serrage concentrique.</p> <p>OP 212: chariotage de 2 F cfa1 =183 ± 0.5</p> <p> chariotage de 2 1/2F cfa1 =181 ± 0.5</p> <p> chariotage de 2 F Ra=1,6/ cfa1 =180 f7</p>	Tour //	<p>-Moyen de prise: Mandrin à trois mors à serrage concentrique.</p> <p>- Outils coupants: outil à charioter</p>	Pied à coulisse

croquis de la pièce



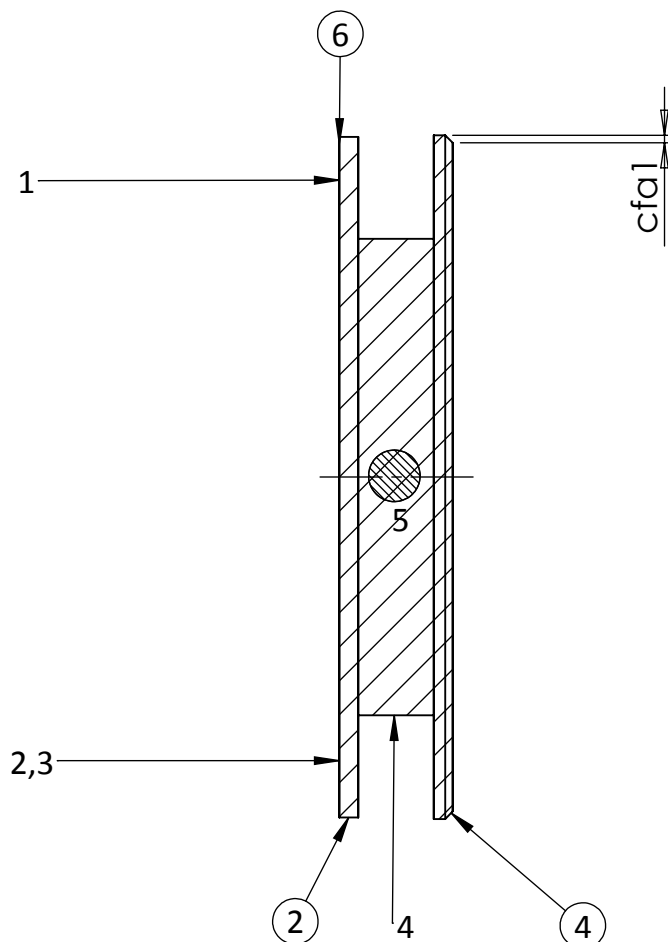
Ensemble: dispositif de compression à chaud Organe: support de fixation du piston supérieur		Matière: Alliage d'aluminium Brut: Moulé Cadence: travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	Tournage: Sous-phase 210: Isostatisme définie par: - Appuis plans sur (6), en trois normales (1, 2, 3). - Centrage court sur (2), en deux normales (4, 5). - Serrage concentrique. OP 213: rainure de 3 F cfa1= 27 ± 0.2 cfa2= 20 ± 0.2	Tour //	- Moyen de prise: Mandrin à trois mors à serrage concentrique. - Outils coupants: Outil droit.	Pied à coulisse à jauge de profondeur

croquis de la pièce



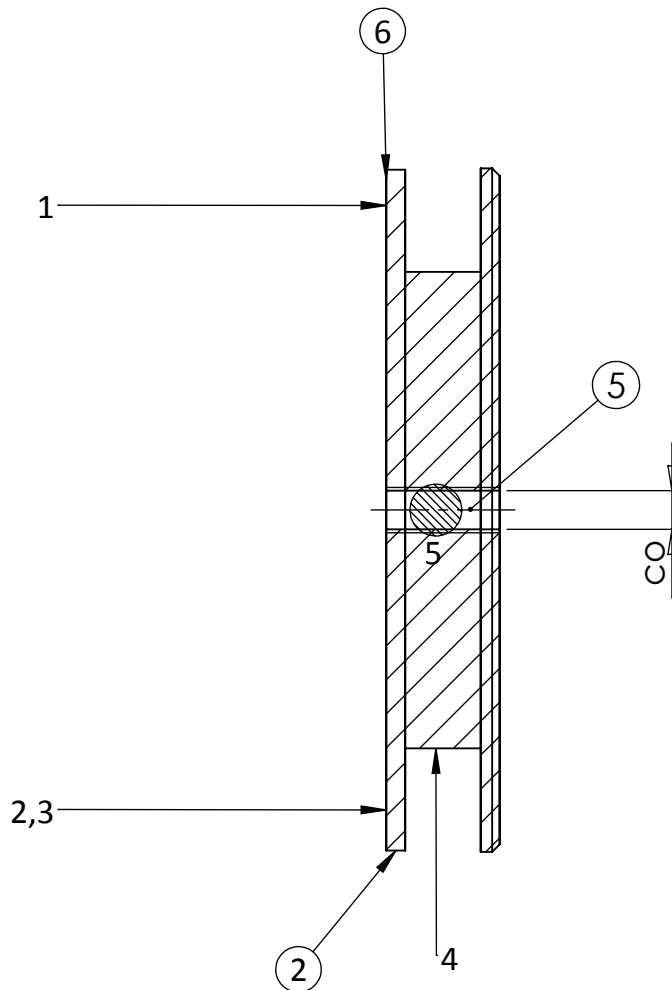
Ensemble: dispositif de compression à chaud Organe: support de fixation du piston supérieur.		Matière: Alliage d'aluminium Brut: Moulé Cadence: travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	Tournage: Sous-phase 210: Isostatisme définie par: - Appuis plans sur (6), en trois normales (1, 2, 3). - Centrage court sur (2), en deux normales (4, 5). - Serrage concentrique. OP 214: Chanfrein de 4 F cfa1=2*45° Ra=3.2/	Tour //	-Moyen de prise: Mandrin à trois mors à serrage concentrique. - Outils coupants: outil à charioter.	Pied à coulisse

croquis de la pièce



Ensemble: dispositif de compression à chaud. Organe: Support de fixation du piston supérieur.		Matière: Alliage d'aluminium Brut: Moulé Cadence: travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	Tournage: Sous-phase 210: Isostatisme définie par: - Appuis plans sur (6), en trois normales (1, 2, 3). - Centrage court sur (2), en deux normales (4, 5). - Serrage concentrique. OP 215: Perçage de 5 co=Ø10.20 OP 216: Taraudage M12 E, 1/2F, F Ra=1,6/	Tour //	- Moyen de prise: Mandrin à trois mors à serrage concentrique. - Outils coupants: Foret Ø10.20. Taraud M12.	Pied à coulisse à jauge de profondeur.

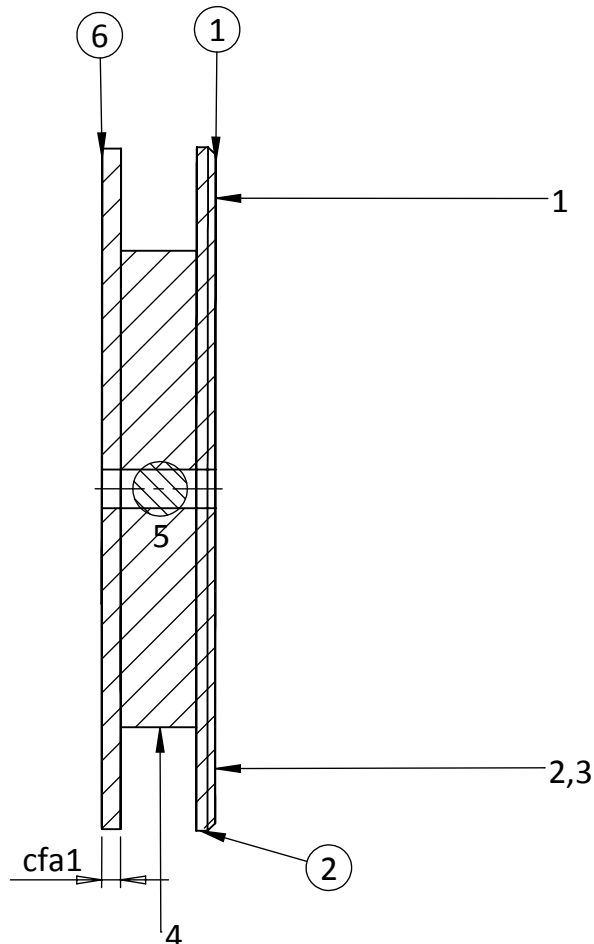
croquis de la pièce



<p>Ensemble: dispositif de compression à chaud.</p> <p>Organe: Support de fixation du piston supérieur.</p>	<p>Matière: Alliage d'aluminium</p> <p>Brut: Moulé</p> <p>Cadence: travail unitaire</p>
---	--

N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p>Tournage: Sous-phase 220: Isostatisme définie par: - Appuis plans sur (1), en trois normales (1, 2, 3). - Centrage court sur (2), en deux normales (4, 5). - Serrage concentrique.</p> <p>OP 221: dressage de 6 F</p> <p style="text-align: center;">Cfa1=5 ±0.1</p> <p style="text-align: center;">Ra=1,6/</p>	Tour //	<p>-Moyen de prise: Mandrin à trois mors à serrage concentrique.</p> <p>- Outils coupants: outil à dresser à plaquette amovible en carbure metalique.</p>	Pied à coulisse

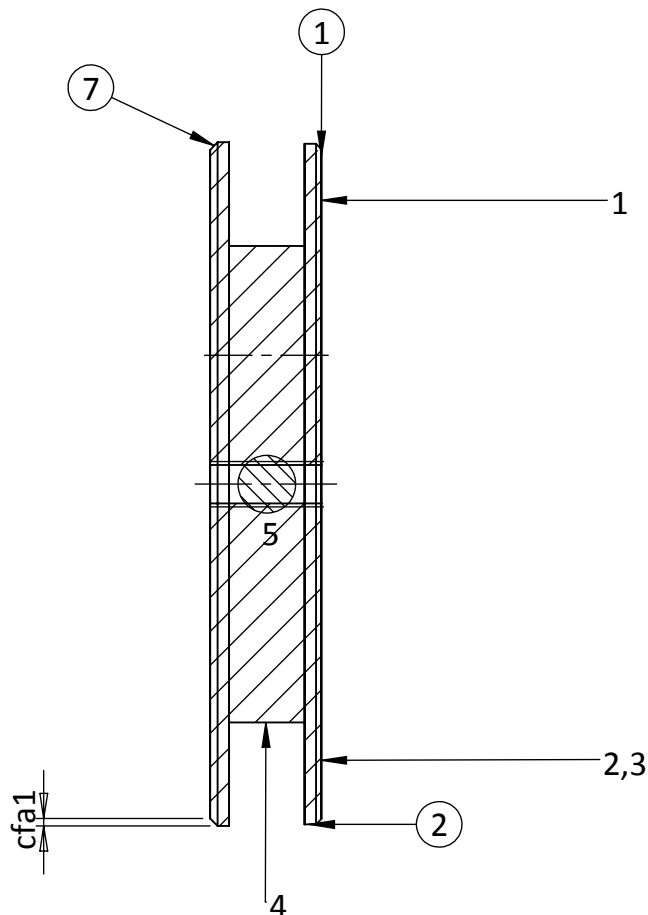
croquis de la pièce



Ensemble: dispositif de compression à chaud. Organe: Support de fixation du piston supérieur.	Matière: Alliage d'aluminium Brut: Moulé Cadence: travail unitaire
--	---

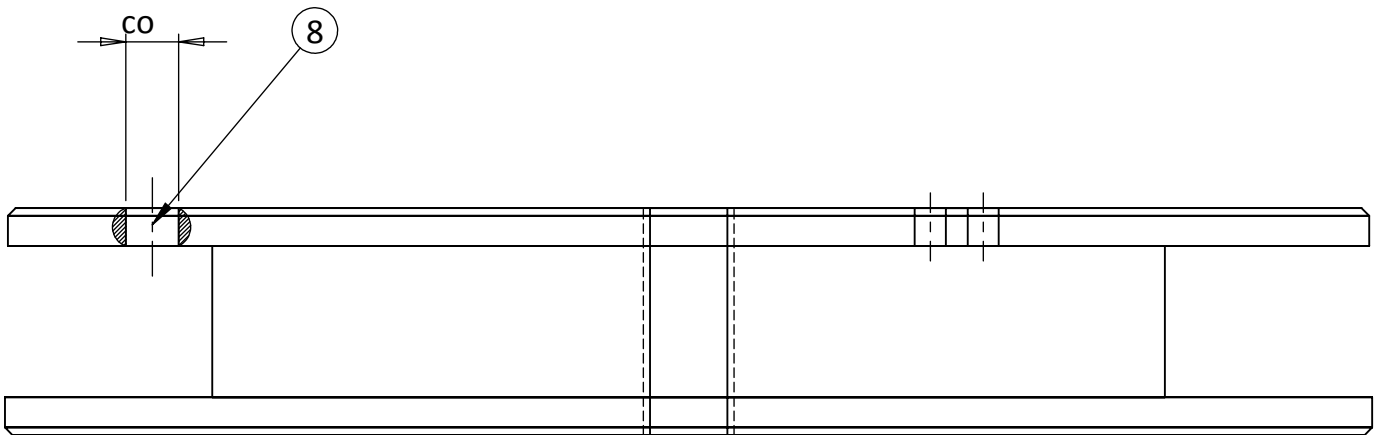
N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	Tournage: Sous-phase 220: Isostatisme définie par: - Appuis plans sur (1), en trois normales (1, 2, 3). - Centrage court sur (2), en deux normales (4, 5). - Serrage concentrique. OP 222: chanfrein de 7 F Cfa1= 2*45° Ra=1,6/	Tour //	-Moyen de prise: Mandrin à trois mors à serrage concentrique. - Outils coupants: outil à dresser à plaquette amovible en carbure metalique.	Pied à coulisse

croquis de la pièce



Ensemble: dispositif de compression à chaud. Organe: Support de fixation du piston supérieur.		Matière: Alliage d'aluminium Brut: Moulé Cadence: travail unitaire		
N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
300	Perçage : Sous-phase 320: OP 311: Perçage de 8 $co=\varnothing 7$ $Ra=1,6$	Fraiseuse vertical	-Moyen de prise: Sur le plateau diviseur, serrage avec trois brides - Outils coupants: Foret $\varnothing 7$	Pied à coulisse à jauge de profondeur.

croquis de la pièce

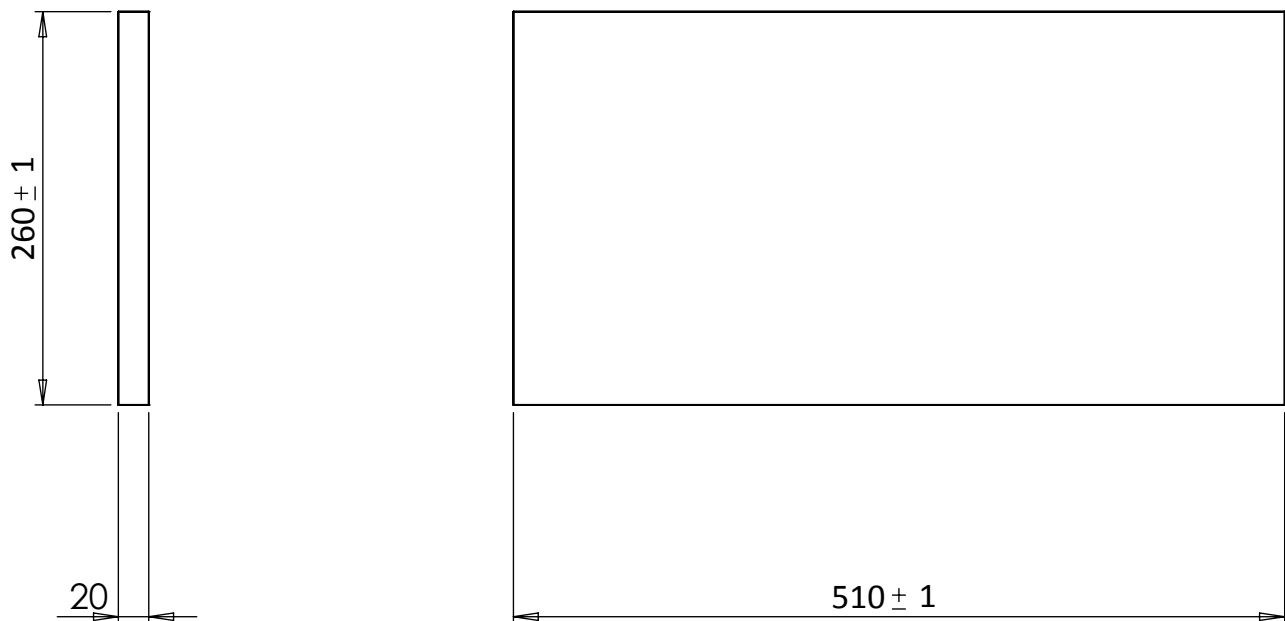


7.5 Feuilles d'analyse de la plaque support

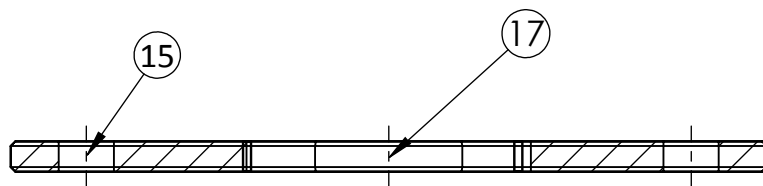
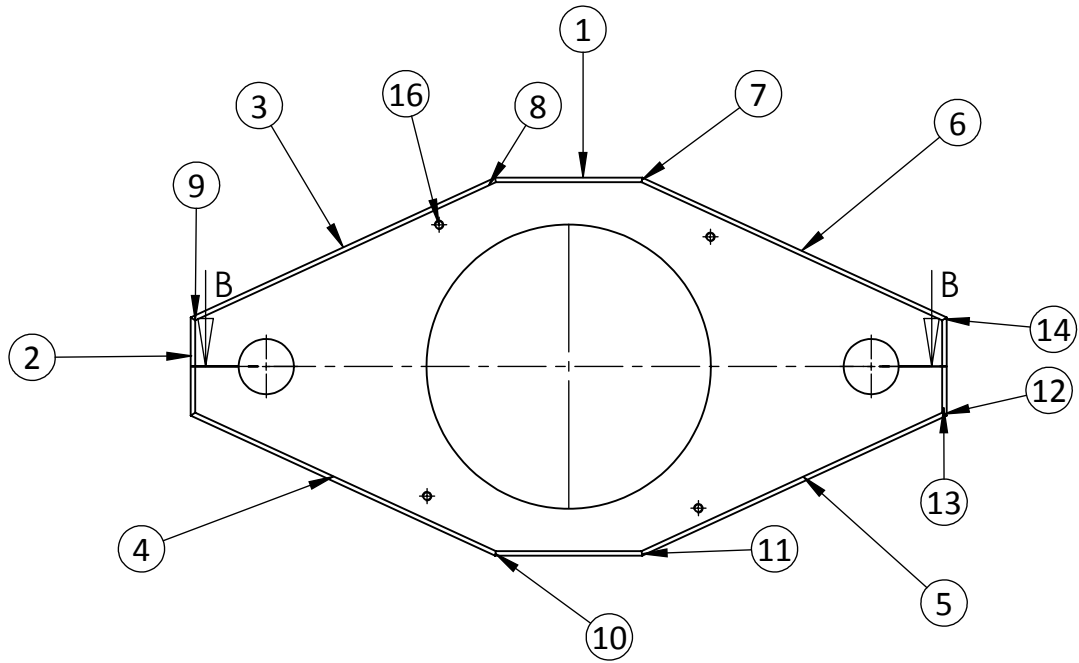
Les feuilles d'analyse de fabrication:
D- Feuilles d'analyse de la plaque support:

Ensemble: Dispositif de compression à chaud. Organe: Plaque support.		Matière: Alliage d'aluminium Brut: moulé Cadence: travail unitaire	
N° de phase	Désignation des opérations	Machine utilisée	Moyens de controles
100	Controle du brut	meule	Règle mécanique Pied à coulisse

Croquis de la pièce



Repérage des surfaces élémentaires de la plaque support:

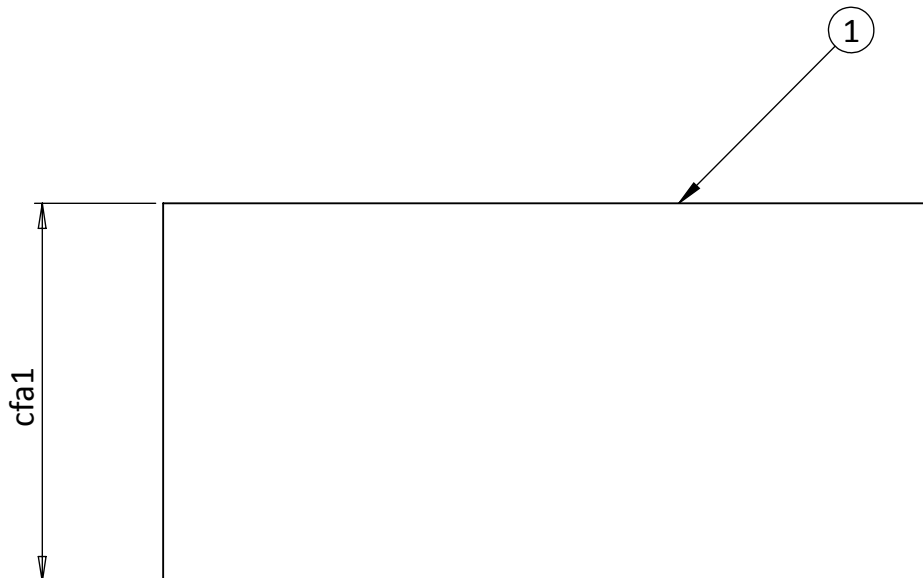


COUPE B-B

Ensemble: Dispositif de compression à chaud		Matière: Alliage d'aluminium		
Organe: Plaque support		Brut: Moulé		
		Cadence: travail unitaire		

N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p>Fraisage: Sous-phase 210: Isostatisme définie par: - Appuis plan (3 cale au dessous de la piece). - Serrage avec 4 brides au milieux deux de chaque coté.</p> <p>OP 211: profilage de 1 E cfa = 256mm</p> <p>profilage de 1 1/2 F cfa = 252mm</p> <p>profilage de 1 F $\sqrt{1,6}$ cfa1= 250mm</p>	Fraiseuse verticale	<p>-Moyen de prise: 4 brides, deux de chaque cotés, et 3 calles au dessous de la pièce.</p> <p>- Outils coupants: fraise $\varnothing 12$</p>	Pied à coulisse règle mécanique

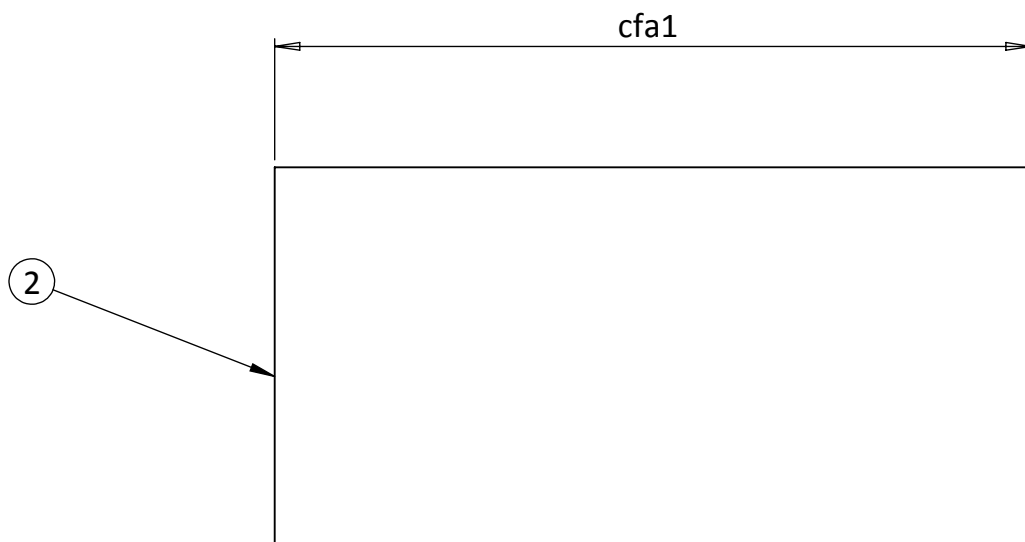
croquis de la pièce



Ensemble: Dispositif de compression à chaud		Matière: Alliage d'aluminium		
Organe: Plaque support		Brut: Moulé		
		Cadence: travail unitaire		

N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p>Fraisage: Sous-phase 210: Isostatisme définie par: - Appuis plan (3 cales au dessous de la pièce). - Serrage avec 4 brides</p> <p>OP 212: profilage de (2) E cfa = 506 ± 0.1</p> <p>profilage de (2) 1/2 F cfa = 503 ± 0.1</p> <p>profilage de (2) F cfa1= 500 ± 0.1</p>	Fraiseuse verticale	<p>-Moyen de prise: 4 brides, deux de chaque cotés, et 3 cales au dessous de la pièce.</p> <p>- Outils coupants: fraise deux taille $\varnothing 12$</p>	Pied à coulisse règle mécanique

croquis de la pièce

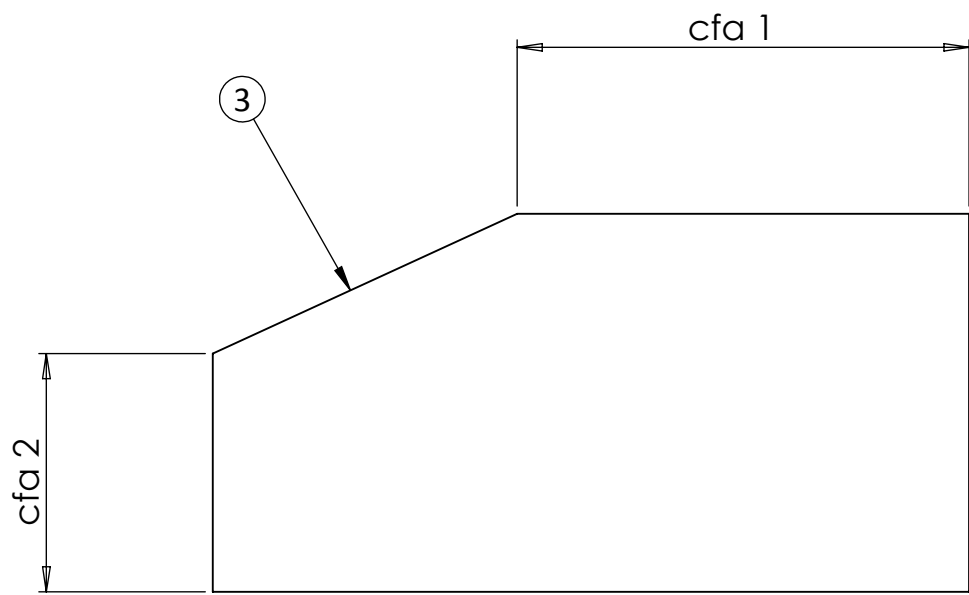


Ensemble: Dispositif de compression à chaud		Matière: Alliage d'aluminium		
Organe: Plaque support		Brut: Moulé		
		Cadence: travail unitaire		

N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	Fraisage: Sous-phase 220: Isostatisme définie par: - Appuis plan (3 cales au dessous de la pièce). - Serrage avec 4 brides OP 221: profilage de (3) F cfa1 = 298 ± 0.1 cfa2 = 157 ± 0.1	Fraiseuse verticale	-Moyen de prise: 4 brides 3 cales au dessous de la pièce. - Outils coupants: fraise deux tailles $\varnothing 12$	- Pied à coulisse. - Règle mécanique. - équerre mécanique.

1,6/

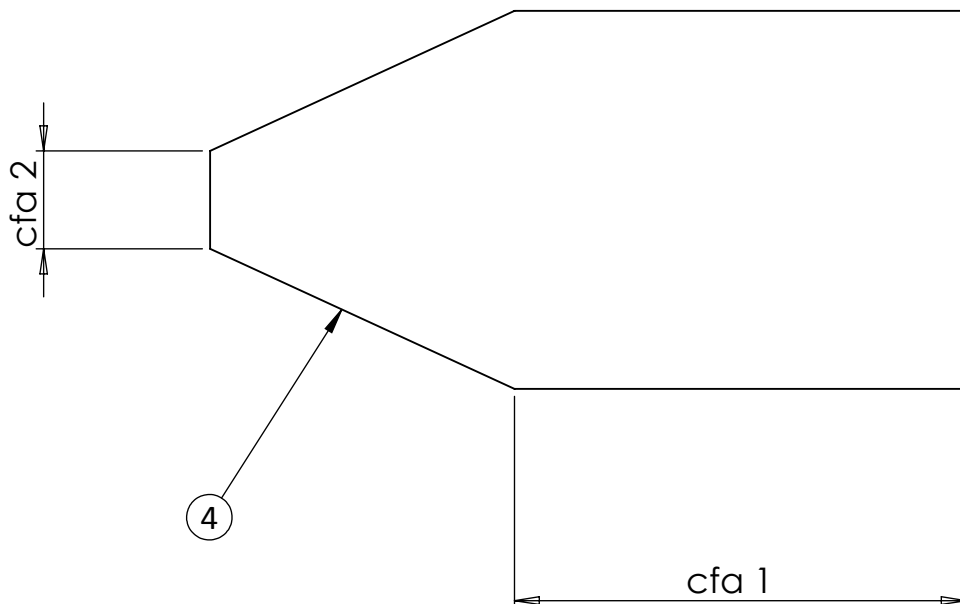
croquis de la pièce




Ensemble: Dispositif de compression à chaud		Matière: Alliage d'aluminium		
Organe: Plaque support		Brut: Moulé		
		Cadence: travail unitaire		

N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	Fraisage: Sous-phase 230: Isostatisme définie par: - Appuis plan (3 cales au dessous de la pièce). - Serrage avec 4 brides OP 231: profilage de (4) F $cfa1 = 298 \pm 0.1$ $cfa2 = 64 \pm 0.1$ $1,6/\surd$	Fraiseuse verticale	-Moyen de prise: serrage avec 4 brides 3 cales au dessous de la pièce. - Outils coupants: fraise deux tailles $\varnothing 12$	- Pied à coulisse. - Règle mécanique. - équerre mécanique.

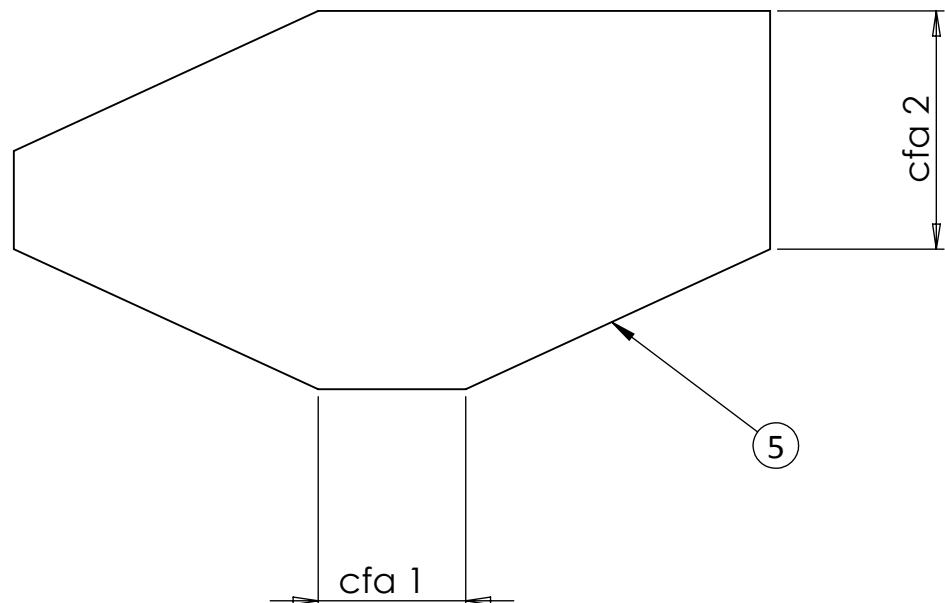
croquis de la pièce



Ensemble: Dispositif de compression à chaud		Matière: Alliage d'aluminium		
Organe: Plaque support		Brut: Moulé		
		Cadence: travail unitaire		

N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	Fraisage: Sous-phase 240: Isostatisme définie par: - Appuis plan (3 cales au dessous de la pièce). - Serrage avec 4 brides OP 241: profilage de (5) F $cfa1 = 157 \pm 0.1$ $cfa2 = 97.5 \pm 0.1$ 	Fraiseuse verticale	-Moyen de prise: serrage avec 4 brides 4 cales au dessous de la pièce. - Outils coupants: fraise deux tailles $\varnothing 12$	- Pied à coulisse. - Règle mécanique. - équerre mécanique.

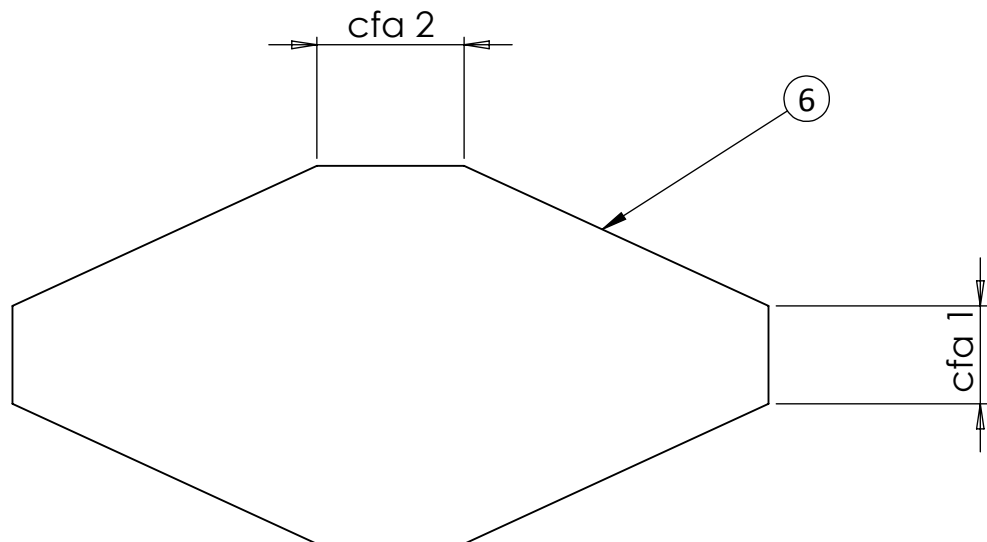
croquis de la pièce




Ensemble: Dispositif de compression à chaud		Matière: Alliage d'aluminium		
Organe: Plaque support		Brut: Moulé		
		Cadence: travail unitaire		

N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	Fraisage: Sous-phase 250: Isostatisme définie par: - Appuis plan (3 cales au dessous de la pièce). - Serrage avec 4 brides OP 251: profilage de (6) F $cfa1 = 64 \pm 0.1$ $cfa2 = 97.5 \pm 0.1$ $1,6 \sqrt{\quad}$	Fraiseuse verticale	-Moyen de prise: Serrage avec 4 brides, une de chaque coté et deux autres au milieu de la pièce. 4 Cales au dessous de la pièce. - Outils coupants: fraise deux tailles $\varnothing 12$	- Pied à coulisse. - Règle mécanique. - équerre mécanique.

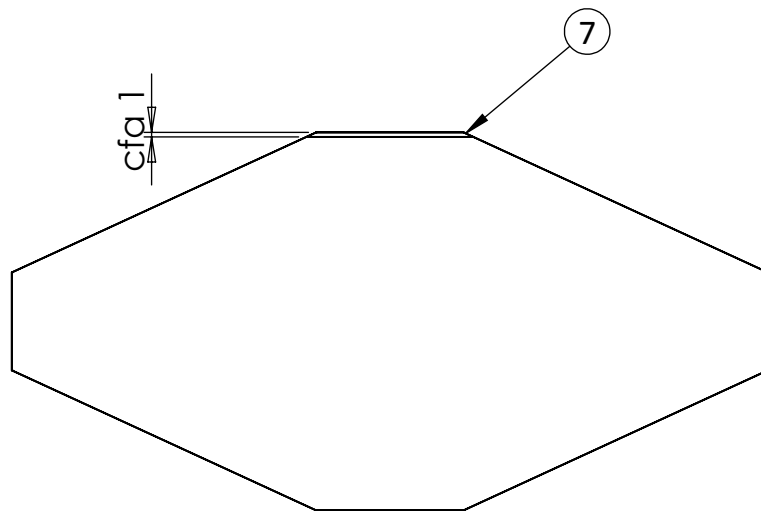
croquis de la pièce




Ensemble: Dispositif de compression à chaud		Matière: Alliage d'aluminium		
Organe: Plaque support		Brut: Moulé		
		Cadence: travail unitaire		

N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	Fraisage: Sous-phase 260: Isostatisme définie par: - Appuis plan (3 cales au dessous de la pièce). - Serrage avec 4 brides OP 261: chanfrein de (7) F $cfa1 = 3 * 45^\circ$ 	Fraiseuse verticale	-Moyen de prise: serrage avec 4 brides 4 cales au dessous de la pièce. - Outils coupants: fraise deux tailles $\varnothing 12$	- Pied à coulisse. - Règle mécanique. - équerre mécanique.

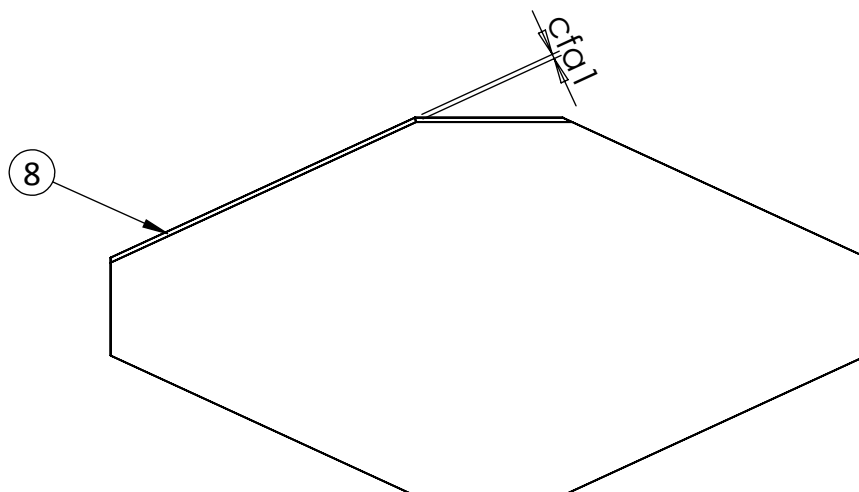
croquis de la pièce




<p>Ensemble: Dispositif de compression à chaud</p> <p>Organe: Plaque support</p>	<p>Matière: Alliage d'aluminium</p> <p>Brut: Moulé</p> <p>Cadence: travail unitaire</p>
--	--

N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p>Fraisage: Sous-phase 260: Isostatisme définie par: - Appuis plan (3 cales au dessous de la pièce). - Serrage avec 4 brides</p> <p>OP 262: chanfrein de (8) F cfa1 = 3 * 45°</p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div>	Fraiseuse verticale	<p>-Moyen de prise: Serrage avec 4 brides 4 cales au dessous de la pièce.</p> <p>- Outils coupants: fraise deux tailles Ø12</p>	<p>- Pied à coulisse.</p> <p>- Règle mécanique.</p> <p>- équerre mécanique.</p>

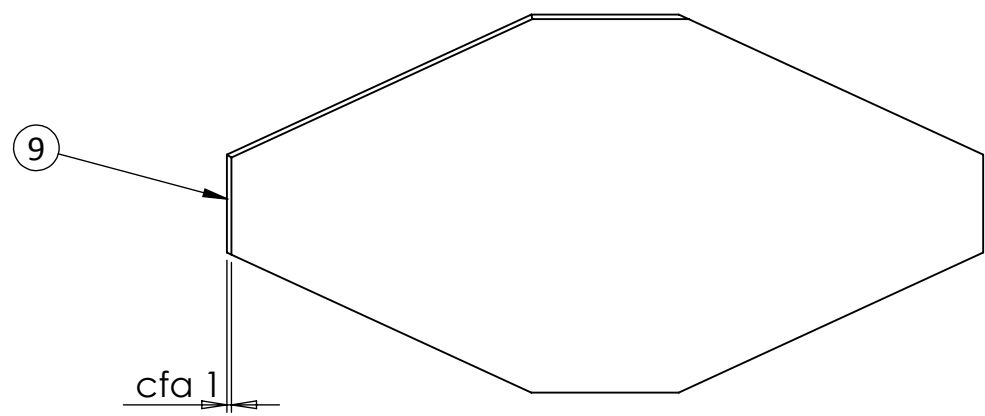
croquis de la pièce



Ensemble: Dispositif de compression à chaud Organe: Plaque support		Matière: Alliage d'aluminium Brut: Moulé Cadence: travail unitaire		
---	--	---	--	--

N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	Fraisage: Sous-phase 270: Isostatisme définie par: - Appuis plan (3 cales au dessous de la pièce). - Serrage avec 4 brides OP 271: chanfrein de (9) F $cfa1 = 3 * 45^\circ$ <div style="text-align: center;">  </div>	Fraiseuse verticale	-Moyen de prise: Serrage avec 4 brides 4 cales au dessous de la pièce. - Outils coupants: fraise deux tailles Ø12	- Pied à coulisse. - Règle mécanique. - équerre mécanique.

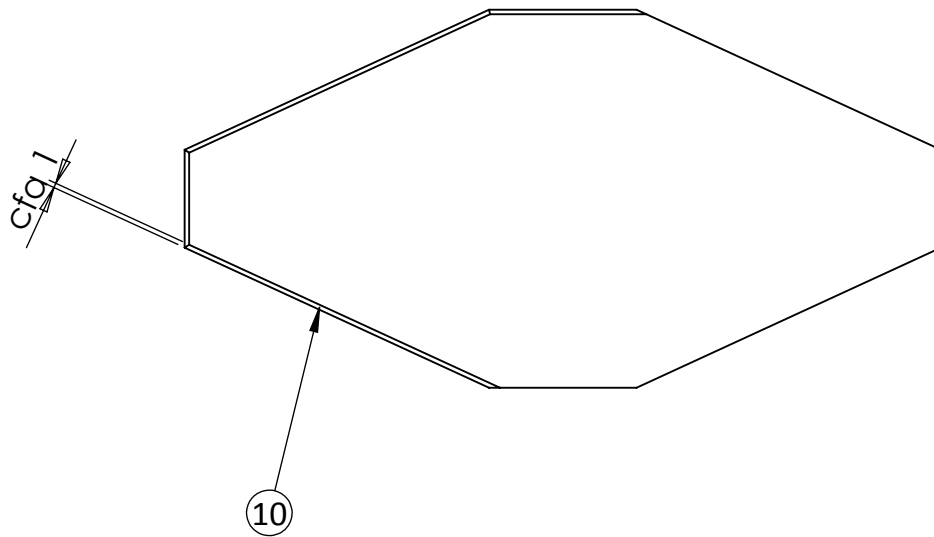
croquis de la pièce




Ensemble: Dispositif de compression à chaud		Matière: Alliage d'aluminium		
Organe: Plaque support		Brut: Moulé		
		Cadence: travail unitaire		

N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	Fraisage: Sous-phase 270: Isostatisme définie par: - Appuis plan (3 cales au dessous de la pièce). - Serrage avec 4 brides OP 272: chanfrein de $\textcircled{10}$ F $\text{cfa1} = 3 * 45^\circ$ $1,6$	Fraiseuse verticale	-Moyen de prise: Serrage avec 4 brides 4 cales $\text{Ø}14$ au dessous de la pièce. - Outils coupants: fraise deux tailles $\text{Ø}12$	- Pied à coulisse. - Règle mécanique. - équerre mécanique.

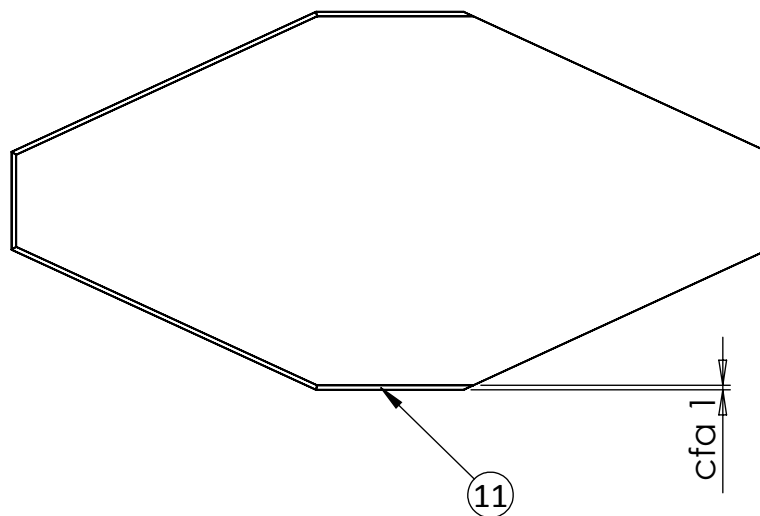
croquis de la pièce




<p>Ensemble: Dispositif de compression à chaud</p> <p>Organe: Plaque support</p>	<p>Matière: Alliage d'aluminium</p> <p>Brut: Moulé</p> <p>Cadence: travail unitaire</p>
--	--

N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	<p>Fraisage: Sous-phase 280: Isostatisme définie par: - Appuis plan (3 cales au dessous de la pièce). - Serrage avec 4 brides</p> <p>OP 281: chanfrein de (11) F cfa1 = 3 * 45°</p> <div style="text-align: center;">  </div>	Fraiseuse verticale	<p>-Moyen de prise: Serrage avec 4 brides 4 cales au dessous de la pièce.</p> <p>- Outils coupants: fraise deux tailles Ø12</p>	<p>- Pied à coulisse.</p> <p>- Règle mécanique.</p> <p>- équerre mécanique.</p>

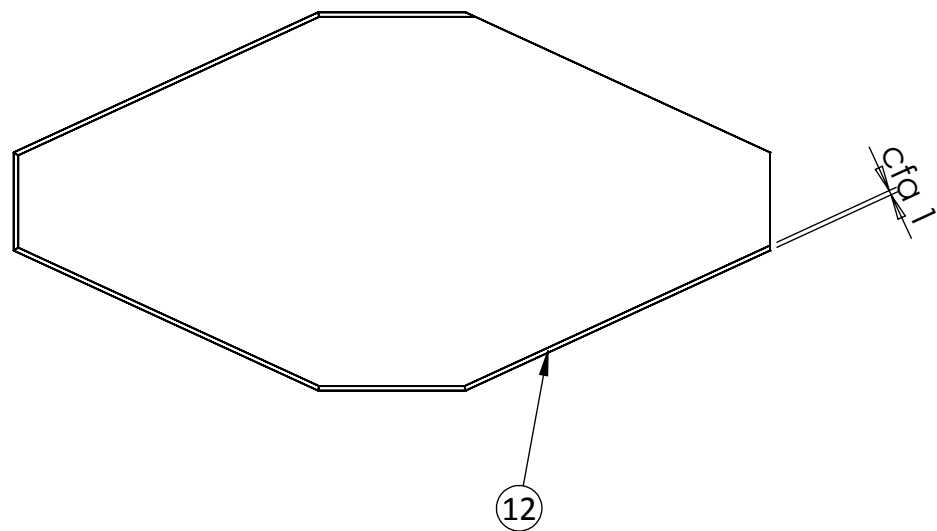
croquis de la pièce




Ensemble: Dispositif de compression à chaud		Matière: Alliage d'aluminium		
Organe: Plaque support		Brut: Moulé		
		Cadence: travail unitaire		

N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	Fraisage: Sous-phase 280: Isostatisme définie par: - Appuis plan (4 cales au dessous de la pièce). - Serrage avec 4 brides OP 282: chanfrein de (12) F $cfa1 = 3 * 45^\circ$ 	Fraiseuse verticale	-Moyen de prise: Serrage avec 4 brides 4 cales Ø14 au dessous de la pièce. - Outils coupants: fraise deux tailles Ø12	- Pied à coulisse. - Règle mécanique. - équerre mécanique.

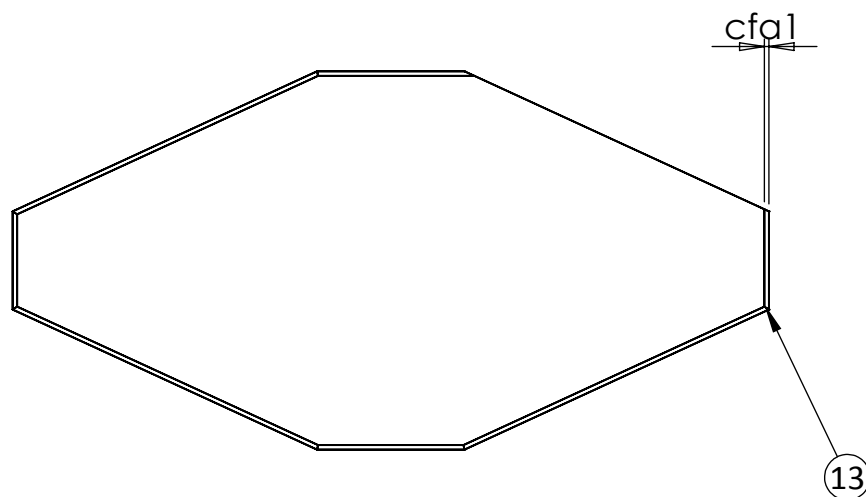
croquis de la pièce




Ensemble: Dispositif de compression à chaud		Matière: Alliage d'aluminium		
Organe: Plaque support		Brut: Moulé		
		Cadence: travail unitaire		

N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	Fraisage: Sous-phase 290: Isostatisme définie par: - Appuis plan (4 cales au dessous de la pièce). - Serrage avec 4 brides OP 291: chanfrein de (13) F $cfa1 = 3 * 45^\circ$ 	Fraiseuse verticale	-Moyen de prise: Serrage avec 4 brides 4 cales au dessous de la pièce. - Outils coupants: fraise deux tailles $\varnothing 12$	- Pied à coulisse. - Règle mécanique. - équerre mécanique.

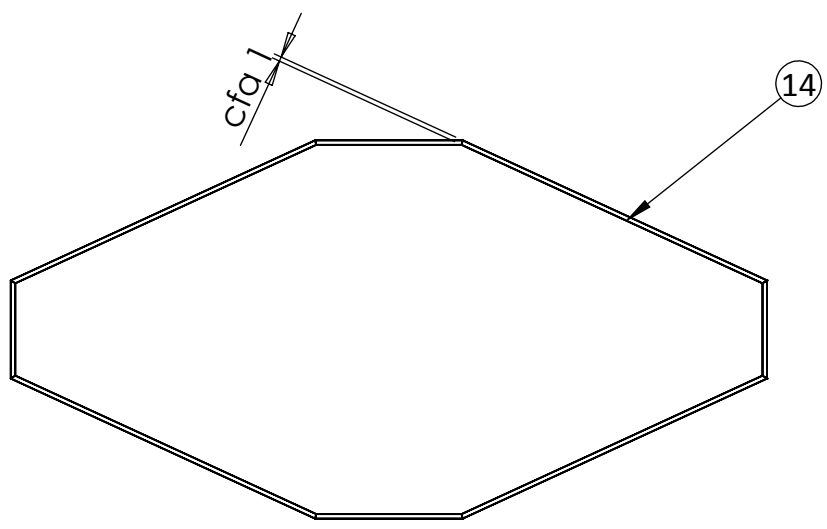
croquis de la pièce



Ensemble: Dispositif de compression à chaud		Matière: Alliage d'aluminium		
Organe: Plaque support		Brut: Moulé		
		Cadence: travail unitaire		

N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	Fraisage: Sous-phase 290: Isostatisme définie par: - Appuis plan (4 cales au dessous de la pièce). - Serrage avec 4 brides OP 292: chanfrein de (14) F $cfa1 = 3 * 45^\circ$ 	Fraiseuse verticale	-Moyen de prise: Serrage avec 4 brides 4 cales au dessous de la pièce. - Outils coupants: fraise deux tailles $\varnothing 12$	- Pied à coulisse. - Règle mécanique. - équerre mécanique.

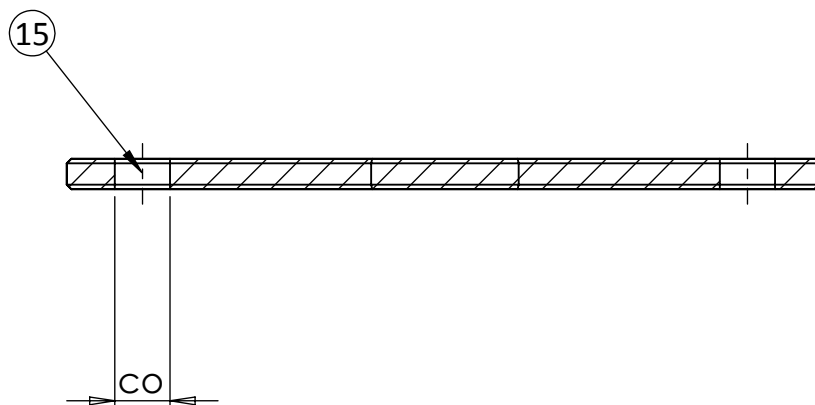
croquis de la pièce



Ensemble: Dispositif de compression à chaud		Matière: Alliage d'aluminium		
Organe: Plaque support		Brut: Moulé		
		Cadence: travail unitaire		

N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	Fraisage: Sous-phase 300: Isostatisme définie par: - Serrage avec 4 brides OP 301: perçage de (15) F co = Ø36.5 <div style="text-align: center;">1,6/</div>	Fraiseuse verticale	-Moyen de prise: 4 brides 4 cales Ø14 au dessous de la pièce. - Outils coupants: fraise deux tailles Ø36.5	- Pied à coulisse. - Règle mécanique. - équerre mécanique.

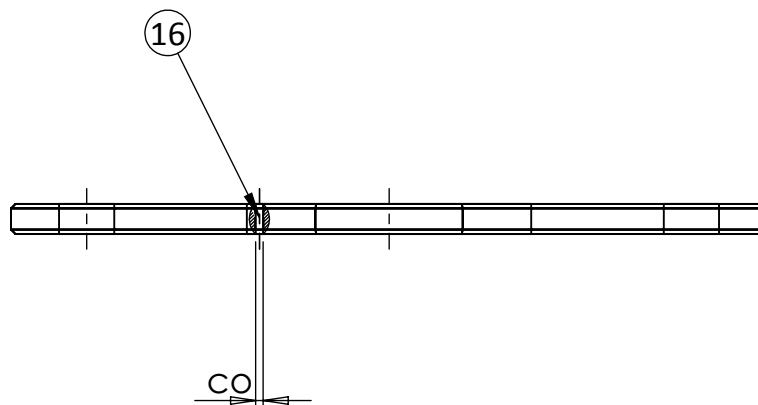
croquis de la pièce



Ensemble: Dispositif de compression à chaud Organe: Plaque support		Matière: Alliage d'aluminium Brut: Moulé Cadence: travail unitaire		
---	--	---	--	--

N° de phase	Désignation des opérations	machine utilisée	Appareillages outils coupants	Contrôle
200	Fraisage: Sous-phase 300: Isostatisme définie par: - Serrage avec 4 brides OP 302: perçage de (16) co = Ø5 OP 303: taraudage de E , 1/2F , F <div style="text-align: center;">1,6/</div>	Fraiseuse verticale	-Moyen de prise: 4 brides 4 cales Ø14 au dessous de la pièce. - Outils coupants: foret Ø5 taraud M6	- Pied à coulisse. - Règle mécanique. - équerre mécanique.

croquis de la pièce



Chapitre V

Essai de mise en marche de la presse : élaboration d'un matériau composite

Chapitre V : Essai de mise en marche de la presse : élaboration d'un matériau composite

1. Etalonnage

Pour avoir une bonne acquisition instantanée de la pression, nous avons procédé à un étalonnage permettant la conversion de la valeur indiquée (signal électrique) par le système d'acquisition en force et en pression réellement appliquée. Pour ce faire, nous avons démonté l'anneau comportant les jauges collées ainsi que le support de fixation supérieur. Le système est inversé pour pouvoir y déposer des poids dont les valeurs sont connues ; ces poids étant équivalents à des forces de compression appliquées par la presse sur les échantillons. Le tableau V.1 récapitule les valeurs obtenues, avec P (pression) = F (force) / S (surface) :

Tableau V.1 : La pression en fonction de l'indication du système d'acquisition

Masse (Kg)	Poids (N)	Pression (Pa)	Indication (signal en mV)
0,78	7,651	285,485	-0,02
2,65	25,996	970	-0,05
4,63	45,42	1694,776	-0,08
6,62	64,942	2423,208	-0,12
9,1	89,271	3331,007	-0,15
11,52	113,011	4216,828	-0,19
13,73	134,691	5025,783	-0,22
15,94	156,371	5834,738	-0,26

L'ensemble des valeurs ainsi obtenues nous permettent de tracer la courbe d'étalonnage ci-dessous (Fig. V.1).

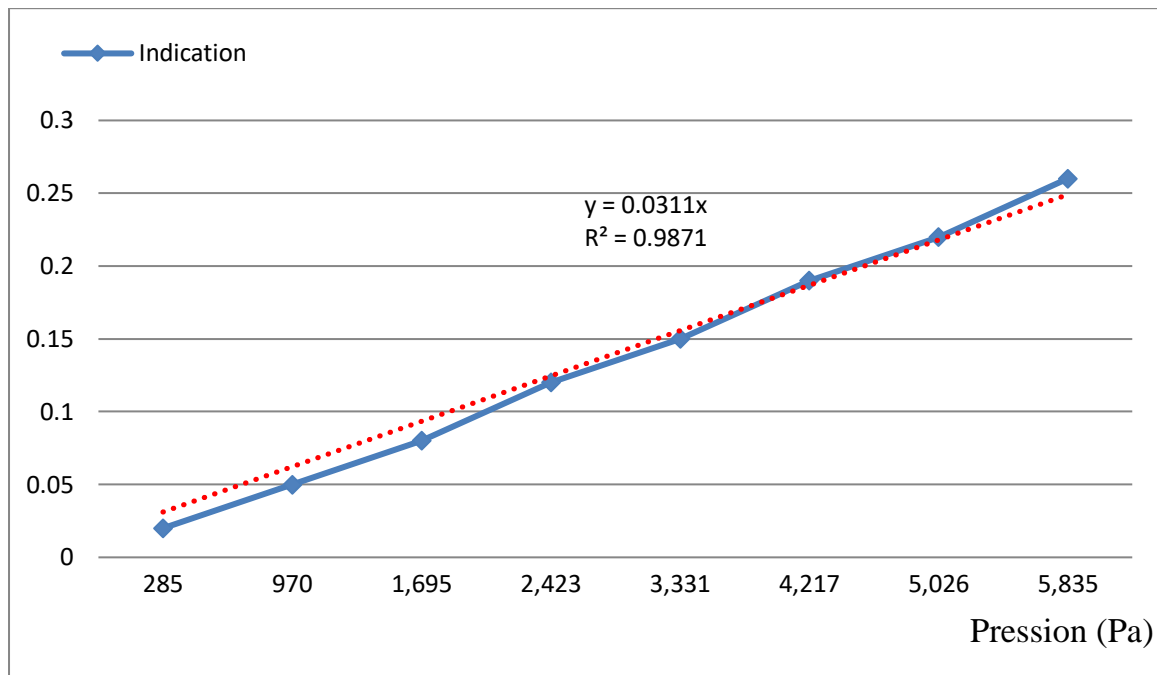


Figure V.1 : La pression en fonction de l'indication du système d'acquisition

2. Matériau élaboré

Pour l'élaboration du matériau composite, nous avons utilisé le PLA comme matrice et les fibres de l'ALFA comme renfort. Le PLA est fourni sous forme de granulés (Fig. V.2). Les fibres d'alfa sont coupées à l'effet d'obtenir des trichites (fibres courtes comme le montre la Fig. V.3). Pour obtenir des échantillons de dimensions suffisantes pour des éprouvettes convenables pour des essais de traction (mais sans gaspiller les matières premières), nous avons utilisé un moule en alliage d'aluminium conçu et fabriqué à cet effet (voir Fig. V.4).



Figure V.2 : PLA (poly-acide lactique)



Figure V.3 : Fibres de l'ALFA



Figure V.4 : Moule en alliage d'aluminium.

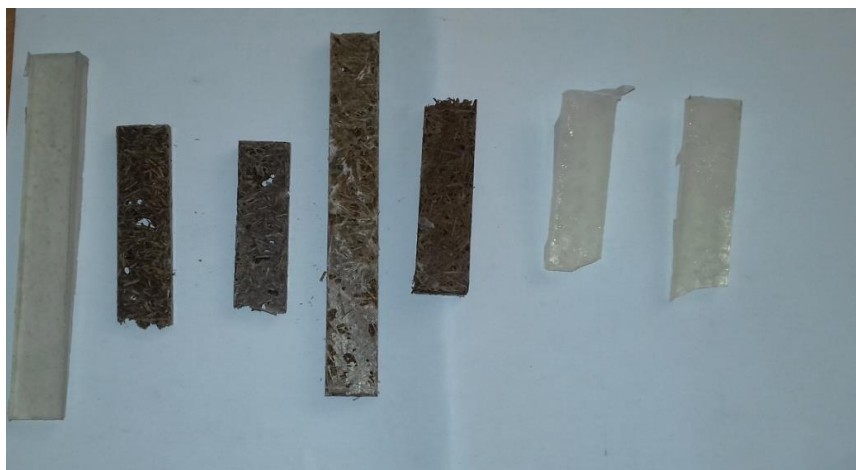


Figure V.5 : échantillons obtenues.

Conclusion générales

Conclusion générales et Perspectives

L'ajout des fibres végétales dans les polymères constituent une bonne alternative en vue de remplacer les plastiques conventionnels par des matériaux capables de se dégrader après leur utilisation sans aboutir à une augmentation de la teneur en CO₂ atmosphérique, elle permet aussi l'amélioration de l'ensemble des propriétés du matériau. L'accroissement des propriétés mécaniques provient des propriétés élevées de la fibre (module, contrainte à rupture), mais de nombreux autres paramètres comme la taille de la fibre la modification de la surface, la teneur en fibre, les « additifs » influence également les propriétés mécaniques ainsi que d'autres caractéristiques. Plusieurs méthodes d'élaboration de ces matériaux existent: l'extrusion, l'injection plastique, etc. Dans ce travail, nous nous sommes fixés pour objectif d'améliorer le fonctionnement d'un dispositif de compression à chaud, concevoir et fabriquer des pièces qui assurent le bon fonctionnement de ce dernier qui est adapté sur une presse hydraulique disponible au laboratoire.

La conception des pièces qui assurent et qui améliorent le fonctionnement du dispositif a été entamée par la présentation des exigences techniques et la problématique a été posée. Plusieurs solutions ont été proposées et discutées, celles jugées pertinentes ont été retenues. Par la suite, la conception a été menée en suivant une procédure qui détermine d'abord les formes et dimensions des pièces, répondant ainsi au mieux aux exigences techniques formulées auparavant à même de permettre la réalisation d'un dispositif fonctionnel et fiable. Le logiciel de Conception et de dessin assisté par ordinateur SolidWorks est mis à contribution dans le cadre de cette étude.

Un système de régulation de la pression a été réalisé. Les différentes pièces mécaniques ont été fabriquées et assemblées pour aboutir au dispositif de compression à chaud adaptable sur la presse hydraulique du département de Génie Mécanique. Après essais préliminaires, le dispositif ainsi fabriqué est prêt à l'utilisation.

Le travail réalisé au cours de notre projet de fin d'études, ayant suffisamment fait avancer le projet.

Nous proposons à titre de perspective, de concevoir et de fabriquer une pochette en Cu pour le refroidissement de la chambre de compression.

Référence bibliographique

- [1] : Pascal Weber, ISO 9001:2008, Paragraphe 7-3.
- [2] : Les nouveaux régimes de la conception : langages, théories, métiers, ouvrages collectif. Le Masson, P. Weil, D. Benoit, A. Hatchuel, 2006.
- [3] : M. Toll Emaire, 1998, conception de produit mécanique, méthodes, modèles et outils, éditions Hermes, ISBN 2- 86601 : 694 :7, PARIS.
- [4] : Techniques et ingénieur, Philippe Boisseau.
- [5] : D. Fateh et M. Hacéne, mémoire master (conception et réalisation d'un dispositif de compression à chaud pour l'élaboration des matériaux composites), UMMTO, 2017/2018.
- [6] : (normes ANFOR) : NF EN 1325- 1 novembre 1996 : vocabulaire du management de la valeur, de l'analyse – Partie1.
- [7] : Conception des systèmes d'information, modélisation des données, MICHEL BIGAND, éditions technip, 2006.
- [8] : La Conception Mécanique, Méthodologie et Optimisation, Philippe Boisseau.
- [9] : Matériaux composites, comportement mécanique et analyse des structures, JEAN MARIE BETHELO, 5ème édition, 2012.
- [10] : Matériaux composites, Comportement mécanique et analyse des structures, JEAN MARIE BETHELO, 4ème édition, 2005.
- [11] : L.BELARD, thèse doctorat, université de Reims, 2007.
- [12] : V.BERTHE, thèse doctorat, école doctorante N°364 Paris technique, 2010.
- [13] : M.R.MURALI, V. Singaravelu, M. Manjusri, K.B.Sajatu, K.M.Amer, Progress in polymer science, 38, 1653, 2013.
- [14]: V. Pagga, D.B.Beimborn, M.Yamamoto, journal of environmental polymer degradation, 4, 173, 1996.
- [15]: P. Luis, mémoire de licence, université de Liège, 2006.
- [16] : Amoura Sid Ali, Manser Abdelghani étude de deux polymères biodégradables (PLA, PCL), mémoire de master, Université A. MIRA – BEJAIA,2014.

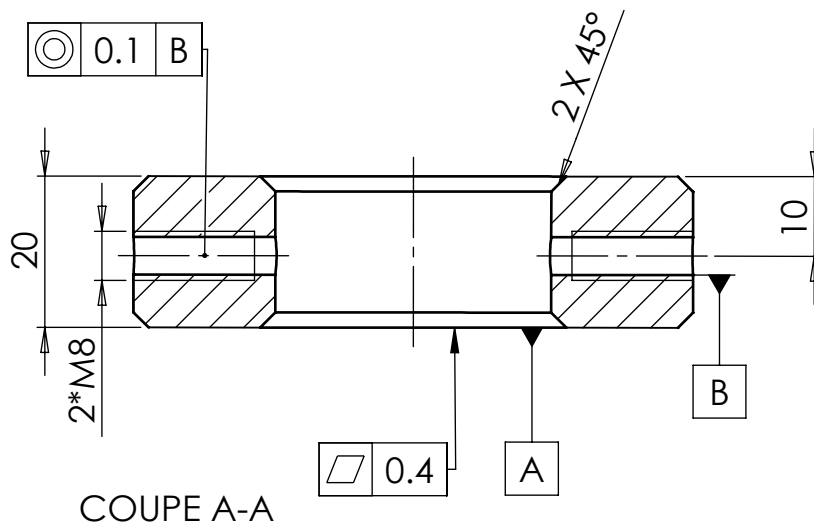
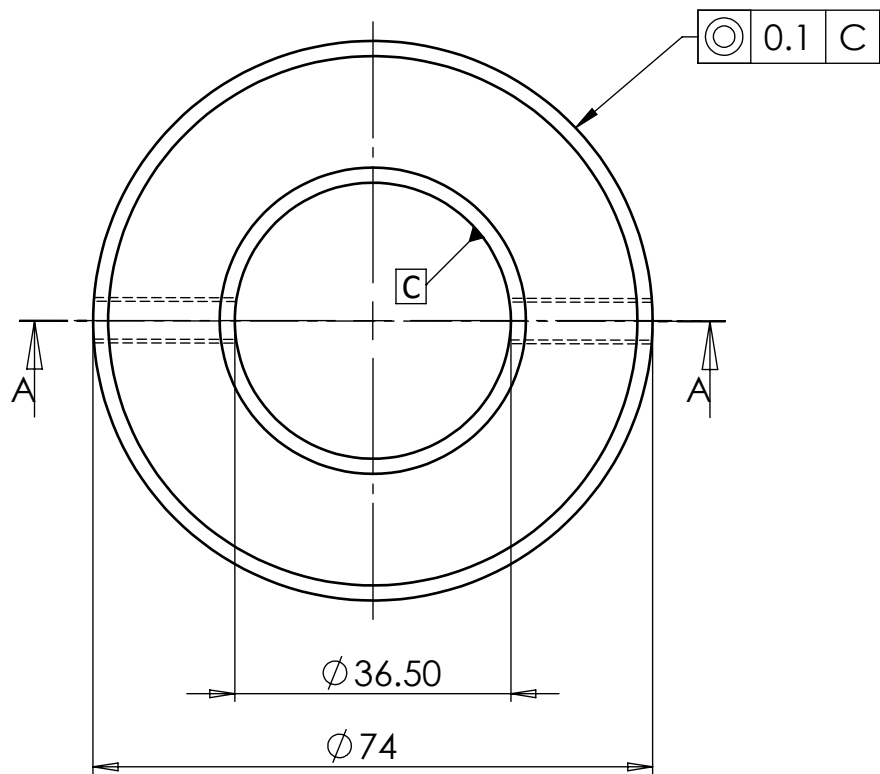
[17] : NENONENE.A.Y, « élaboration et caractérisation mécanique de panneaux de particule tiges de Kénafe et de bio-adhésifs à base de colle d'os », thèse de doctorat, Toulouse, 2009.

[18] : Michaud.F, « Rhéologie de panneaux composites bois/thermoplastiques sous chargement thermomécanique. », thèse PHD, université Laval, 2003.

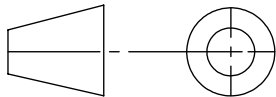
[19] : Eva, Rogge, école national supérieur d'ingénieurs sud-alsace (uha), 2009-2010, extraction et étude des propriétés physiques et mécaniques des fibres d'Alfa (éparto grars) en vue d'application textiles.

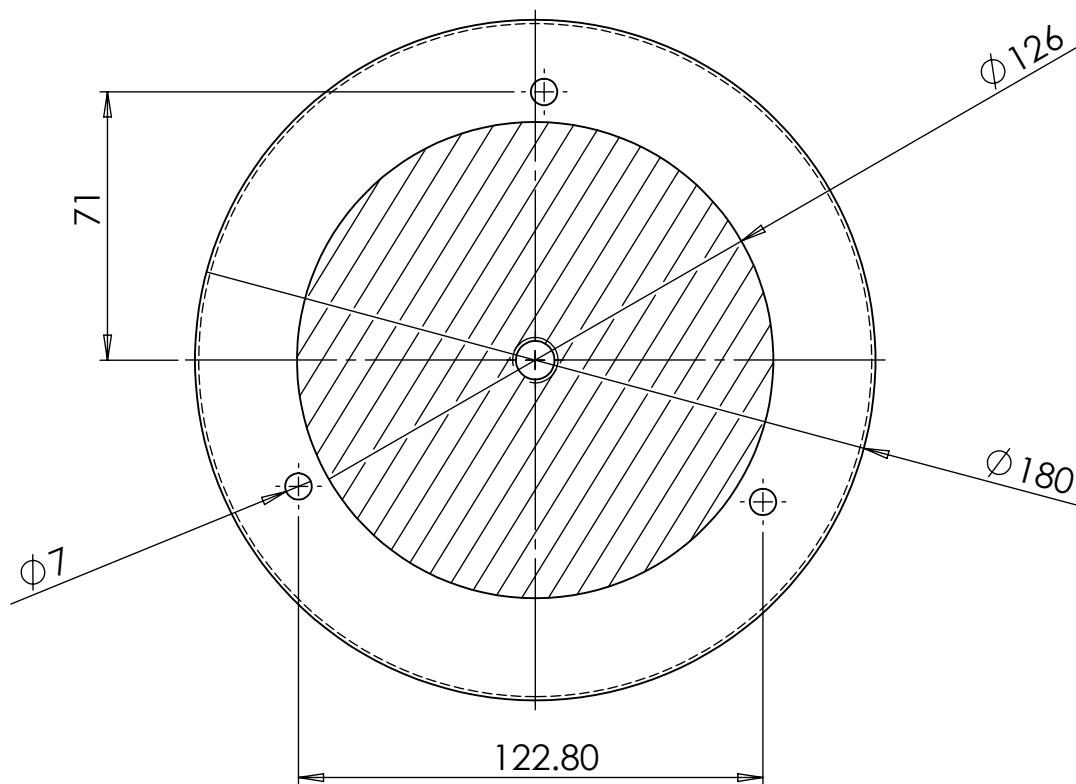
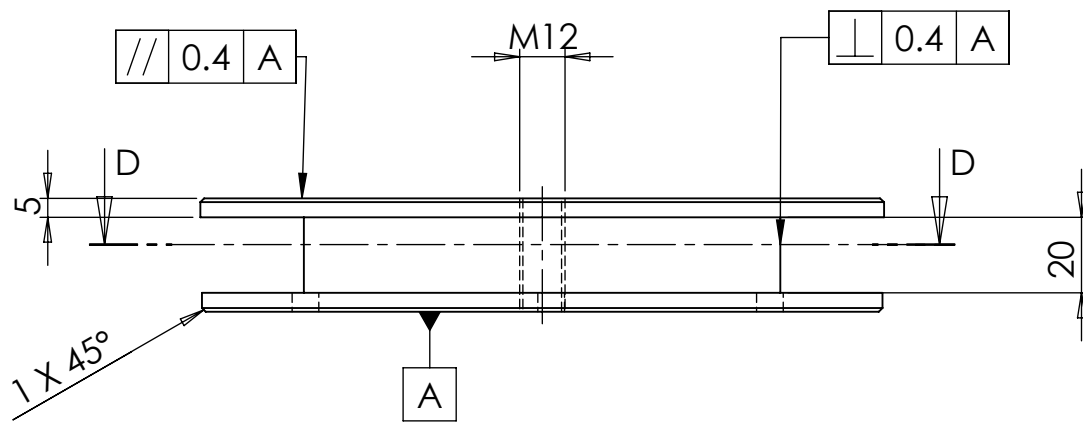
[20] : Roland D. Well, conception des gammes d'usinage, revue technique d'ingénieur B7025.

[21] : cours des bureaux des méthodes, 2^{ème} année master.



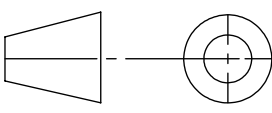
Intervalle tolérance général = 1
Etat de surface générale = 3.2
sauf indication

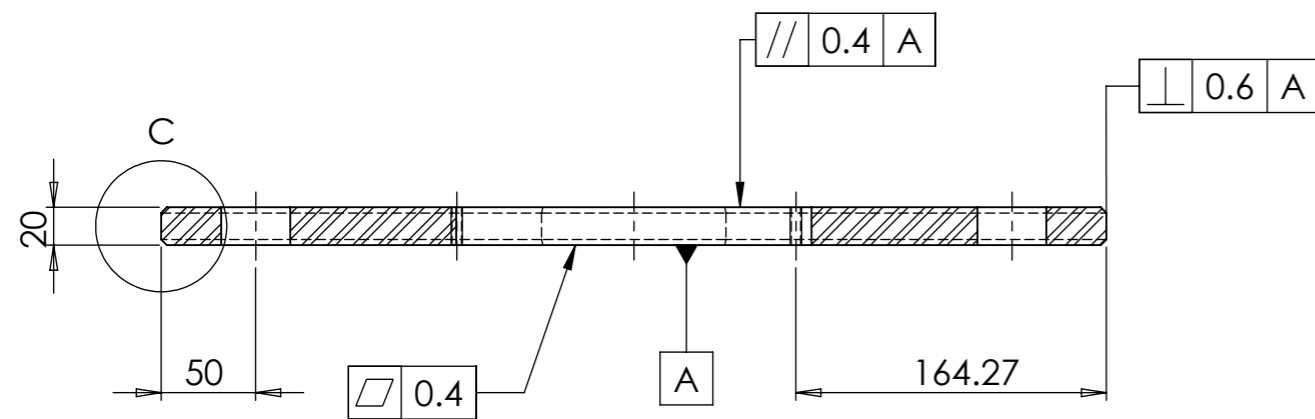
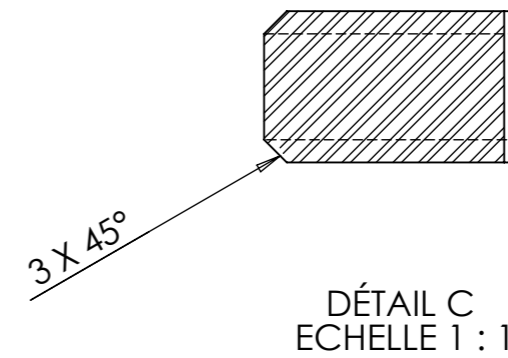
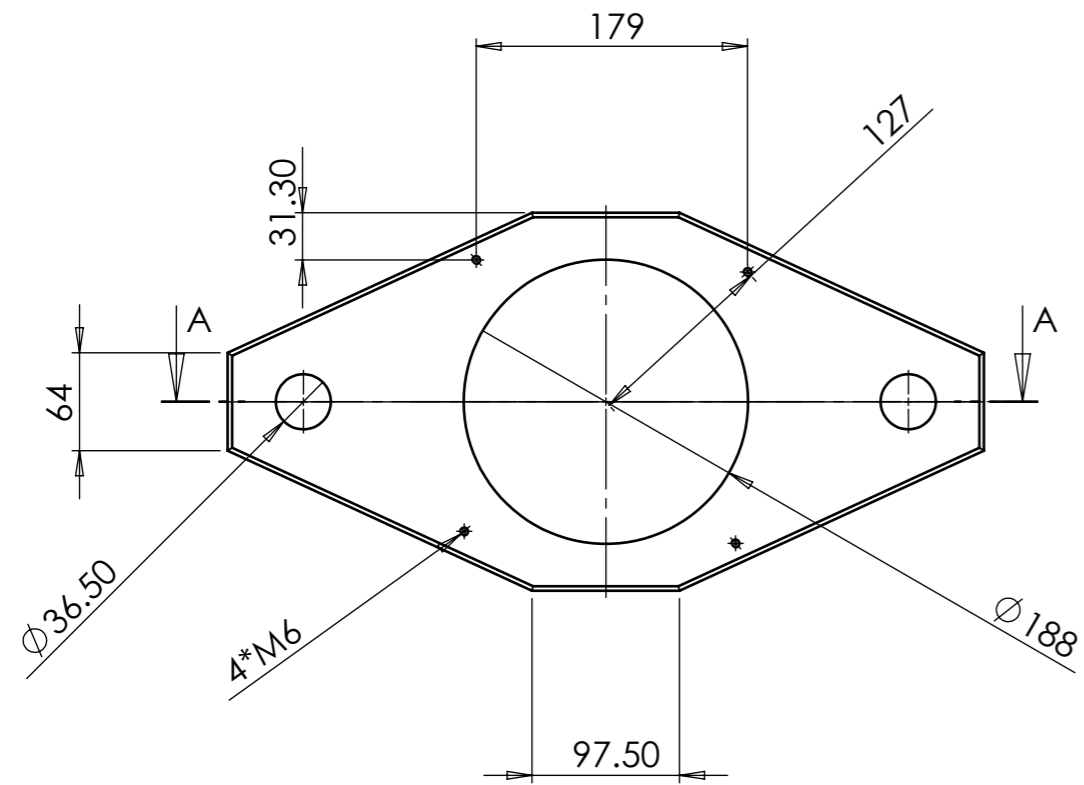
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
2	4	Bague de fixation	Acier	
		DISPOSITIF DE COMPRESSION A CHAUD		Réalisé par: AIDLI YUCEF DJEBARI LOUNES
Echelle: 1/1				Projet de Fin d'étude
A4		FGC-GM-UMMTO		16-02-2020



COUPE D-D
ECHELLE 1 : 2

Intervalle tolérance général = 1
Etat de surface générale = 3.2
sauf indication

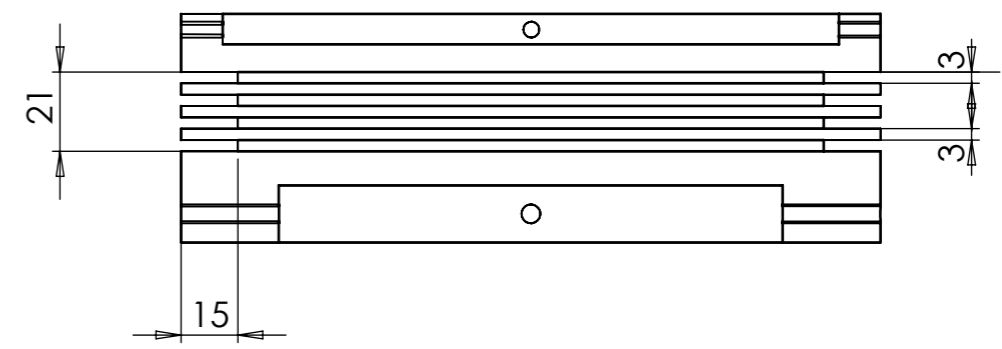
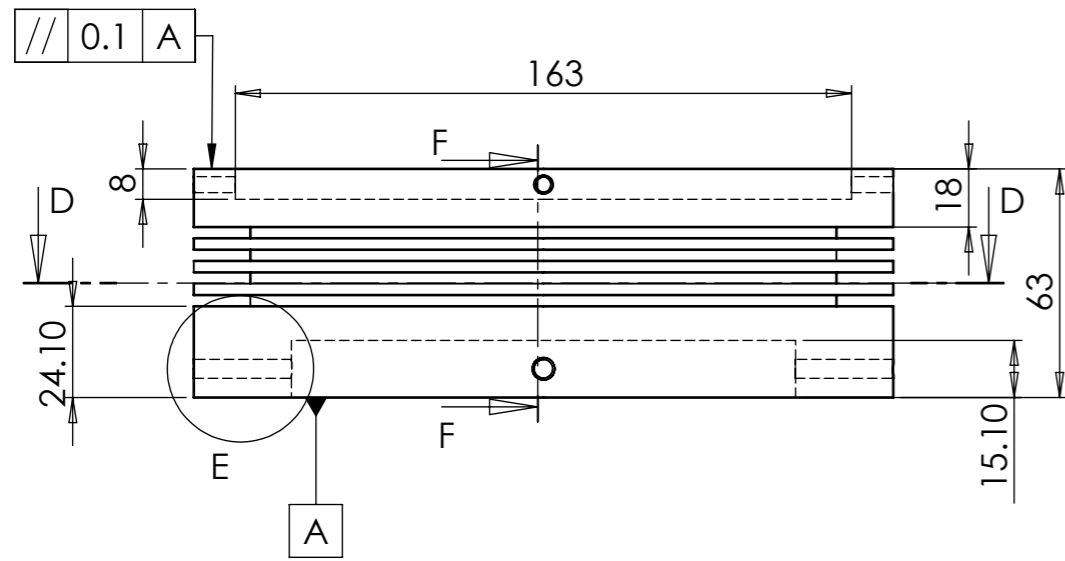
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
3	1	Support de fixation supérieur	Alliage d'aluminium	
		DISPOSITIF DE COMPRESSION A CHAUD		Réalisé par: AIDLI YUCEF DJEHARI LOUNES
Echelle: 1/2				Projet de fin d'étude
A4		FGC-GM-UMMTO		16-02-2020



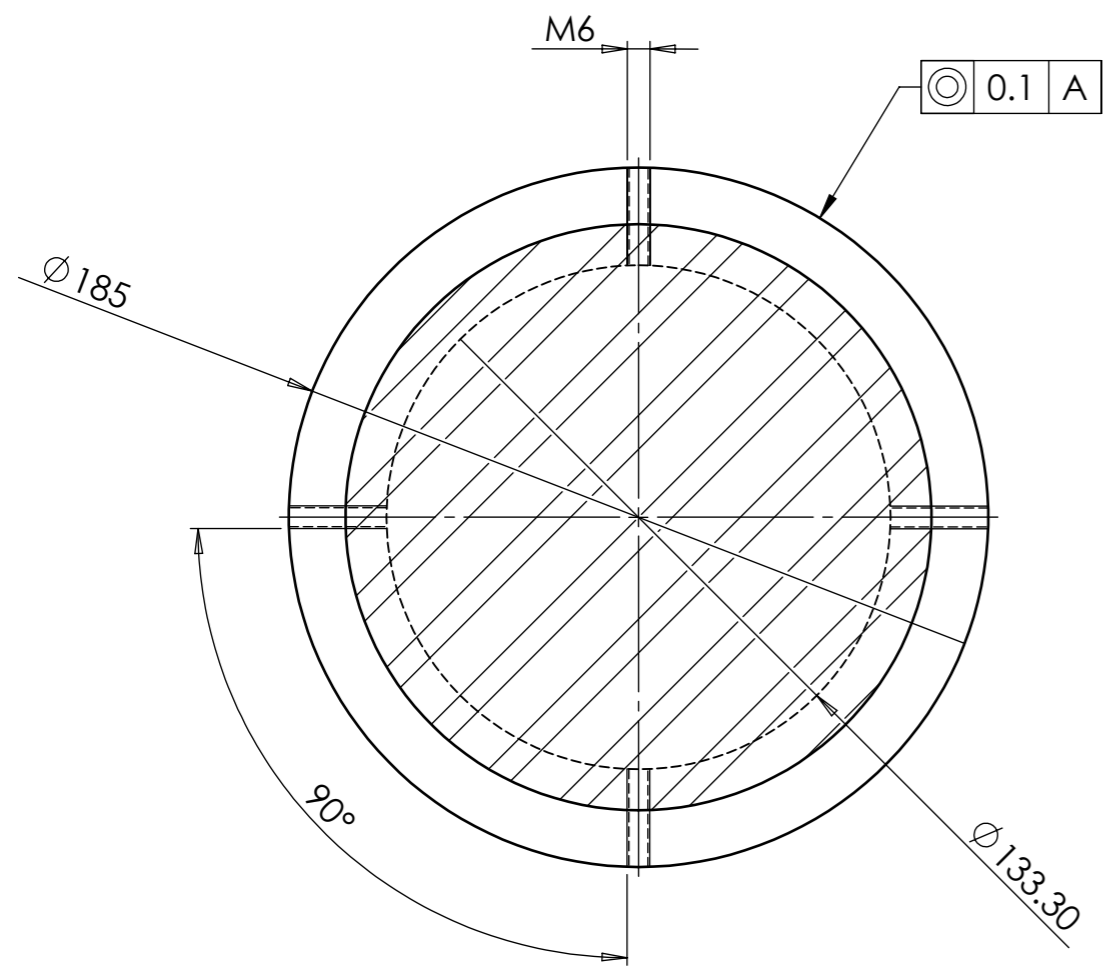
COUPE A-A
ECHELLE 1 : 4

Intervale tolérance générale = 1
Etat de surface = 3.2 sauf indication

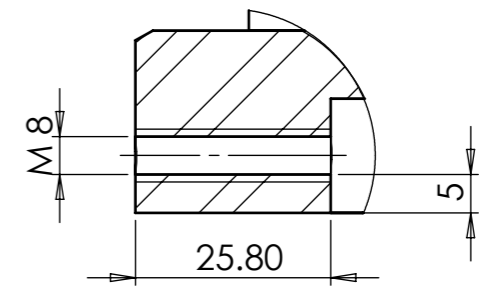
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
1	1	Plaque support	Alliage d'aluminium	
			Réalisé par: AIDLI YUCEF Djebari LOUNES Projet de fin d'étude 16.02.2020	
		Echelle: 1/2		
		A3		
		FGC - GM - UMMTO		



COUPE F-F
ECHELLE 1 : 2

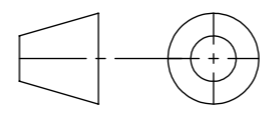


COUPE D-D
ECHELLE 1 : 2



DÉTAIL E
ECHELLE 1 : 1

Intervale tolérance générale = 1
Etat de surface = 1.6 sauf indication

Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
4	1	support de fixation inférieur	Alliage d'aluminium	
		DISPOSITIF DE COMPRESSION A CHAUD		Réalisé par: AIDLI YUCEF DJEبارI LOUNES
Echelle: 1/2				Projet de fin d'étude
A3			FGC - GM - UMMTO	16-02-2020