

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA
BADJI MOKHTAR – ANNABA UNIVERSITY



جامعة باجي مختار – عنابــــــــــــــــة

Faculté : Science de l'ingénierat
Département : Génie mécanique
Domaine : Sciences et techniques
Filière : Génie mécanique
Spécialité : Construction Mécanique

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master
Thème:

**Conception d'une machine de fabrication de bagues
autolubrifiantes à base de poudres métalliques**

Présenté par : BOUMAIZA MOHAMED EL MAHDI

Encadreur : LAOUAR Lakhdar Professeur Université Badji Mokhtar-Annaba

Jury de Soutenance :

BOUARICHA Amor	Docteur	Université Badji Mokhtar- Annaba	Président
LAOUAR Lakhdar	Professeur	Université Badji Mokhtar- Annaba	Encadreur
BEY Kamel	Professeur	Université Badji Mokhtar- Annaba	Examineur

Année Universitaire : 2020/2021

REMERCIEMENTS

En tout premier lieu, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Je tiens à remercier mon encadreur : Pr. LAOUAR Lakhdar pour m'avoir assuré l'encadrement et d'avoir consacré le temps nécessaire pour la réalisation de ce mémoire.

Je remercie aussi le membre de jury le : Dr BOUARICHA Amor président et Pr BEY Kamel examinateur.

Mes vifs remerciements vont également à pour l'intérêt qu'il a porté à cette recherche en acceptant d'examiner ce travail.

Je remercie aussi toute personne qui a participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE 2: GENERALITE SUR LA METALLURGIE DES POUDRES ET LES BAGUE AUTOLUBRIFIANT

1.1 Introduction.....	1
1.2 La métallurgie des poudres	1
1.2.1 Les avantage de la métallurgie des poudres	2
1.2.2 Les inconvénients de la métallurgie des poudres	2
1.2.3 Mélange des poudres.....	3
1.2.4 Mise en forme.....	3
1.2.5 La compression en matrice fermée.....	4
Coulabilité.....	5
1.2.6 Le frittage.....	5
1.2.7 Frittage en phase solide.....	6
1.2.8 Explication de toutes les étapes de fabrication des pièces frittées.....	7
1.3 Les coussinets.....	8
1.3.1 Intérêt.....	8
1.3.2 Les différentes familles de coussinets.....	9
1.3.2.1 Coussinets autolubrifiant.....	9
1.3.2.2 Coussinets composites type Glacier.....	9
1.3.2.3 Coussinets polymères.....	10
1.3.3 Comparaison des performances entre ces 3 familles de coussinets.....	10
1.3.4 Montage des coussinets.....	10
1.4 Les coussinets autolubrifiants.....	11
1.4.1 Fiabilité.....	11
1.4.2 Économie.....	11
1.4.3 Performance.....	11
1.4.4 Les différentes formes de bagues frittées.....	12

1.5 Bague autolubrifiante en bronze fritté.....	12
1.5.1 Caractéristiques.....	12
1.5.2 Avantages.....	12
1.5.3 Vitesses élevées et fonctionnement sans entretien.....	13
1.5.4 Matières.....	13
1.5.5 Applications.....	13
1.5.6 Lubrification.....	13
1.6 Conclusion.....	14

CHAPITRE 2 : CONCEPTION DE LA MACHINE

2.1 Introduction.....	15
2.2 Schéma cinématique.....	15
2.3 Calcule et dimensionnement	16
2.3.1 Les dimensions de la bague et calcule de la surface de compactage.....	16
2.3.2 Choix de la pression de compactage.....	17
2.3.3 Choix de la matrice.....	17
2.3.4 Choix et dimensionnement de la came.....	18
2.3.5 Calculs du couple C_c S'exerçant sur l'arbre a came supérieure.....	18
2.3.5.1 Calcul de la force radial Fr	19
2.3.5.2 Calcul de l'angle de pression δ	20
2.3.6 Calculs du couple C_c S'exerçant sur l'arbre a came inferieur.....	21
2.3.6.1 Calcul de la force radial Fr	21
2.3.6.2 Calcul de l'angle de pression δ	22
2.3.7 Choix de l'arbre à came.....	23
2.3.7.1 Calculs du moment fléchissant maximal en flexion.....	23
2.3.7.2 calculs du diamètre nécessaire de l'arbre a came supérieur.....	24
2.3.7.3 calculs du diamètre nécessaire de l'arbre a came inferieur.....	26
2.4 Choix du moteur et du réducteur.....	27
2.4.1 Calcul de la puissance utile.....	27
2.4.2 Calcul de la puissance moteur.....	28

2.4.3 Choix du moteur.....	28
2.4.4 Choix du réducteur.....	29
2.4.4.1 calculs le rapport de réduction.....	29
2.4.4.2 choix finals du réducteur.....	29
2.4.4.3 Choix du motoréducteur.....	30
2. 5 Choix du roulement et des poulies et courroi.....	31
2.7 Conclusion.....	32

CHAPITRE 3 : Modélisation

3.1 Introduction	33
3.2 Modélisation géométrique.....	33
3.3 Vue d'ensemble de la machine.....	33
3.4 Dessin des arbres à came en contacte avec les poinçons.....	34
3.5 Montage des poulies courroies roulements.....	35
3.6 Dessin de définition des différentséléments.....	36
3.7Dessin d'ensemble de la machine.....	43
3.8Conclusion.....	44

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Distribution des phases dans un mélange de poudres
Figure 2	Cycle de compaction de poudres dans une matrice fermé
Figure 3	Entonnoir pour mesurer l'écoulement de la poudre
Figure 4	Évolution schématique du frittage de deux sphères
Figure 5	Organigramme montre toutes les étapes de fabrication des pièces frittées
Figure 6	montage de l'arbre et du coussinet
Figure 7	Les différentes formes de bagues frittées
Figure 8	Bague autolubrifiante en bronze fritté d'un démarreur Renault
Figure 9	Schéma montre la rotation de l'arbre dans une bague autolubrifiante
Figure 10	la chaîne cinématique de la machine de compression de poudres
Figure 11	bague autolubrifiante d'un démarreur Renault
Figure 12	Came suiveur à galet centré
Figure 13	<i>Les forces agissantes sur la came</i>
Figure 14	vue d'ensemble de la machine de compression des poudres
Figure 15	Dessin des arbres à came en contact avec les poinçons
Figure 16	Montage des poulies courroies roulements

LISTE DES TABLEAU

Tableau 1	Comparaison des performances entre ces 3 familles de coussinets
Tableau 2	Contraintes admissibles équivalentes
Tableau 3	tableau montre les paramètres de fabrication d'une bague fritté en bronze
Tableau 4	choix de choix des motoréducteurs

Résumé

Ce travail a pour but la conception d'une machine de compression de poudres pour la fabrication des bagues autolubrifiantes en bronze fritté.

L'étude est basée sur le choix de la pression nécessaire pour la compression de la poudre, le choix de tous les éléments constituant la machine, en l'occurrence, la matrice fermée, les poinçons de compactage de la poudre et les arbres à came de commande des poinçons, ainsi que la sélection du moteur qui fournit la puissance et le couple nécessaires. Le mode d'action de la machine permet de réaliser une bague en poudre pressée de dimensions (diamètre extérieur 14 mm ; diamètre intérieur 10 mm), destinée pour être achevée par le procédé de frittage.

Le travail a abouti à l'élaboration du dessin d'ensemble du mécanisme, ainsi que des dessins de définition de chaque pièce, au moyen du logiciel Solidworks.

Abstract

This work aims to design a powder compression machine for manufacturing self-lubricating sintered bronze rings. The study is based on the choice of the pressure necessary for the compression of the powder, the choice of all the constituent elements of the machine, in this case, the closed die, the powder compacting punches, the camshafts control of the pins, as well as the selection of the engine that provides the necessary power and torque. The mode of action of the machine makes it possible to produce a pressed powder ring of dimensions (outer diameter 14 mm; inner diameter 10 mm), intended to be completed by the sintering process.

The work resulted in the development of the overall drawing of the mechanism, as well as definition drawings of each part, using Solidworks software.

ملخص

يهدف هذا العمل إلى تصميم آلة ضغط المسحوق لتصنيع حلقات برونزية ذاتية التشحيم. تعتمد الدراسة على اختيار الضغط اللازم لضغط المسحوق ، واختيار جميع العناصر المكونة للماكينة ، وفي هذه الحالة ، القالب المغلق ، سنايك الكبس لضغط المسحوق وأعمدة الكامات للتحكم في سنايك الكبس ، وكذلك اختيار المحرك الذي يوفر القوة وعزم الدوران اللازمين. يتيح طريقة عمل الماكينة إنتاج حلقة مسحوق مضغوط بأبعاد (القطر الخارجي 14 مم ؛ القطر الداخلي 10 مم) ، قصد أن تكتمل بعملية التلبيد.

نتج عن العمل تطوير الرسم العام للألية ، بالإضافة إلى الرسومات التعريفية لكل جزء ، باستخدام برنامج Solidworks.

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

Dans les systèmes mécaniques tournants, le guidage des arbres en rotation est assuré dans plusieurs cas au moyen de paliers lisses, afin de garantir un fonctionnement dans les bonnes conditions (frottement restreint). Généralement, ce type de paliers comporte des coussinets à lubrification hydrodynamique ou même dans certains cas pour des vitesses réduites des bagues auto lubrifiées. Ces derniers offrent beaucoup d'avantages aussi bien techniques qu'économique (réalisation simple à un prix très compétitif). Par ailleurs, leur emploi permet de satisfaire une lubrification permanente et systématique du contacte mécanique, donc de préserver les éléments de machines et d'améliorer leurs durées de vie. Ces qualités offrent alors une place importante dans la construction mécanique, ce qui mène à une forte demande dans le marché.

Dans ce travail, nous nous intéressons à la conception d'une machine de fabrication des bagues frittées autolubrifiantes à base de poudres métalliques, en l'occurrence, le bronze.

En effet, la métallurgie des poudres occupe une place importance dans le domaine de la fabrication de pièces ; en partant d'une poudre, le processus classique suit les étapes suivantes :

- Fabrication de la poudre à partir du broyage de particules métalliques ;
- Mélange de cette poudre avec des adjuvants pour réaliser les différents alliages afin d'arriver à fabriquer des pièces qui ont des caractéristiques désirables ;
- La mise en forme de l'alliage de poudres par compression dans une matrice pour l'obtention de la forme finale de la pièce souhaité ;
- Finalement la consolidation du matériau est obtenue par frittage.

On se propose par ce procédé de fabriquer un modèle de bague autolubrifiante en bronze fritté, ayant des caractéristiques précise telles qu'une porosité élevée dans le but de l'imprégner d'huile lubrifiante, cette huile contenue dans les pores qui assurent une lubrification constante entre la bague et l'arbre.

Ainsi, le mémoire s'articulera sur trois chapitres :

- ❖ Dans le premier chapitre, on présente le domaine de la métallurgie des poudres et les différentes techniques de mise en forme des poudres, ainsi on présente les différentes bagues autolubrifiantes et leurs caractéristiques.
- ❖ Dans le deuxième chapitre, nous proposons une conception de modèle de mécanisme qui assure le compactage de poudre, la cinématique, ainsi que les calculs et le dimensionnement des différents éléments
- ❖ Dans le troisième chapitre nous présenterons la modélisation de la machine par SOLIDWORKS (dessin d'ensemble, les dessins de définition des pièces mécaniques)
- ❖ la mémoire s'achève par une conclusion générale et des perspectives

CHAPITRE 1
METALLURGIE DES POUDRES
ET COUSSINET

1.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous exposons en premier lieu le domaine de la métallurgie des poudres et les différentes techniques de mise en forme des pièces par compression de la poudre dans une matrice fermée, et en second lieu nous étalons les différentes bagues autolubrifiantes en explicitant l'utilité et les caractéristiques des bagues en bronze fritté.

1.2 La métallurgie des poudres

La métallurgie de poudres (MDP) est une technique utilisée pour la fabrication de pièces en partant de poudres. Le processus classique comprend les étapes suivantes : fabrication de la poudre, mélange de cette poudre avec des adjuvants (lubrifiant, élément d'alliage, etc., qui vont améliorer son comportement lors d'une étape suivante ou les propriétés finales du matériau), mise en forme, frittage, finition. La mise en forme de la pièce peut se faire à température ambiante ou à chaud. La mise en forme à température ambiante est généralement effectuée par compaction de la poudre dans une matrice, dont la forme est homothétique de la forme finale de la pièce souhaitée. Finalement la consolidation du matériau est obtenue par frittage, c'est-à-dire lors d'un traitement thermique à une température en dessous du point de fusion du composant principal du matériau. Durant la mise en forme à chaud, les étapes de pressage et frittage sont simultanées, ce qui peut se réaliser à une température plus basse mais l'équipement nécessaire est très coûteux. [1]

1.2.1 Les avantages de la métallurgie des poudres

Les avantages de la fabrication de pièces par le procédé de la métallurgie des poudres sont nombreux est voila les principaux :

- Diminution des pertes de matières premières ;
- Diminution ou élimination de l'usinage ;
- Contrôle précis de la composition et des propriétés physiques et mécanique ;
- Contrôle précis des dimensions et du fini de surface ;
- Fabrication de pièces complexes ;
- Possibilité de combiner des matériaux qui ne peuvent l'être par d'autres méthodes ;
- Possibilité de remplacer des assemblages de plusieurs pièces par une seule pièce.

1.2.2 Les inconvénients de la métallurgie des poudres

Il existe bien sûr certaines limitations associées au procédé. Parmi celles-ci, signalons certaines contraintes quant à la forme et à la géométrie des pièces. Il est impossible, par exemple, de faire des trous filetés, des ressorts ou des pièces avec des trous transversaux en utilisant le procédé de la métallurgie des poudres. De plus, dans le cas de certaines pièces à géométrie complexe, il est parfois difficile d'obtenir une densité distribuée de façon homogène dans la pièce. Cette non-uniformité de la distribution de la densité peut amener des problèmes de formes finales et de faiblesses dans certaines parties de la pièce. Finalement, il est à noter que la taille maximale des pièces qu'il est possible de faire par métallurgie des poudres est directement liée à la pression maximale que les presses sont capables d'appliquer.

1.2.3 Mélange des poudres

Dans l'élaboration de matériaux composites par MDP, avec par exemple deux phases différentes, la distribution d'une phase par rapport à l'autre, est très importante pour assurer l'homogénéité de l'échantillon. Un compact qui a été mieux mélangé offrira un nombre plus élevé de points de contact entre les composants et donc une meilleure configuration initiale pour le frittage. Le mélange de poudres est spécialement important pour les systèmes frittés en présence d'une phase liquide. On peut trouver différentes configurations de répartition d'une phase par rapport à l'autre dans le compact, comme le montre la figure. L'arrangement aléatoire est le plus convenable dans la plupart des cas. Néanmoins les autres arrangements peuvent être intéressants pour obtenir des caractéristiques spécifiques. [1]

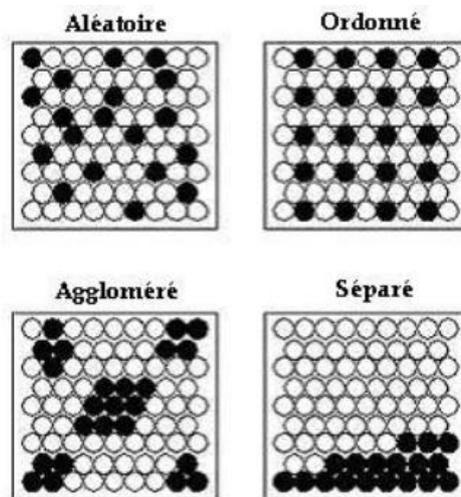


Figure1 : Distribution des phases dans un mélange de poudres [1]

1.2.4 Mise en forme

La mise en forme des poudres sert à créer un compact de résistance suffisante pour qu'il soit manipulable (on parle de résistance à vert), de forme proche de la forme finale (sachant que le frittage entraîne en général des variations dimensionnelles) et avec une porosité réduite par rapport à l'empilement de particules (permettant une diminution de temps de frittage pour parvenir à une densité proche de la densité théorique). La mise en forme est le plus souvent réalisée par compactage de la poudre dans une matrice, de géométrie homothétique de la pièce finale. [1]

La compaction de poudres peut être effectuée en matrice fermée ou en condition isostatique. D'autres méthodes utilisées plus marginalement sont le moulage par injection et le laminage :

- La compression en matrice fermée
- La compression isostatique
- Moulage pour injection
- Compression laminage

1.2.5 La compression en matrice fermée

La forme d'une pièce fabriquée par compression en matrice fermée est déterminée par les outils (parois de la matrice ou poinçons) et la densification s'obtient par application d'une force axiale, qui génère des contraintes radiales, assurant le moulage de la poudre contre les parois verticales des outils. Le procédé de compaction est constitué de plusieurs étapes : remplissage, fermeture de l'outil, application de la force, décharge et finalement l'éjection de l'échantillon comme on montre dans la figure 2 :

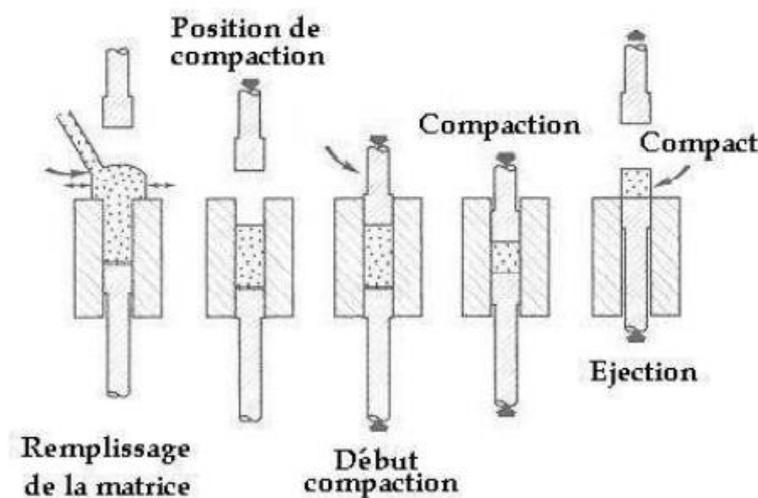


Figure2 : Cycle de compaction de poudres dans une matrice fermé [1]

Coulabilité

Pour arriver à mieux connaître une poudre il n'est pas suffisant de connaître les caractéristiques des particules comme celles décrites plus haut, on doit aussi avoir des informations sur le comportement collectif des particules. En production industrielle il faut remplir la matrice le plus rapidement possible, ce qui nécessite une poudre qui s'écoule facilement. On parle de « coulabilité ». Cette propriété est mesurée par le temps d'écoulement d'une quantité de poudre donnée dans un entonnoir standard, qui est montré sur la figure 3. Le temps d'écoulement décroît quand le rayon r du trou en bas de l'entonnoir augmente, suivant l'équation : $n r t \approx 1/n r$, n étant de l'ordre de 2,5 pour la plupart des poudres métalliques. La coulabilité est réduite quand la taille des particules diminue. [1]

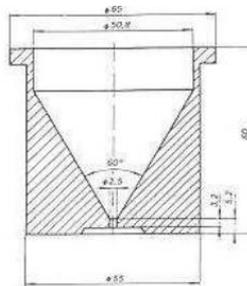


Figure 3 : Entonnoir pour mesurer l'écoulement de la poudre [1]

1.2.6 Le frittage

La dernière étape dans la production des matériaux par MDP est la consolidation par frittage, au cours de laquelle la pièce acquiert la résistance et les dimensions du composant final. Le frittage est un traitement thermique effectué à une température au dessous du point de fusion du composant principal du matériau qui permet la génération de liaisons fortes entre les particules par diffusion de matière. Dans la plupart des cas, le frittage est accompagné d'un retrait (réduction des dimensions de la pièce) et donc d'une densification (réduction de volume de la pièce). Le cycle de frittage comprend généralement une période de chauffage à la température de frittage, ensuite une période isotherme et finalement un refroidissement. Les vitesses de chauffage et refroidissement doivent être contrôlées pour éviter une fissuration, surtout dans les matériaux céramiques. L'élimination des lubrifiants et liants ajoutés à la poudre avant la mise en forme se déroule au début de la période de

chauffage. Le palier isotherme permet la croissance des liaisons interarticulaires et la densification du matériau et entraîne parfois un grossissement de grains.

Le frittage peut se faire en phase solide ou en présence d'une phase liquide. Industriellement le frittage en phase solide est le plus utilisé, surtout pour la fabrication de pièces métalliques, car le changement de dimensions est faible. Le frittage avec phase liquide est surtout utilisé pour la fabrication de composites de matrice métallique ou céramique. D'autres méthodes de consolidation d'une poudre sont le frittage réactif et le frittage sous pression. [1]

1.2.7 Frittage en phase solide

La poudre est chauffée à haute température mais aucun des constituants ne fond. Les liaisons entre les particules se font principalement par déplacement d'atomes, on parle de diffusion de matière à l'état solide. La force motrice de ce processus spontané, activé par la température, est la réduction de la grande énergie de surface présente dans le matériau au début du frittage. Cette réduction est opérée par différents mécanismes de transfert de matière, selon le système en question. On parle de frittage actif lorsque l'atmosphère du frittage interagit avec le matériau.

L'atmosphère peut être neutre (vide, argon), réductrice (hydrogène, azote) ou oxydante. Nous décrivons plus en détail les différentes étapes de ce type de frittage dans le paragraphe

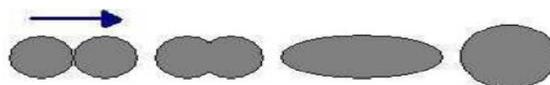


Figure 4 : Évolution schématique du frittage de deux sphères [1]

1.2.8 Explication de toutes les étapes de fabrication des pièces frittées

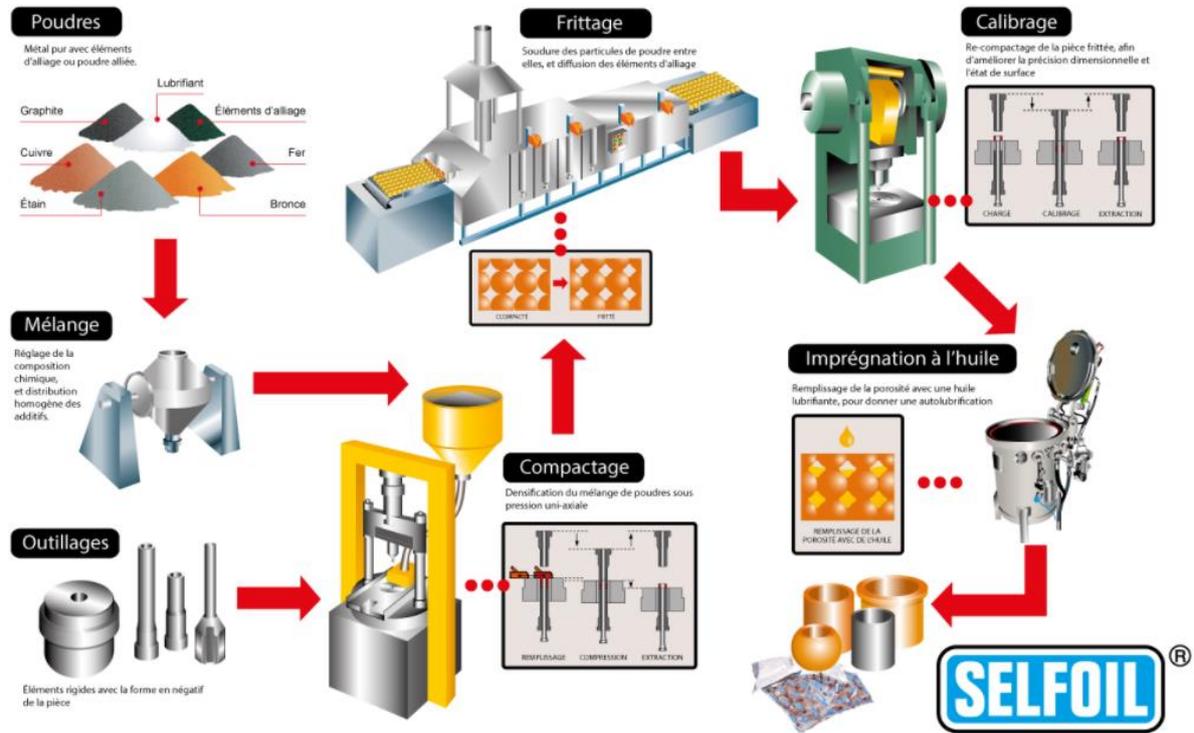


Figure 5 : Organigramme montre toutes les étapes de fabrication des pièces frittées [2]

1.3 Les coussinets

Les coussinets sont des pièces recouvertes de métal antifriction servant à guider et à supporter des organes tournants. La fonction des coussinets est de réduire les frottements, donc de diminuer les résistances au mouvement et d'éviter l'usure ou encore le grippage des pièces. Les coussinets se composent généralement de deux éléments appelés coquilles, mais ils peuvent être également d'une seule pièce, dans ce cas, on parlera plutôt de bagues. Les matériaux généralement employés pour leur fabrication sont des alliages de bronze avec de l'antimoine ou du plomb. Les coussinets sont montés généralement sur les paliers de l'arbre moteur, sur les, les paliers de l'arbre à cames, certains arbres de la boîte de vitesses, etc. Dans les premiers moteurs, la lubrification s'effectuait par "barbotage", mais on adopta vite la lubrification forcée, surtout pour les pièces soumises à des contraintes sévères, comme les coussinets de vilebrequin. Aux débuts de l'automobile, les coussinets étaient constitués habituellement d'une coquille fondue en bronze et grossièrement usinée, sur laquelle on déposait par coulage le matériau antifriction. Celui-ci était ensuite soumis à des opérations de rectification et de finition à la machine. Parfois, à l'occasion de réparations, les coussinets étaient même polis à la main. Actuellement, les procédés de fabrication bénéficient d'une automatisation poussée et on atteint un degré élevé de finition et de précision. Les procédés les plus courants, dits "à ruban", comportent le dépôt de l'alliage antifriction par fusion ou par frittage sur un ruban continu d'acier, soigneusement préparé (acide ou polissage), de manière à assurer une adhérence parfaite du revêtement. [3]

1.3.1 Intérêt

- Permettre le guidage en rotation d'un arbre dans son palier.
- Limiter le frottement ($0,04 < f < 0.25$) dans la liaison. Pour ce faire on utilise des matériaux à coefficient de frottement faible tel que cuivre, étain, bronze, PTFE, polyamide, graphite, nylon, acétal.
- Evacuer les calories produites par frottement.
- Pièce d'usure qui doit être facile à changer lorsque le jeu arbre-coussinet devient hors des tolérances admissibles. [4]

1.3.2 Les différentes familles de coussinets

1.3.2.1 Coussinets autolubrifiant

Ils sont fabriqués à partir de poudre de bronze (cuivre 78% + étain 22%) ou d'alliage ferreux (fer + cuivre + plomb) compactées. Ces poudres sont dans un premier temps comprimées dans un moule puis chauffées dans un four pour obtenir des pièces poreuses. Cette opération de fabrication s'appelle le frittage. Un lubrifiant (huile ou graphite) est ensuite injecté dans les porosités du coussinet. Dans le cas de l'huile, le coussinet restitue l'huile en fonctionnement, et l'absorbe à l'arrêt. [5]



1.3.2.2 Coussinets composites type Glacier

Ils peuvent fonctionner à sec ou avec un léger graissage au montage sous des vitesses périphériques inférieures à 3 m/s.

Ils sont constitués de 3 couches principales:

- La base est une tôle d'acier roulée (+ cuivre et étain).
- Une couche de bronze fritté.
- La surface frottante en résine acétal ou en PTFE (Polytétrafluoréthylène) avec addition d'un lubrifiant solide: plomb, graphite... [5]



1.3.2.3 Coussinets polymères

Ils sont constitués d'un seul matériau polymère homogène, qui peut être du PTFE (Polytétrafluoréthylène), Nylon, acétal, ... Ils sont utilisés lorsqu'il est nécessaire d'avoir une grande résistance chimique. Ils sont insensibles aux poussières. Ils ont comme inconvénients de se déformer à terme sous charge (fluage), et d'avoir un faible coefficient de conductivité thermique (mauvaise évacuation de la chaleur). [5]



1.3.3 Comparaison des performances entre ces 3 familles de coussinets :

Tableau 1 : Comparaison des performances entre ces 3 familles de coussinets [5]

	Coussinets autolubrifiants	Coussinets Type glacier	Coussinets polymères
Vitesse circonférentielle maximale (m/s)	13 m/s (carbone, graphite) 7 à 8 m/s	2 à 3 m/s	2 à 3 m/s
Températures limites de fonctionnement (°c)	jusqu'à 400°c (graphite) jusqu'à 250°c (bronze/Plomb)	-40°c à +110°c (acétal) -200°c à +280°c (PTFE)	-40°c à +100°c (acétal) -80°c à +120°c (Nylon)
Pression diamétrale admissible p (N/mm ²)	5 N/mm ² (graphite) 20 à 30 N/mm ² (bronze/plomb) 7 à 35 N/mm ² (bronze/étain)	70 N/mm ² (acétal) 50 N/mm ² (PTFE)	7 à 10 N/mm ²
Produit p.V (N/mm ²)x(m/s) ou watt/mm ²	0,5 (graphite) 1,8 à 2,8 (bronze/plomb) 1,7 (bronze/étain)	3 (acétal) 1,8 à 3,6 brièvement (PTFE)	0,1 (acétal) 0,1 à 0,42 (Nylon)

1.3.4 Montage des coussinets :

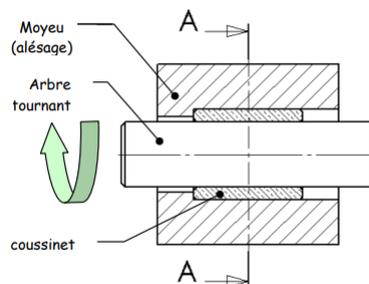


Figure 6 : montage de l'arbre et du coussinet [5]

1.4 Les coussinets autolubrifiants

Un coussinet autolubrifiant fritté est un composant fritté dont la porosité est élevée (20-25% en volume), et qui est imprégné d'huile lubrifiante. L'huile contenue dans les coussinets fournit une lubrification constante entre le coussinet et l'arbre, de sorte que le système n'a pas besoin de graissage externe. **L'autolubrification permet que ce type de coussinet de glissement travaille en régime hydrodynamique, étant le résultat un coefficient de frottement très bas.**

Le coussinet autolubrifiant fritté a quelques avantages en comparaison avec d'autres types de coussinets de glissement qui travaillent à sec: [6]

1.4.1 Fiabilité

La présence constante d'huile élimine le risque de grippage, et permet au coussinet de travailler pendant des milliers d'heures sans usure.

1.4.2 Économie

Élimination des graisseurs et de l'entretien après assemblage

1.4.3 Performance

Il peut travailler sous des charges pouvant aller jusqu'à 10 MPa, et vitesses pouvant aller jusqu'à 8 m/s. Le maximum PV de travail est situé autour la zone de 10 MPa·m/s, ces valeurs pouvant être dépassées dans des cas particuliers Il s'agit d'un un coussinet d'une grande précision dimensionnelle (jusqu'à IT 5 en diamètre), et dont le fonctionnement est très silencieux.

1.4.4 Les différentes formes de bagues frittées



Figure 7 : Les différentes formes de bagues frittées

1.5 Bague autolubrifiante en bronze fritté

1.5.1 Caractéristiques

- Bague autolubrifiante en bronze fritté
- Bague cylindrique en bronze, sans entretien, adaptée à diverses applications industrielles
- Performance optimale sous faibles charges et vitesses élevées
- Bague en bronze fritté fabriquée à partir d'un procédé de métallurgie des poudres permettant l'obtention de formes de paliers complexes [7]



Figure 8 : Bague autolubrifiante en bronze fritté d'un démarreur Renault

1.5.2 Avantages

Les principaux avantages des coussinets en bronze fritté sont : [7]

- Autolubrifiants
- Sans entretien
- Vitesses de glissement élevées
- Faible coefficient de frottement
- Peu de bruit en fonctionnement

1.5.3 Vitesses élevées et fonctionnement sans entretien

Grâce au frittage, ces coussinets sont autolubrifiants et sans entretien. Ils sont en bronze ou en fer poreux et généralement saturés en huile.

Supportant des vitesses élevées, ces coussinets sont particulièrement appropriés pour des applications rotatives. [7]

1.5.4 Matières

La majorité des bagues en bronze fritté que sont faits à partir de bronze SINT-A51, ou un matériau similaire, et sont imprégnés à 18-25% d'huile minérale. [7]

1.5.5 Applications

Les bagues en bronze fritté sont particulièrement adaptées aux applications en rotation où de bonnes propriétés autolubrifiantes sont requises.

Applications courantes : [7]

- Conditionnement
- Automobile
- Outillage électrique
- Appareils ménagers
- Démarreurs
- Ventilateurs

1.5.6 Lubrification

La plupart des bagues en bronze fritté étant imprégnés d'huile, ils ne devront pas être au contact de matières absorbantes afin d'éviter toute perte de lubrifiant lors du stockage ou du montage. En conditions normales de fonctionnement, aucune lubrification supplémentaire n'est nécessaire. [7]

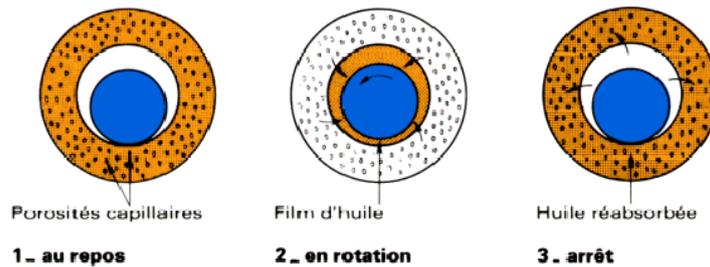


Figure 9 : Schéma montre la rotation de l'arbre dans une bague autolubrifiante [5]

1.6 Conclusion

La métallurgie des poudres nous permet d'obtenir plusieurs formes de pièces pour plusieurs emplois à partir de la poudre et la forme de la matrice utilisée ;

Dans les structures mécaniques, les bagues autolubrifiantes sont nécessaires pour le guidage des arbres moteurs. qui ne nécessite pas une maintenance de lubrification de la bague ;

Les bagues frittées en bronze sont très demandées dans le marché en raison des plusieurs avantages, tels que :

- fabrication est très économique (pas de perte de matière)
- production élevée
- durée de vie importante en service, grâce à la capacité d'autolubrification ;
- maintenance réduite
- ratio qualité/prix intéressant.

CHAPITRE 2

CONCEPTION DE LA MACHINE

2.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons présenter le mécanisme qui est destiné au compactage des poudres, en particulier la poudre de bronze. A partir du chapitre précédent, nous retenons que le type le mieux adapté pour la compression est le compactage à froid dans une matrice fermée, aussi, il est très convenable pour la fabrication de bagues frittées.

2.2 Schéma cinématique

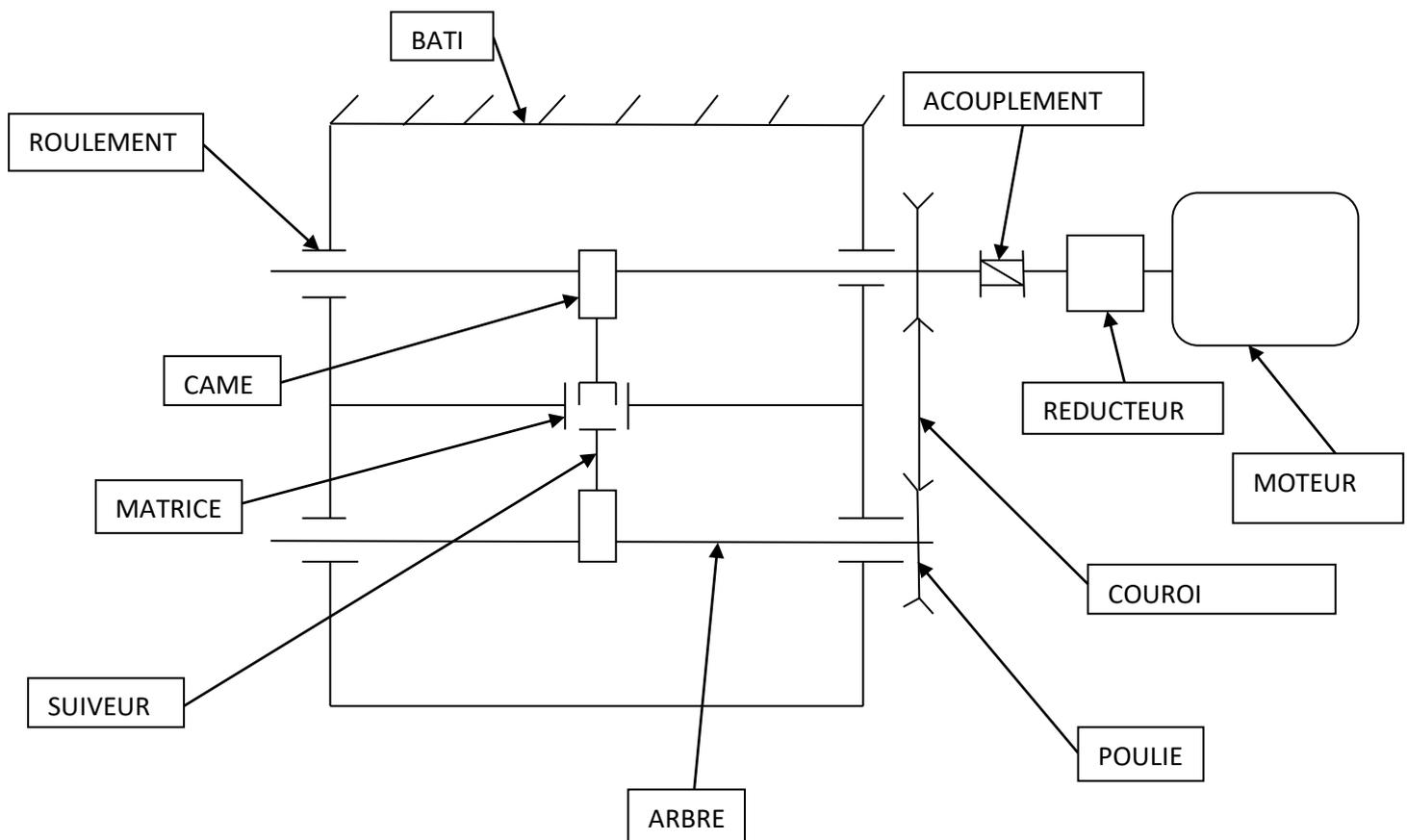
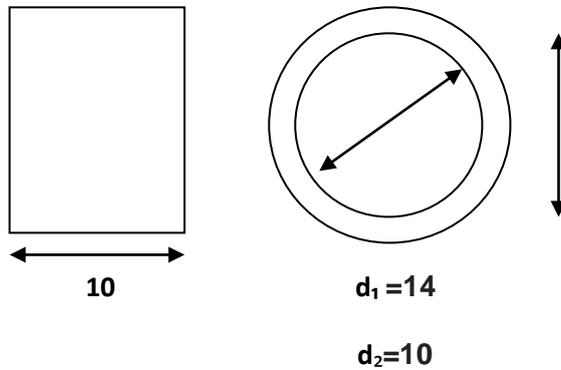


Figure 10 : la chaîne cinématique de la machine de compression de poudres

2.3 Calcule et dimensionnement

2.3.1 Les dimensions de la bague et calcule de la surface de compactage



Diamètre supérieur $d_1 = 14\text{mm}$

Diamètre inférieur $d_2 = 10\text{mm}$

La longueur $L = 10\text{mm}$

$$S = S_1 - S_2 = (\pi d_1^2 / 4 - \pi d_2^2 / 4) = (\pi \cdot 14^2 / 4 - \pi \cdot 10^2 / 4)$$

$$S = 75.4 \text{ mm}^2$$

$$S = 75.4 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$



Figure 11 : bague autolubrifiante d'un démarreur Renault

2.3.2 Choix de la pression de compactage

Tableau 2 : tableau montre les paramètres de fabrication d'une bague fritté en bronze [8]

Définition (1) D'après norme NF A 95-001 (4-1985).	Exemple : coussinets en bronze
Métallurgie des poudres : cette technique concerne la préparation des poudres et l'obtention d'objets à partir de ces poudres en utilisant des procédés de formage et de frittage.	Préparation de poudres : - cuivre électrolytique ; - étain atomisé.
Poudre : ensemble de particules solides habituellement < 1 mm.	Cuivre : < 150 µm Étain : < 40 µm
Mélange : dispersion mutuelle de poudres ayant des compositions différentes.	Mélange des poudres précédentes.
Formage : toute opération transformant une poudre en un objet de forme déterminée.	Compression à froid d'une bague, sous 100 MPa (1 kbar), dans une matrice.
Frittage : traitement thermique de poudre ou d'un comprimé de poudre à une température inférieure à la température de fusion du constituant principal, dans le but d'augmenter la résistance mécanique.	Traitement de 15 min à 800 °C sous gaz protecteur exothermique ; frittage avec phase liquide (Cu-Sn) et formation d'alliage.

La pression nécessaire pour compacter une bague en bronze est 100 MPa

Pa : pression appliqué

2.3.3 Choix de la matrice

Dans la fabrication des bague fritté en bronze la longueur de la poudre sera réduit au moitié pour qu'on puisse arriver a la pièce désiré : L= 10mm alors on prend une matrice au moins de la longueur

$L_m = 20\text{mm}$.

2.3.4 Choix et dimensionnement de la came

Dans notre projet on prend une came de la forme suivante :

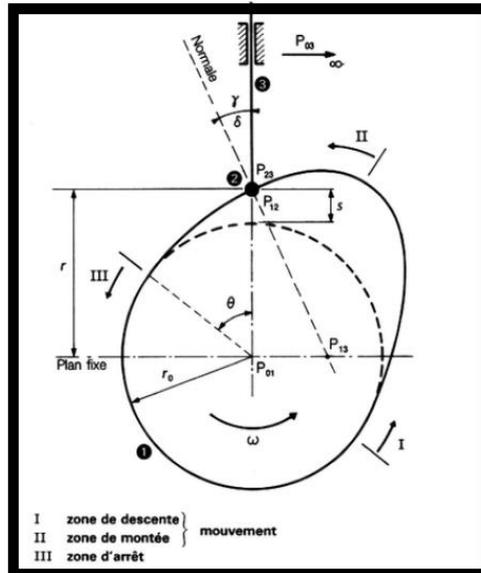


Figure 12 : Came suiveur à galet centré [9]

2.3.5 Calculs du couple C_c S'exerçant sur l'arbre a came supérieure

$$C_c = F_r r \tan \delta \quad \dots\dots\dots [9]$$

C_c : couple s'exerçant sur l'arbre a came

F_r : la force radiale appliquée sur le poinçon

δ : l'angle de pression

$$r = r_0 + s$$

r_0 : rayon du cercle de base

S : déplacement du suiveur

La came supérieure a les dimensions suivantes :

La course $S = 50\text{mm}$

Le rayon de cercle de base $r_0 = 50\text{mm}$

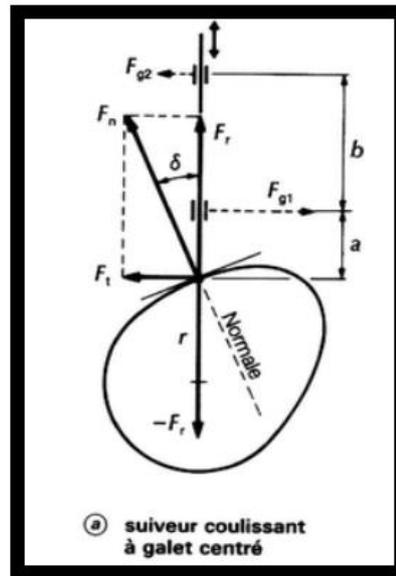


Figure 13: Les forces agissantes sur la came [9]

2.3.5.1 Calcul de la force radial F_r

On a:

$$P = F/S$$

$$P_a = F_r/S$$

P_a : la pression appliqué (pression nécessaire pour compacter la poudre de bronze)

S : la section où la force F_r va s'appliquer

$$F_r = P_a \times S$$

$$F_r = 100 \times 10^6 \times 75.4 \times 10^{-6}$$

$$F_r = 7540 \text{ N}$$

2.3.5.2 Calcul de l'angle de pression δ

$$\delta = \arctan V_s / \omega (r_0 + s) \quad \dots\dots\dots [9]$$

V_s : la vitesse linéaire du suiveur (poinçon supérieur)

ω : la vitesse angulaire de l'arbre

$$r = r_0 + s$$

$$r = 50 + 50$$

$$r = 100 \text{ mm}$$

Dans cette partie on a fait des mesures sur une machine de compression de poudres industrielle, on a mesuré la vitesse du déplacement pour la compression de la poudre, on a trouvé : $V_s = 2 \text{ m/min}$

Donc on prend une vitesse du suiveur de $V_s = 2 \text{ m/min}$;

$$V_s = 0.0333 \text{ m/s}$$

Donc la vitesse angulaire de l'arbre à came est égale à $N = 10 \text{ tr/min}$

Un quart de tour de l'arbre à came équivalent à 20mm de déplacement du suiveur

C à d : $N = 10 \text{ tr/min}$

Donc : la vitesse angulaire :

$$\omega = 2\pi N / 60 = 2\pi \times 10 / 60$$

$$\omega = 1.047 \text{ rad/s}$$

$$\delta = \arctan V_s / \omega (r + S)$$

$$\delta = \arctan 0.0333 / 1.047 (100 \times 10^{-3})$$

$$\delta = 17.64^\circ$$

Alors :

$$F_r = 7540 \text{ N}$$

$$r = r_0 + s = 100 \text{ mm}$$

$$\delta = 17.64^\circ$$

$$C_c = F_r r \tan \delta$$

$$C_c = 7540 \times 100 \times 10^{-3} \times \tan 17.64^\circ$$

$$C_c = 239.7 \text{ Nm}$$

2.3.6 Calculs du couple C_c S'exerçant sur l'arbre a came inferieur

$$C_c = F_r r \tan \delta$$

C_c : couple s'exerçant sur l'arbre a came

F_r : la force radiale applique sur le poinçon

δ : l'angle de pression

$$r = r_0 + s$$

r_0 : rayon du cercle de base

S : déplacement du suiveur

La came supérieure a les dimensions suivantes :

La course $S = 20$ mm

Le rayon de cercle de base $r_0 = 25$ mm

2.3.6.1 Calcul de la force radial F_r

On a :

$$P = F/S$$

$$P_a = F_r/S$$

P_a : la pression appliqué (pression nécessaire pour compacter la poudre de bronze)

S : la section où la force F_r va s'appliquer

$$F_r = P_a \times S$$

$$F_r = 100 \times 10^6 \times 75.4 \times 10^{-6}$$

$$F_r = 7540 \text{ N}$$

2.3.6.2 Calcul de l'angle de pression δ

$$\delta = \arctan V_s / \omega (r_0 + s)$$

V_s : la vitesse linéaire du suiveur (poinçon inférieur)

ω : la vitesse angulaire de l'arbre

$$r = r_0 + s$$

$$r = 25 + 20$$

$$r = 45 \text{ mm}$$

$$V_s = 0.8 \text{ m/min}$$

$$V_s = 0.0133 \text{ m/s}$$

$$N = 10 \text{ tr/min}$$

$$\omega = 2\pi N / 60 = 2\pi \times 10 / 60$$

$$\omega = 1.047 \text{ rad/s}$$

$$\delta = \arctan V_s / \omega (r + S)$$

$$\delta = \arctan 0.0133 / 1.047 (45 \times 10^{-3})$$

$$\delta = 15.79^\circ$$

Alors :

$$F_r = 7540 \text{ N}$$

$$r = r_0 + s = 45 \text{ mm}$$

$$\delta = 15.79^\circ$$

$$C_c = F_r r \tan \delta$$

$$C_c = 7540 \times 45 \times 10^{-3} \times \tan 15.79^\circ$$

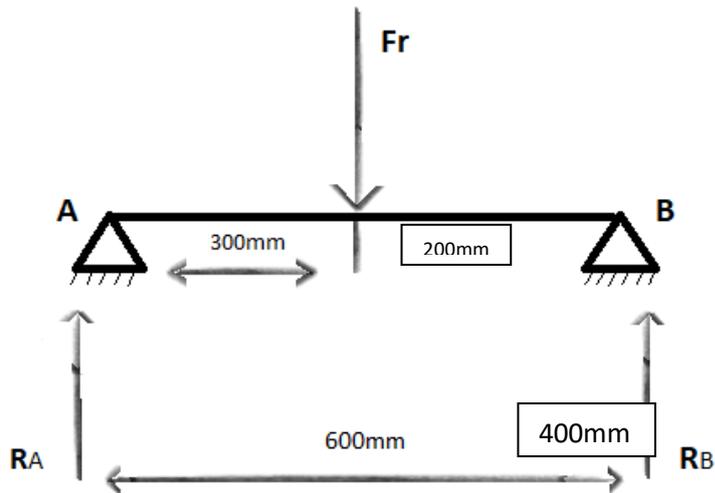
$$C_c = 95.94 \text{ Nm}$$

2.3.7 Choix de l'arbre à came

-On utilise un arbre a une came au milieu qui a une longueur $L = 400$ mm

2.3.7.1 Calculs du moment fléchissant maximal en flexion

a- Calcul des réactions aux appuis



$$\Sigma F/Y = 0$$

$$R_A + R_B - Fr = 0$$

$$R_A + R_B = Fr$$

$$R_A + R_B = 7540 \text{ N} \dots\dots (1)$$

$$\Sigma M/A = 0$$

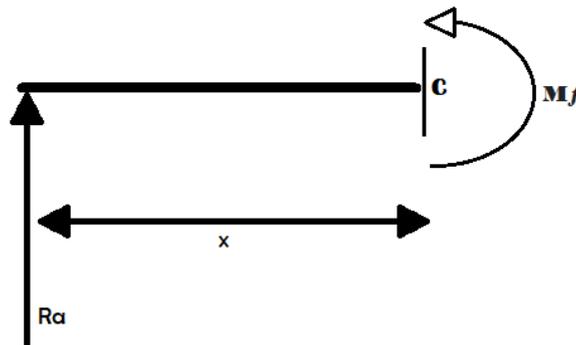
$$R_B \times 600 - Fr \times 300 = 0$$

$$R_B = (Fr \times 300)/600$$

$$\text{Donc: } R_B = 3770 \text{ N}$$

On remplace dans l'équation (1)

$$\text{Alors: } R_A = 3770 \text{ N}$$

b – Calcul du moment fléchissant

$$M_f - R_A \cdot x = 0$$

$$M_f = R_A \cdot x$$

$$M_f = 3770 \cdot x$$

C-calcul du Mfmax

Mfmax : moment fléchissant maximal

Pour $x = 0$

$$M_f = 0 \text{ Nm}$$

Pour $x = 200 \text{ mm} = 0.2 \text{ m}$

$$M_f = M_{f\max} = 754 \text{ Nm}$$

2.3.7.2 calculs du diamètre nécessaire de l'arbre a came supérieur**A_ Caractéristique de l'arbre a came [11]**

On utilise un arbre a came en acier non allié **XC 48**

B_ Caractéristiques mécanique [11]

Contrainte admissible de flexion $\sigma_f = 60 \text{ N/mm}^2$

Contrainte admissible de torsion $\tau_t = 18 \text{ N/mm}^2$

Contrainte équivalente $\sigma_{eq} = 75 \text{ N/mm}^2$

Tableau 3 : Contraintes admissibles équivalentes [11]

Matériaux			[σ_{eq}] en N/mm ²
Acier de construction à usage général	Acier d'amélioration	Acier de cémentation	
A 42-2	CC 20, XC 25	CC 10, XC 10	53
A 50-2	CC 35, XC 38	C 15, XC 18	63
A 60-2	CC 45, XC 48	12 C 3	75
A 70-2	CC 60, XC 65, 25 CD 4, 34 C 4		90
	34 CD 4, 32 M 6	16 MC 5, 20 MC 5	106
	38 MS 5, 34 CND 6		125
		18 CN 8	150

Calcul du moment équivalent Meq

$$Meq = \sqrt{[(Mf^2) + (3/4) \times (\alpha_0 \times Mt)^2]} \dots\dots\dots [11]$$

Mf : moment fléchissant

Mt : moment de torsion (Mt = Cc)

Mf = Mfmax = 754 Nm

Mt = Cc = 239.7 Nm

α_0 : rapport de fatigue

On prend $\alpha_0=1$ lorsque les deux contraintes de fatigue sont du même type.

Dans notre projet l'arbre a came a des contrainte de fatigue de flexion et torsion sont répété de même type.

Donc on prend $\alpha_0=1$.

$$M_{eq} = \sqrt{[(M_{fmax})^2 + (3/4) \times (1 \times M_t)^2]}$$

$$M_{eq} = \sqrt{[754^2 + (3/4) \times 239.7^2]}$$

$$M_{eq} = 782.48 \text{ Nm}$$

$$d = \sqrt[3]{[32 \times 782.48] / [\pi \times 75 \times 10^6]}$$

$$d = 0.04736 \text{ m}$$

$$d = 47.36 \text{ mm}$$

Alors on prend $d=50\text{mm}$ (valeur normalisé)

2.3.7.3 calculs du diamètre nécessaire de l'arbre a came inferieur

A_ Caractéristique de l'arbre a came

On utilise un arbre a came en acier non allié XC 48

B_ Caractéristiques mécanique :

Contrainte admissible de flexion $\sigma_f = 60 \text{ N/mm}^2$

Contrainte admissible de torsion $\tau_t = 18 \text{ N/mm}^2$

Contrainte équivalente $\sigma_{eq} = 75 \text{ N/mm}^2$

c- calcul du moment équivalent M_{eq}

$$M_{eq} = \sqrt{[(M_f)^2 + (3/4) \times (\alpha_0 \times M_t)^2]}$$

M_f : moment fléchissant

M_t : moment de torsion ($M_t = C_c$)

$$M_f = M_{fmax} = 754 \text{ Nm}$$

$$M_t = C_c = 95.94 \text{ Nm}$$

α_0 : rapport de fatigue

On prend $\alpha_0=1$ lorsque les deux contraintes de fatigue sont du même type.

Dans notre projet l'arbre a came a des contrainte de fatigue de flexion et torsion sont répété de même type.

Donc on prend $\alpha_0=1$.

$$\mathbf{Meq} = \sqrt{[(M_{fmax})^2 + (3/4) \times (1 \times Mt)^2]}$$

$$\mathbf{Meq} = \sqrt{[754^2 + (3/4) \times 95.94^2]}$$

$$\mathbf{Meq} = 758.56 \text{ Nm}$$

$$d = \sqrt[3]{[32 \times 758.56]/[\pi \times 75 \times 10^6]}$$

$$d = 0.04687 \text{ m}$$

$$d = 46.87 \text{ mm}$$

On voit que le diamètre nécessaire de l'arbre a came supérieur est très proche du diamètre nécessaire de l'arbre a came inferieur ;

Alors on prend un diamètre qui doit satisfaire les deux et que les deux arbres devront résister

Donc on prend $d=50\text{mm}$ (valeur normalisé)

2.4 Choix du moteur et du réducteur

On doit choisir un moteur développe la somme des deux couples.

$$Ca = 239.7+95.94$$

$$Ca=335.64 \text{ Nm}$$

2.4.1 Calcul de la puissance utile

Pu : Puissance utile

$$P_u = 335.64 \times 1.047$$

$$P_u = 351.41 \text{ Watt}$$

2.4.2 Calcul de la puissance moteur

$$P_m = P_u / \eta$$

Pm : puissance moteur

η : rendement du moteur $\eta=0.9$

$$P_m = 351.41 / 0.9$$

$$P_m = 390.46 \text{ Watt}$$

$$P_m = 0.39 \text{ KW}$$

2.4.3 Choix du moteur

On doit choisir un moteur qui développe un couple plus de 239.7 Nm et une puissance de 0.348 KW

Type de moteur choisit : LS90L [10]

Caractéristique du moteur choisit :

$$P_m = 0.39 \text{ KW}$$

$$N_m = 685 \text{ tr/min}$$

2.4.4 Choix du réducteur

le moteur choisie LS 90L développe une puissance $P_m=0.39$ KW et une vitesse de rotation de $N_m = 685$ tr/min. Alors, il est nécessaire d'installer un réducteur permettant de diminuer la vitesse de rotation à $N_u = 10$ tr/min.

2.4.4.1 calculs le rapport de réduction

$$N_u = N_m/R \quad \dots\dots\dots [10]$$

N_u : vitesse de rotation utile

N_m : vitesse de rotation du moteur

R : rapport de réduction

$$N_u = N_m/R$$

$$R = N_m/N_u$$

$$R = 685/10$$

$$R = 68.5$$

Le rapport de réduction $R = 68.5$

2.4.4.2 choix finals du réducteur

Type de réducteur est : HS50 [10]

Caractéristique du réducteur :

$M_{[max]}$: le couple maximal qui peut se transmettre par le réducteur choisit

$$M_{[max]} = 300 \text{ Nm}$$

2.4.4.3 Choix du motoréducteur

Tableau 4 : choix de choix des motoréducteurs [12]

		Exemple de commande ⁽¹⁾																
		Référence	Fixaion	Rapport de réduction	Type de montage	Nombre de pôles	Puissance					Puissance						
		CB3233	SB3	86,5	MI	4P	0,37kW					0,37kW						
Vitesse de sortie (tr/min)	Rapport de réduction	Puissance (kW) / Hauteur d'axe											Choix de montage					
		0,25	0,37	0,55	0,75	0,9	1,1	1,5	1,8	2,2	3	4			5,5			
		Facteur de service											Socle	Bride				
7,12	204	1,48	0,97															
8,31	174	1,72	1,14															
9,11	159	1,89	1,25	0,82														
10,1	144	2,09	1,38	0,9														
11,8	123	2,45	1,62	1,06	0,8													
13,3	109	2,75	1,82	1,19	0,89													
14,8	98,2	3,06	2,02	1,32	1	0,82												
16,8	86,5	3,48	2,3	1,5	1,13	0,93												
18,6	77,9	3,86	2,55	1,67	1,26	1,03	0,85	Nous consulter								SB3	BT*	
21,1	68,6	4,38	2,9	1,89	1,43	1,17	0,97											
22,6	64,2	4,68	3,09	2,02	1,52	1,25	1,03											
26	55,7	5,4	3,57	2,33	1,76	1,44	1,19	0,87										
28,9	50,2	5,93	3,92	2,56	1,93	1,58	1,31											
29,7	48,9	Nous consulter		2,66	2	1,64	1,36	0,99	0,82									
33,7	43	6,91	4,56	2,99	2,25	1,84	1,52	1,11	0,92									
37	39,2	7,56	5	3,27	2,46	2,01	1,67	1,22	1,01	0,82								
40,8	35,5	8,33	5,5	3,6	2,71	2,22	1,84	1,34	1,11	0,91								
47,9	30,3	9,73	6,43	4,21	3,16	2,59	2,14	1,57	1,3	1,06								

Motoréducteur compabloc CB3233 puissance 0.55 réduction 1/144 vitesse de sortie 10.1 tr/min alimentation 230/400 V ; 50 HZ ; facteur de service 0.9

2. 5 Choix du roulement et des poulies et courroi

Pour le choix de la courroi qui relie les deux arbres à came on choisit une courroi cranté pour éviter tous risques de glissement.

On va calculer la force radiale F_r qui est égale à la réaction à l'appui A et à l'appui B de tel sorte :

$$F_r = R_a = R_b$$

$$\text{Donc: } P = F_r = 3750 \text{ N}$$

La valeur de la charge dynamique est donné par le constructeur tout en connaissant les données relatives à chaque roulement à savoir :

d: diamètre intérieur

D: diamètre extérieur

B: épaisseur du roulement

Le roulement que nous avons choisit est un roulement à billes possède les dimensions suivants :

$$d = 50 \text{ mm}; \quad D = 80 \text{ mm}; \quad B = 16 \text{ mm};$$

2.7 Conclusion

Ce chapitre réunit en premier lieu, toutes les caractéristiques nécessaires pour la réalisation d'une bague en poudre de bronze compacté où ont été fixés, la pression nécessaire de compactage et la forme de la matrice.

La deuxième partie du chapitre rassemble, la proposition du schéma cinématique avec le choix du mécanisme et de tous les éléments qui le compose, tels que : les arbres à came, les poinçons, la matrice, les éléments de guidage....etc.

La troisième partie, englobe, le choix des matériaux, les calculs et le dimensionnement des pièces, ainsi que le choix de la cinématique, la sélection du moteur et du réducteur développant le couple et la puissance nécessaire permettant d'obtenir une bague compactée.

La définition des différentes pièces de la machine sera exposée dans le chapitre suivant.

CHAPITRE 3

MODELISATION

3.1 Introduction

Le présent chapitre est consacré à la réalisation des éléments constituant la machine en question par le logiciel de CAO (SolidWorks). Ce moyen permet d'obtenir un produit de meilleure précision en un temps réduit. Les différentes étapes de la conception sont décrites en ce qui suit.

3.2 Modélisation géométrique

La modélisation géométrique des pièces de la machine sur logiciel SolidWorks passe par 3 étapes :

- Création des pièces en model de 2D (2 Dimensions) ;
- Création des pièces en model de 3D (3 Dimensions) ;
- Assemblage des pièces.

3.3 Vue d'ensemble de la machine

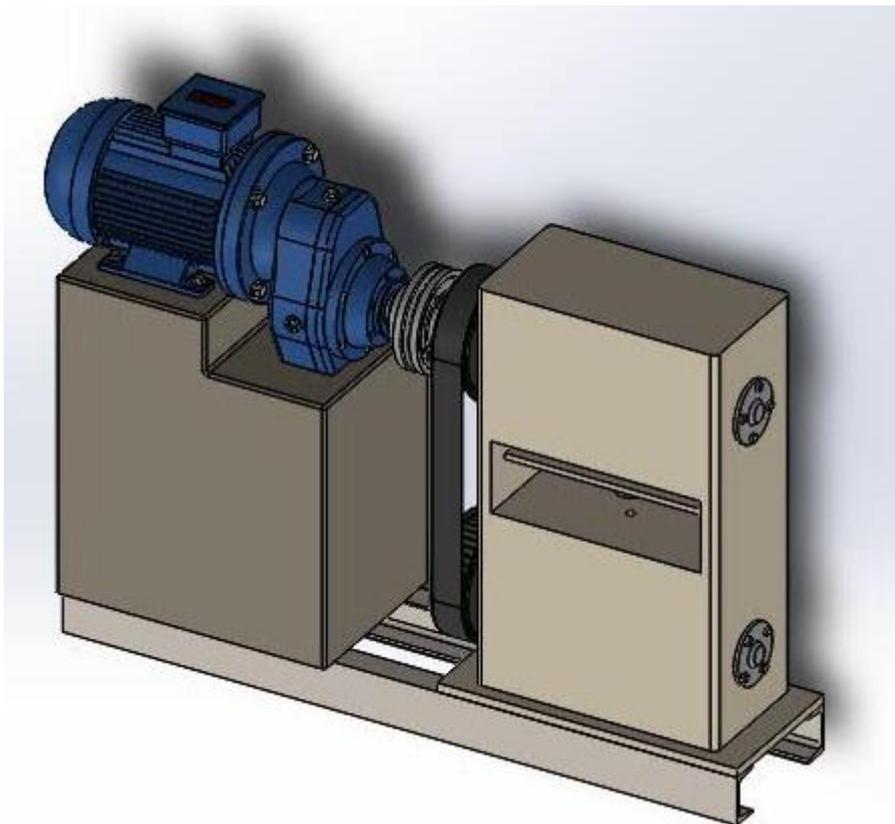


Figure14 : vue d'ensemble de la machine de compression des poudres

3.4 Dessin des arbres à came en contact avec les poinçons

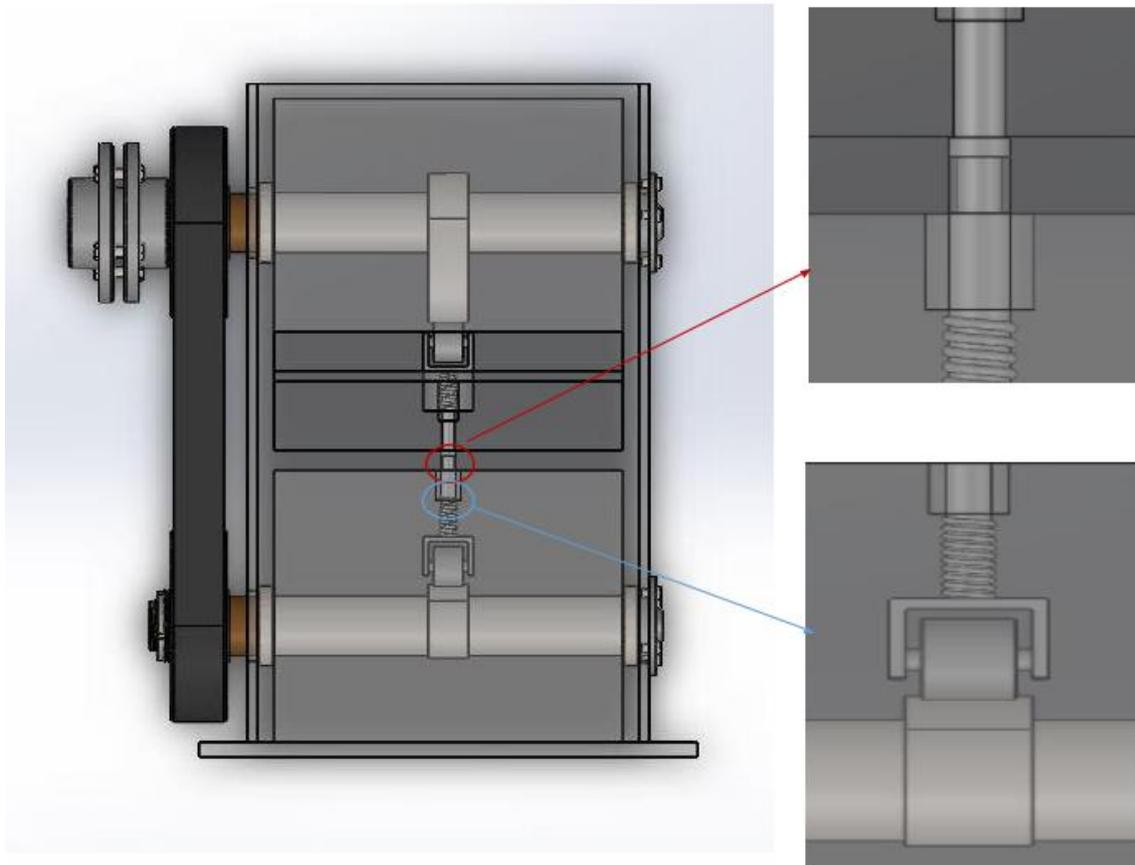


Figure15 : Dessin des arbres à came en contact avec les poinçons

3.5 Montage des poulies courroies roulements

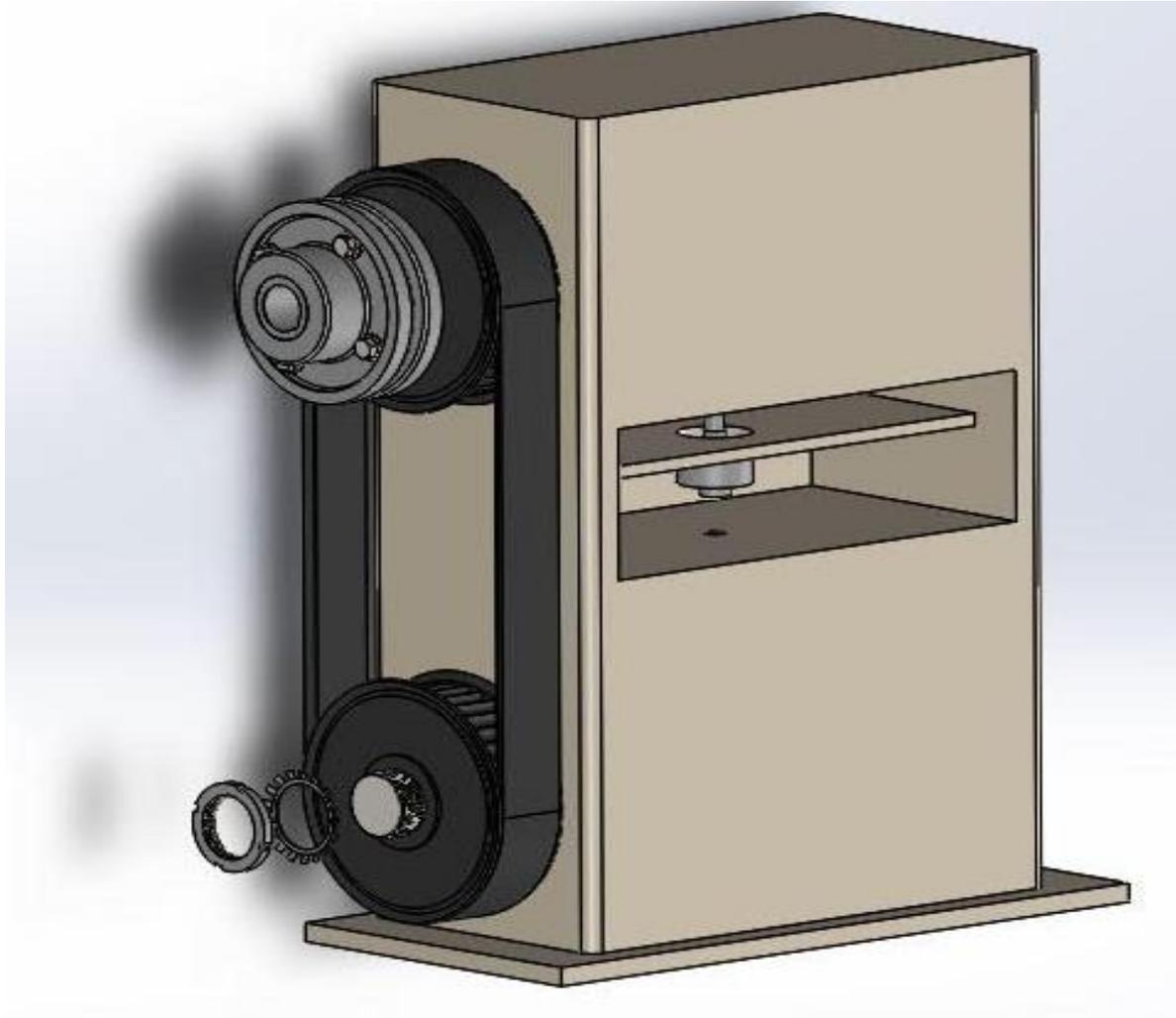
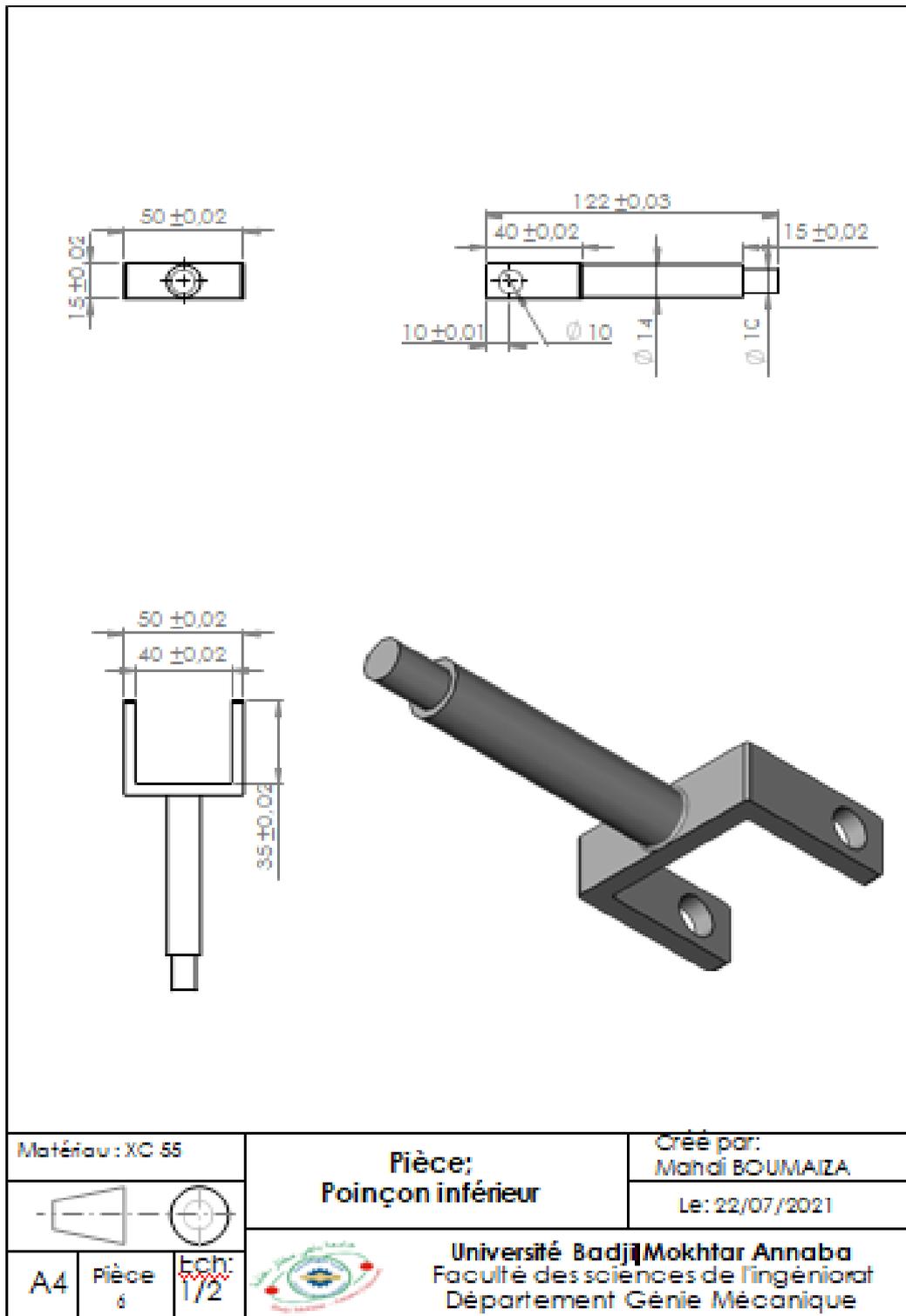
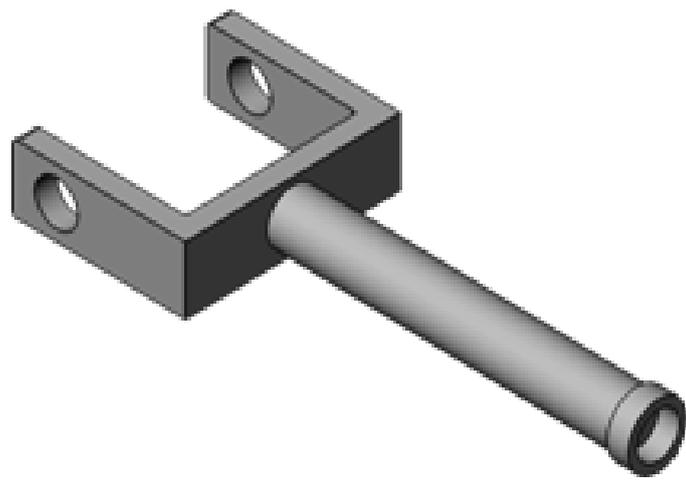
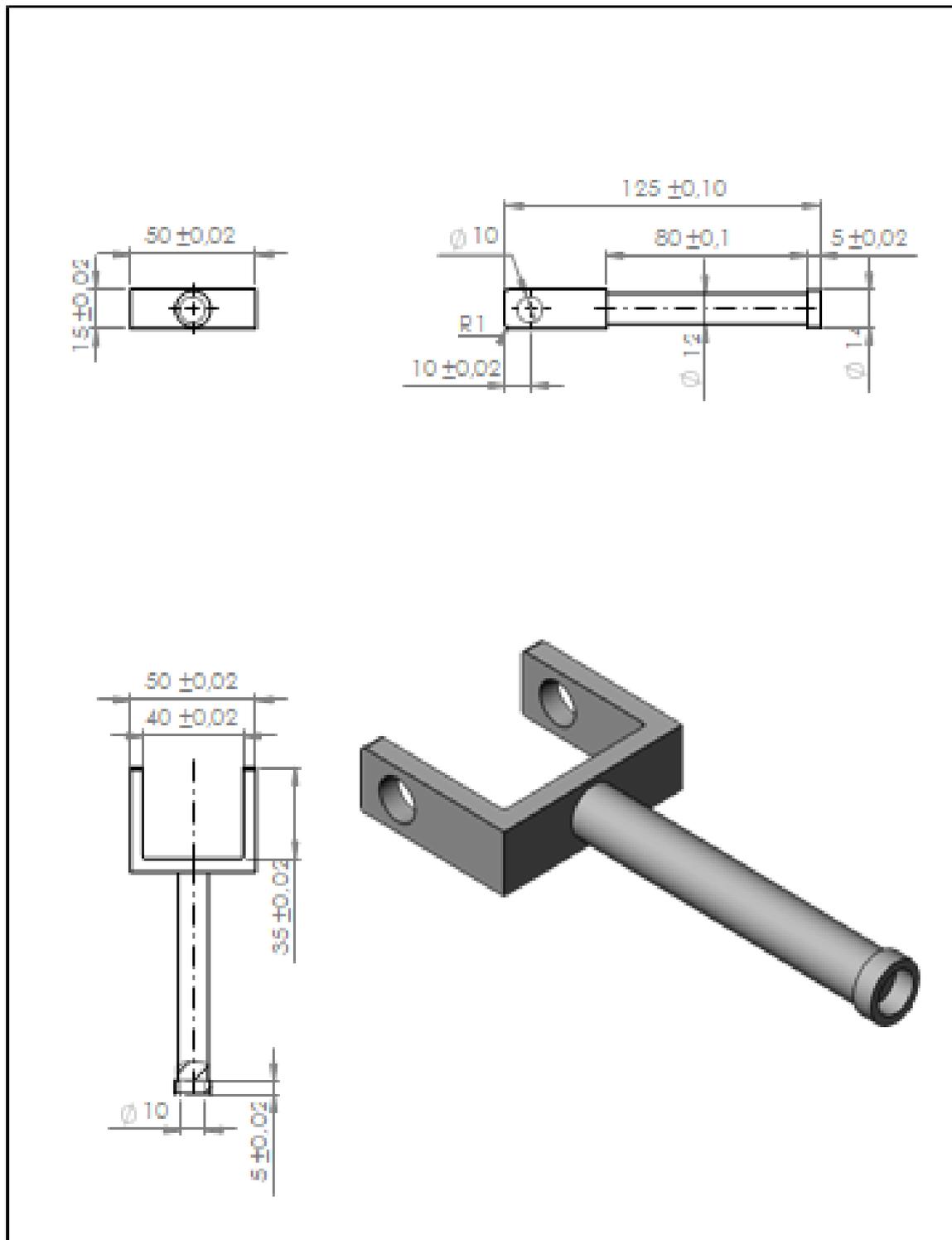


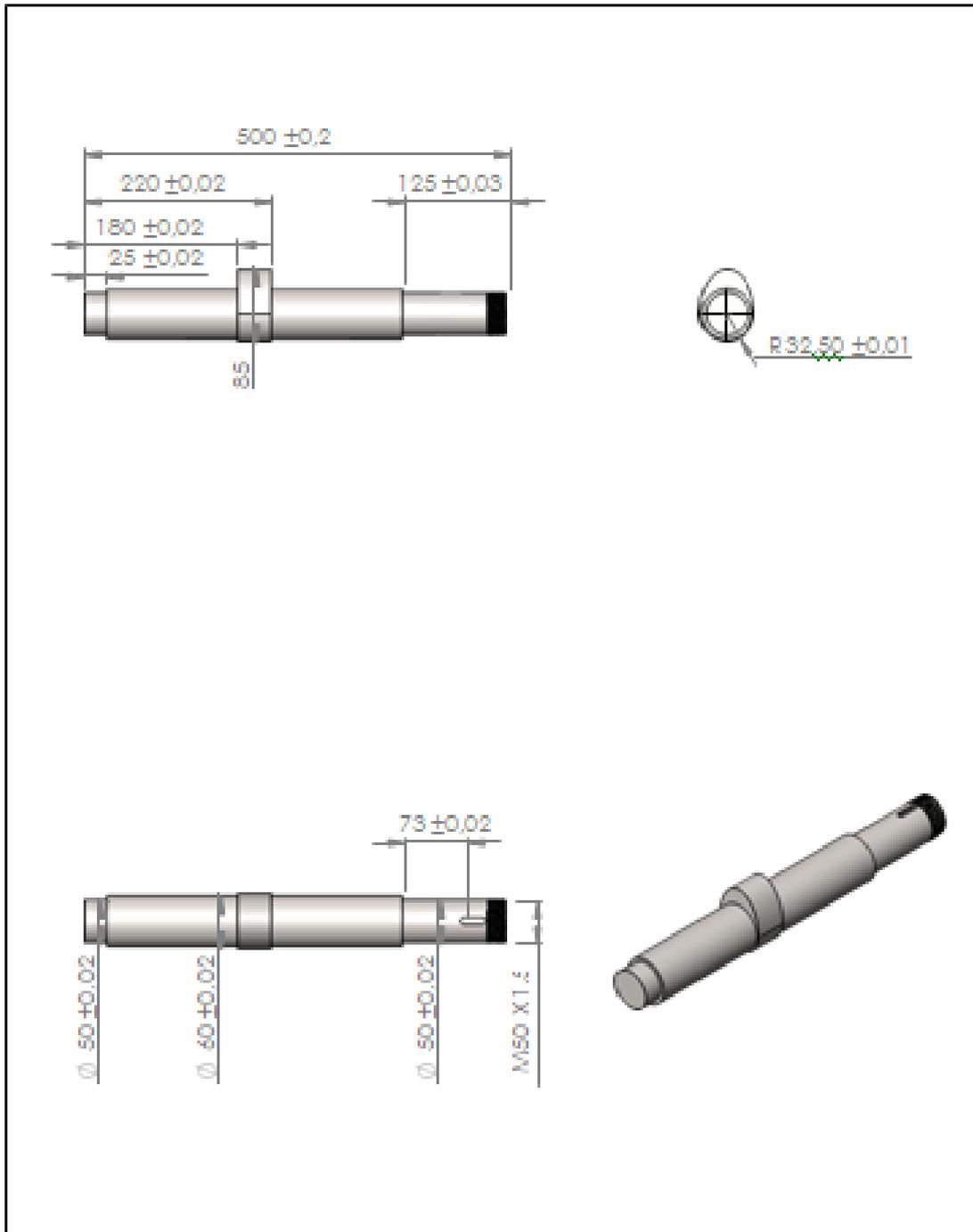
Figure16 : Montage des poulies courroies roulements

3.6 Dessin de définition des différents éléments

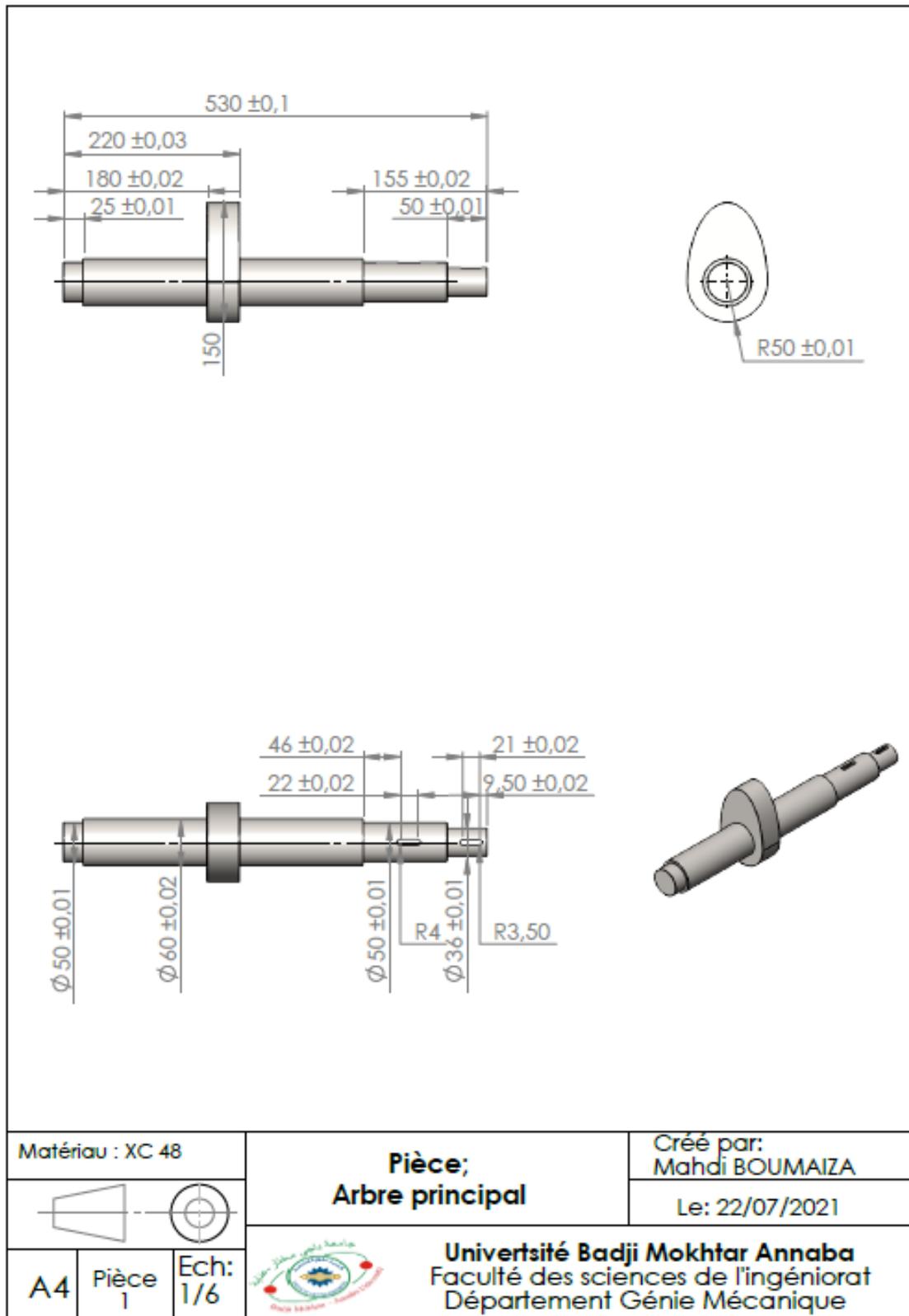




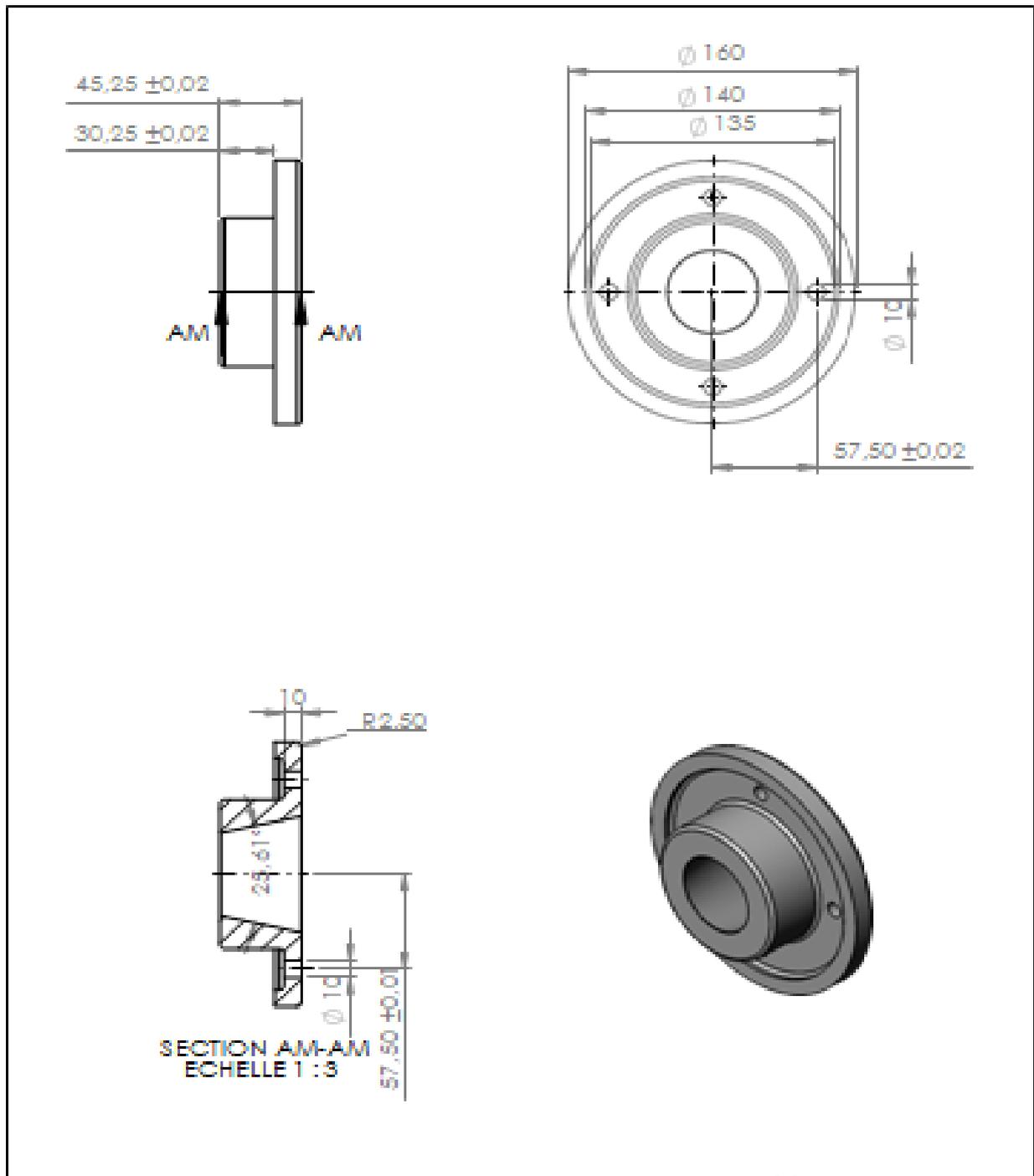
Matériau : XC 55		Pièce: Poinçon supérieur	Créé par: Mandi BOUMAIZA
			Le: 22/07/2021
		A4	Pièce 10



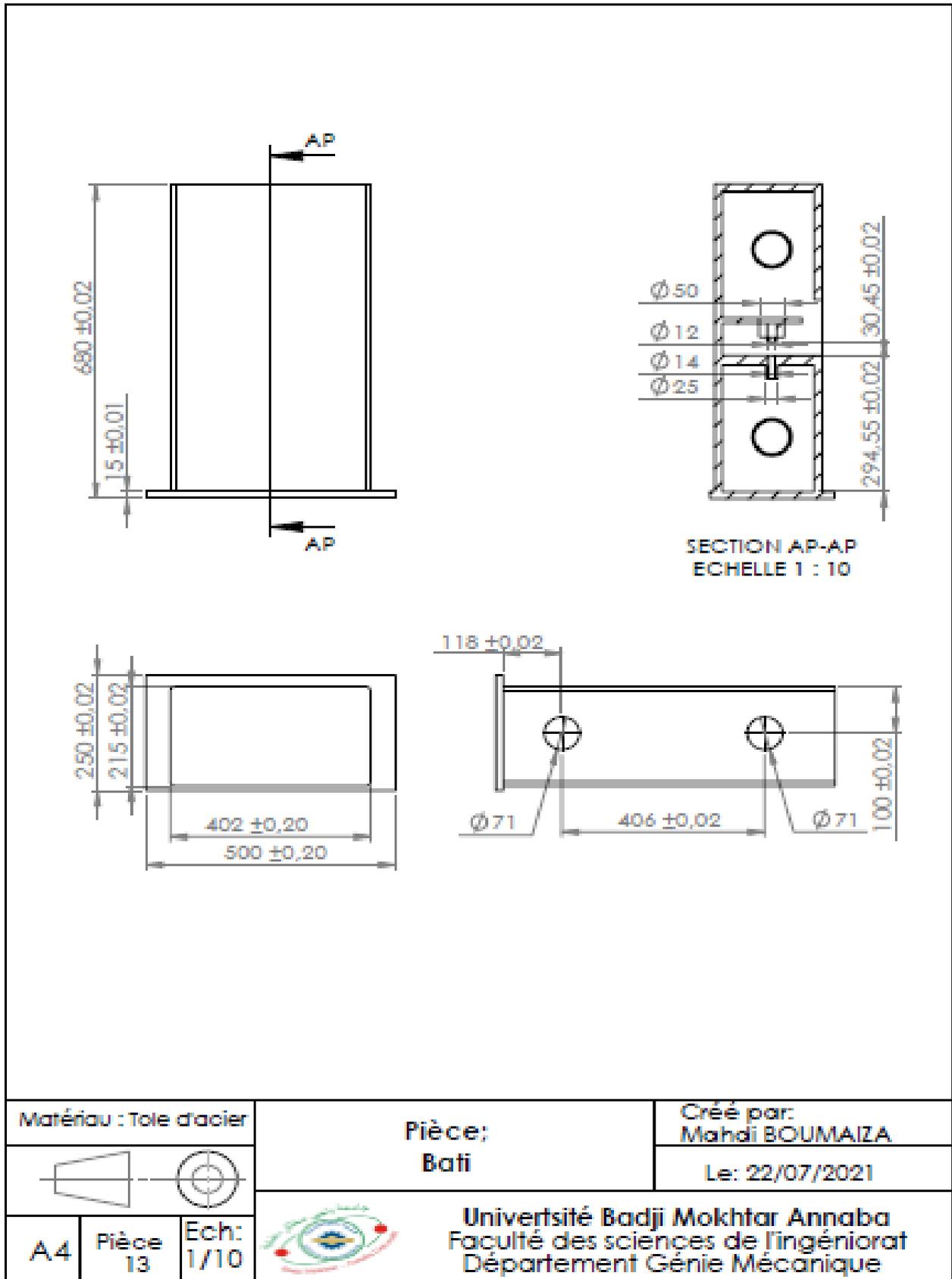
Matériau : XC 48		Pièce: Arbre auxiliaire	Créé par: Mahdi BOUMAIZA
			Le: 22/07/2021
A4	Pièce 2	Echelle 1/6	Université Badji Mokhtar Annaba Faculté des sciences de l'ingénierie Département Génie Mécanique



Matériau : XC 55		Pièce; Gallet	Créé par: Mahdi BOUMAIZA	
			Le: 22/07/2021	
A4	Pièce 6	Ech: 1/1	Université Badji Mokhtar Annaba Faculté des sciences de l'ingénierie Département Génie Mécanique	



Matériau : XC 48		Pièce; Accouplement	Créé par: Mahdi BOUMAIZA.	
			Le: 22/07/2021	
A4	Pièce 4	Ech: 1/3	 Université Badji Mokhtar Annaba Faculté des sciences de l'ingénierie Département Génie Mécanique	



3.7 Dessin d'ensemble de la machine

No. article	Número de pièce	Quantité
1	Bati	1
2	Arbre à came auxiliaire MCOM	1
3	ISO 15 RBB - 1050 - Full,DE,AC,Full_68	4
4	Bague entretoise	2
5	Poulie crantée	2
6	Part1/Assemblage complet MC	1
7	Rodelle Frein mc	1
8	Ecrou à encoches mc	1
9	Accouplement Pièce 1	1
10	Acoupp P2	2
11	DIN 6921 - M10 x 40 x 40-N	4
12	Hexagon Flange Nut DIN 6923 - M10 - N	4
13	Flasque	2
14	Poinçon supérieur	1
15	Gallet	1
16	Ressort	2
17	Motor	1
18	Base	1
28	Aro Seeger - Rueda mayor	1
29	Visor de nivel - 1	1
30	Visor de nivel - 2	1
31	DIN 625 - 6010 - 18,DE,AC,18_68	2
33	DIN - Spur gear 4M 15T 20PA 41FW --- S31A75H50L30R1	1
34	DIN 625 - 6208 - 12,DE,AC,12_68	1
35	DIN - Spur gear 4M 31T 20PA 41FW --- S31A75H50L36R1	1
36	AFBMA 20,1 - 02-40 - 14,DE,AC,14	1
37	DIN 7984 - M12 x 60 --- 30N	4
40	ISO 4018 - M10 x 20-WN	1
41	ISO 4018 - M8 x 16-WN	1
43	DIN 6921 - M14 x 40 x 40-N	4
45	Poinçon - Inférieur	1
46	Gallet - Pl	1
47	Courroie 1-1/Assemblage complet MC	1
48	CH 80 x 8x1125	2
49	ISO 4762 M8 x 12 - 12N	8
50	Arbre à came MCOM	1

PROJET FIN D'ETUDES	Poids	Usage	Tolerance generales
	Nom	Date	Assemblage
	Dessine	Bourmaza, M	
	Verifie	FLACOMBL	
Ingenieur	Bourmaza, M		
 UBMA Faculté des Sciences de l'Ingénieur Département Génie Mécanique	Ech:	1/9	Projet: Machine de compactage
		A3	Nr de dessin 1

3.8 Conclusion

Ce chapitre réunit les éléments de la conception proposée de la machine de compression des poudres. Cet appareil peut être employé pour une variété de matériaux et pour la réalisation d'une diversité de formes de pièces. Ce chapitre regroupe le dessin d'ensemble et des dessins de définition des pièces composantes la machine.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Le travail entrepris dans ce mémoire représente la conception d'une machine de compression des poudres, les recherches bibliographiques ont permis de fournir un maximum d'informations sur la métallurgie des poudres et les différentes techniques de compactage. Ce qui nous a amené à proposer la conception d'une machine de compactage des poudres dans une matrice fermée ayant pour objectif la fabrication des bagues autolubrifiantes en bronze fritté.

Ce projet comprend essentiellement deux parties :

- La première partie regroupe les calculs et le dimensionnement des éléments de la machine (arbres à came, le poinçon de compactage et la matrice), le choix de la cinématique de la machine (le moteur, le réducteur, l'accouplement et la transmission), ainsi que les supports des éléments de la machine (bâti et la structure).
- La deuxième partie comprend la réalisation du dessin d'ensemble et les dessins de définition des différentes pièces constitutives de la machine au moyen du logiciel SOLIDWORKS.

Les objectifs visés dans ce travail ont été atteints et les caractéristiques principales de la machine sont :

- _ Cadence 360 pièce/heure.
- _ Dimension des pièces [8, 10, 12, 14, 16] mm de diamètre.
- _ Puissance de la machine 350 W.
- _ Pression de compactage maximale 100 MPa.
- _ Fréquence de rotation des arbres à came 10 tr/min.
- _ Alimentation 220V – AC.
- _ Poids total 70Kg.

La conception de cette machine constitue une modeste contribution qui peut être améliorée et complétée. En perspectives, et pour améliorer la conception de la machine, nous recommandons ce qui suit :

- _ Changement de la forme du poinçon et la matrice de compactage, dans le but de fabriquer une variété de pièces mécaniques.
- _ Automatisation de la machine, afin de diminuer les temps auxiliaires et améliorer la cadence.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

[1] : L. Olmos. Etude du frittage de poudres par microtomographie in situ et modélisation discrète. Génie des procédés. Institut National Polytechnique de Grenoble - INPG, 2009. Français. fftel-00521859f

[2] : <https://www.selfoil.com/fr/processus-de-fabrication>

[3] : <https://www.motorlegend.com/entretien-reparation/moteur-voiture/les-coussinets/8,11665.html>

[4] : <http://joho.p.free.fr/EC/Construction/Coussinet/Cours%20sur%20les%20coussinets.pdf>

[5] : https://moodle.univ-tln.fr/pluginfile.php/50684/mod_resource/content/1/Les-Paliers-lisses-ou-Coussinets.pdf

[6] : <https://www.ames-sintering.com/fr/coussinets-frites/>

[7] : [THN Brochure Coussinets.pdf](#)

[8] : <https://www-techniques-ingenieur-fr.snd11.arn.dz/base-documentaire/archives-th12/archives-mise-en-forme-des-metaux-et-fonderie-tiamc/archive-1/generalites-sur-la-metallurgie-des-poudres-m860/>

[9] : <https://www-techniques-ingenieur-fr.snd11.arn.dz/base-documentaire/mecanique-th7/transmission-de-puissance-mecanique-accouplement-embayage-freinage-42184210/mecanismes-de-transformation-de-mouvement-a-contact-local-b5910/>

[10] : SEW USOCOM/manuel : réducteur et motoréducteur, version 11/2006

[11] : MOHAMED MANSORI, "construction mécanique", publication de l'université de Badji Mokhtar-Annaba

[12] : MICHAUD CHAILLY MOTORISATION ; https://www.michaud-chailly.fr/custom/docs/produit/mot_d/gamme-motorisation-2016-mot-lgam1.pdf