

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA BEJAIA
FACULTÉ DE TECHNOLOGIE
DÉPARTEMENT DE GÉNIE MÉCANIQUE

MEMOIRE

PRÉSENTÉ POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE

MASTER

FILIÈRE : GÉNIE MÉCANIQUE

SPÉCIALITÉ : FABRICATION MÉCANIQUE ET PRODUCTIQUE

PAR :

BOUZAD IMAD

DJOUDI HICHAM

Thème

**Optimisation de la conception, cas de la came du respirateur
artificiel mécanique, en aluminium**

Soutenu le 01 /10/ 2020 devant le jury composé de:

Mr. OURARI. K

Président

Mr. BELAMRI. A

Rapporteur

Mr. YAYA. K

Examineur

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2019-2020

Remerciements

Nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage et la volonté de parvenir à la fin de nous parcours universitaire.

Nous à remercions tous ceux qui nous ont aidés, conseillés et encouragés à fin de réaliser ce modeste travail.

Spécialement à notre encadreur monsieur BELAMRI Abdelatif que nous remercions vivement de nous avoir honorés de diriger ce travail ; sa confiance ses conseils et ses motivations ont été pour nous un précieux encouragement.

Nous remercions tous les membres du jury d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer ce modeste travail.

En fin, nous tenons à remercier nos parents, nos familles et nos amis pour leurs encouragements et leurs soutiens.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

*À ma très chère mère et cher père qui m'ont soutenue
et encourager depuis toujours*

*À mes frères qui ont été toujours présent pour me
soutenir*

À tous mes amis

*À mes camarades de la promotion fabrication
mécanique et productique*

*À tous mes enseignants et ceux qui travaillent au
Département de génie mécanique*

À tous personnes qui m'ont aidé de proche ou de loin

Imad

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

*À ma très chère mère et cher père qui m'ont soutenue
et encourager depuis toujours*

*À mes frères qui ont été toujours présent pour me
soutenir*

À tous mes amis

*À mes camarades de la promotion fabrication
mécanique et productique*

*À tous mes enseignants et ceux qui travaillent au
Département de génie mécanique*

À tous personnes qui m'ont aidé de proche ou de loin

Ficham

SOMMAIRE

| | |
|---|----|
| Introduction générale..... | 1 |
| CHAPITER I : Généralités sur la conception générative | |
| I.1 Introduction..... | 2 |
| I.2 La conception générative | 2 |
| I.3 Principe de la conception générative | 3 |
| I.4 Objectifs de la conception générative | 3 |
| I.4.1 Gagner du temps..... | 4 |
| I.4.2 Stimuler la créativité | 4 |
| I.4.3 Réaliser des économies | 4 |
| III.4.4 Créer des géométries inédites | 4 |
| III.5 Avantages de la conception générative | 4 |
| III.5.1 Explorez une plus large gamme d'options de conception..... | 4 |
| III.5.2 Rendre les conceptions impossibles possibles..... | 5 |
| III.5.3 Optimiser pour les matériaux et les méthodes de fabrication..... | 5 |
| I.6 La puissance de calcul | 6 |
| I.7 Les entreprises qui utilisent la conception générative et le domaine d'utilisation..... | 6 |
| I.7.1 Claudius Peters Project GmbH..... | 7 |
| I.7.2 General Motors..... | 7 |
| I.7.3 La société aéronautique européenne Airbus..... | 8 |
| I.8 Des bénéfices multiples pour l'entreprise..... | 9 |
| CHAPITER II : Généralités sur les cames | |
| III. Généralités sur les cames | 10 |
| III.1 Introduction | 10 |
| III.2 Mécanismes à cames | 10 |
| III.2.1 Définition de la came..... | 10 |
| III.3 Constitution | 11 |
| III.4 Le mécanisme came / tige | 11 |
| III.5 La liaison de la came et la tige | 11 |

| | |
|--|----|
| III.6 Les avantages et les inconvénients des mécanismes came/ tige | 12 |
| III.6.1 Les avantages..... | 12 |
| III.6.2 Les inconvénients | 12 |
| III.7 Solutions..... | 12 |
| III.8 Les types des cames | 13 |
| III.9 Différent formes de cames | 13 |
| III.9.1 Les cames disques | 13 |
| III.9.2 Les cames à rainures..... | 14 |
| III.9.3 Les cames à tambour (ou cloche) | 14 |
| III.10 Autres types..... | 14 |
| III.10.1 Came à rainure (profil intérieur et extérieur)..... | 14 |
| III.10.2 Came conjuguée | 15 |
| III.10.3 Came plate | 16 |
| III.10.4 Came rectiligne..... | 16 |
| III.11 Principe de fonctionnement..... | 17 |
| III.11.1 Came | 17 |
| III.11.2 Tige..... | 17 |
| III.12 Détermination du profil de la came..... | 17 |
| III.12.1 principe de détermination du profil de la came | 17 |
| III.12.1.1 Méthode de trace (Came à galet) | 18 |
| III.12.1.2 Détermination de profil d'une came disque..... | 19 |

CHAPITER III : optimisation de la forme d'une came en aluminium

| | |
|--|----|
| III Introduction | 24 |
| III.1 Fusion 360..... | 24 |
| III.2 Procédure de simulation | 25 |
| III.2.2 Définition du matériau..... | 25 |
| III.2.3 Application des déplacements imposés | 25 |
| III.2.4 Application des efforts externes | 25 |
| III.2.5 Création de maillage..... | 26 |
| IV.3.1 Model 3D de la came..... | 27 |

| | |
|--|----|
| III.3.2 Définition du matériau | 27 |
| III.4 Les étapes de simulation | 29 |
| III.4.1 L'importation de la pièce sur logiciel fusion 360..... | 29 |
| III.4.2 Le choix de matériau | 29 |
| III.4.3 optimisation de la forme | 29 |
| III.4.4 Application des déplacements imposés | 30 |
| III.4.5 Chargement appliquée | 31 |
| III.4.6 Optimisation de la forme (conserver la zone) | 32 |
| III.4.7 Le maillage | 32 |
| III.4.8 vérification préalable | 34 |
| III.4.9 Résolution..... | 35 |
| III.5 Résultats et discussions | 36 |
| III.5.1.2 La forme géométrique finale..... | 36 |
| III.5.1.3 Contrainte statique | 37 |
| III.5.2 Cas d'un maillage 3% | 38 |
| III.5.2.1 Résultat d'optimisation de la forme | 38 |
| III.5.2.2 La forme géométrique finale..... | 38 |
| III.5.2.3 Contrainte statique | 39 |
| III.5.3 Cas d'un maillage 4% | 40 |
| III.5.3.1 Résultat d'optimisation de la forme | 40 |
| III.5.3.2 La forme géométrique finale..... | 40 |
| III.5.3.3 Contrainte statique | 41 |
| III.5.4 Cas d'un maillage 5% | 42 |
| III.5.4.1 Résultat d'optimisation de la forme | 42 |
| III.5.4.2 La forme géométrique finale..... | 42 |
| III.5.4.3 Contrainte statique | 43 |
| III.5.5 Cas d'un maillage 6% | 44 |
| III.5.5.1 Résultat d'optimisation de la forme | 44 |
| III.5.5.2 La forme géométrique finale..... | 44 |
| III.5.5.3 Contrainte statique | 45 |
| III.6 Conclusion de ce chapitre | 47 |

Concluision générale

Liste des figures

Liste des figures

Figure I.1 Principe de la conception générative

Figure I.2 Les propositions de l'ordinateur d'une idée

Figure I.3 La conception générative pour refaire un bras de suspension (en bleu sur l'illustration) partie principale de la suspension arrière d'une moto

Figure I.4 Optimisation d'une porte ceinture d'une voiture

Figure I.5 L'évolution de la conception du refroidisseur à clinker de Claudius Peters Avec l'aimable autorisation de Claudius Peters projets GmbH

Figure I.6 La fixation pour les ceintures de sécurité repensée de général Motors Avec l'aimable autorisation de General Motors

Figure I.7 La cloison Airbus plus légère et plus solide Avec l'aimable autorisation d'Airbus

Figure II.1 Une came mécanique

Figure II.2 Système came / tige

Figure II.3 Schéma cinématique du came/tige

Figure II.4 Came à sabot, à galet et à plateau

Figure II.5 Came disque

Figure II.6 came à rainure

Figure II.7 Cames à tambour (ou cloche)

Figure II.8 Came à rainure

Figure II.9 Came conjuguée

Figure II.10 Une came plate

Figure II.11 Une came rectiligne

Figure II.12 Graphe Courbe des espaces

Figure II.13 dessin de la came a galet

Figure II.14 Construction du profil d'une came disque

Figure II.15 La construction d'un poussoir à plateau

Figure III.1 La licence de l'accession dans le site Autodesk

Figure III.2 Model 3D de la came

Figure III.3 L'importation de la Came

Figure III. 3 Optimisations de la forme

Figure III.4 contraintes structurelles (c)

Figure III.5 la force appliquée sur la surface de profil de la came

Figure III.6 Force appliquée

Figure III.7 La zone conserver en vert

Figure III.8 les paramètres de maillage.

Figure III.9 Maillage 2%

Figure III.10 Maillage 3%

Figure III.11 Maillage 4%

Figure III.12 Maillage 5%

Figure III.13 Maillage 6%

Figure III.14 la résolution des études de simulation

Figure III.15 Les trois procédures

Figure III.15 L'optimisation de la forme d'une came de maillage 2%

Figure III.16 la forme finale maillage 2%

Figure III.17 La distribution de la contrainte de came d'un maillage 2%

Figure III.18 L'optimisation de la forme d'une came de maillage 3%

Figure III.19 la forme finale maillage 3%

Figure III.20 La distribution de la contrainte de came d'un maillage 3%

Figure III.21 L'optimisation de la forme d'une came de maillage 4%

Figure III.22 la forme finale maillage 4%

Figure III.23 La distribution de la contrainte de came d'un maillage 4%

Figure III.24 L'optimisation de la forme d'une came de maillage 4%

Figure III.25 la forme finale maillage 5%

Figure III.26 La distribution de la contrainte de came d'un maillage 5%

Figure III.27 L'optimisation de la forme d'une came de maillage 6%

Figure III.28 la forme finale maillage 6%

Figure III.29 La distribution de la contrainte de came d'un maillage 5%

Liste des tableaux

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau IV.1 Les propriétés de la came | 26 |
| Tableau IV.2 Caractéristiques mécanique de l'aluminium..... | 28 |
| Tableau IV.3 tableau récapitulatif..... | 46 |

Introduction

Introduction générale

Récemment le monde a connu une crise sanitaire causé par un virus (COVID 19) qui cible le système respiratoire humain, ce qui a augmenté la demande au respirateur artificiel.

En ce temps de crise une entreprise espagnole OxyGEN a évolué une machine de ventilation artificielle mécanique à partir des composants faciles à trouver.

Dans notre travail on a pensé à optimiser le poids de ce respirateur mécanique, afin de le rendre facile apporté de main, toute on réduisant le poids d'une des principaux pièces de cette machine appelé la came.

Notre travail est présenté en quatre chapitres :

Le premier chapitre est consacré aux généralités sur la conception générative, ou nous avons cites les avantages et les objectifs...etc.

Dans le deuxième chapitre nous avons cites les généralités sur les cames.

Dans le dernier chapitre, pour objectif principale de faire l'optimisation de la forme du la came à l'aide du logiciel de CAO fusion 360.

CHAPITER I

Généralités sur la conception générationne

I.1 Introduction

La conception générative s'agit d'une toute nouvelle manière de travailler qui apporte de formidables avantages : les coûts, le temps nécessaire au développement des produits, la quantité de matériaux utilisés...tout est réduit ! Les possibilités sont illimitées.

La conception générative est une méthode mathématique (et logicielle) qui permet de trouver la répartition de matière optimale dans un volume donné soumis à des contraintes. Elle se distingue notamment de l'optimisation de forme qui ne fait varier que la frontière de la pièce, qu'il faut avoir dessinée au départ

L'optimisation de structures est une des préoccupations essentielles pour la conception des systèmes dans l'industrie mécanique (génie civil, aéronautique, automobile). Les bureaux d'études ne se contentent pas d'améliorer les performances mécaniques des pièces qu'ils conçoivent, mais ils cherchent également à optimiser leur poids, leur encombrement, leur coût de réalisation.

Le problème qui nous intéresse ici - crucial dans beaucoup d'applications industrielles - est de trouver une forme de la structure qui réalise le meilleur compromis entre sa résistance et son poids.

I.2 La conception générative

La conception générative est un processus qui détermine la forme la plus efficace en fonction de matériau, des contraintes et des restrictions définies. La conception assistée devient une conception pilotée par ordinateur et les formes obtenues sont proches de celles de la nature. Et est un processus de design itératif qui implique un programme qui va générer un certain nombre de sorties qui répondent à certaines contraintes, et un designer qui affine un espace de recherche par le changement des valeurs minimales et maximales d'un intervalle dans lequel une variable de programme répond à l'ensemble des contraintes, dans le but de réduire ou d'augmenter le nombre de sorties à partir desquelles choisir [1] .

I.3 Principe de la conception générative

- Le concepteur énonce les objectifs et les contraintes de conception à l'aide d'un système CAO tel que Project Dreamcatcher puis il définit des paramètres clés tels que le type de matériaux, le poids, les efforts, le coût... [2].
- L'ordinateur fait tourner ses algorithmes en se basant sur ces données d'entrée afin de délivrer des centaines voire des milliers de possibilités de conception et analyse la performance de chacune d'elle. La technologie de conception générative d'Autodesk peut notamment évaluer diverses méthodes de fabrication [2].
- Le concepteur passe en revue les différentes options proposées puis réévalue les objectifs et les contraintes. L'ordinateur renouvelle son processus de traitement en se basant sur ces nouveaux paramètres. Le savoir-faire et l'expérience métier du concepteur combinées à l'intelligence artificielle permet de déterminer la solution la plus adaptée à l'application [2].
- Un prototype de la pièce ou de l'équipement est fabriqué selon le processus sélectionné (usinage, fabrication additive, fonderie...). Sur la base des résultats obtenus, le processus précédent peut être renouvelé afin d'optimiser l'architecture de la pièce ou son processus de fabrication [2].

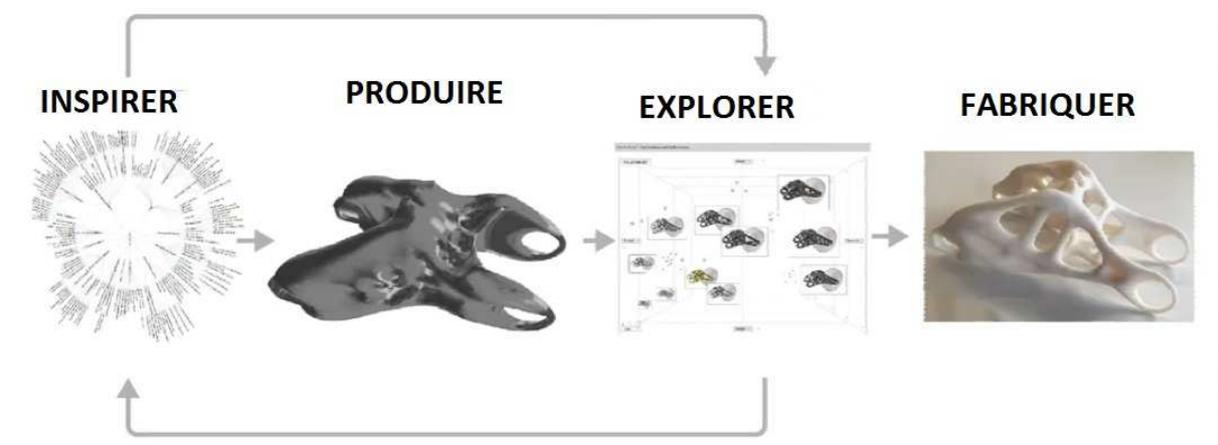


Figure I.1 Principe de la conception générative

I.4 Objectifs de la conception générative

Conception générative devient de plus en plus importante, en grande partie grâce à de nouveaux environnements de programmation ou des fonctions de script qui ont fait qu'il est relativement facile, même pour les concepteurs ayant peu d'expérience de programmation, de mettre en œuvre leurs idées

Concrètement la conception générative ouvre le champ du possible et permettra de :

I.4.1 Gagner du temps

Les technologies logicielles de traitement et les ressources informatiques permettent de générer une multitude de variantes de conception et de fabrication relatives à un projet ou une application. Elles sont capables en outre d'identifier les meilleures options au regard des contraintes et des objectifs définis initialement.

Alors que les ingénieurs travaillent sur une étude, l'ordinateur traite différents scénarii et identifie les meilleures solutions pour l'ingénieur [4].

I.4.2 Stimuler la créativité

En proposant une multitude d'idées, la conception générative propose aux équipes de conception de nouvelles alternatives et des formes non conventionnelles qu'elle n'aurait sans doute pas pu imaginer seules [4].

I.4.3 Réaliser des économies

La simulation et les essais sont intégrés au processus de conception initiale de sorte à éviter des modifications ultérieures onéreuses dans les phases d'analyse ou de fabrication [4].

III.4.4 Créer des géométries inédites

Les logiciels de conception générative rendent possible la formulation de géométries complexes qui, si elles ne sont pas accessibles aux procédés de fabrication traditionnels peuvent l'être par les techniques de fabrication additive ou d'impression 3D [4].

III.5 Avantages de la conception générative

III.5.1 Exploration d'une plus large gamme d'options de conception

A partir d'une nouvelle idée, un ordinateur peut en générer des milliers, ainsi que les données pour prouver les conceptions les plus performantes [5].



Figure I.2 Les propositions de l'ordinateur d'une idée

III.5.2 Rendre les conceptions impossibles possibles

La conception générative permet de créer des formes complexes optimisées et des treillis internes.

Certaines de ces formes sont impossibles à réaliser avec les méthodes de fabrication traditionnelles. Au lieu de cela, ils sont construits à l'aide de nouvelles méthodes de fabrication additive [5].

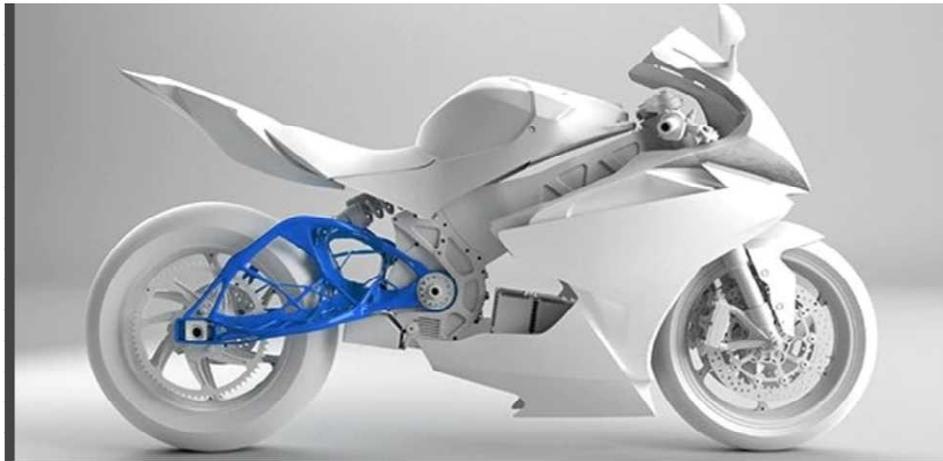


Figure I.3 La conception générative pour refaire un bras de suspension (en bleu sur l'illustration) partie principale de la suspension arrière d'une moto

III.5.3 Optimiser pour les matériaux et les méthodes de fabrication

La définition des objectifs et des paramètres, permet au logiciel de créer des options de conception hautement performantes basées sur ces contraintes. Le logiciel résout les contraintes de conception conflictuelles afin de se concentrer sur l'innovation [5].



Figure I.4 Optimisation d'une porte ceinture d'une voiture

I.6 La puissance de calcul

La conception générative est un changement définitif dans la façon de conceptualiser, de concevoir et de construire. La conception générative est une stratégie qui augmente les capacités humaines en utilisant des algorithmes pour automatiser la logique de conception. Le concepteur définit toujours les paramètres de conception, mais au lieu de modéliser une chose à la fois, les logiciels de conception générative aident le concepteur à créer de nombreuses solutions simultanément et parfois même à trouver des « accidents heureux » ou des solutions inattendues et uniques qui seraient difficiles à trouver avec des méthodes traditionnelles.

Le changement réside dans le fait que les scripts et les algorithmes contrôlent des blocs de fonctionnalités beaucoup plus importants et peuvent gérer des ensembles de données et d'analyses beaucoup plus importants [16].

I.7 Les entreprises qui utilisent la conception générative et le domaine d'utilisation

Des entreprises comme General Motors, Claudius Peters et Airbus, notamment, adoptent déjà cette technologie pour toutes les opérations allant de l'exploration de nouvelles idées au montage du produit final. Parmi les entreprises qui cherchent à améliorer leur rentabilité et leur efficacité à l'aide de la conception générative, on trouve [6].

I.7.1 Claudius Peters Project GmbH

Fondée il y a plus de 100 ans, Claudius Peters fabrique et met en service des systèmes de manutention et de traitement des matériaux pour les industries du gypse, du ciment, du charbon, de l'alumine et de la manutention en vrac. L'entreprise utilise la conception générative pour repenser la conception et la fabrication de certaines de ses plus grosses infrastructures. En s'inspirant des résultats de cette technologie, l'équipe procède à l'ingénierie inverse de ces dernières pour produire de nouveaux modèles qui seront élaborés à l'aide des méthodes de fabrication traditionnelles. En améliorant son processus de conception, Claudius Peters réduira le poids de son équipement d'environ 25 % et éliminera les points faibles qui avaient causé des problèmes par le passé [6].



Figure I.5 L'évolution de la conception du refroidisseur à clinker de Claudius Peters Avec l'aimable autorisation de Claudius Peters projets GmbH

I.7.2 General Motors

Les ingénieurs de General Motors utilisent la conception générative pour repenser une fixation pour les ceintures de sécurité au siège qui remplace la fixation type à huit éléments par une seule pièce, 40 % plus légère et 20 % plus solide. Cette fixation ne se voit pas, ce qui signifie que, contrairement au poids, à la sécurité, à la réduction des pièces, à la durabilité et à la faisabilité du produit, la forme ou l'aspect esthétique ne sont pas une priorité. De plus, les avantages qui découlent de la réduction du nombre de pièces à fabriquer, à suivre et à assembler permettent de réaliser des économies considérables et de faciliter le processus [6].



Figure I.6 La fixation pour les ceintures de sécurité repensée de général Motors Avec l'aimable autorisation de General Motors

I.7.3 La société aéronautique européenne Airbus

La société aéronautique européenne Airbus elle a fait appel à la conception générative pour explorer des milliers de variantes pour les cloisons qui séparent les cabines d'avion. La nouvelle cloison est deux fois moins lourde que la précédente, et a permis à Airbus d'économiser des millions de dollars en coûts de carburant, tout en continuant de satisfaire toutes les exigences en matière de sécurité. Cette nouvelle cloison s'est également avérée plus solide et plus performante que l'originale plus lourde, utilisée pendant des décennies [6].



Figure I.7 La cloison Airbus plus légère et plus solide Avec l’aimable autorisation d’Airbus

I.8 Des bénéfices multiples pour l’entreprise

La conception générative permet d’optimiser simultanément les conceptions à partir d’objectifs multiples, et fournir à un concepteur plusieurs alternatives de conception novatrices, ce qui permet aux entreprises de réduire considérablement les cycles d’ingénierie [7].

Elle permet aussi de générer des conceptions optimisées qui ne seraient pas intuitives pour un être humain ou qui nécessiterait normalement une expertise approfondie pour être optimisée – permettant par exemple aux concepteurs moins expérimentés de créer des résultats comparables à ceux des experts plus expérimentés [7].

Elle permet aux entreprises de repousser les limites de la technologie, de transformer leurs activités afin de devenir plus innovantes, plus agiles et réactives dans leurs offres de produits.

La conception générative peut aider à déclencher la transformation numérique dans l’ensemble de l’entreprise. Les solutions de conception générative proposées par PTC (sur PC et dans le Cloud) permettent à ses clients de créer les produits de la prochaine génération en explorant de nouvelles géométries plus performantes, moins coûteuses et plus faciles à fabriquer [7].

CHAPTER II

Généralités sur les cames

III. Généralités sur les cames

Notre travail consiste à optimiser la conception de la came de respirateur mécanique, nous allons donner un aperçu sur les mécanismes à came

III.1 Introduction

Les mécanismes à cames sont largement utilisés dans plusieurs domaines tels que l'industrie auto motive, aéronautique, navale, ...etc. Ces mécanismes sont importants, voire nécessaires pour la transmission et la transformation de mouvement pour la commande des systèmes mécaniques lors de l'accomplissement d'une fonction donnée. A l'issue de cette étude, l'accent a été mis sur la came excentrique qui est utilisée pour la commande du râteau mobile du laminoir de rond à béton.

III.2 Mécanismes à cames

Les mécanismes à cames sont utilisés dans diverses constructions mécaniques, telles que les moteurs à combustion interne, les machines à couper le métal, les machines de l'industrie alimentaire et les systèmes automatisés.

III.2.1 Définition de la came

Une came est une face mécanique permettant de piloter le déplacement d'une pièce. Il s'agit d'une pièce roulant (ou glissant) sur une autre pièce ; c'est donc une déclinaison du plan incliné (machine simple) [8].

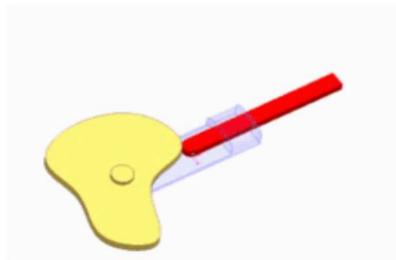


Figure III.1 Une came mécanique

C'est une pièce en mouvement de rotation dont la géométrie du profil (du contour), généralement non circulaire, imprime un mouvement à un coulisseau avec lequel elle est en contact. La came transforme un mouvement circulaire continu en un mouvement qui peut être :

- Rectiligne périodique communiqué à une tige guidée.
- Circulaire alternatif communiqué à un levier.

Le système est réversible [9].

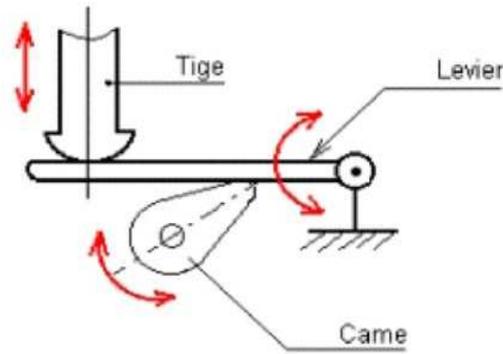


Figure III.2 Système came / tige

III.3 Constitution

La came la plus simple est constituée d'un disque profilé agissant sur une tige guidée en translation.

Le système comporte deux limitations structurelles :

- limitation statique : le contact came / tige ne doit pas être autre qu'un contact ponctuel pour éviter qu'il ne se conduise à un coincement
- limitation dynamique : la vitesse de rotation est limitée par l'inertie des pièces en mouvement alternatif. Si la tige ne reste pas en contact avec la came, la loi du mouvement n'est plus respectée [9].

III.4 Le mécanisme came / tige

Le mécanisme se compose généralement d'une came et une tige, il produit presque n'importe quel type de mouvement de l'élément mené (la tige) avec un mouvement continu de l'élément menant (la came).

Pour reproduire un chemin complexe de mouvement des unités de travail comme dans les machines à tricoter, deux cames transmettent le mouvement à la tige. En général, le système came – tige permet de transformer le mouvement de rotation de la came en un mouvement de translation alternatif (de va-et-vient) de la tige.

III.5 La liaison de la came et la tige

La came et la tige sont respectivement en liaison pivot et en liaison glissière, par rapport au bâti comme présenté dans la figure I.3

III.8 Les types des cames

On peut classer les cames en plusieurs familles

Selon le système suiveur

- came à sabot (tige arrondie)
- came à galet
- came à plateau [9].

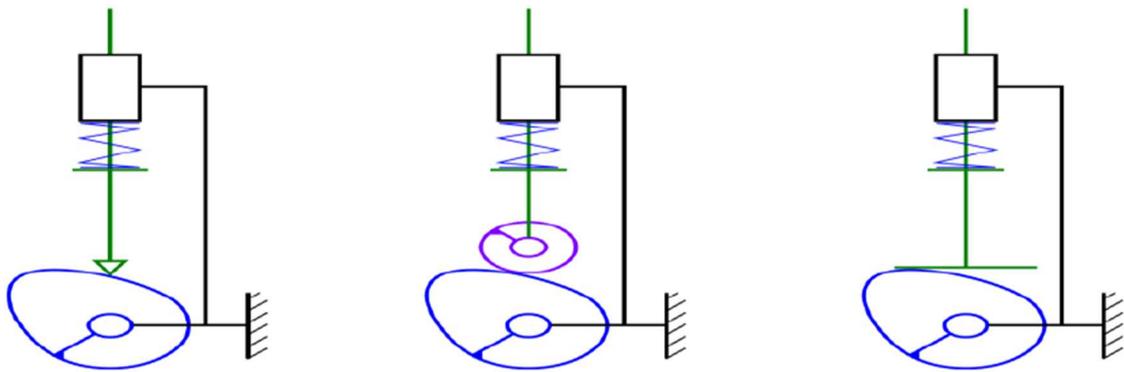


Figure III.4 Came à sabot, à galet et à plateau

III.9 Différent formes de cames

On distingue trois formes principales de cames [9].

III.9.1 Les cames disques

La partie active est sur le pourtour [9]. (Figure III.5)

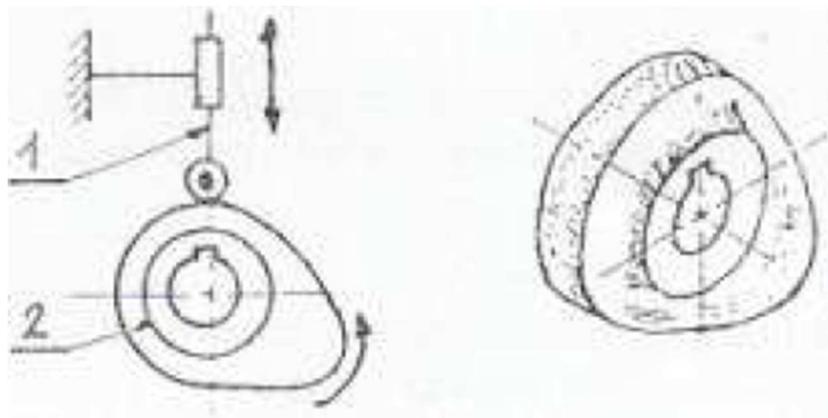


Figure III.5 Came disque

III.9.2 Les cames à rainures

La partie active est une rainure creusée sur la surface latérale d'un cylindre ou d'un cône [9]. (Figure III.6)

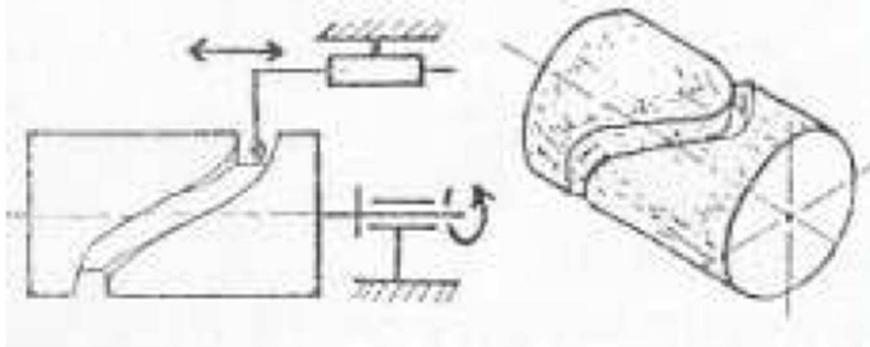


Figure III.6 came à rainure

III.9.3 Les cames à tambour (ou cloche)

La partie active est le rebord de la base du cylindre ou du cône creux. [9]. (Figure III.7)

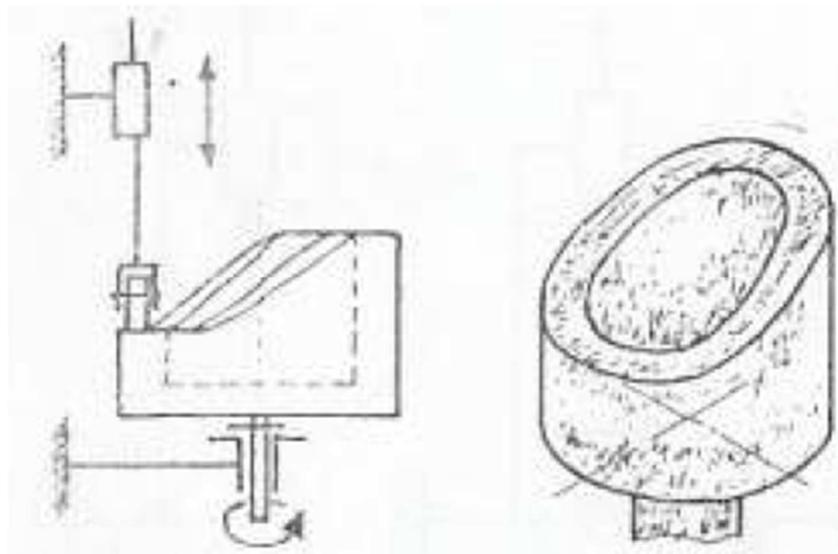


Figure III.7 Cames à tambour (ou cloche)

III.10 Autres types

III.10.1 Came à rainure (profil intérieur et extérieur)

Le galet suiveur passe dans une rainure, il est alternativement en contact avec un «Bord» de la rainure (un profil), puis avec l'autre.

Il n'est pas nécessaire d'exercer un effort sur le galet pour le maintenir en contact avec un des profils, ce qui constitue un avantage. L'inconvénient réside dans l'inversion brusque du

sens de rotation lorsque le galet change de profile (croisement). Lors de la transmission du mouvement, il s'ensuit du patinage une usure importante du galet et une sollicitation de la came. On peut éviter cet inconvénient en utilisant des cames conjuguées [8]. (Figure III.8)

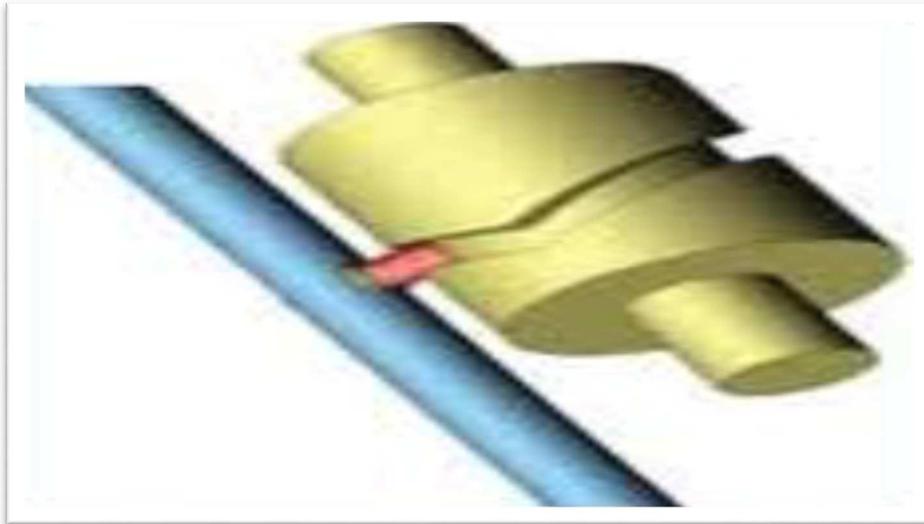


Figure III.8 Came à rainure

III.10.2 Came conjuguée

Un mécanisme à cames conjuguées est un mécanisme pour lequel on utilise deux cames solidaires, avec deux suiveurs placés sur la même pièce.

Ce système peut être une alternative aux cames à rainure, pour lesquelles le galet perd le contact entre les deux profils (contact unilatéral) ; en effet, la reprise de contact provoque un patinage du galet et donc une usure et une détérioration des surfaces [8]. (Figure III.9)

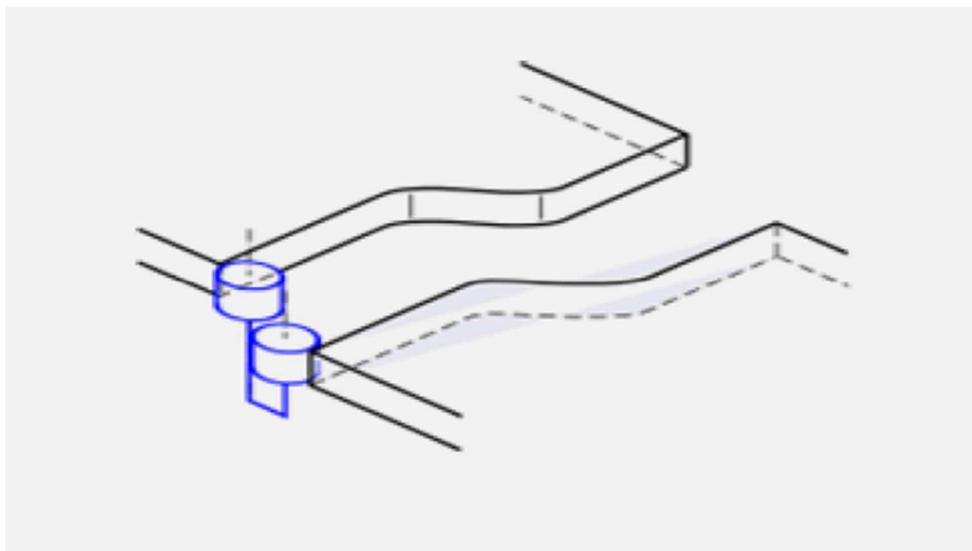


Figure III.9 Came conjuguée

III.10.3 Came plate

Une came plate transforme un mouvement de rotation continu en une translation alternative du poussoir pour peu qu'un maintien de contact soit garanti entre le poussoir et la came, c'est ce principe qui est utilisé au sein d'un moteur à explosion où les cames de l'arbre à cames actionnent un poussoir qui lui-même agit sur les culbuteurs qui commandent les soupapes [10]. (Figure III.10)

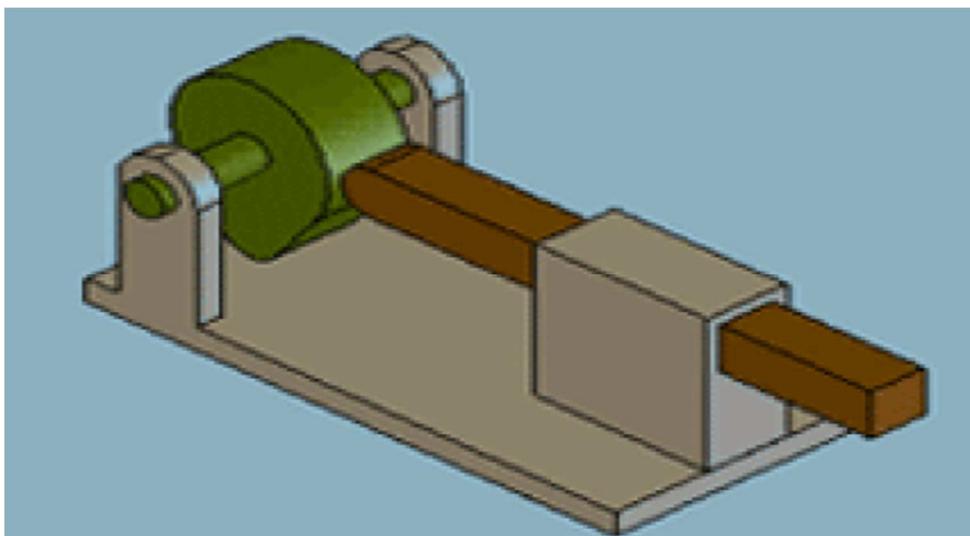


Figure III.10 Une came plate

III.10.4 Came rectiligne

On désigne sous ce nom un ensemble très varié de cames dont le mouvement moteur est une translation permettant d'obtenir un mouvement attendu d'un poussoir ou d'un levier [10]. (Figure III.11)

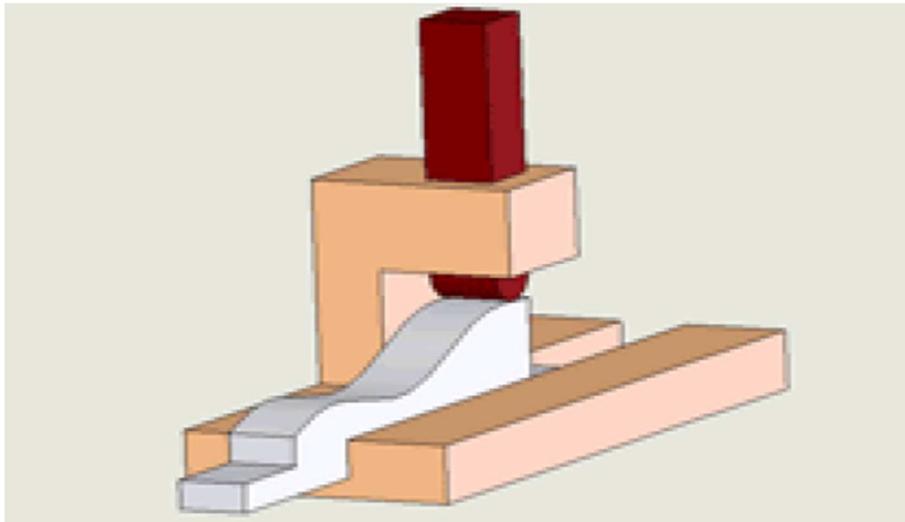


Figure III.11 Une came rectiligne

III.11 Principe de fonctionnement

III.11.1 Came

La came est l'élément menant, elle est normalement reliée à un moteur d'entraînement.

III.11.2 Tige

La tige translate en fonction de profil de la came.

Le contact entre eux est maintenu par une force extérieure qui est généralement fournie par un ressort ou parfois par le poids de la tige lui-même quand elle est suffisante, ce contact doit être continu pour éviter les chocs, les vibrations et les bruits.

III.12 Détermination du profil de la came

La loi du mouvement est imposée et définie par une équation $x = f(t)$. La rotation d'une fraction de tours de la came transmet à la tige soit :

- Un mouvement de montée
- Un mouvement de descente
- Aucun mouvement

Ces informations sont portées sur un graphe qui est ensuite utilisé pour tracer le profil de la came [9].

III.12.1 principe de détermination du profil de la came

- On détermine un diagramme plan des espaces de la tige en fonction de la rotation de la came (Courbe des espaces).
- On reporte ensuite point par point les levées sur la came à partir du cercle (noyau de base) [9].

NB : Pour un tracé de précision, il faut multiplier les points de tracé surtout aux alentours des points particuliers (angles vifs, arrondis de faible courbure).

III.12.1.1 Méthode de trace (Came à galet)

- 1 Tracer le cercle minimal de rayon OA : plus petite distance entre le centre de la came et celui du galet lié à la tige.
- 2 Diviser le cercle minimal en 12 parties égales (autant d'espaces sur le graphe)
- 3 Mesurer sur le graphe les variations de course et les reporter à l'extérieur du cercle minimal (11'), 22') etc.
- 4 Tracer les 12 positions du galet
- 5 Tracer la courbe –enveloppe des galets, c'est le profil pratique de la came.

La numérotation des parties doit être faite en tournant dans le sens inverse de celui de la rotation de la came [9].

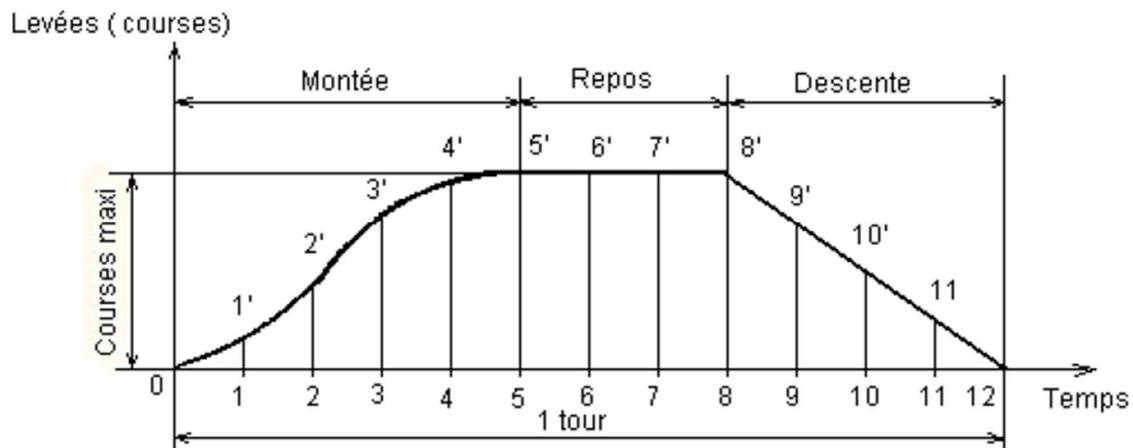


Figure III.12 Graphe Courbe des espaces

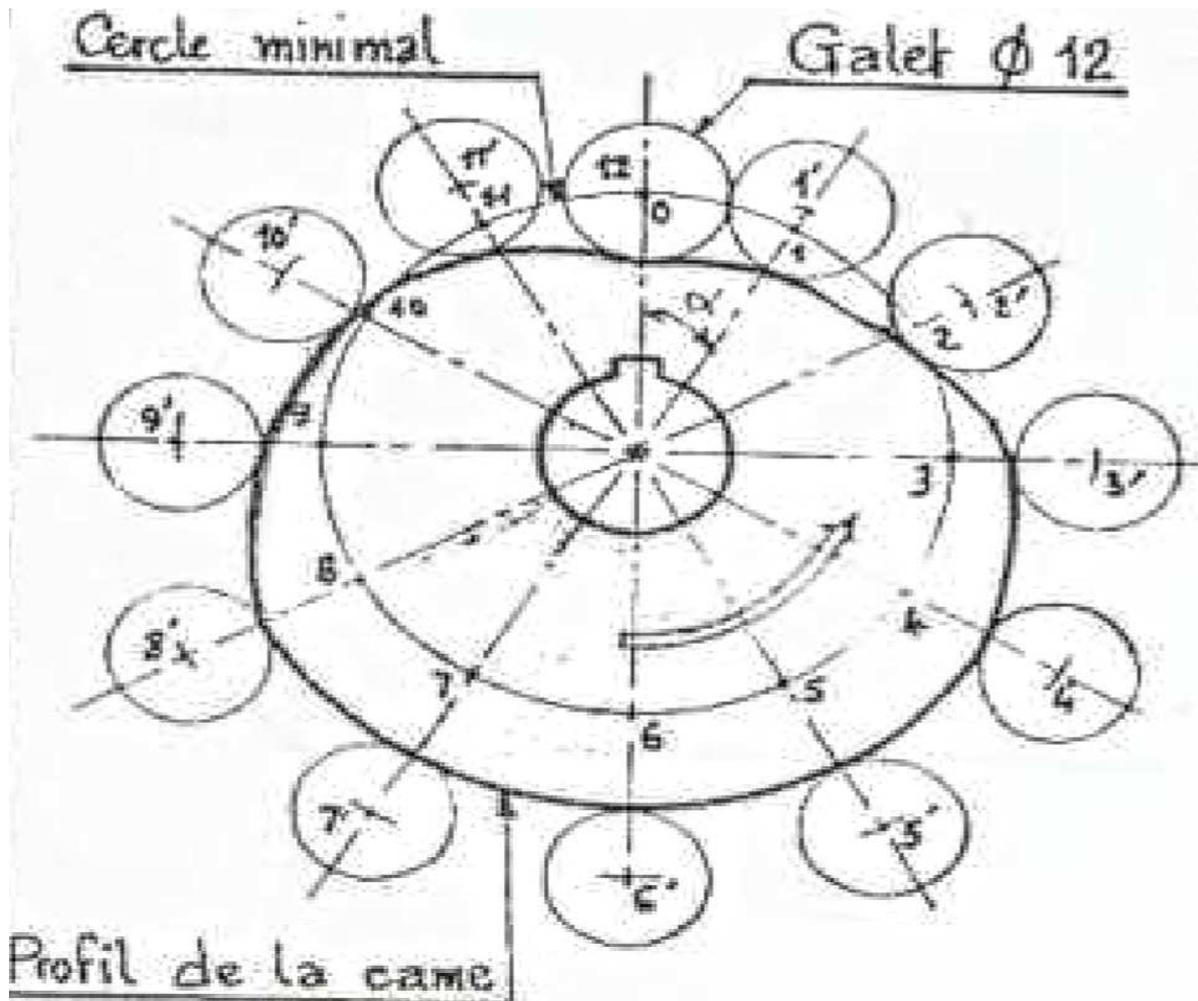


Figure III.13 dessin de la came a galet

III.12.1.2 Détermination de profil d'une came disque

La came, qui tourne avec l'arbre dans le sens anti-horaire, fait monter et descendre le poussoir le long de la ligne AB. On notera que, l'axe du poussoir est décalé par rapport à l'axe de rotation de la came. Le diagramme des déplacements au bas de la figure illustre le mouvement désiré du poussoir.

Le poussoir étant dans sa position initiale au point le plus bas, le centre du galet est en A et OA est le rayon du cercle de base, on trace alors un cercle décalé de même centre O, dont le rayon est égal au décalage qui est appelé excentricité.

Quand la came tourne, la ligne d'axe du poussoir est toujours tangente à ce cercle. Étant donné que, sur le dessin, la came doit rester stationnaire, une rotation équivalente peut être

simulée lorsque l'on dessine, en diverses positions angulaires, le poussoir se déplaçant autour de la came en sens opposé (sens horaire).

C'est pourquoi le cercle d'excentricité est divisé en douze parties égales correspondant aux douze divisions du diagramme des déplacements. Ces divisions commencent à zéro et sont numérotées en sens opposé au sens de rotation de la came. Des lignes tangentes sont alors tracées à partir de chaque point sur le cercle d'excentricité, comme l'illustre la figure.

Les points 1, 2, ... sur l'axe AB du poussoir indiquent les positions successives du centre du galet. On les localise en rapportant sur AB les ordonnées, telles que x et y, prises sur le diagramme des déplacements. Alors, quand la came a tourné de 60° , le poussoir doit se lever d'une distance x en position 2 et, après une rotation de 90° , d'une distance y en position 3, et ainsi de suite.

On doit maintenant observer que, lorsque le centre du galet se déplace de sa position initiale A à la position 2, par exemple, la came aura tourné de 60° dans le sens anti-horaire. C'est pourquoi, le point 2 doit être tourné de 60° dans le sens horaire autour du centre de rotation de la came, pour établir le point 2' sur la tangente à 60° .

Dans cette position, le poussoir complet apparaîtrait tel qu'il est illustré par les lignes fantômes. Les points 1', 2', 3' ... représentent les positions consécutives du centre du galet, et la courbe régulière passant par ces points est appelée l'équidistante de la came.

Le profil même de la came correspond à l'enveloppe des cercles dont le rayon est égal à celui du galet et dont les centres sont sur l'équidistante trouvée. Pour une meilleure précision, il faut donc tracer très soigneusement l'équidistante et construire un grand nombre de cercles simulant le galet, comme l'illustre la portion comprise entre 5' et 6'.

Si le galet est fixé à un levier pivotant (Figure III.14), le déplacement du centre du galet se fait sur l'arc AB. [9].

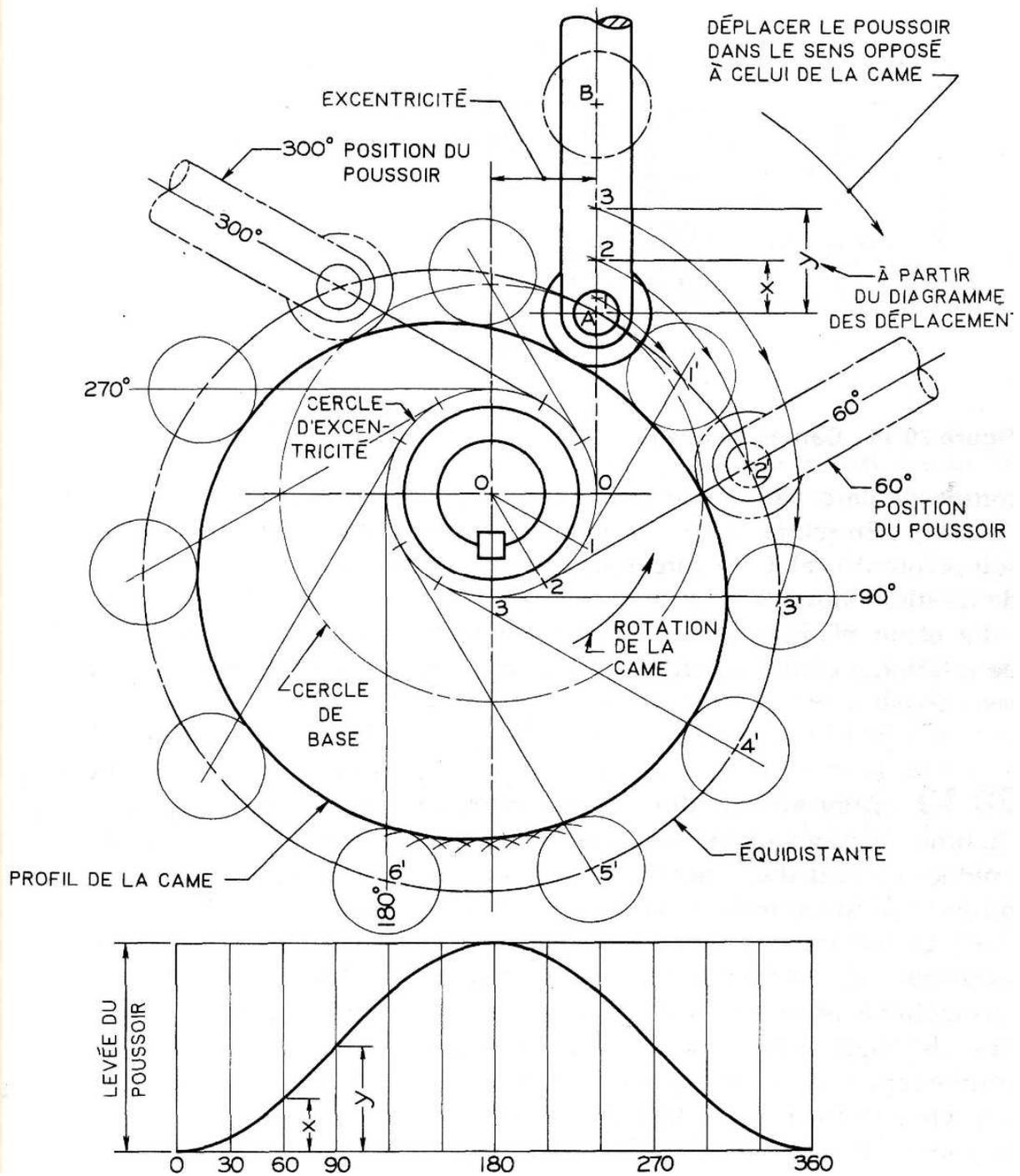


Figure III.14 Construction du profil d'une came disque

Poussoir pivotant à galet et poussoir à plateau

La hauteur de l'ordonnée du diagramme des déplacements (non illustré) devrait correspondre à la longueur de l'arc AB.

Les ordonnées lues sur le diagramme sont reportées sur l'arc AB pour localiser les positions 1, 2, 3, . . . du galet, comme dans le cas de la démarche mentionnée précédemment.

A mesure que le levier tourne autour de la came, le point de pivot C se déplace, sur un arc de cercle de rayon OC, aux diverses positions consécutives C-1, C2, ...

La longueur AC du levier pivotant est constante pour toutes les positions du levier, ainsi, pour chaque nouvelle position du point C, on dessine l'arc, de rayon R, de déplacement du centre du galet, tel que celui illustré dans Figure III.15 à la position de 90° .

Les positions du centre du galet, 1, 2, 3, . . ., sont tournées autour du centre O de la came pour couper les arcs de déplacement à 1', 2', 3', ... Après que l'équidistante est complétée, le profil de la came est dessiné par une courbe tangente aux cercles représentant le galet.

La construction d'un poussoir à plateau est illustrée à Figure III.13.

Le point de contact initial est à A, et les points 1, 2, 3, ... représentent les positions consécutives du plateau.

Alors, pour la position à 90° , le point 3 doit être tourné de 90° à la position 3', et le plateau est dessiné à partir de 3' à angle droit avec le rayon de la came [12].

Quand cette démarche aura été répétée pour chaque position, le profil de la came sera tracé sous forme d'une courbe, qui est l'enveloppe des lignes droites représentant les différentes positions du plateau.

On note que le point de contact, initialement en A, change à mesure que le poussoir se relève: à la position 90° , par exemple, le point de contact est en D, à la distance X à droite de l'axe du poussoir [12].

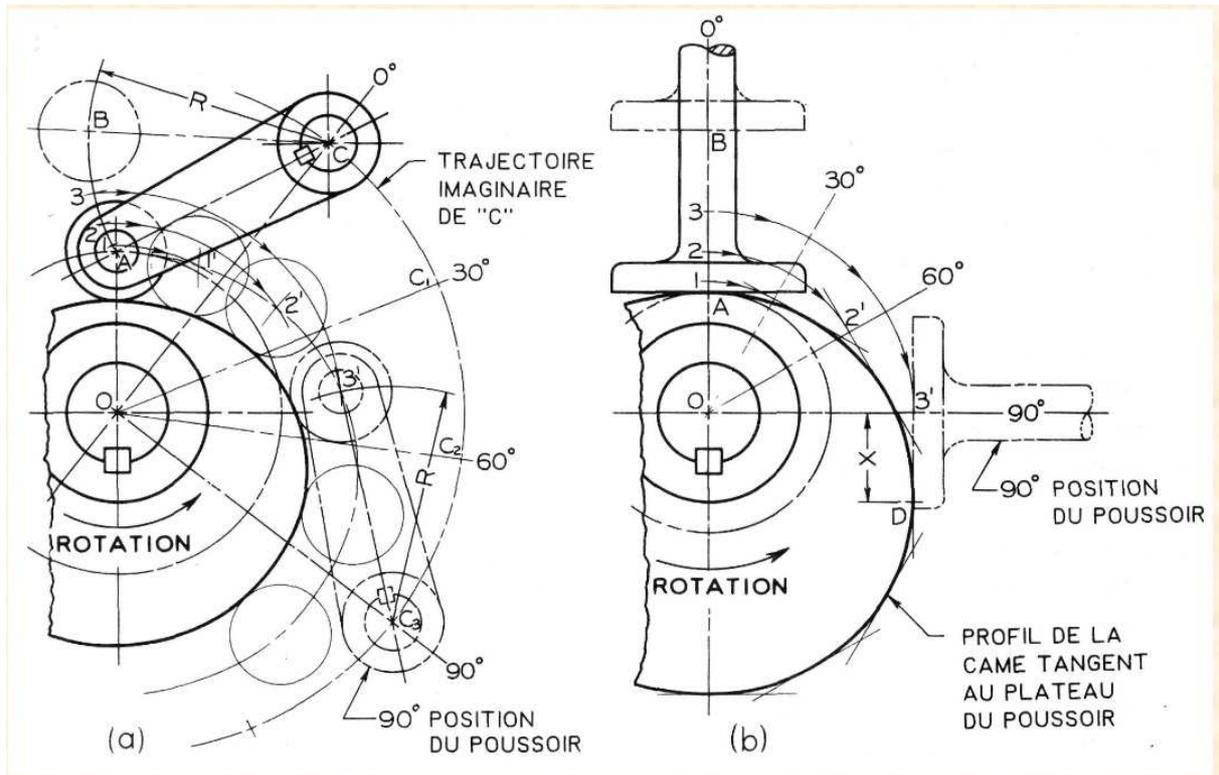


Figure III.15 La construction d'un poussoir à plateau

CHAPTER III

Conception de la forme d'une came

III Introduction

Dans ce chapitre nous présentons les résultats de l'étude notre pièce qui est la came du respirateur artificiel mécanique, elle comporte la simulation (optimisation de la forme) de la pièce à l'aide du logiciel fusion 360, et aussi son étude de résistance.

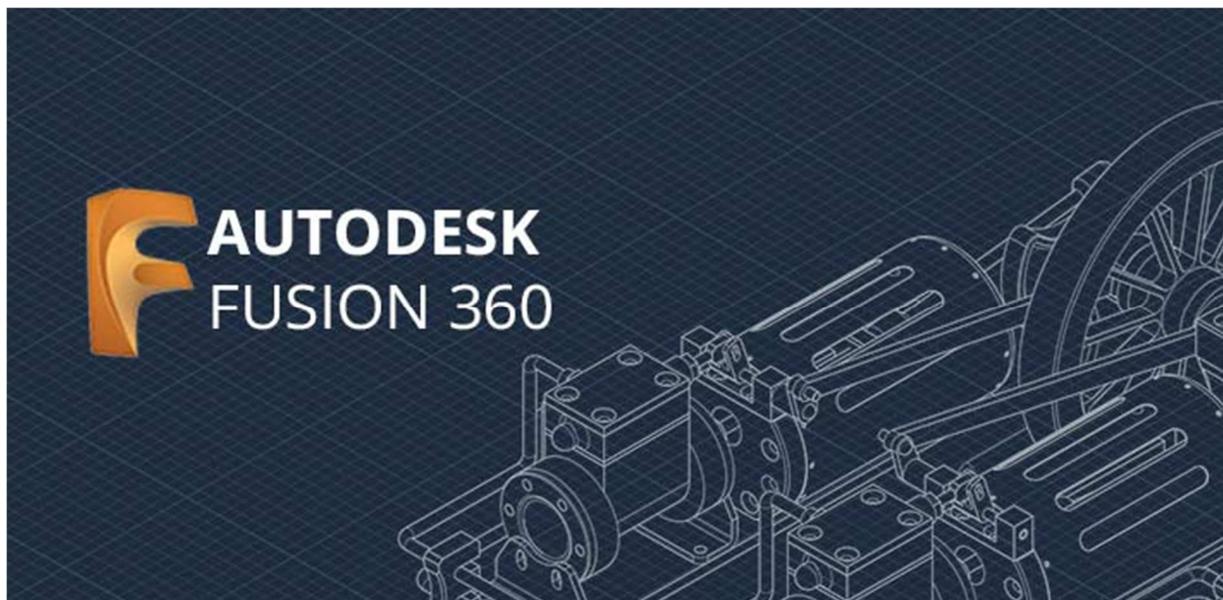
III.1 Fusion 360

Fusion 360 est une plateforme CAO sur Cloud, de prix abordable, qui présente des capacités aussi importantes que d'autres produits du même type proposés sur le marché. Il est simple à utiliser et propose toutes les fonctions courantes des suites logicielles de CAO connues. Fusion 360 a été conçue depuis le départ comme une solution couvrant tout l'ensemble du développement de produits. Il vise à proposer un processus de travail simple, enchainant toutes les étapes allant de la conception jusqu'à la fabrication industrielle.

Fusion 360 est le favori d'Autodesk, il a trouvé son équilibre entre l'ingénierie et le design 3D. Il a été développé pour répondre au plus près aux attentes des entrepreneurs, des concepteurs et des designers en CAO 3D.

Fusion 360 est un logiciel convivial et polyvalent, qui autorise une intégration des processus de la conception, depuis le design et la simulation, jusqu'à la fabrication. C'est une approche nouvelle et simplifiée de la modélisation paramétrique, qu'Autodesk renouvelle à chaque nouvelle version.

Fusion 360 est un logiciel abordable avec une technologie de précision à la portée de tous, ce qui en fait un logiciel de CAO apprécié dans le monde entier.



Comme la plupart des logiciels de CAO, Fusion 360 dispose d'une licence pour l'enseignement, destinée aux étudiants, enseignants et institutions universitaires. Et Autodesk offre ça gratuite pendant une année.

Et nous nous sommes inscrits avec succès sur le site Autodesk et avons reçu une licence pendant un an.

III.2 Procédure de simulation

La mise en œuvre d'une simulation numérique nécessite la réalisation du modèle 3D, les dimensions et le matériau qui consistent la pièce ainsi les conditions aux limites en effort déplacement.

III.2.1 Réalisation de la pièce

Dessin de la géométrie de la pièce en 2D à l'aide des outils d'esquisses et la fixation des cotes de l'esquisse, en suite la création du volume pour avoir le modèle 3D, finalement l'enregistrement pour pouvoir créer l'assemblage.

III.2.2 Définition du matériau

Le comportement de la pièce dépend du matériau dont elle est fait, d'où cette étape consiste à attribuer un matériau à la pièce. Si le matériau n'est pas disponible dans la bibliothèque des matériaux du logiciel, cette dernière offre la possibilité d'introduire des matériaux on inscrit leurs catégories et leurs caractéristiques mécaniques.

III.2.3 Application des déplacements imposés

Les conditions aux limites en déplacement permettent au logiciel de réaliser l'équilibre statique de la pièce, il faut que la pièce soit mise en position de façon à éliminer au moins un de ses six degrés de liberté.

III.2.4 Application des efforts externes

Cette étape consiste à appliquer les forces extérieures (force, pression, couple, chargement de palier) dues à l'environnement dans lequel s'insère la pièce.

C'est dans ces deux dernières étapes que la réflexion de l'analyse prend toute son importance, car le passage de la réalité au modèle numérique se traduit nécessairement par des hypothèses simplificatrices, et cela pour avoir une simulation entre la pièce dans environnement et dans la simulation. La qualité des résultats dépend de ses étapes.

III.2.5 Création de maillage

Le maillage est une étape fondamentale de la simulation. Le modèle doit être divisé en petit élément de formes données (triangle, quadrilatère, ...etc.). L'ensemble de tous les éléments constitue le maillage, la fonction est donnée sur chaque élément et non plus sur la structure complète. La méthode de l'élément fini correspond donc à une méthode par morceau.

III.3 Etude de la came

Dans notre cas il existe plusieurs tailles des cames (S, M, L, XL ...etc.). et nous on a fait l'étude sur la came taille L, ces propriétés sur le tableau suivant :

Tableau III.1 Les propriétés de la came

| Pièce | Epaisseur (mm) | Largeur (mm) | Longueur (mm) | Poids (Kg) | Matière |
|-------|-------------------|-----------------|------------------|---------------|---------------------|
| Came | 5 | 251.38 | 289.74 | 0.6 | Aluminium 3003-O |

IV.3.1 Model 3D de la came

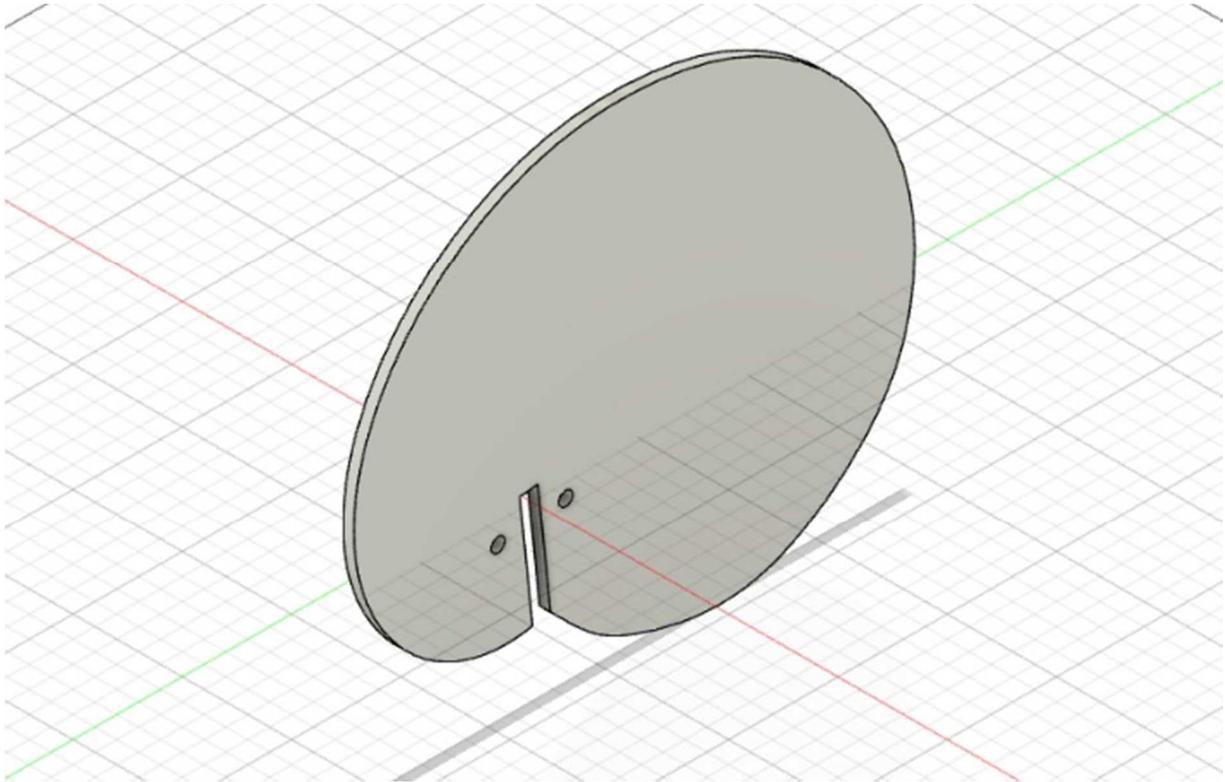


Figure III.2 Model 3D de la came

III.3.2 Définition du matériau

Le matériau utilisé est un alliage d'aluminium (3003), on a choisi ce matériau par ce que n'est pas cher et à la portée de tous. Les caractéristiques mécaniques sont données dans le tableau suivant :

Tableau III.2 Caractéristiques mécaniques de l'aluminium 3003

| Caractéristique Mécanique | Aluminium 3003 |
|--------------------------------------|----------------|
| Densité (kg/mm ³) | 2.738E-06 |
| Module de Young (GPa) | 68.95 |
| Coefficient de poisson | 0.38 |
| Limite d'élasticité (MPa) | 41.37 |
| Résistance à la traction (MPa) | 110.3 |
| Conductivité thermique (w/ (mmC)) | 0.193 |
| Chaleur spécifique (J/kgC) | 897 |

III.4 Les étapes de simulation

III.4.1 L'importation de la pièce sur logiciel fusion 360

Pour commencer la simulation de la pièce sur logiciel fusion 360 on importe la came, comme montre la Figure IV.3.

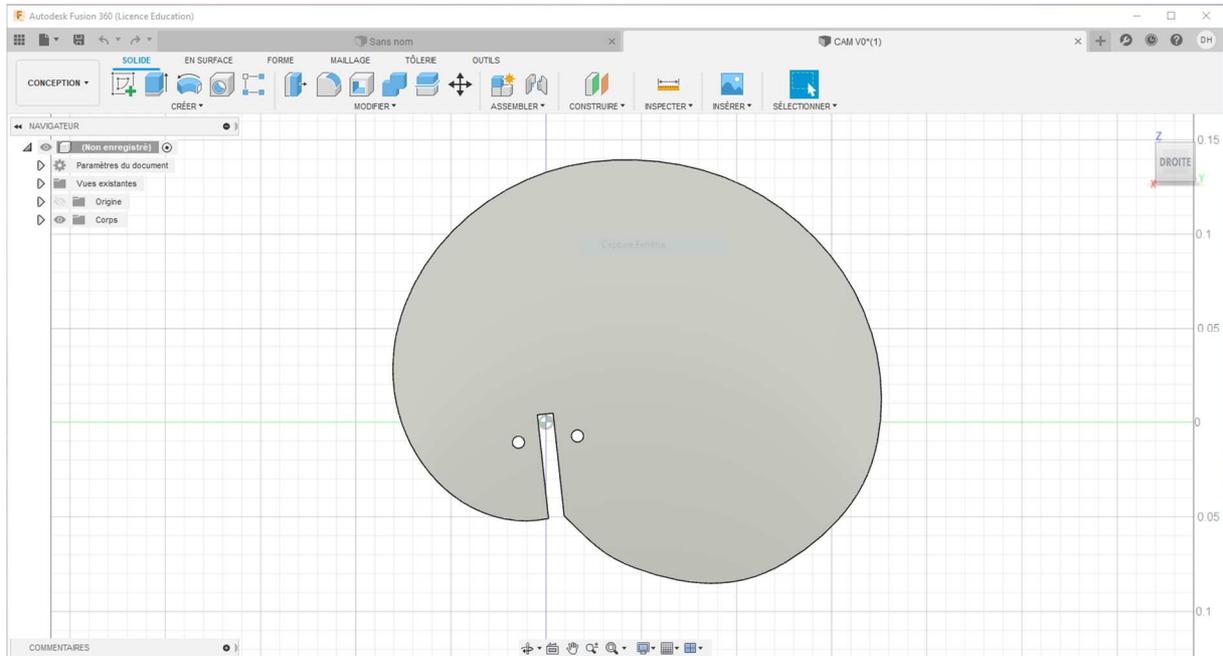


Figure III.3 L'importation de la Came

III.4.2 Le choix de matériau

Pour notre cas on à utiliser l'aluminium 3003-O comme un matériau.

III.4.3 optimisation de la forme

Optimisez les pièces pour les rendre plus légère et structurellement efficace en fonction des charges et des conditions aux limites appliquées à la géométrie. Comme elle est illustrée sur la figure III. 3

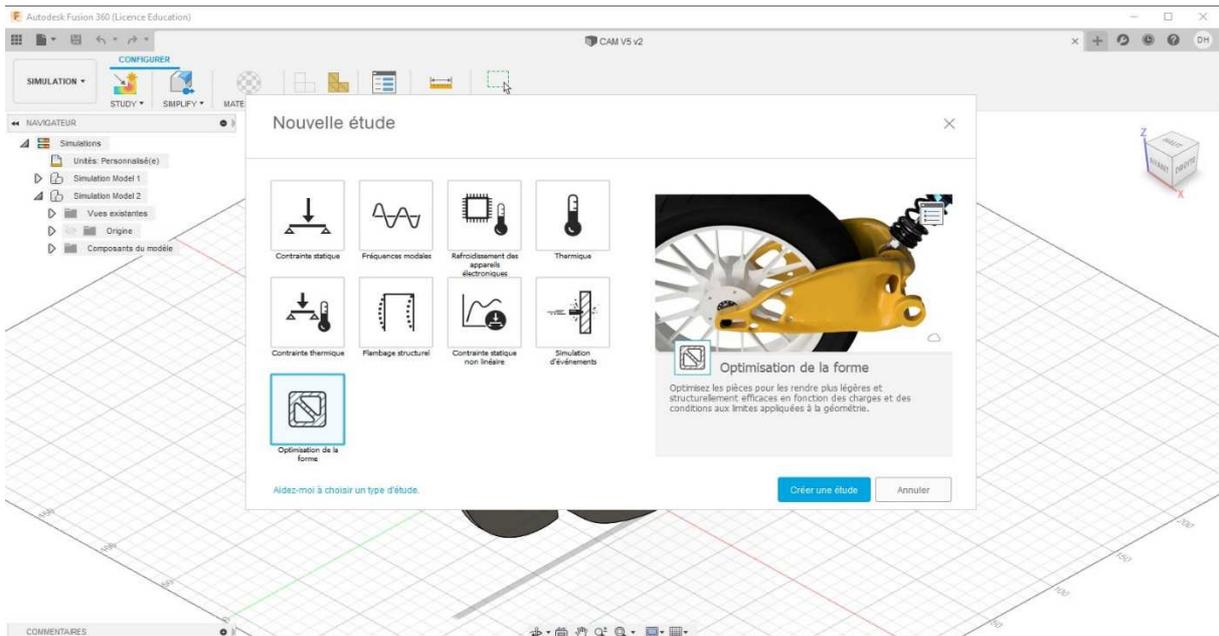


Figure III. 3 Optimisations de la forme

III.4.4 Application des déplacements imposés

On a appliqué une géométrie fixe et nécessaire pour définir l'environnement de fonctionnement du modèle, cette étape consiste à fixer la structure dans une position convenable afin de lui appliquer les chargements.

Dans notre cas ont appliqué la géométrie fixe comme elle illustrée sur la **figure III.4**.

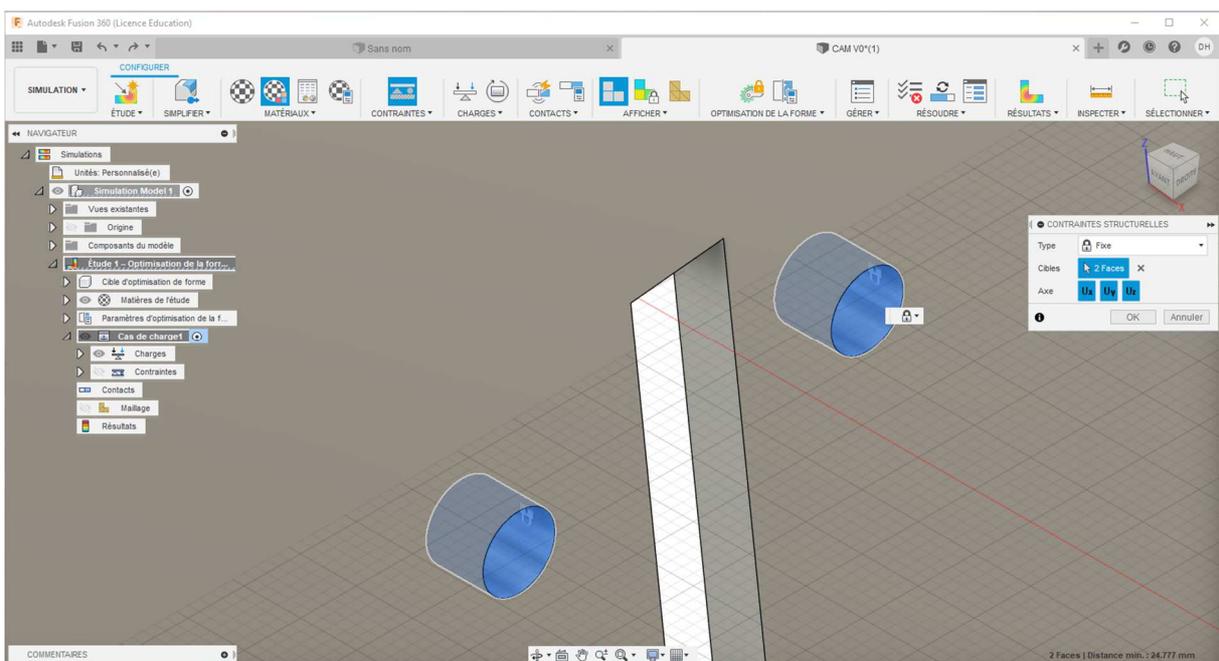


Figure III.4 contraintes structurelles (c)

III.4.5 Chargement appliquée

Cette étape consiste à l'application des efforts extérieurs dus à l'environnement dans lequel notre pièce va travailler, alors nous avons appliqué une force ($F=500\text{ N}$) sur toute la surface de profil de la came, comme montre la **figure III.5**.

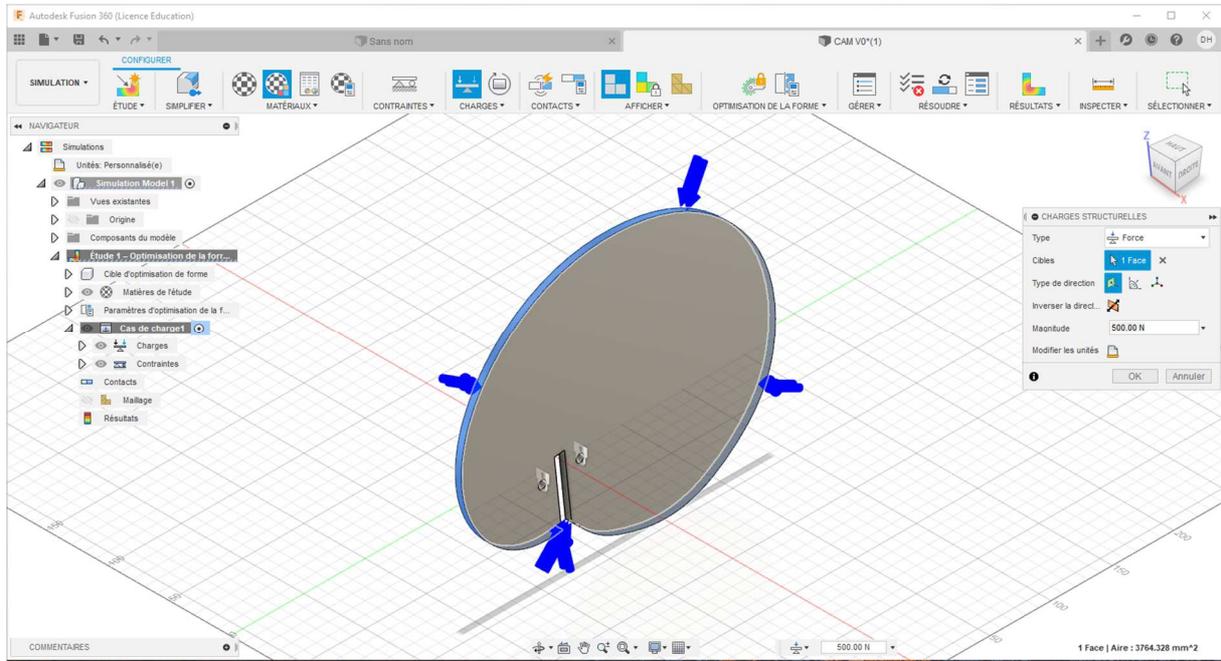


Figure III.5 la force appliquée sur la surface de profil de la came

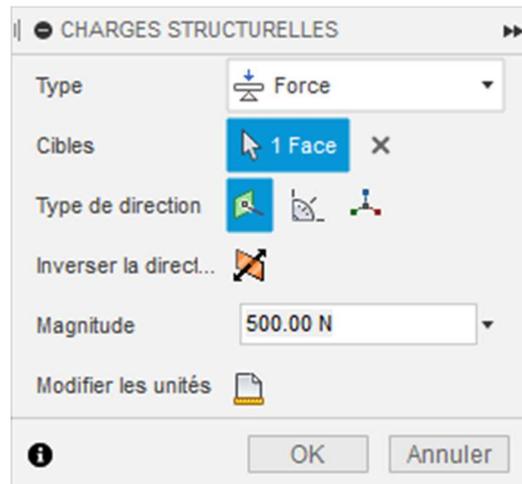


Figure III.6 Force appliquée

III.4.6 Optimisation de la forme (conserver la zone)

Cette étape consiste de conserver la zone de forme cylindrique de rayon ($R= 50$ mm) et d'épaisseur ($e=5$ mm), comme montre la figure IV.7.

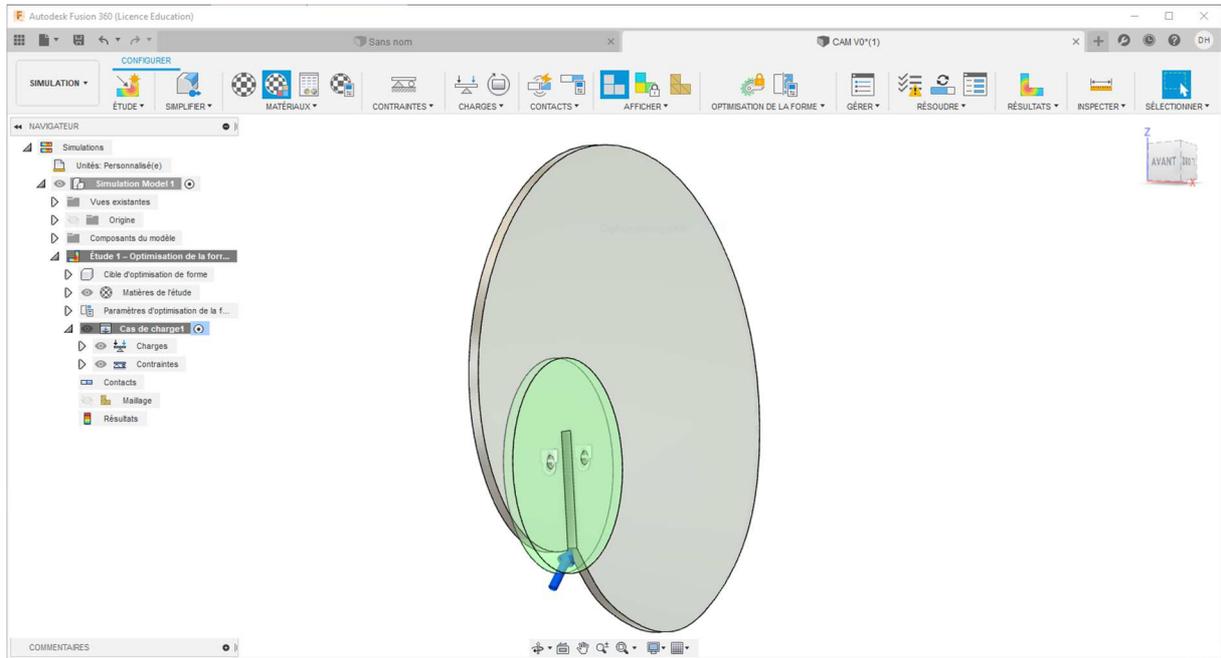


Figure III.7 La zone conserver en vert

III.4.7 Le maillage

Dans les paramètres de maillage on trouve une taille moyenne de l'élément se compose de dix taille de 1% jusqu'à 10%, comme elle est illustrée sur la figure III.8.

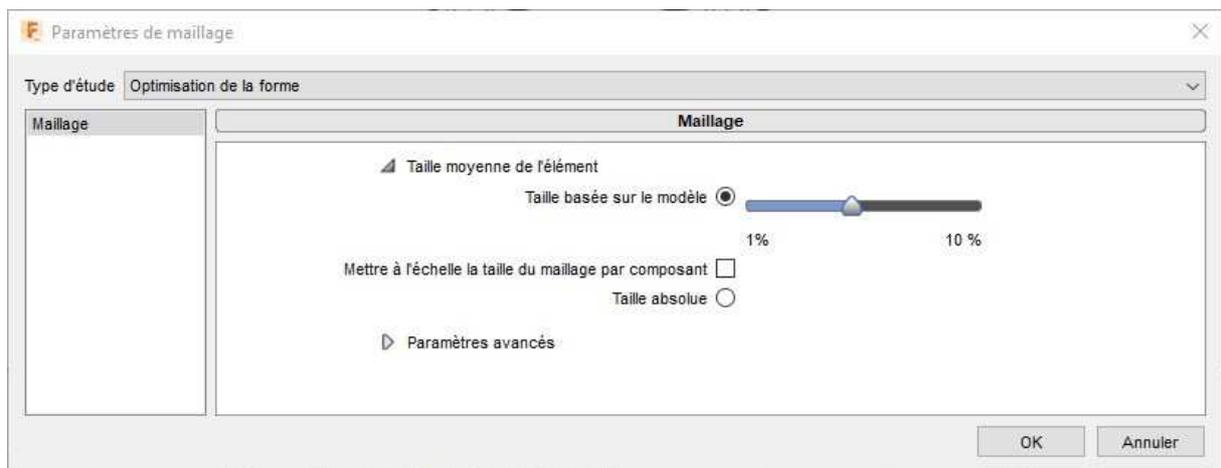


Figure III.8 les paramètres de maillage.

Dans notre cas on a travaillé avec des tailles (2%, 3%, 4%, 5% et 6%). comme elle est illustrée sur les figures suivant :

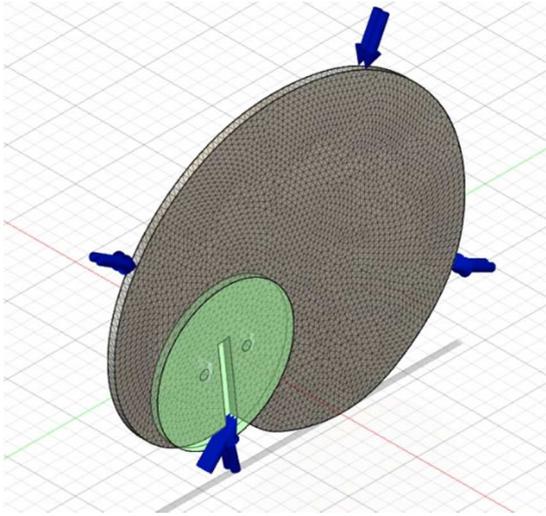


Figure III.9 Maillage 2%

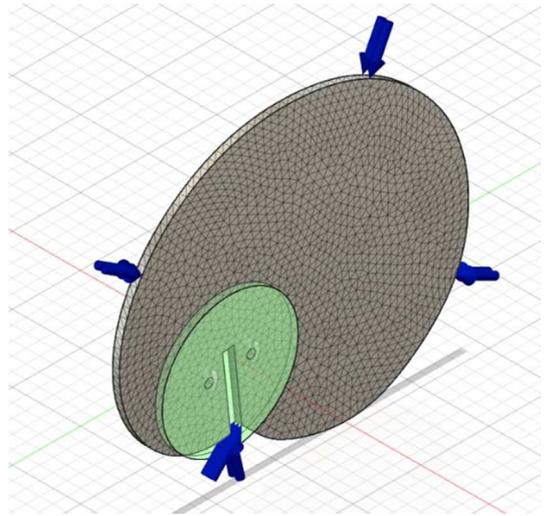


Figure III.10 Maillage 3%

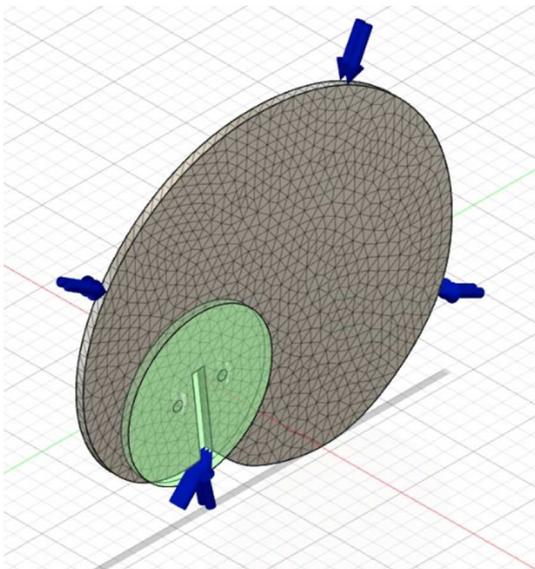


Figure III.11 Maillage 4%

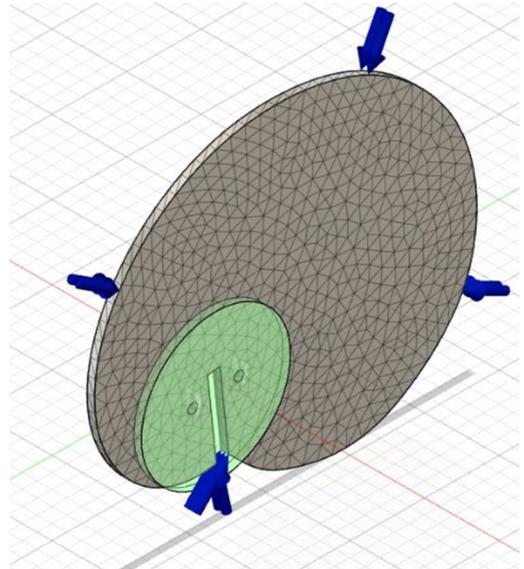


Figure III.12 Maillage 5%

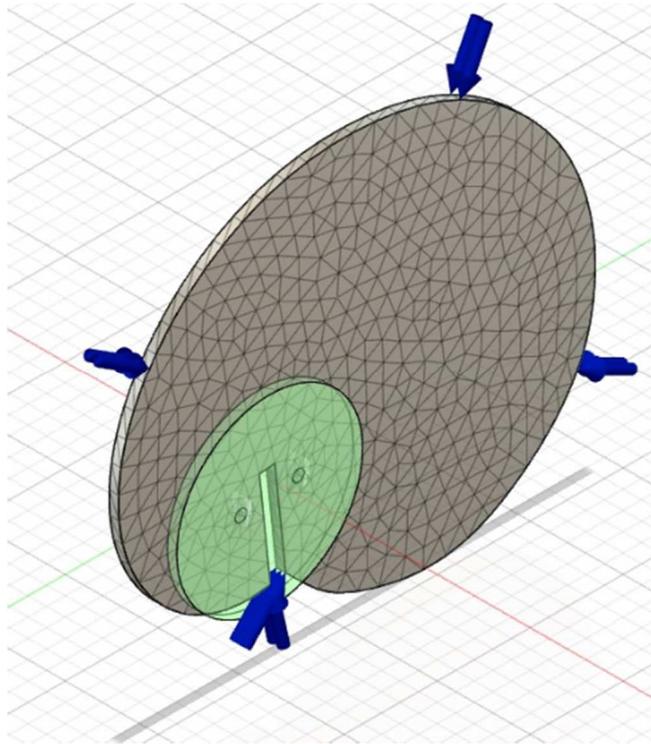


Figure III.13 Maillage 6%

III.4.8 vérification préalable

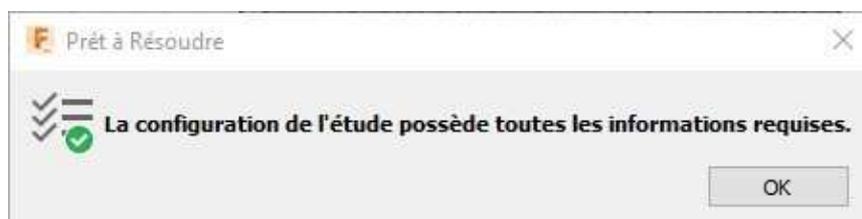
Dans cette étape logicielle va vérifier que toutes les données requises pour résoudre l'étude de simulation active son fournies.

Et l'icône change de couleur en fonction de l'état de l'étude

Rouge : impossible de résoudre l'étude, car des entrées importantes manquent. Par exemple pour la simulation des contraintes statiques, une charge n'est pas appliquée, ou bien des données de matériau son incorrectes pour les études.

Orange : l'étude comporte des problèmes potentiels, mais elle peut quand même être résolue. Par exemple la conception n'est pas entièrement contrainte (pas assez de contrainte). Ou des contacts manquent.

Vert : l'étude ne comporte pas de problèmes prévisibles, elle peut donc être résolue.



III.4.9 Résolution

Cette étape effectue la simulation en fonction des paramètres spécifiques, planifier la résolution des simulations sur le Cloud ou bien localement.

Les contacts et les maillages automatiques sont générés en premier. La barre de progression indique le statut de la résolution.

Quand logiciel vérifier que toutes les données requises pour résoudre l'étude de simulation. On passe à l'étape de résolution comme montre la figure IV.14.

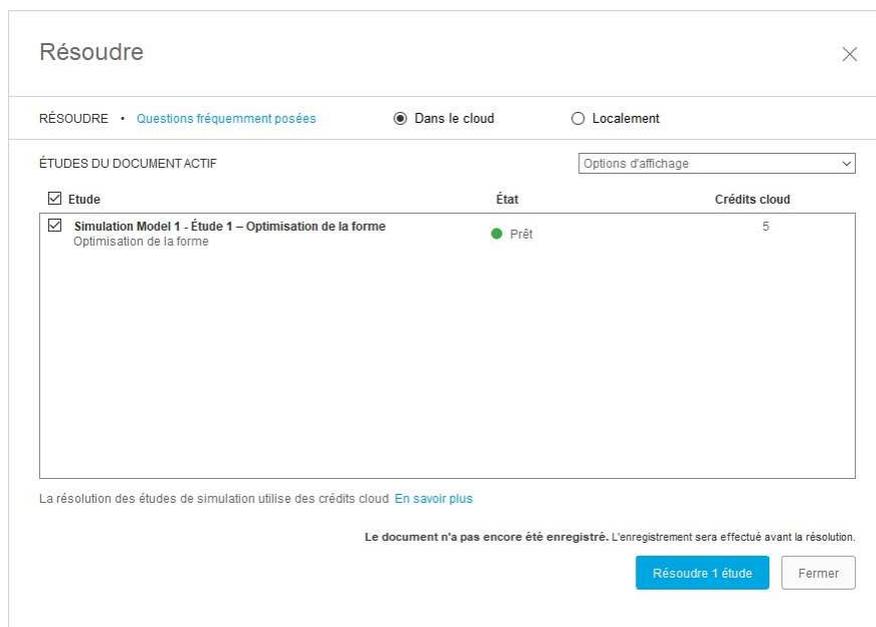


Figure III.14 la résolution des études de simulation

Cette étape consiste trois procédures qui sont : envoi, résolution et réception comme montre la figure IV.15.

| | | | | |
|---|---------------|---------|-----------|-----|
| ▼ CAM V5 - Simulation Model 2 - Étude 1 - Optimisation d... | Dans le cloud | Terminé | Résultats | Web |
| Envoi | | Terminé | | |
| Résolution | | Terminé | | |
| Réception | | Terminé | | |

Figure III.15 Les trois procédures de résolution

III.5 Résultats et discussions

Après l'exécution de la simulation, logiciel nous donne les résultats suivants :

III.5.1 Cas d'un maillage 2%

III.5.1.1 Résultat d'optimisation de la forme

La figure suivante, illustre la came après l'optimisation de la forme

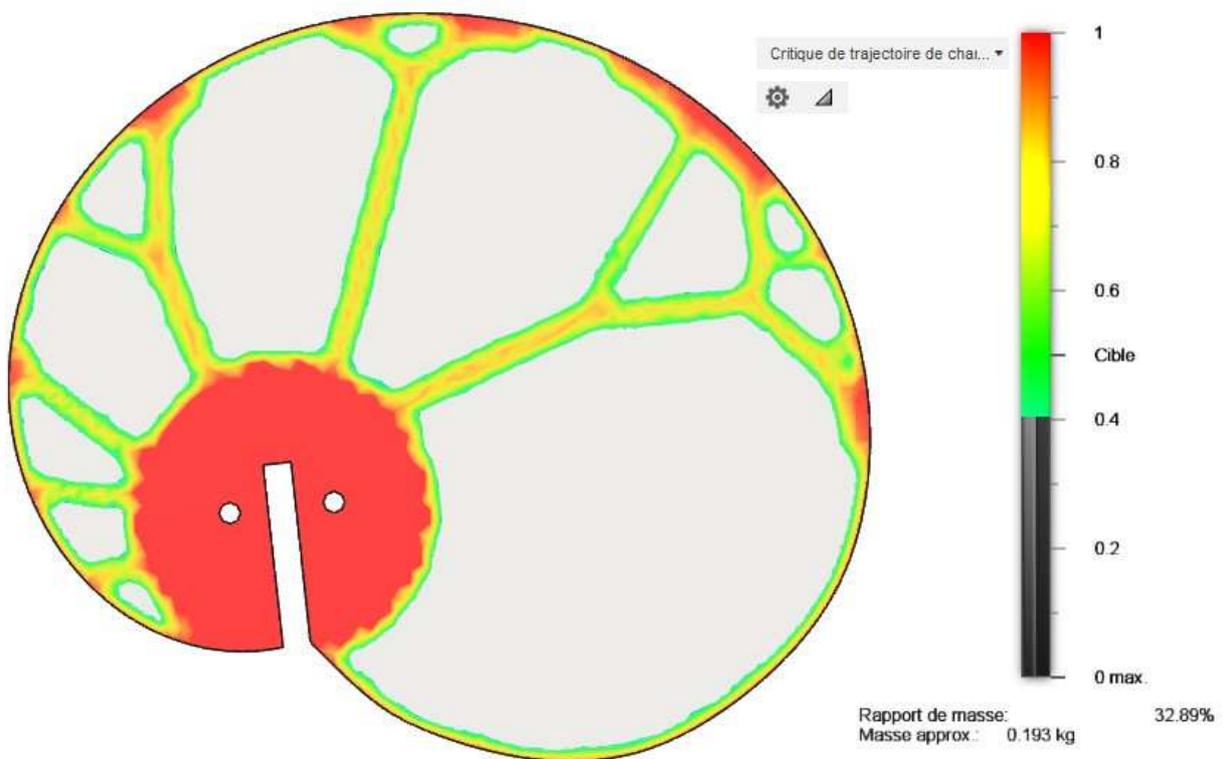


Figure III.15 L'optimisation de la forme d'une came de maillage 2%

Dans cette optimisation de la forme on observe qu'il y a un changement de rapport de masse de la pièce qui donne une masse de 193 gr, et un pourcentage de 32.89 %.

III.5.1.2 La forme géométrique finale

On dessine la forme géométrie finale de la pièce comme montre la **figure III.16**.

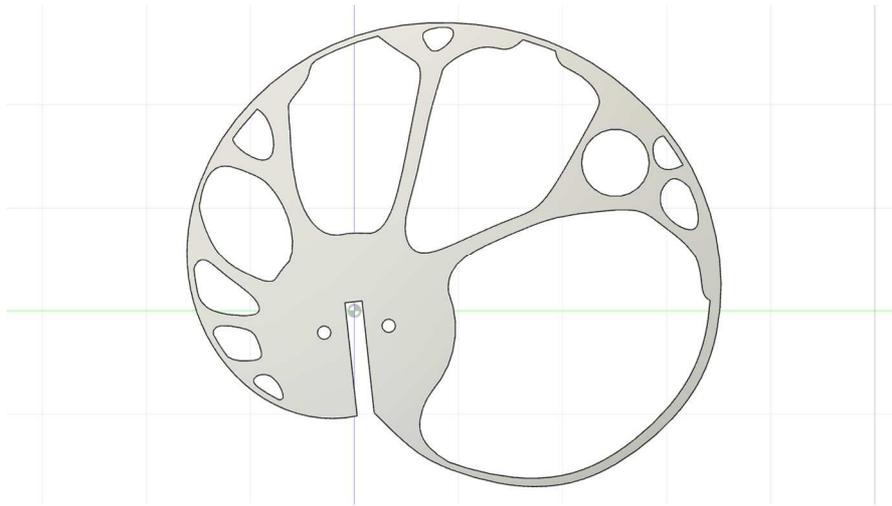


Figure III.16 la forme finale maillage 2%

III.5.1.3 Contrainte statique

Dans cette étape on fait l'analyse de la déformation et la contrainte de modelé à partir des contraintes et des charges.

La figure suivante, illustre la distribution de la contrainte. Fusion 360 nous indique une valeur maximale de 8.55 Mpa illustré en couleur rouge,

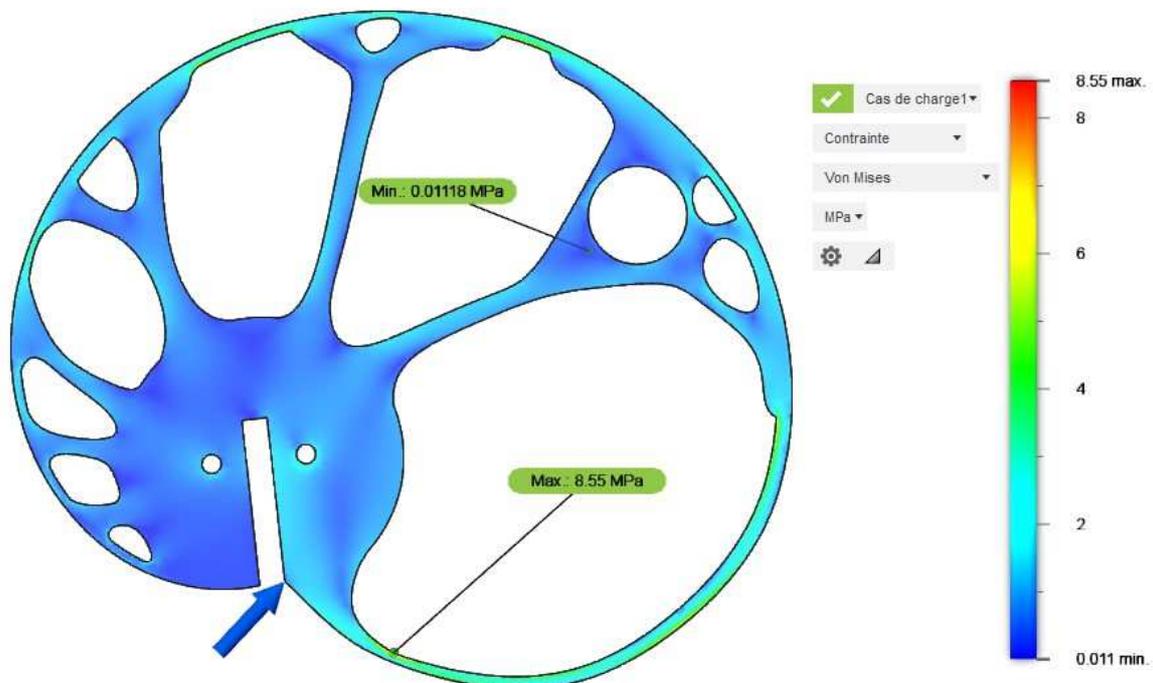


Figure III.17 La distribution de la contrainte de came d'un maillage 2%

On a la limite d'élasticité de l'aluminium 3003-O est égale 41.37 Mpa, donc la pièce est résistante.

III.5.2 Cas d'un maillage 3%

III.5.2.1 Résultat d'optimisation de la forme

La figure suivante, illustre la came après l'optimisation de la forme.

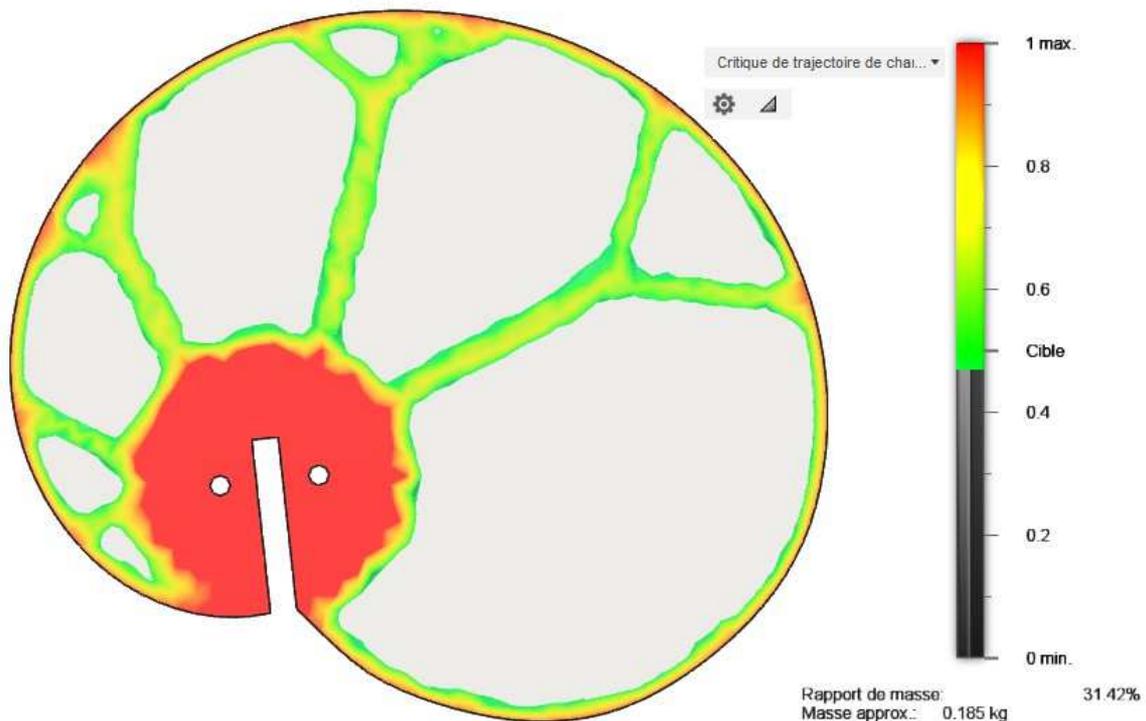


Figure III.18 L'optimisation de la forme d'une came de maillage 3%

Dans cette optimisation de la forme on observe qu'il y a un changement de rapport de masse de la pièce qui donne une masse de 185 gr, et un pourcentage de 30.42 %.

III.5.2.2 La forme géométrique finale

On dessine la forme géométrique finale de la pièce comme montre la **figure III.18**.

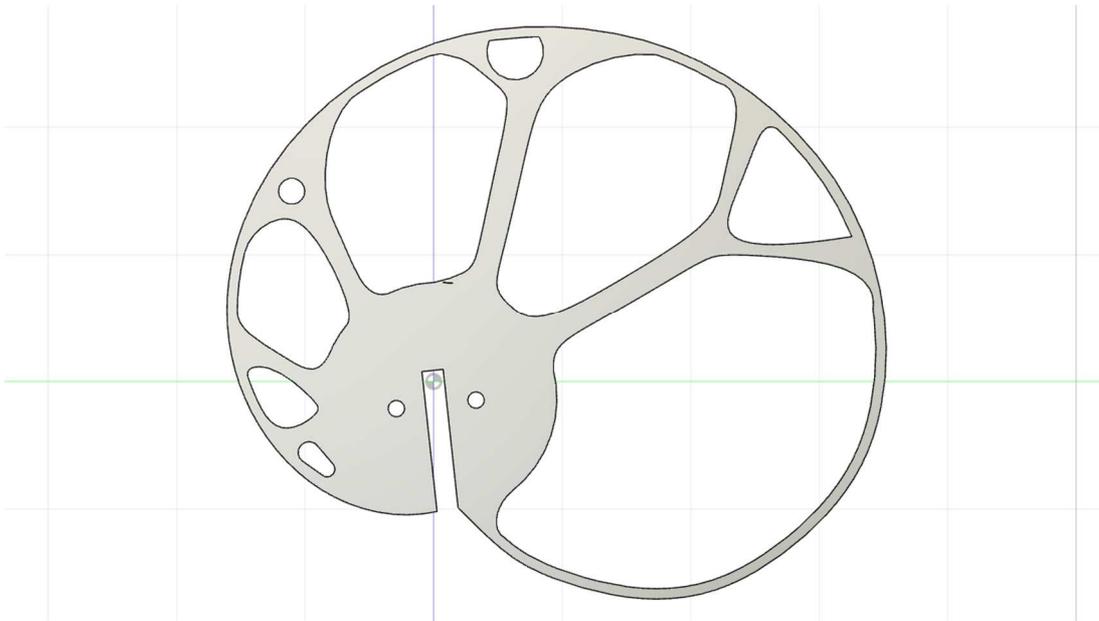


Figure III.19 la forme finale maillage 3%

III.5.2.3 Contrainte statique

La figure suivante, illustre la distribution de la contrainte. Fusion 360 nous indique une valeur maximale de 10.74 Mpa illustré en couleur rouge,

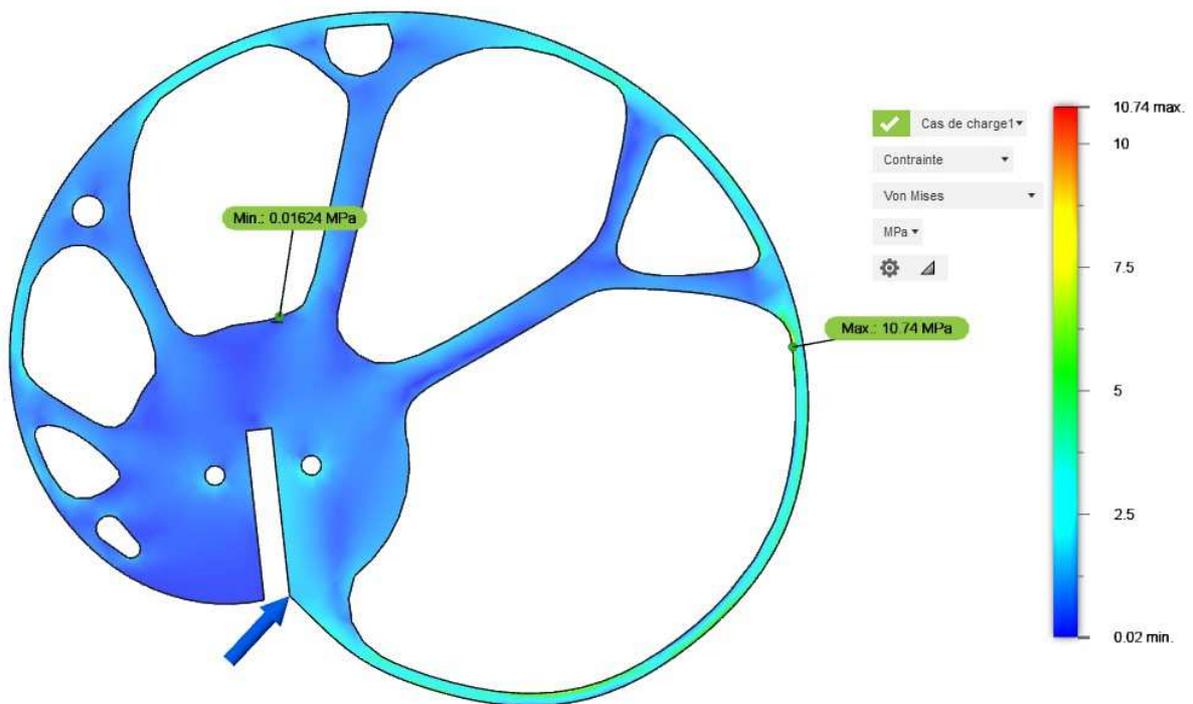


Figure III.20 La distribution de la contrainte de came d'un maillage 3%

On a la limite d'élasticité de l'aluminium 3003-O est égale 41.37 Mpa, donc la pièce est résistante.

III.5.3 Cas d'un maillage 4%

III.5.3.1 Résultat d'optimisation de la forme

La figure suivante, illustre la came après l'optimisation de la forme.

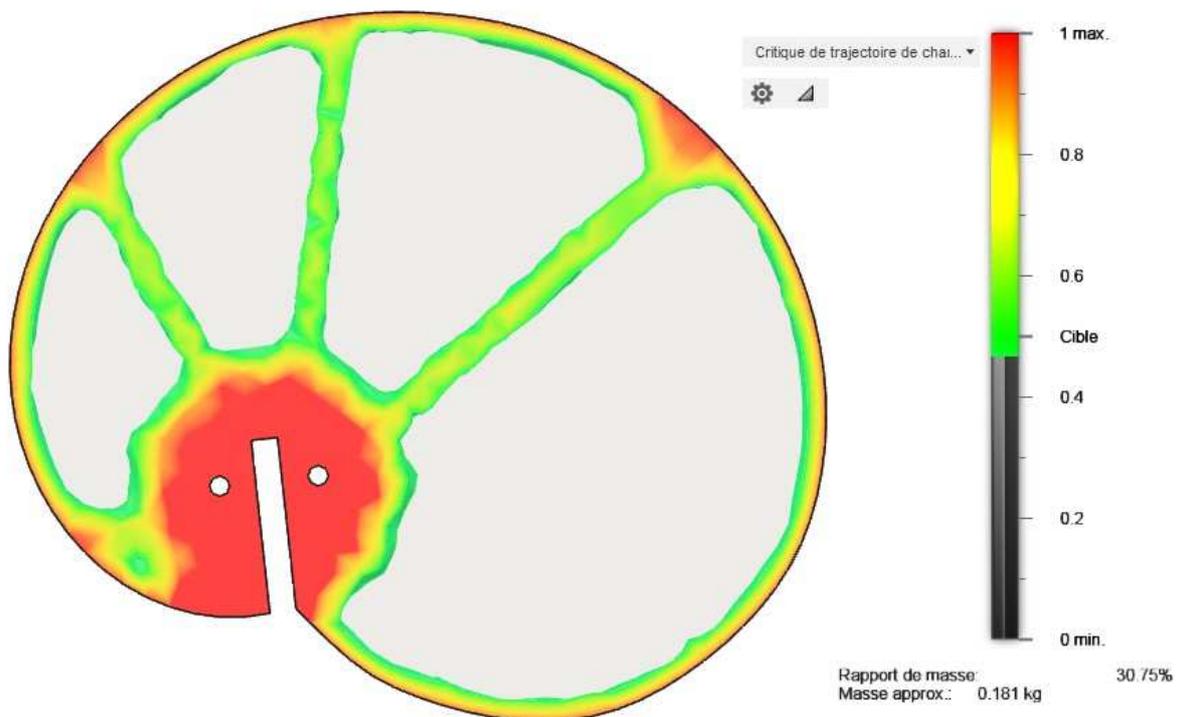


Figure III.21 L'optimisation de la forme d'une came de maillage 4%

Dans cette optimisation de la forme on observe qu'il y a un changement de rapport de masse de la pièce qui donne une masse de 181 gr, et un pourcentage de 30.75 %.

III.5.3.2 La forme géométrique finale

On dessine la forme géométrie finale de la pièce comme montre la **figure III.22**.

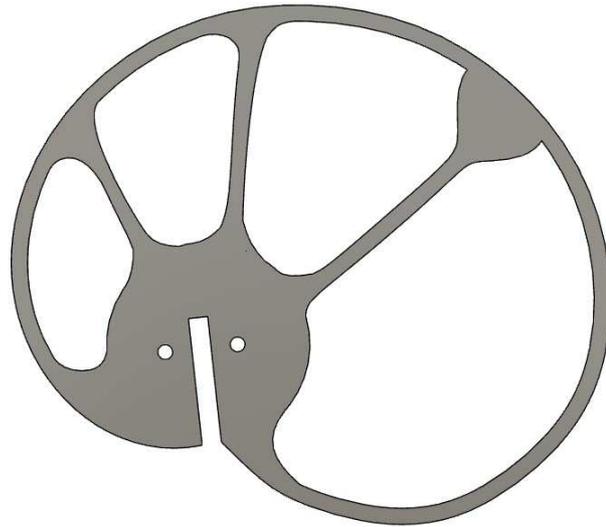


Figure III.22 la forme finale maillage 4%

III.5.3.3 Contrainte statique

La figure suivante, illustre la distribution de la contrainte. Fusion 360 nous indique une valeur maximale de 13.16 Mpa illustré en couleur rouge,

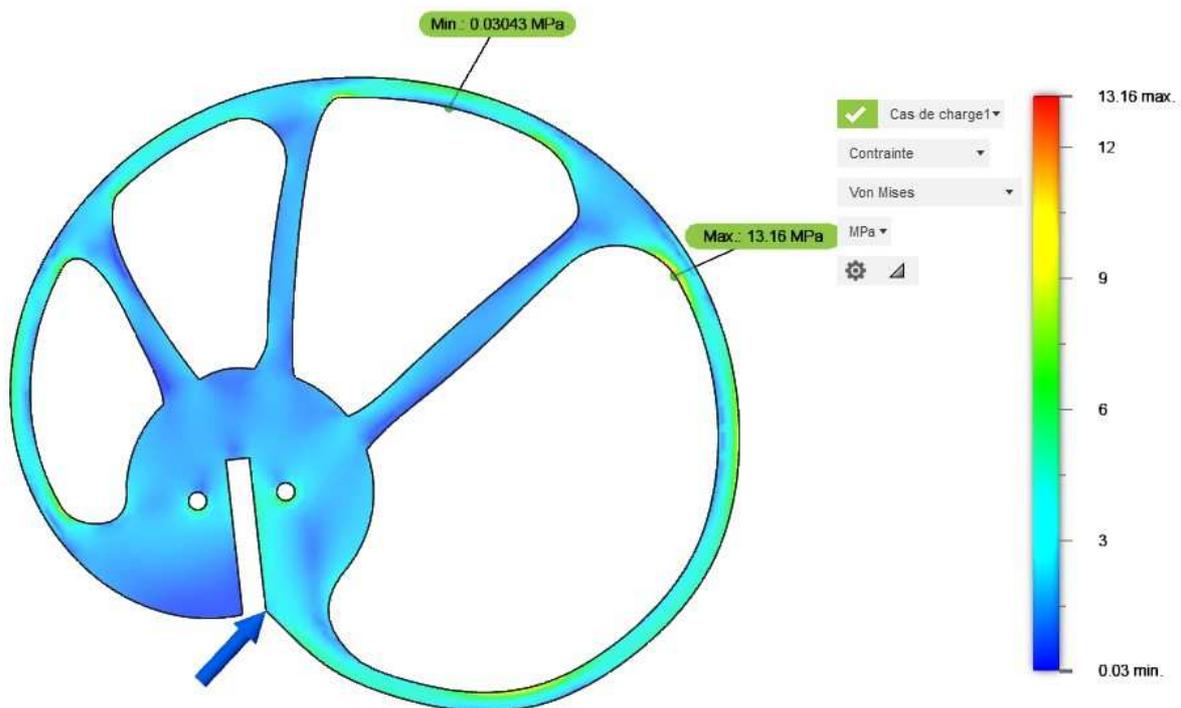


Figure III.23 La distribution de la contrainte de came d'un maillage 4%

On a la limite d'élasticité de l'aluminium 3003-O est égale 41.37 Mpa, donc la pièce est résistante.

III.5.4 Cas d'un maillage 5%

III.5.4.1 Résultat d'optimisation de la forme

La figure suivante, illustre la came après l'optimisation de la forme.

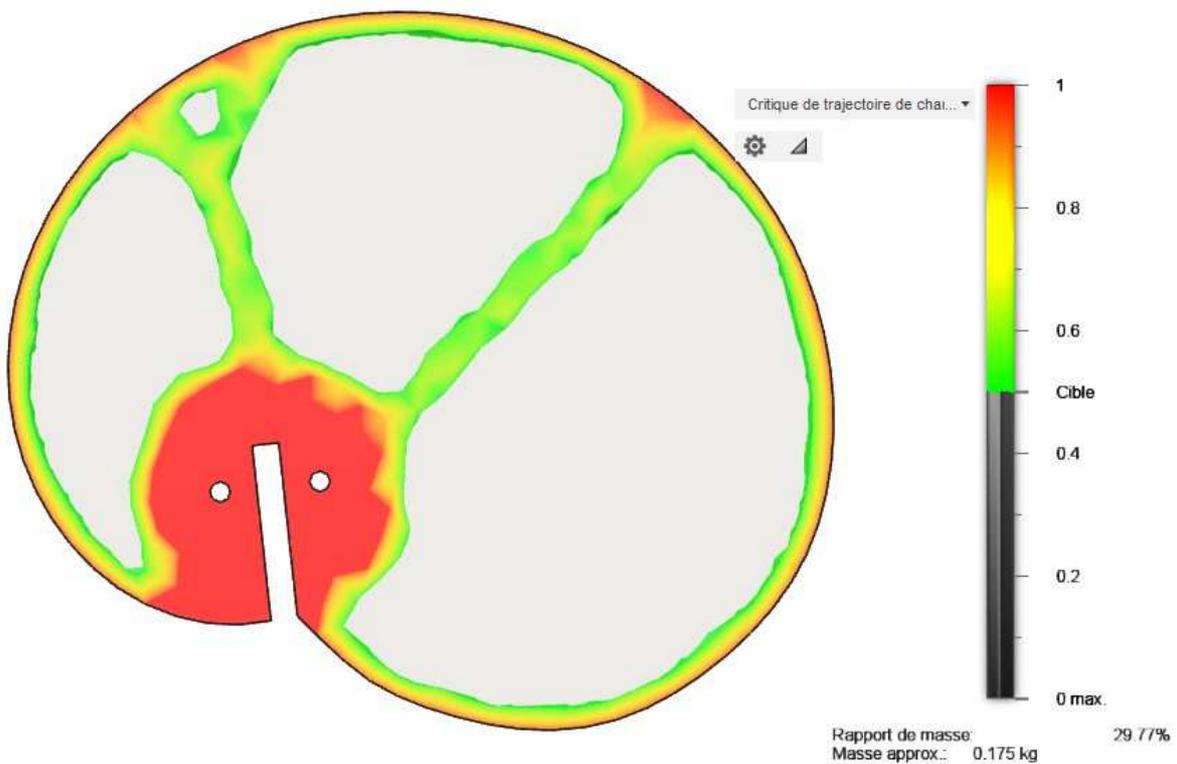


Figure III.24 L'optimisation de la forme d'une came de maillage 4%

Dans cette optimisation de la forme on observe qu'il y a un changement de rapport de masse de la pièce qui donne une masse de 175 gr, et un pourcentage de 29.77 %.

III.5.4.2 La forme géométrique finale

On dessine la forme géométrie finale de la pièce comme montre la **figure III.25**.

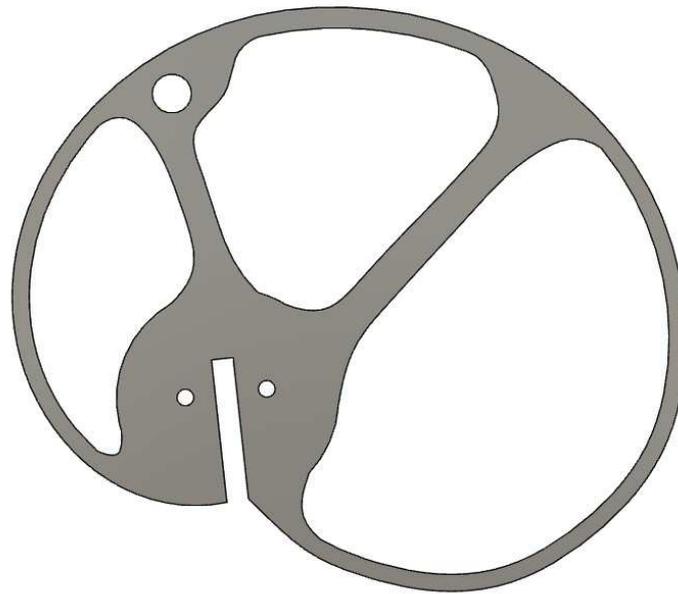


Figure III.25 la forme finale maillage 5%

III.5.4.3 Contrainte statique

La figure suivante, illustre la distribution de la contrainte. Fusion 360 nous indique une valeur maximale de 14.05 Mpa illustré en couleur rouge,

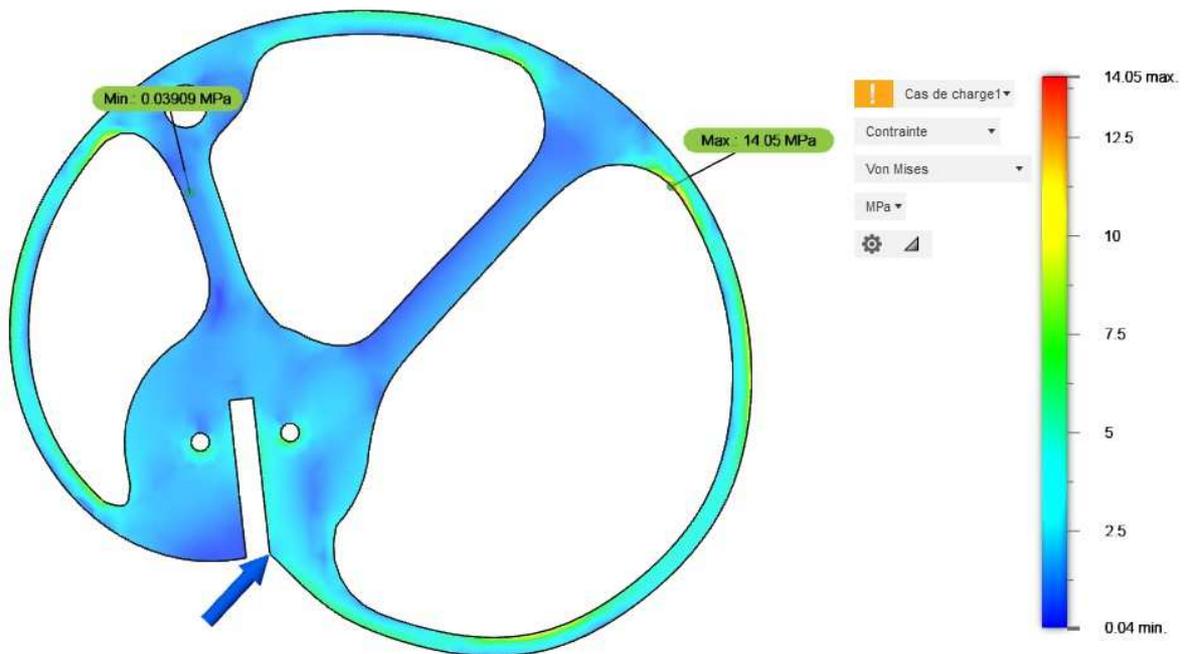


Figure III.26 La distribution de la contrainte de came d'un maillage 5%

On a la limite d'élasticité de l'aluminium 3003-O est égale 41.37 Mpa, donc la pièce est résistante.

III.5.5 Cas d'un maillage 6%

III.5.5.1 Résultat d'optimisation de la forme

La figure suivante, illustre la came après l'optimisation de la forme.

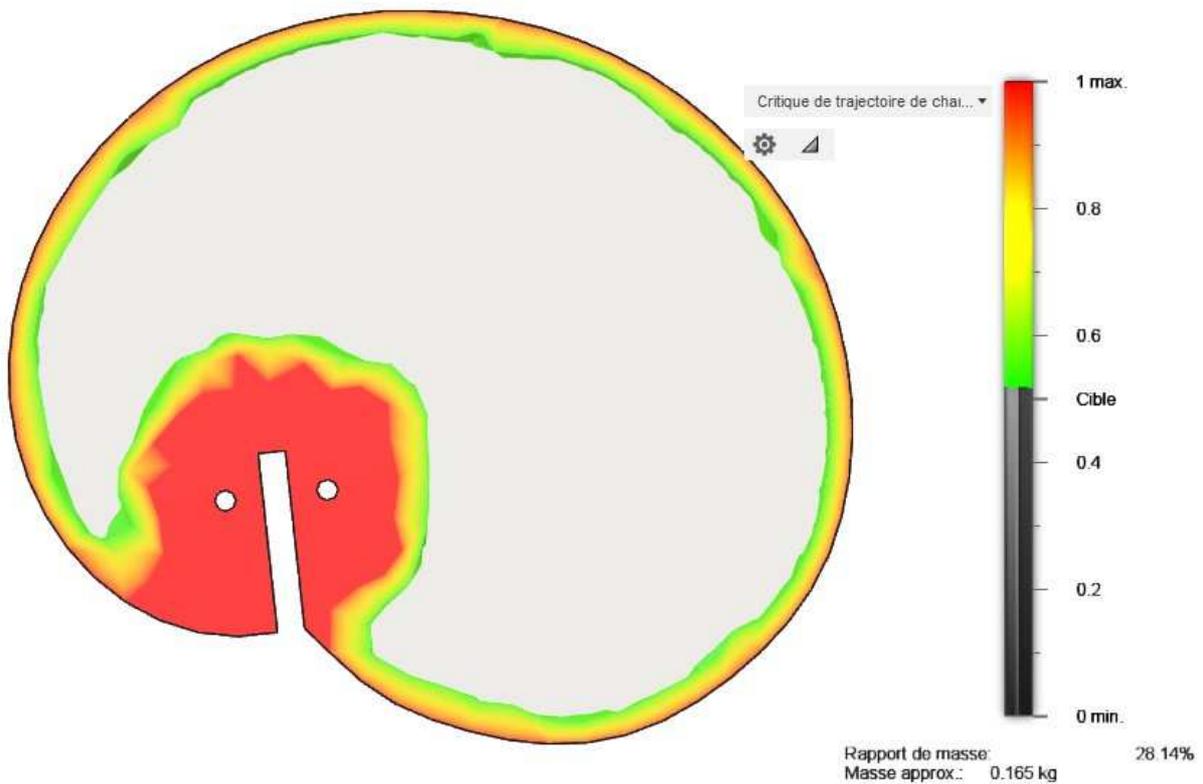


Figure III.27 L'optimisation de la forme d'une came de maillage 6%

Dans cette optimisation de la forme on observe qu'il y a un changement de rapport de masse de la pièce qui donne une masse de 165 g, et un pourcentage de 28.14 %.

III.5.5.2 La forme géométrique finale

On dessine la forme géométrique finale de la pièce comme montre la **figure III.28**.

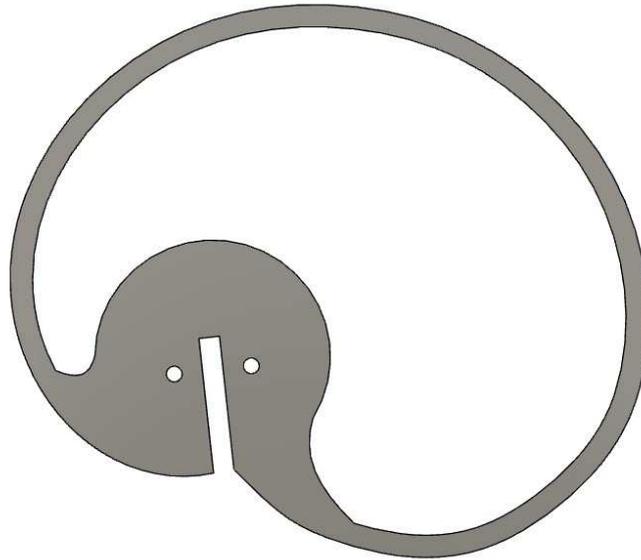


Figure III.28 la forme finale maillage 6%

III.5.5.3 Contrainte statique

La figure suivante, illustre la distribution de la contrainte. Fusion 360 nous indique une valeur maximale de 17.44 Mpa illustré en couleur rouge,

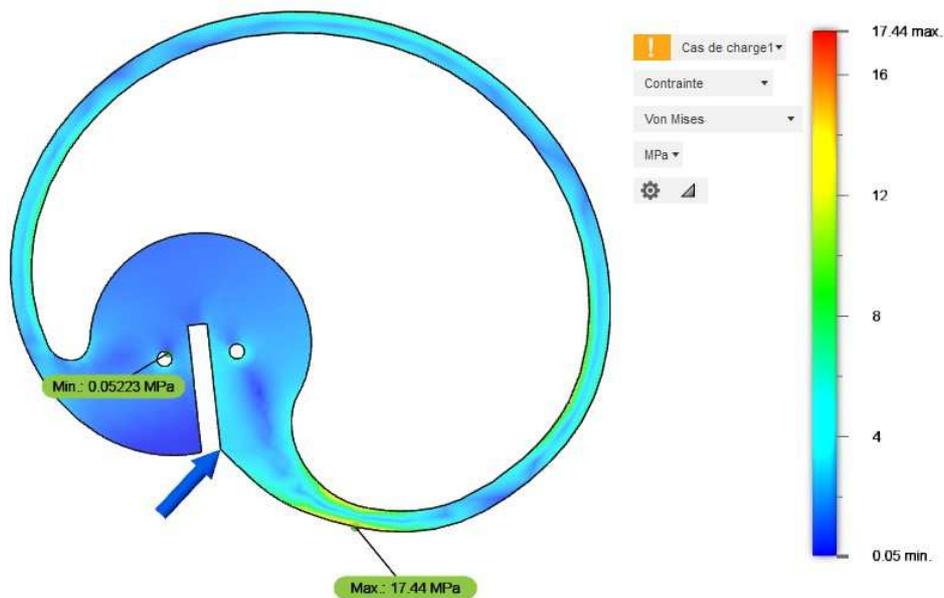


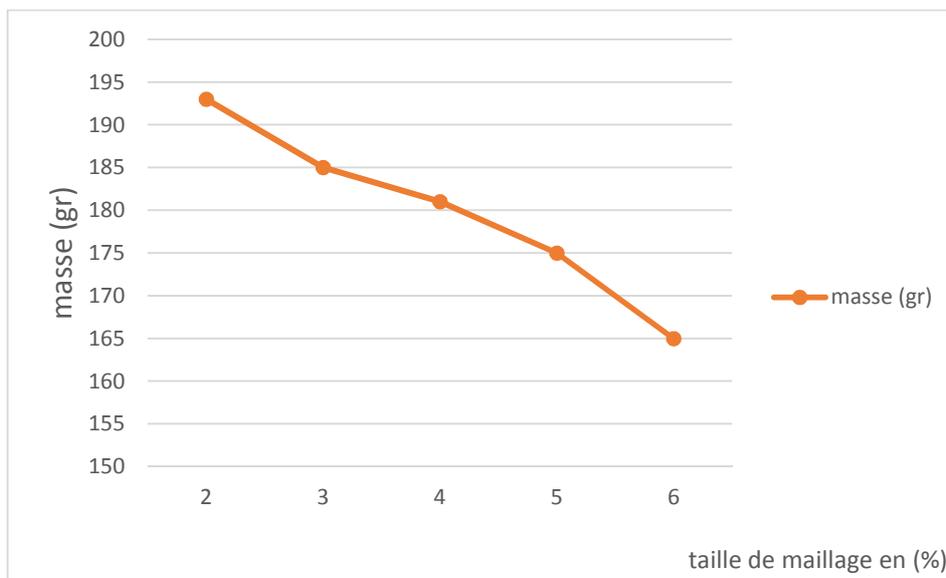
Figure III.29 La distribution de la contrainte de came d'un maillage 6%

On a la limite d'élasticité de l'aluminium 3003-O est égale 41.37 Mpa, donc la pièce est résistante.

Tableau III.3 Tableau récapitulatif

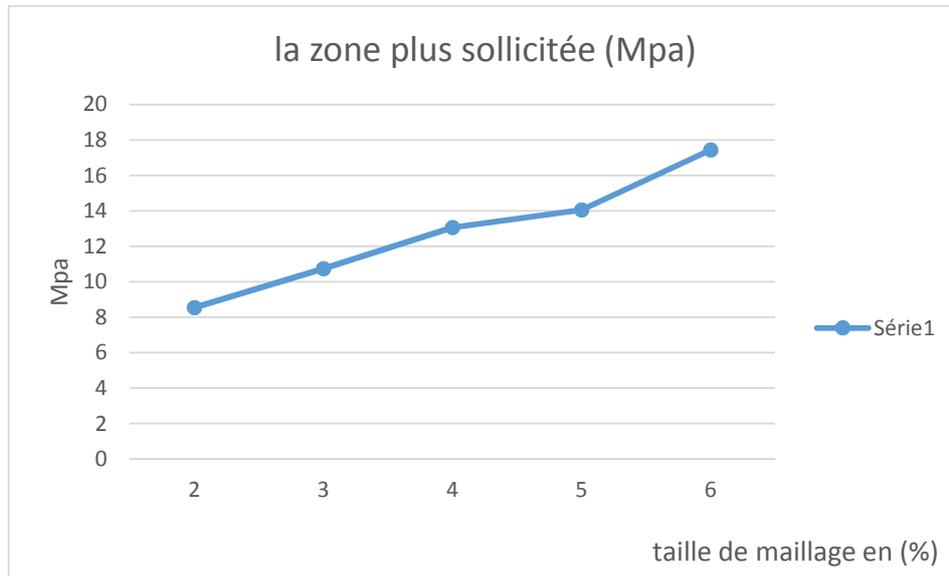
| N Etude | Maillage | La masse (gr) | La zone la plus sollicitée (Mpa) | L'imate d'élasticité de l'aluminium 3003-O (Mpa) |
|---------|----------|---------------|----------------------------------|--|
| 1 | 2% | 193 | 8.55 | 41.37 |
| 2 | 3% | 185 | 10.74 | 41.37 |
| 3 | 4% | 181 | 13.16 | 41.37 |
| 4 | 5% | 175 | 14.05 | 41.37 |
| 5 | 6% | 165 | 17.44 | 41.37 |

La variance de la masse de la came en (gr) à la fonction de la taille de maillage en %



Courbe 1 Variation de la masse à la fonction de maillage

La variance de la zone plus sollicitée (Mpa) de la came en (gr) à la fonction de la taille de maillage en %



Courbe 2 Variation de la zone la plus sollicitée à la fonction de maillage

III.6 Conclusion de ce chapitre

Dans ce chapitre nous avons fait une étude de l'optimisation de la forme d'une came du respirateur artificiel mécanique en aluminium, dans cette étude on a travaillé sur Cinq différents tailles de maillage 2%, 3%, 4%, 5% et 6%.

Conclusion générales

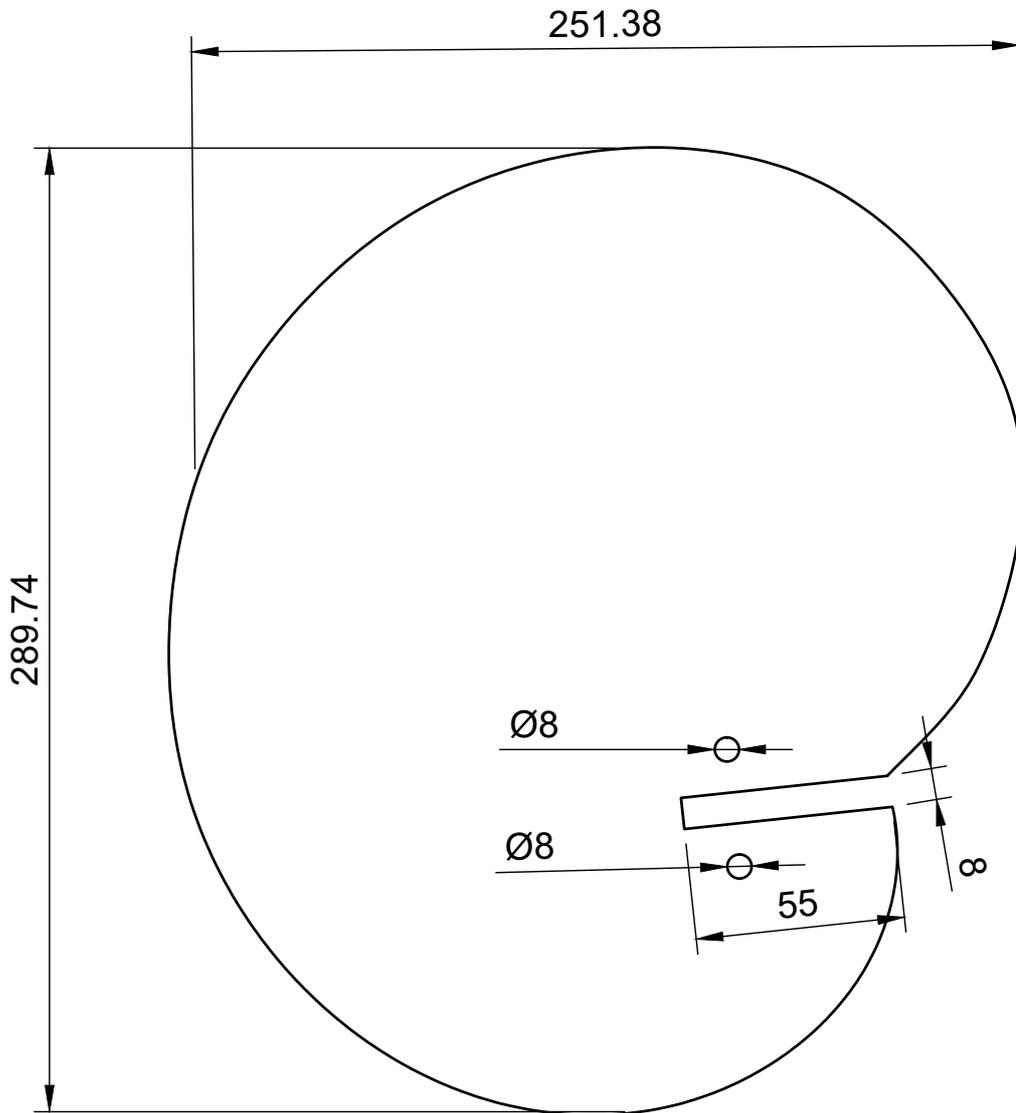
Conclusion générale

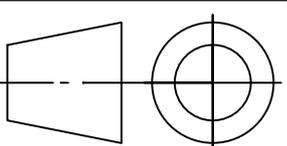
Le travail que nous avons mené dans ce mémoire porte sur l'étude de l'optimisation de la conception d'une came du respirateur artificiel mécanique, en aluminium, pour cela nous avons fait une étude bibliographique portant sur la conception générative et généralités sur les cames.

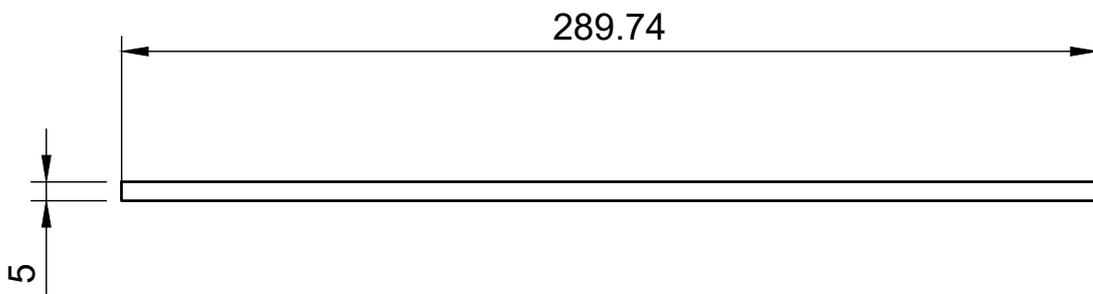
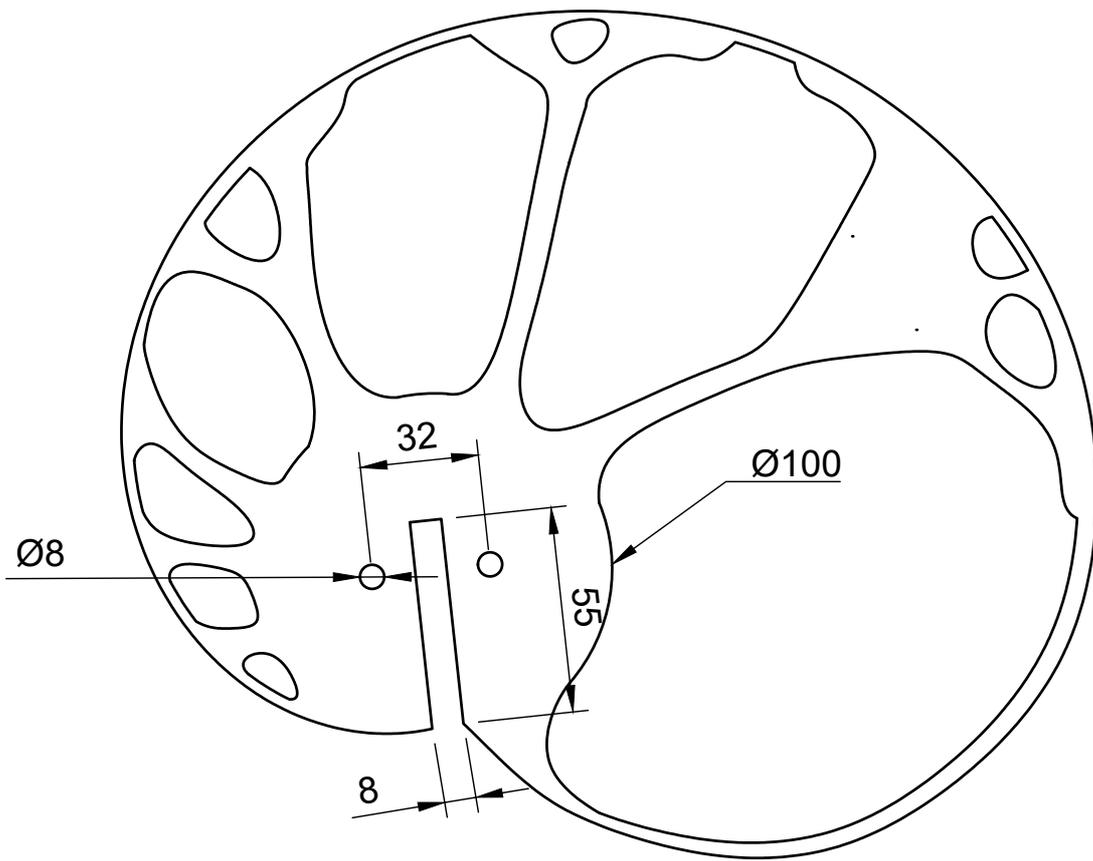
Au cours de ce mémoire, nous avons utilisé le logiciel de CAO Fusion 360 pour faire une optimisation de la forme d'une came du respirateur mécanique.

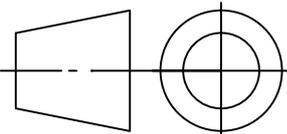
Dans cette étude on a travaillé sur cinq différents maillages. Nous avons conclu que quand on change le maillage la masse et la zone la plus sollicitée change aussi

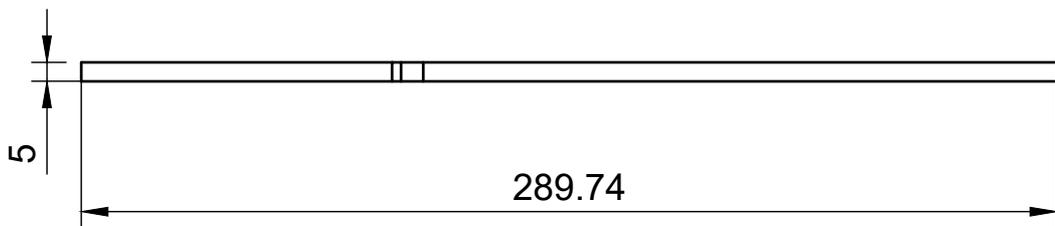
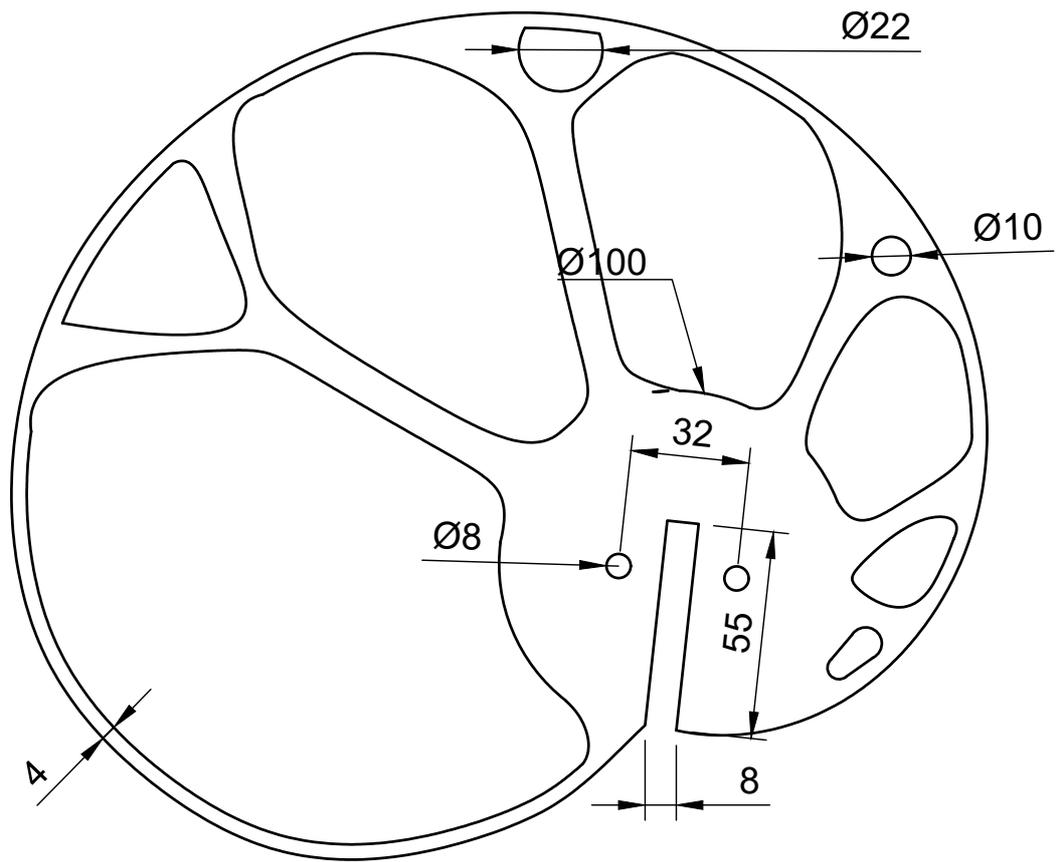
Mise en forme

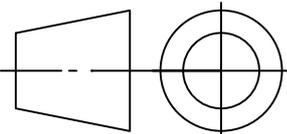


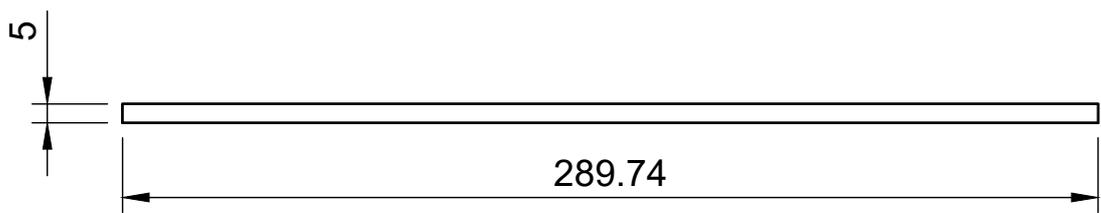
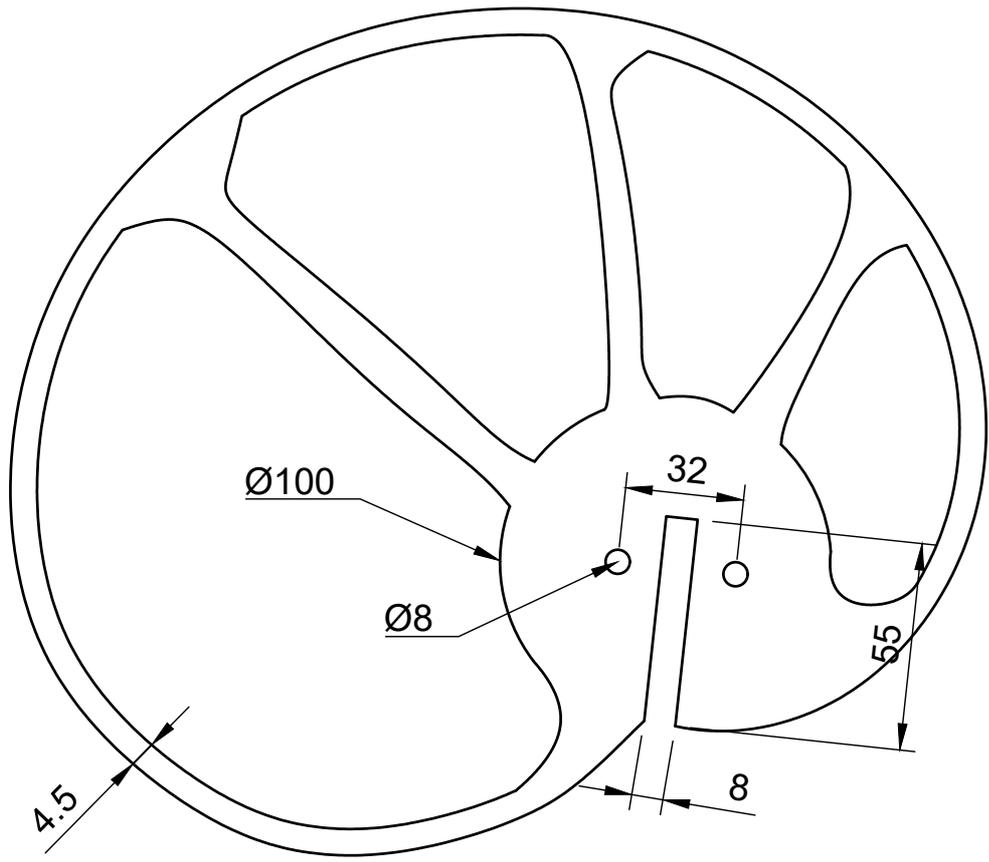
| | | |
|---|------|---------------------|
| UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA BEJAIA | | section M2 FMP |
| Echelle:1:2 | CAME | Materiau: Aluminium |
|  | | Date: 27/09/2020 |
| H DJOUDI - I BOUZAD | | poids 600 gr |

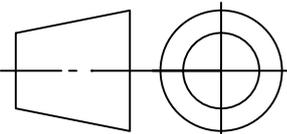


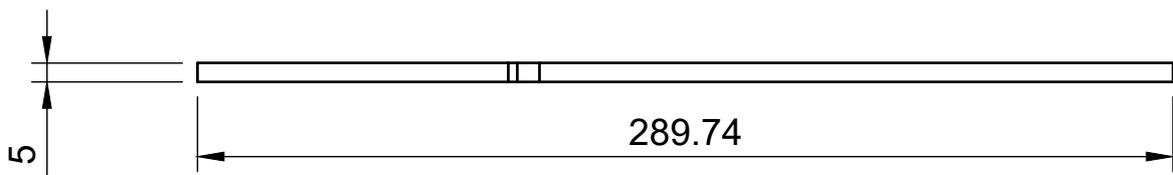
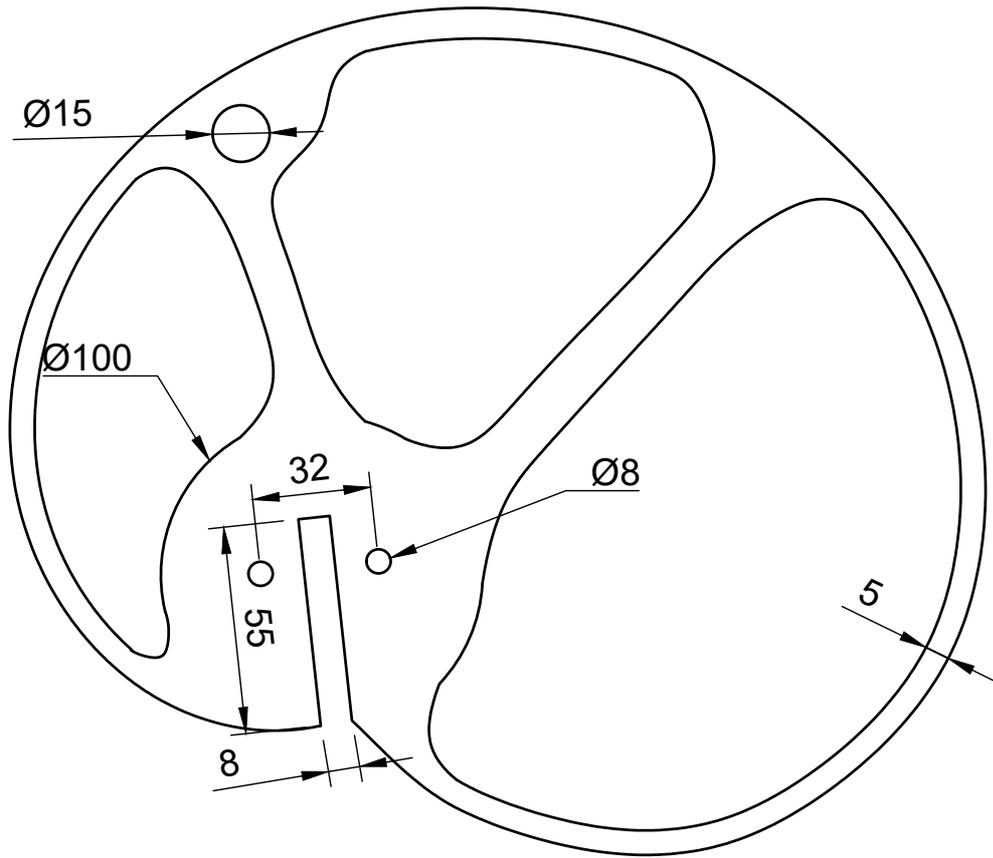
| | | |
|---|----------|---------------------|
| UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA BEJAIA | | Section M2 FMP |
| Echelle: 1:2 | CAME № 1 | Materiau: Aluminium |
|  | | Date: 27/09/2020 |
| H DJOUDI - I BOUZAD | | Poids 193 gr |



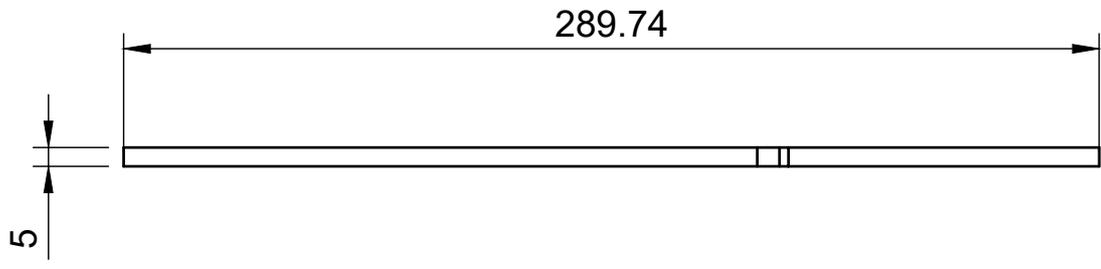
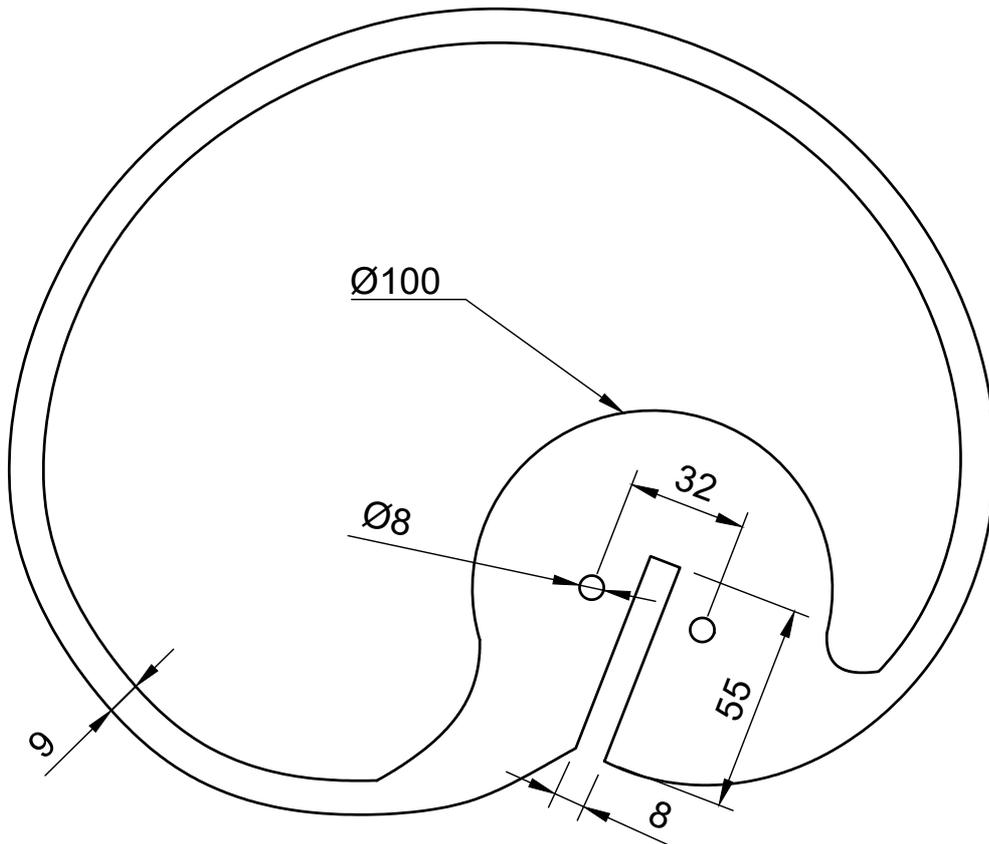
| | | |
|---|----------|---------------------|
| UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA BEJAIA | | Section M2 FMP |
| Echelle:1:2 | CAME № 2 | Materiau: Aluminium |
|  | | Date: 27/09/2020 |
| H DJOUDI - I BOUZAD | | Poids 0.185 gr |



| | | |
|---|----------|---------------------|
| UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA BEJAIA | | Section M2 FMP |
| Echelle:1:2 | CAME № 3 | Materiau: Aluminium |
|  | | Date: 27/09/2020 |
| H DJOUDI - I BOUZAD | | Poids 181 gr |



| | | |
|-------------------------------------|----------|---------------------|
| UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA BEJAIA | | Section M2 FMP |
| Echelle:1:2 | CAME № 4 | Materiau: Aluminium |
| | | Date: 27/09/2020 |
| H DJOUDI - I BOUZAD | | Poids 175 gr |



| | | |
|--------------------------|----------|---------------------|
| UNIVERSITE A_MIRA BEJAIA | | Section M2 FMP |
| Echelle:1:2 | CAME № 5 | Materiau: Aluminium |
| | | Date: 27/09/2020 |
| H DJOUDI - I BOUZAD | | Poids 165 gr |

Références bibliographique

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- [1] <https://redshift.autodesk.fr/definition-conception-generative/>
- [2] <https://industrie-du-futur.info/principe-de-la-conception-generative/>
- [3] <https://blog.prodware.fr/innovation/solutions/la-conception-generative-avenir-du-design-et-de-lindustrie/>
- [4] <https://industrie-du-futur.info/principe-de-la-conception-generative/>
- [5] <https://www.autodesk.com/solutions/generative-design>
- [6] <https://www.autodesk.fr/redshift/exemples-conception-generative/>
- [7] <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/conception-generative-un-outil-au-service-de-linnovation-et-de-la-transformation-numerique-72416/amp/>
- [8] [https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Came_\(m%C3%A9canique\)](https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Came_(m%C3%A9canique))
- [9] <http://www.geocities.ws/mbara2/cames>
- [10] http://colbertserv.lyceecolbert-tg.org:3007/cours_transformateurs_et_transmetteurs/viewer/visu.php?f=37
- [11] <https://www.abcdblog.fr/demystifier-la-conception-generative-ou-generative-design-pour-larchitecture-lingenierie-et-la-construction/>
- [12] http://www.zpag.net/Dessin_Technique/1980/EngrnagesCames/Determination_profil_came_disque.htm