

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abderrahmane MIRA-BEJAIA



Faculté Technologie

Département sciences de Génie Mécanique

Mémoire de fin de Cycle

Pour l'obtention du diplôme de Master en Sciences de Technologie

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Fabrication mécanique et productique

Thème :

Défaillance de l'arbre pignon et proposition d'une solution

Présente par:

TADJA Zinedine & ADMAM Samir

Soutenu le/...../2023 devant le jury composé de :

Président	Dr BENSAID	MCA	U.A.M.Bejaia
Encadreur	Dr BELAMRIA	MCA	U.A.M.Bejaia
Examineur	Dr SAHALIM	MCA	U.A.M.Bejaia

Année Universitaire : 2022-2023

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Populaire et Démocratique Algérienne République
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Déclaration sur l'honneur

Engagement pour respecter les règles d'authenticité scientifique dans l'élaboration d'un travail de recherche

Arrêté ministériel n° 1082 du 27 Décembre 2020(*)

fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat

Je soussigné,

Nom :

Prénom :

Matricule :

Spécialité et/ou Option :

Département:

Faculté:

Année universitaire :/.....

et chargé de préparer un mémoire de (*Licence, Master, Autres à préciser*) :

Intitulé:.....

.....

Déclare sur l'honneur, m'engager à respecter les règles scientifiques, méthodologiques, et les normes de déontologie professionnelle et de l'authenticité académique requises dans l'élaboration du projet de fin de cycle cité ci-dessus.

Fait à Béjaïa le/...../.....

Signature de l'intéressé

(*) *Lu et approuvé*

.....

Remerciements

Avant tout, nous remercions Allah le tout puissant de nous avoir accordé courage et bénédiction pour accomplir ce travail

*Nous adressons tout d'abord nos sincères remerciements à **Mr BELAMRI abdelletif**, d'avoir assuré l'encadrement de notre mémoire, et de nous avoir profité de ses connaissances scientifiques. On le remercie également pour sa patience, sa disponibilité et pour ses conseils précieux.*

*Nous tenons à remercier **Mr sahali** de nous avoir fait l'honneur de présider ce jury.*

*Nous exprimons nos vifs remerciements à de nous avoir accordée **Mr ben said** le privilège de participer à ce jury et d'examiner avec soin ce mémoire.*

*Nous remercions l'ensemble de l'équipe du **hall technologie** pour leurs orientations et leurs conseils tout au long de ce travail.*

Enfin, que toutes les personnes qui nous ont soutenus de près ou de loin trouvent ici nos sincères remerciements et notre reconnaissance.



T.Zinedine & A.Samir -

Dédicace

*Je tiens à dédier cet humble travail à
À mes très chers parents, ma mère, mon père et ma sœur*

*Vous représentez pour moi le symbole de la bonté par
excellence, la source de tendresse et l'exemple du
dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager.*

*Je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond
amour !*

En fin, je dédie ce travail à mon binôme

ADMAM Samir

Lequel j'ai trouvé à mes côtés tout au long de ce travail.



T.Zinedine -

Dédicace

Je tiens à dédier cet humble travail à

Mes chers parents qui ont œuvrés pour ma réussite, de par leur amour, leur soutien, tous les sacrifices consentis et leur précieux conseils, pour toute leurs assistance et présence dans ma vie, reçois à travers ce travail, aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

A mes sœurs bien aimées et mes frères pour leur aide et pour leur présence.

A mes chers amis qui ont été toujours là pour moi et avec qui j'ai passé Cinq années d'étude. Merci pour vos conseils et surtout votre présence.



A.Samir -

Sommaire

Sommaire

Remerciements	
Dédicace	
Sommaire	
Nomenclature	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction Générale	1

Chapitre I

Généralité sur les réducteurs de vitesse

Introduction	3
I.1. Contexte et justification du sujet	3
I.2. Présentation du réducteur de vitesse à engrenage conique de marque Rossi	4
I.2.1. Définition de réducteur de vitesse	5
I.2.2. Les types de réducteurs de vitesses	5
I.2.3. Principe de fonctionnement des réducteurs	6
I.2.4. Schéma cinématique	7
I.2.5. Différentes formes de détérioration des engrenages ou arbres	8
A. La rupture	8
B. A la piquûre	9
C. L'usure	9
D. L'écaillage	10
E. Le grippage	10
F. Cisaillement de l'arbre	10

Chapitre II

Problème de Cisaillement de l'arbre étudié

Introduction	12
II.1. Objectif	12
II.2. Conception du réducteur de vitesse	13
II.3. Présentation de fusion 360	15
II.3.1. Modélisation 3D	15
II.3.2. Simulation	16

Sommaire

II.3.3.	Fabrication assistée par ordinateur (FAO).....	17
II.3.4.	Rendu et visualisation	17
II.3.5.	Collaboration en ligne.....	18
II.4.	Présentation de réducteur de vitesse pièce par pièce	18
II.4.1.	Description de la Pièce 1	18
II.4.2.	Description de la Pièce 2	20
II.4.3.	Description de la Pièce 3	20
II.4.4.	Description de la Pièce 4	21
II.4.5.	Description de la Pièce 5	22
II.4.6.	Description de la Pièce 6	23
II.4.7.	Description de la Pièce 7	25
II.4.8.	Description de la Pièce 7	26
II.4.9.	Description de la Pièce 9	27
II.5.	Simulation.....	28
II.6.	Distribution des efforts	29

Chapitre III

Proposition de solution

	Introduction	34
III.1.	Modes de blocage axial des bagues d'un roulement	34
III.2.	Proposition de solution	36
III.3.	Le sens de montage et démontage	37
A.	Démonté le circlips.....	38
B.	Démontage de l'arbre pignon avec le roulement	38
C.	Démontage de roulement 2	39
D.	Démontage des bagues de roulement 1 et 2.....	39
III.4.	Les étapes de montage.....	40
A.	Montage des bagues de roulement 1 et 2 sur le stator	40
B.	Montage du roulement 2 sur l'arbre.....	40
C.	Montage de l'arbre sur le stator	41
D.	Montage de roulement 1 sur l'arbre.....	41
E.	Montage de clavette sur l'arbre.....	42

Sommaire

F.	Montage de pignon.....	42
G.	Montage de vis.....	43
III.5.	Simulation de la solution.....	43
	Conclusion Générale	49
	Références bibliographiques	51
	Annexes	53

Nomenclature

Nomenclature

Symboles	Définition	Unité (SI)
C_p	couple moteur	N.m
δp	Angle primitif moyen de pignon R	°C
P_m	La puissance de moteur :	KW
N_m	La vitesse motrice	(tr/min)
N_r	La vitesse réceptrice	(tr/min)
η	Rendement	
F_t	Effort tangentielle	N
F_r	Effort radial	N
F_a	Effort axial	N

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau 1 : Cotation d'assemblage.....	15
Tableau 2 : La résistance des matériaux a partir des modules normalisé.....	29

Liste des figures

Liste des figures

Figure 1 : Moteur électrique.....	4
Figure 2 : Le réducteur sur la machine.....	4
Figure 3 : La machine fil d'attache	4
Figure 4 : Schématisation des engrenages	6
Figure 5 : La position du réducteur par rapport au moteur et au récepteur	7
Figure 6 : Schéma cinématique	8
Figure 7 : Rupture des dents.....	9
Figure 8 : Les piqûres sur les dents.....	9
Figure 9 : Ecaillage des dents.....	10
Figure 10 : Assemblage de réducteur à engrenage conique spiral.....	14
Figure 11 : Dessin d'assemblage.....	14
Figure 12 : Modélisation 3D	16
Figure 13 : Simulation et analyse.....	16
Figure 14 : Fabrication assisté par ordinateur	17
Figure 15 : Les fonctionnalités de rendu réaliste	18
Figure 16 : Modélisation 3d de carcasse	19
Figure 17 : Modélisation 3d de carcasse	19
Figure 18 : Modélisation 3d d'arbre pignon menant.....	20
Figure 19 : Modélisation 3d de stator de l'arbre pignon menant.....	21
Figure 20 : Modélisation 3d la roue denté de l'arbe mené	22
Figure 21 : Conception et modélisation 3d de l'arbre mené.....	23
Figure 22 : Modélisation 3d	24
Figure 23 : Modélisation 3d de bouchon.....	24
Figure 24 : Bouchon.....	25
Figure 25 : Modélisation 3d de roulement a rouleaux	26
Figure 26 : Modélisation 3d de circlips.....	27
Figure 27 : Modélisation 3d de l'anneau élastique	28
Figure 28 : Engrenage a axes perpendiculaires.....	28

Liste des figures

Figure 29 : Distribution des efforts sur la denture 1	29
Figure 30 : Distribution des efforts sur la denture 2	30
Figure 31 : Simulation de l'arbre menant d'origine.....	32
Figure 32 : Mode de blocage axial.....	35
Figure 33 : Assemblage de l'arbre améliorer.....	37
Figure 34 : Démonté le circlips	38
Figure 35 : Démontage de l'arbre pignon avec le roulement.....	38
Figure 36 : Démontage de roulement 2.....	39
Figure 37 : Démontage des bagues de roulement 1 et 2	39
Figure 38 : Montage des bagues de roulement 1 et 2 sur le stator.....	40
Figure 39 : Montage de l'arbre modifier.....	40
Figure 40 : Montage de l'arbre sur le stator.....	41
Figure 41 : Montage de roulement 1 sur l'arbre	41
Figure 42 : Montage de clavette sur l'arbre	42
Figure 43 : Montage de pignon	42
Figure 44 : Montage de vis.....	43
Figure 45 : Simulation de la solution	43
Figure 46 : L'arbre modifier.....	47

Introduction Générale

Introduction Générale

En génie mécanique, les réducteurs de vitesse jouent un rôle important dans de nombreuses applications industrielles. Ceux-ci permettent de réduire la vitesse du moteur tout en augmentant simultanément le couple de sortie, assurant ainsi une transmission de puissance efficace dans le système mécanique. Cependant, malgré leur importance, ces réducteurs de vitesse peuvent être sujets à des pannes, ce qui peut entraîner des temps d'arrêt de production coûteux et des problèmes de maintenance.

A la SARL STS (Société tréfilage de la Soummam) une attention toute particulière est portée à l'étude des défaillances des réducteurs de vitesses, notamment au niveau de l'arbre pignons.

Par conséquent, cette étude porte sur l'analyse de la rupture de l'arbre de pignon du réducteur utilisé dans la SARL STS. L'objectif principal de cette étude est d'identifier les causes profondes des défaillances de l'arbre de pignon et de proposer des solutions techniques pour éviter que de tels problèmes ne se reproduisent.

Cette étude comprend une analyse détaillée des mécanismes de rupture et des charges sur l'arbre du pignon. Évaluez les performances de l'arbre de pignon sous diverses charges et conditions environnementales à l'aide d'outils d'analyse avancés tels que la modélisation par éléments finis et la simulation numérique[4].

La solution proposée vise à améliorer la conception de l'arbre du pignon tout en respectant certaines contraintes rencontrées dans l'environnement de travail SARL STS. Des approches innovantes telles que l'utilisation de matériaux plus résistants, l'amélioration des traitements de surface et la modification de la forme de l'arbre du pignon sont envisagées pour améliorer la durabilité et la fiabilité. En résumé, cette étude sur les défaillances des arbres pignons des réducteurs utilisés par la SARL STS vise à apporter des solutions techniques et pratiques pour prévenir ces problèmes récurrents. Il contribue à améliorer la fiabilité des ralentisseurs d'entreprise, à réduire les coûts de maintenance et à améliorer l'efficacité de la production.

Chapitre I

Généralité sur les réducteurs de vitesse

Introduction

Les réducteurs de vitesse jouent un rôle important dans de nombreux domaines industriels et mécaniques. Ils aident à réduire la vitesse du moteur ou du système d'entraînement à un niveau plus adapté à l'application respective. Parmi les différents types de réducteurs de vitesse, les engrenages coniques en spirale sont largement utilisés en raison de leurs caractéristiques et avantages uniques.

Les engrenages en spirale sont une variante courante des réducteurs à engrenages. Ils se composent d'un ou plusieurs engrenages coniques avec des dents disposées en spirale le long d'une surface conique. Les dents hélicoïdales permettent un engrènement fluide et une transmission efficace du couple. Comparaison avec l'engrenage droit,

I.1. Contexte et justification du sujet

Le domaine de la mécanique joue un rôle essentiel dans l'industrie, en assurant le bon fonctionnement des machines et des équipements. Les réducteurs de vitesse, en particulier, sont largement utilisés pour ajuster la vitesse et le couple de sortie des systèmes mécaniques. Cependant, ces composants ne sont pas à l'abri de problèmes de défaillance qui peuvent entraîner des arrêts de production coûteux[2].

Le réducteur de vitesse à engrenage conique de marque Rossi, utilisé dans les machines de fil d'attache, est un exemple courant dans l'industrie. Malheureusement, cet équipement peut être sujet à des défaillances au niveau de l'arbre pignon, , ce qui entraîne des perturbations dans le fonctionnement de la machine et des coûts de réparation élevés. Il est donc impératif de comprendre les causes profondes de ces défaillances et de proposer des solutions efficaces pour prévenir ces problèmes. Ce mémoire se concentre sur l'étude approfondie de la défaillance de l'arbre pignon dans le réducteur de vitesse à engrenage conique de marque Rossi utilisé dans les machines de fil d'attache.

En analysant les causes de défaillance et en proposant une solution adaptée, ce travail de recherche vise à améliorer la fiabilité et la durabilité de ces réducteurs de vitesse, contribuant ainsi à une production plus efficace et à une réduction des coûts de maintenance pour les entreprises du secteur. Ce sujet revêt une importance particulière dans le domaine du génie mécanique, car il permet d'approfondir notre compréhension des mécanismes de défaillance et d'explorer des solutions innovantes pour renforcer les composants clés des systèmes mécaniques, tels que les arbres pignons. En combinant des études théoriques, des analyses de défaillance et des approches de conception, cette recherche s'inscrit dans une démarche pratique visant à améliorer la fiabilité des réducteurs de vitesse et à accroître l'efficacité des machines de fil d'attache.

I.2. Présentation du réducteur de vitesse à engrenage conique de marque Rossi

Le réducteur de vitesse à engrenage conique spiral de marque Rossi est un composant essentiel utilisé dans les machines de fil d'attache. Il joue un rôle crucial dans la transmission de la puissance mécanique en réduisant la vitesse de rotation de l'arbre moteur tout en augmentant le couple disponible à la sortie.

Cela permet d'adapter la vitesse et le couple du moteur aux exigences spécifiques du processus de production. Le réducteur de vitesse de marque Rossi est réputé pour sa fiabilité, sa performance élevée et sa durabilité. Il est conçu avec une configuration à engrenage conique spiral, offrant des avantages tels qu'une transmission de puissance efficace, une faible vibration et un encombrement réduit[4].

Ces caractéristiques en font un choix populaire dans de nombreuses applications industrielles. Le réducteur de vitesse à engrenage conique de marque Rossi est conçu pour résister à des conditions de fonctionnement rigoureuses, avec des charges élevées, des vitesses variables et des cycles de travail fréquents. Il est fabriqué avec des matériaux de haute qualité, tels que des alliages d'acier robustes, et bénéficie d'un processus de fabrication précis pour assurer une performance optimale.

La position du réducteur par rapport au moteur et au machine de fil d'attache voir les figure 1,2,3



Figure 1 : Moteur électrique

Figure 2 : Le réducteur sur la machine

Figure 3 : La machine fil d'attache

I.2.1. Définition de réducteur de vitesse

Un réducteur est un élément qui permet la transmission de puissance entre un moteur et une machine en réduisant la vitesse (rapport de réduction inférieur à 1). Les multiplicateurs de vitesse fonctionnent également bien, mais ne sont pas couverts dans cette étude. Un réducteur est généralement constitué de pièces mécaniques composées d'un générateur (moteur), d'engrenages, d'un mécanisme entraîné (embrayages, freins) et de structures de support (arbres, roulements), généralement intégrés dans un carter. Chaque composant influence le comportement dynamique de la transmission.

Il existe différents types de réducteurs.

Mécanique, hydraulique, pneumatique. Parmi les réducteurs mécaniques, il existe des systèmes tels que :

Poulies/courroies, jeux d'engrenages normaux (parallèles, coniques, à gauche) et trains planétaires (planaires, sphériques). Un réducteur de vitesse est une pièce mécanique à engrenages largement utilisée dans l'industrie des machines. Alimentez à la fois les grands systèmes et les petits appareils. Il a deux axes, un axe d'entrée et un axe de sortie. Inverser l'entrée et la sortie nous donne un multiplicateur. Le nom réducteur est réservé au mécanisme inséré entre le moteur et le récepteur. Si le moteur est monté dans un carter d'engrenage, on parle de motoréducteur. [4]

I.2.2. Les types de réducteurs de vitesses

Les réducteurs sont classés selon la position relative des arbres et les types d'engrenages utilisés pour la transmission de puissance. L'engrenage sert à transmettre un mouvement de rotation par obstacle avec changement de ses caractéristiques. Il est constitué d'un pignon et d'une roue. La plus petite s'appelle le pignon et la plus grande est la roue. La roue et le pignon sont munis de dents à profil particulier (développante de cercle) assurant la transmission.[4]

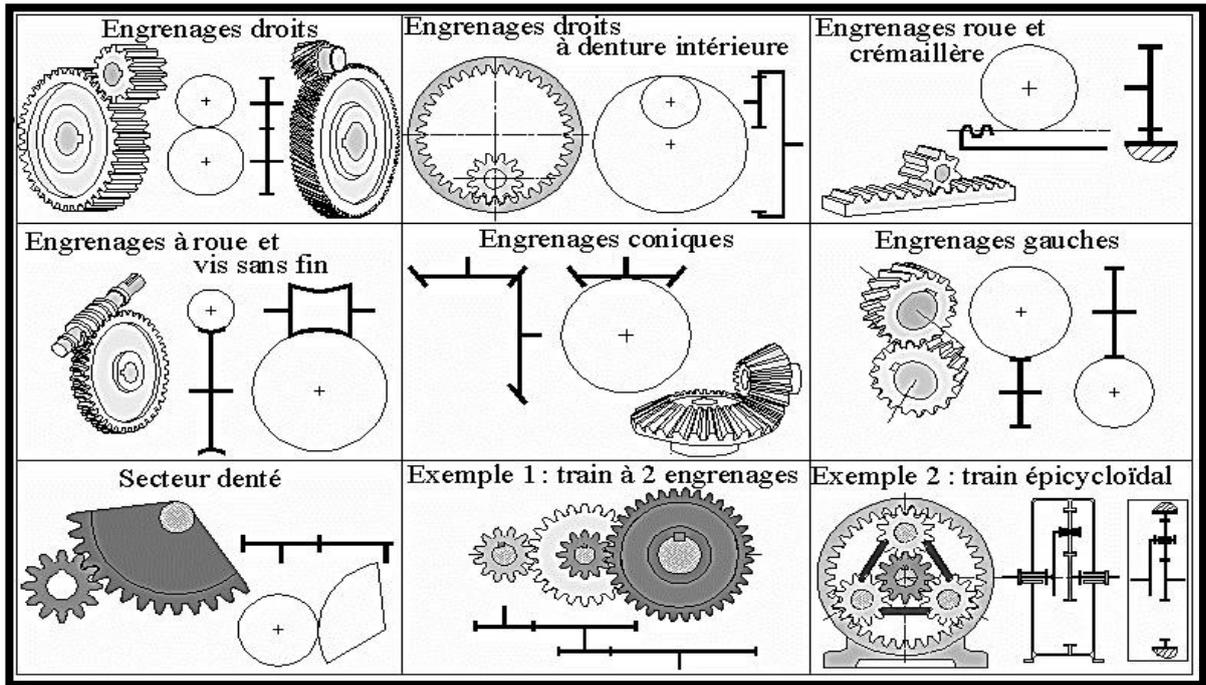


Figure 4 : Schématisation des engrenages[4]

I.2.3. Principe de fonctionnement des réducteurs

Les réducteurs de vitesse sont utilisés pour réduire la vitesse des moteurs (hydrauliques, pneumatiques, thermiques, électriques) pour absorber moins d'énergie et transmettre la puissance au récepteur. Il permet également d'augmenter le couple du moteur pour faire tourner l'élément récepteur sous l'action du nouveau couple. [1]

Dans le cas d'un mouvement de rotation il faut avoir :

- La puissance de moteur : P_m (KW)
- La vitesse motrice : N_m (tr/min)
- La vitesse réceptrice : (tr/min)
- Rendement : γ

La loi d'entrée et de sortie d'un point de vue cinématique revient à établir le rapport entre les vitesses angulaires pour avoir le rapport de réduction comme suit :

$$K = \frac{Nr}{Nm}$$

Si $K < 1$: Réducteur ;

Si $K > 1$: Multiplicateur.

Raison d'un réducteur à train de plusieurs engrenages :

$$r = (-1)^n \frac{\text{produit de nombre de dents des roues menantes}}{\text{produit de nombre de dents des roues menées}}$$

Où n est le nombre de contacts extérieurs.

Si r est positif : même sens de rotation entre l'entrée et la sortie.

Si r est négatif : sens contraire de rotation entre l'entrée et la sortie.

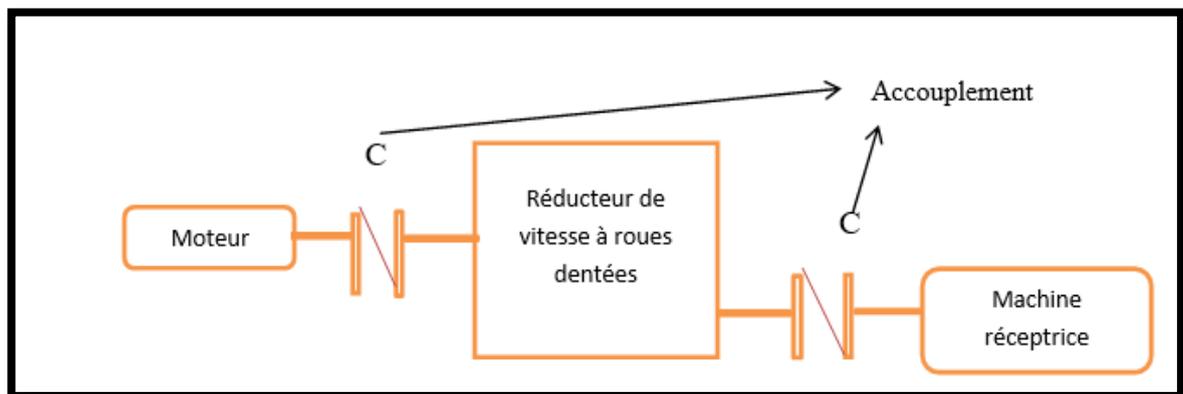


Figure 5 : La position du réducteur par rapport au moteur et au récepteur[4]

I.2.4. Schéma cinématique

Les schémas cinématiques des engrenages usuels normalisés sont représentés ci-dessous.

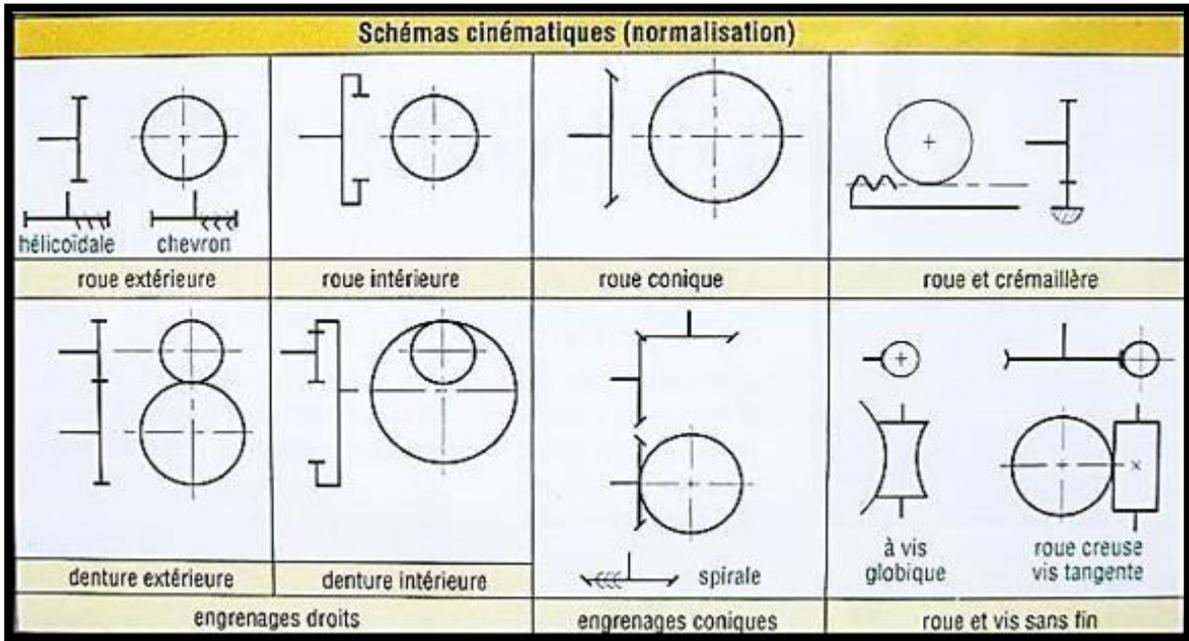


Figure 6 : Schéma cinématique[1]

I.2.5. Différentes formes de détérioration des engrenages ou arbres

Les détériorations les plus typiques sont la rupture, les piquûres, l'usure, l'écaillage, le grippage et les déformations plastiques des surfaces actives. [2]

A. La rupture

Elle est due essentiellement à la fatigue, à un mauvais traitement thermique ou à une mauvaise répartition des charges. Chaque engrenement de dents produit des contraintes de flexion alternatives à allure périodique. La modification brusque de la forme de la dent au niveau de son congé de raccordement donne lieu à une concentration des contraintes. Après un certain nombre de cycles, il se produit une fissure dans la zone qui se propage jusqu'à la rupture de la dent[2].

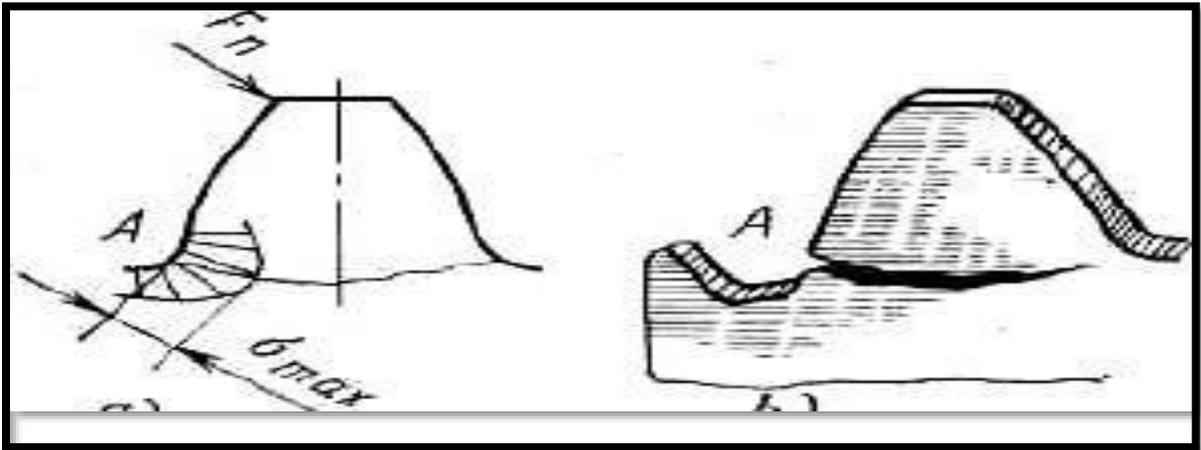


Figure 7 : Rupture des dents[2]

B. A la piqûre

Autres types de détérioration des engrenages est la formation des piqûres en surface active des dents à cause de non lubrification de celles-ci. Les piqûres perturbent le profil de la dent et augmentent le coefficient de frottement, et donc la force de frottement et l'échauffement. Ces derniers vont croître les contraintes mécaniques au niveau des dents[5].

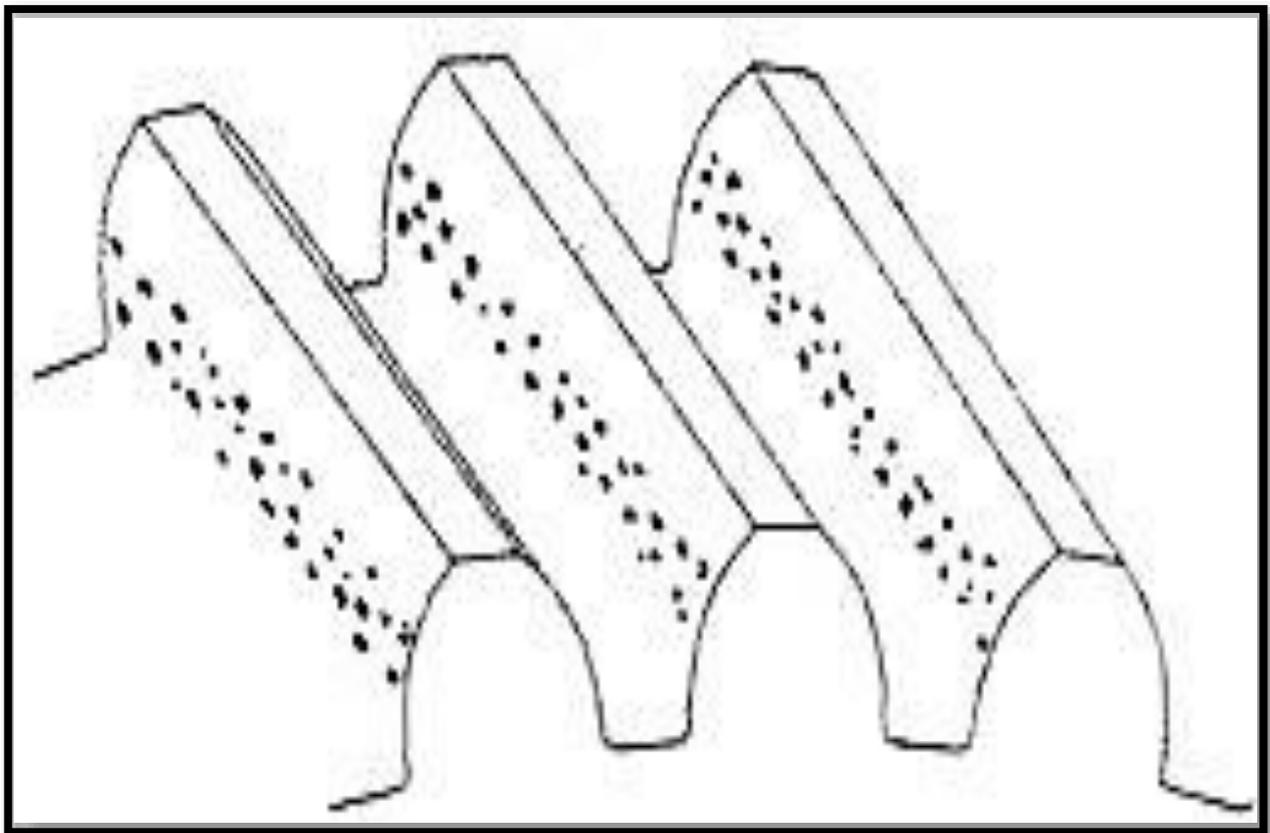


Figure 8 : Les piqûres sur les dents[2]

C. L'usure

L'usure est également un mode de défaillance des dents, elle est maximale en début d'approche d'un couple de dent (racine de la dent de la roue menante) et en fin de retrait (sommet de la dent de la roue menante),

là où les vitesses de glissement entre les dents sont les plus élevées. L'usure est faible au centre de la dent car la vitesse de glissement est nulle. L'usure s'accélère avec l'augmentation de la force de contact et avec l'insuffisance du lubrifiant car nous aurons un contact métal-métal, l'usure affecte le profil de la dent comme les piqûres et augmente le frottement. L'usure par abrasion résulte de la présence par pollution des matériaux solides dans le lubrifiant, ces matériaux font rayer les dents et accélèrent leur usure.

D. L'écaillage

L'écaillage est le détachement de petits morceaux de la couche superficielle cimentée des dents à cause d'une mauvaise cimentation ou d'une faible épaisseur de la couche cimentée ou d'un effort important appliqué sur les dents.



Figure 9 : Ecaillage des dents

E. Le grippage

Le grippage des dents se produit dans la zone de rupture du film d'huile, dans cette zone, la pression de contact est élevée et les particules existantes entre les surfaces de contact se soudent avec ces surfaces. Le grippage pourra avoir lieu si la lubrification est mal choisie ou si la vitesse de glissement est élevée. Le choix correct de la nuance et de la viscosité de l'huile, de la durée d'action de la charge, de l'état de surface, de la dureté des surfaces actives, du matériau des roues, du type de rodage des dents, tous ces paramètres empêchent un éventuel grippage. [3]

F. Cisaillement de l'arbre

Les réducteurs coniques à denture spirale sont des composants mécaniques essentiels offrant de nombreux avantages. Pour garantir une longue durée de vie et éliminer les problèmes de cisaillement de l'arbre au niveau du circlips, des modifications structurelles telles que le renforcement de l'arbre et du bâti peuvent être apportées. De plus, une lubrification adéquate et un entretien régulier sont nécessaires. En prenant ces mesures, il est possible d'assurer une longue durée de vie et des performances optimales pour les réducteurs coniques à denture spirale [3].

Chapitre II

Problème de Cisaillement de l'arbre étudié

Introduction

Lorsqu'il s'agit de réducteurs à engrenage conique spiralés, le phénomène du cisaillement d'arbre au niveau du circlips peut poser des défis significatifs. Les réducteurs à engrenage conique spiralés sont des composants essentiels dans de nombreuses applications industrielles, offrant une transmission de puissance efficace et un couple élevé. Cependant, en raison des forces intenses et des contraintes mécaniques auxquelles ils sont soumis, les arbres de ces réducteurs peuvent subir des contraintes importantes, notamment au niveau du circlips.

Le circlips joue un rôle crucial dans les réducteurs à engrenage conique spiralés en maintenant la position axiale de l'arbre à l'intérieur du réducteur. Cependant, les forces de cisaillement exercées sur l'arbre peuvent entraîner des déformations. Ces défaillances peuvent provoquer un jeu excessif dans l'alignement axial de l'arbre, ce qui peut à son tour causer des dommages supplémentaires à l'arbre lui-même ainsi qu'aux engrenages.

Comprendre les mécanismes du cisaillement d'arbre dans les réducteurs à engrenage conique spiralés et trouver des solutions pour atténuer ces problèmes est d'une importance capitale. Des recherches approfondies ont été menées pour identifier les causes du cisaillement d'arbre et développer des solutions techniques visant à renforcer la résistance à la rupture de l'arbre aux niveaux de circlips.

Cette introduction se concentrera sur les aspects essentiels du cisaillement d'arbre dans les réducteurs à engrenage conique spiralés, en mettant en évidence le rôle crucial du circlips dans la transmission de la puissance motrice et les mécanismes de défaillance potentiels. Nous examinerons également les approches et les solutions techniques actuelles utilisées pour minimiser les risques de cisaillement d'arbre dans ces réducteurs, afin de garantir leur durabilité et leur performance optimale.

II.1. Objectif

L'objectif de la recherche sur le cisaillement d'arbre du réducteur à engrenage conique spirale est d'étudier les mécanismes de défaillance et de comprendre les facteurs qui contribuent au cisaillement de l'arbre dans ce type de réducteur. Cette recherche vise à analyser les contraintes, les charges et les conditions de fonctionnement qui entraînent le cisaillement de l'arbre, ainsi que les conséquences de cette défaillance sur les performances et la durabilité du réducteur.

La recherche sur le cisaillement d'arbre dans les réducteurs à engrenage conique spirale vise à identifier les principales causes de défaillance, telles que les charges excessives, les défauts de conception, les erreurs de montage, les défauts de lubrification ou les matériaux inappropriés. Elle cherche également à évaluer les effets de différents paramètres, tels que la géométrie des engrenages, les jeux, les tolérances, les contraintes résiduelles et les conditions de fonctionnement, sur la durabilité de l'arbre.

Les résultats de cette recherche peuvent permettre d'améliorer la conception des réducteurs à engrenage conique spirale en proposant des modifications ou des ajustements pour réduire les contraintes et les risques de cisaillement de l'arbre. Elle peut également contribuer à l'optimisation des paramètres de fonctionnement, tels que la charge, la vitesse, la lubrification et la maintenance, afin de prolonger la durée de vie du réducteur et d'améliorer sa fiabilité.

En fin de compte, l'objectif de la recherche sur le cisaillement d'arbre dans les réducteurs à engrenage conique spirale est de fournir des connaissances approfondies sur les mécanismes de défaillance et de proposer des solutions et des recommandations pour prévenir cette défaillance et améliorer les performances des réducteurs. Cela contribue à l'avancement des connaissances dans le domaine de l'ingénierie des transmissions mécaniques et permet aux concepteurs et aux fabricants de prendre des décisions éclairées pour concevoir des réducteurs plus fiables et durables.

II.2. Conception du réducteur de vitesse

La conception assistée par ordinateur (CAO) d'un réducteur de vitesse est une étape essentielle dans le processus de développement de ce type de système mécanique. La CAO permet aux ingénieurs de créer des modèles virtuels précis du réducteur de vitesse, de tester différentes configurations, d'optimiser les performances et d'anticiper les contraintes et les défaillances potentielles avant la phase de fabrication[6].

la CAO d'un réducteur de vitesse nécessitent une expertise en ingénierie mécanique et l'utilisation de logiciels de CAO tels que Fusion 360, Soli Works, CATIA, etc. Ces outils permettent de créer des modèles 3D, d'effectuer des simulations et d'optimiser la conception du réducteur de vitesse avant sa fabrication.

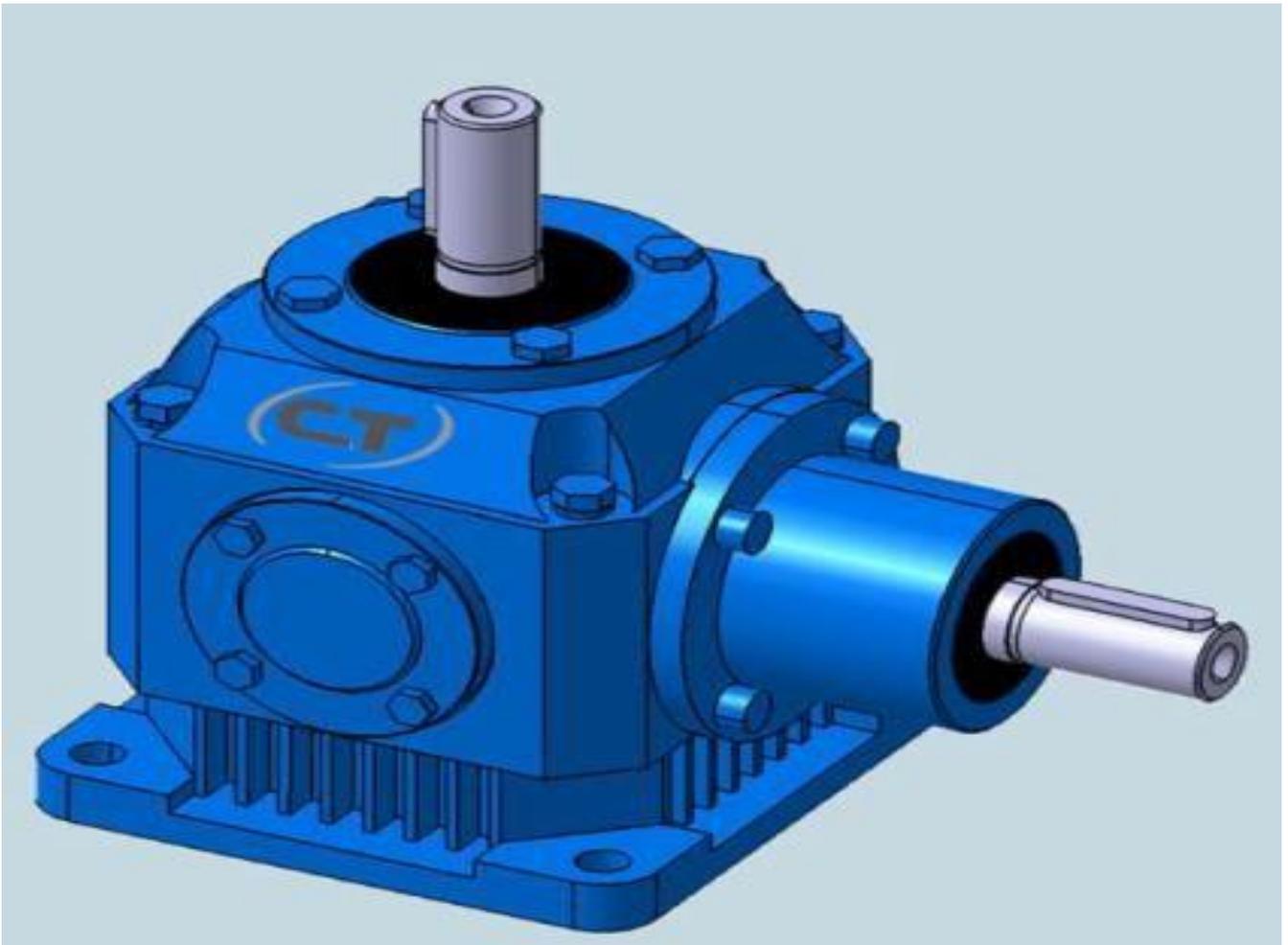


Figure 10 : Assemblage de réducteur à engrenage conique spiral [4]

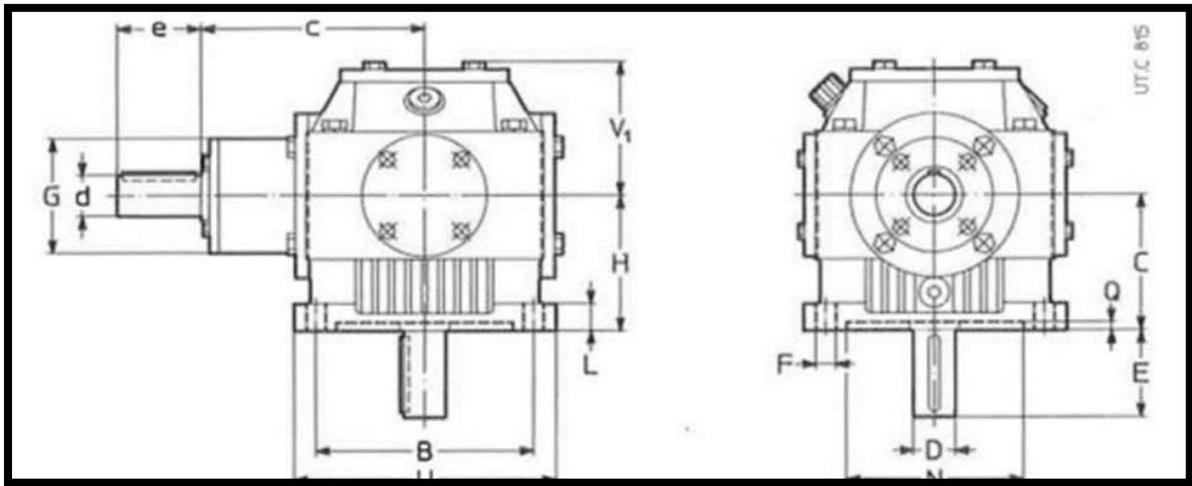


Figure 11 : Dessin d'assemblage [3]

Grandeur mm	B	C	c	D	E	d	C	F	G	H	L	V	Masse kg	Graisse kg
125	155	100	168	28	60	28	60	14	88	100	20	85	24	1,1

Tableau 1 : Cotation d'assemblage [4]

II.3. Présentation de fusion 360

Fusion 360 est un logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO) et de modélisation 3D développé par Autodesk. Il offre une suite complète d'outils de conception, d'ingénierie et de fabrication assistée par ordinateur (FAO) intégrés dans une seule plateforme.

Fusion 360 permet aux concepteurs et aux ingénieurs de créer des modèles 3D précis, d'effectuer des simulations, d'optimiser des designs, de générer des plans de fabrication et de collaborer avec d'autres membres de l'équipe de projet, le tout dans un environnement en ligne. Il est utilisé dans une variété de domaines, tels que l'ingénierie mécanique, l'architecture, l'automobile, l'aérospatiale, le design produit et bien d'autres encore[1].

Les principales fonctionnalités de Fusion 360 comprennent :

II.3.1. Modélisation 3D

Fusion 360 permet de créer des modèles 3D précis en utilisant des fonctionnalités telles que la modélisation par esquisse, la modélisation solide, la modélisation surfacique et la modélisation directe.

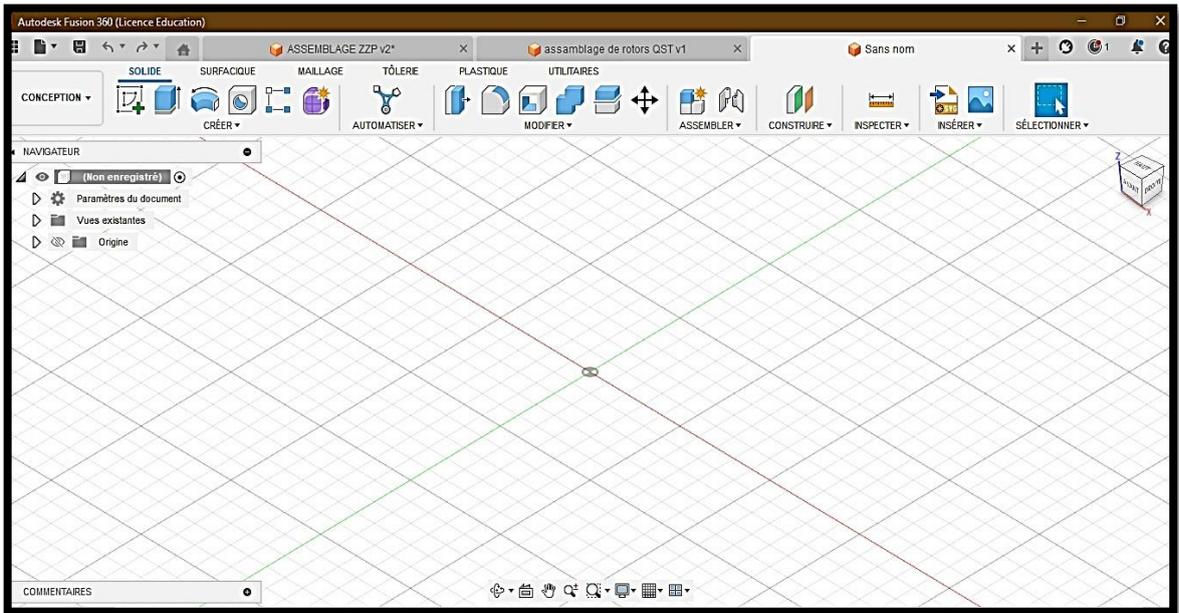


Figure 12 : Modélisation 3D[2]

II.3.2. Simulation

Il offre des outils d'analyse et de simulation intégrés pour évaluer les performances des conceptions, tels que la résistance des matériaux, l'analyse des contraintes, la simulation des fluides et bien plus encore.

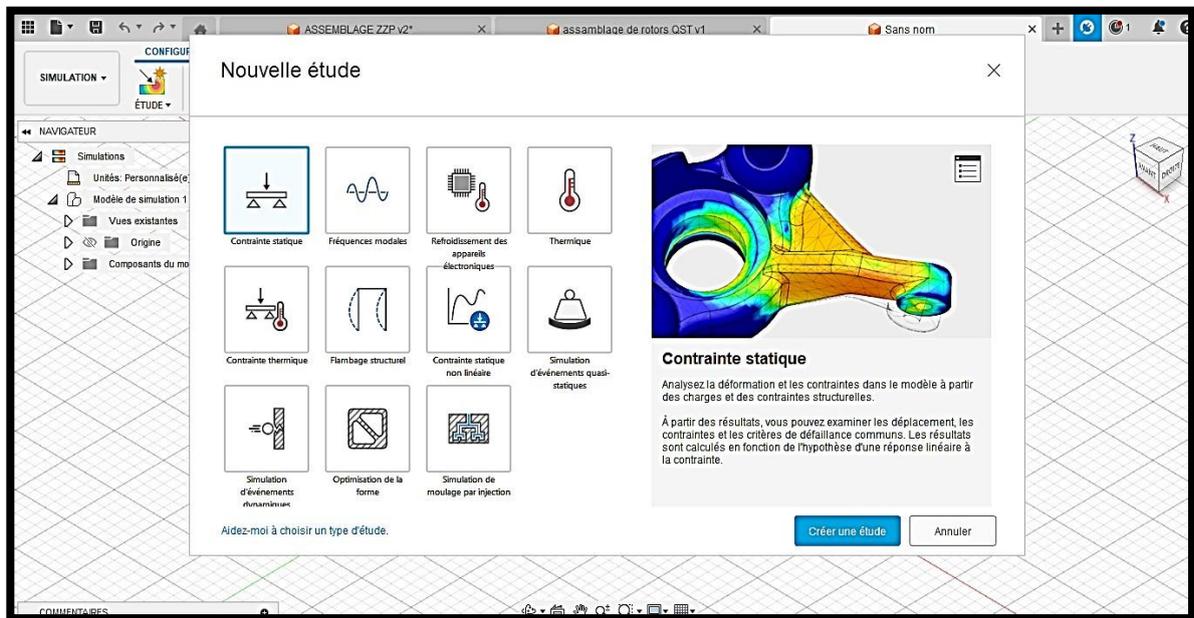


Figure 13 : Simulation et analyse[2]

II.3.3. Fabrication assistée par ordinateur (FAO)

Fusion 360 permet de générer des trajets d'outils pour l'usinage CNC, de créer des programmes pour l'impression 3D, d'optimiser les méthodes de fabrication et de collaborer avec des partenaires de fabrication.

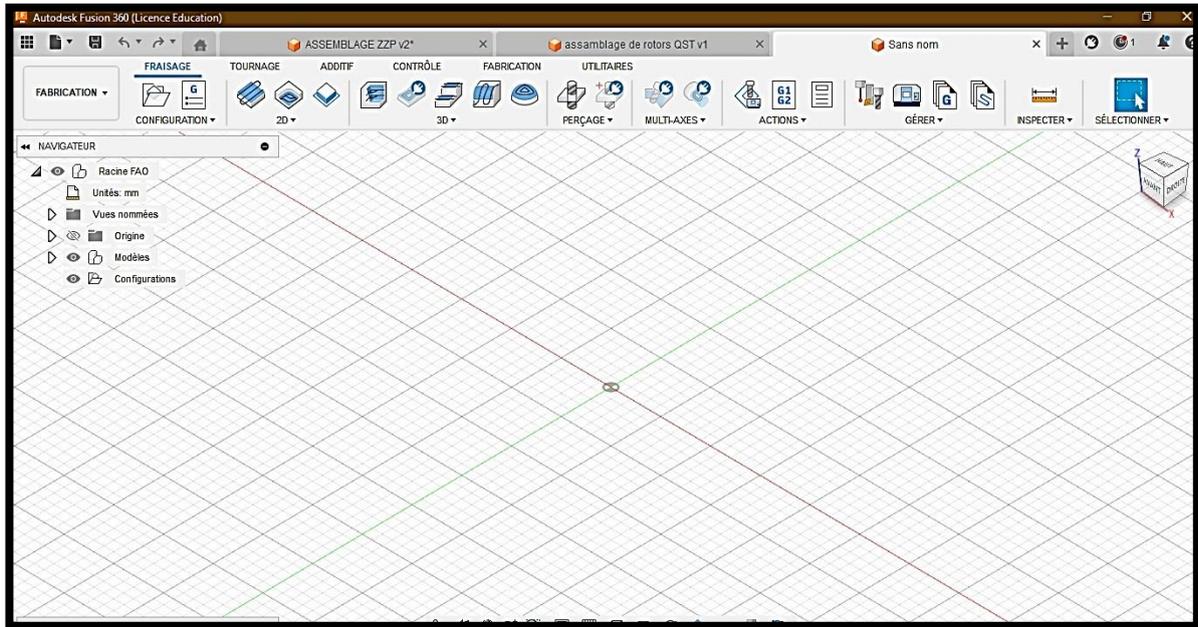


Figure 14 : Fabrication assisté par ordinateur[2]

II.3.4. Rendu et visualisation

Il propose des fonctionnalités de rendu réaliste pour créer des images et des animations réalistes de vos conceptions. Il permet également de créer des vues éclatées, des animations de mécanismes et des présentations visuelles[5].

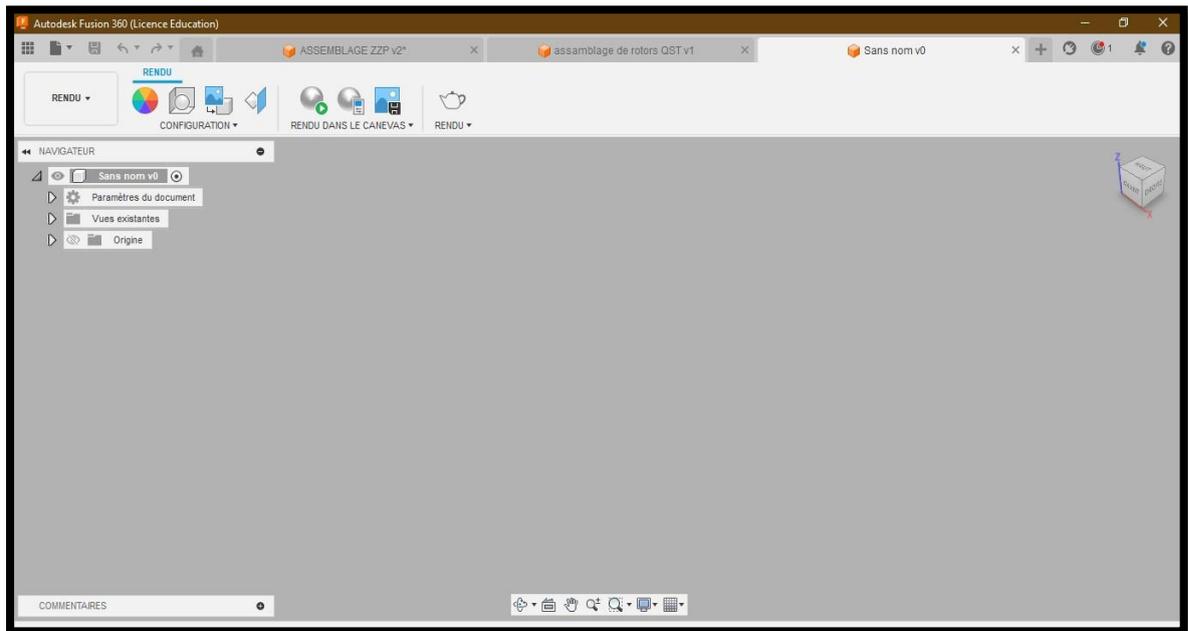


Figure 15 : Les fonctionnalités de rendu réaliste

II.3.5. Collaboration en ligne

Fusion 360 permet à plusieurs utilisateurs de travailler simultanément sur un même projet, de partager des fichiers et de collaborer en temps réel. Il facilite également la communication avec les membres de l'équipe grâce à des commentaires et des annotations.

Fusion 360 est une solution polyvalente pour les professionnels de la conception et de l'ingénierie, offrant une intégration complète des différentes étapes du processus de développement de produits. Son approche basée sur le cloud permet aux utilisateurs d'accéder.

II.4. Présentation de réducteur de vitesse pièce par pièce

II.4.1. Description de la Pièce 1

Ces deux pièces sont la carcasse de réducteur son rôle est d'abriter et de protéger les différents composants internes du réducteur. La carcasse est la structure externe du réducteur, qui est généralement fabriquée en fonte, en acier ou en aluminium. Elle est conçue pour fournir un support solide et stable aux engrenages et aux autres éléments internes, tout en assurant une protection contre les influences externes telles que les chocs, les vibrations et les contaminants.

Matériaux utilisé : en fonte 200 UNI ISO 185 fixation par bride

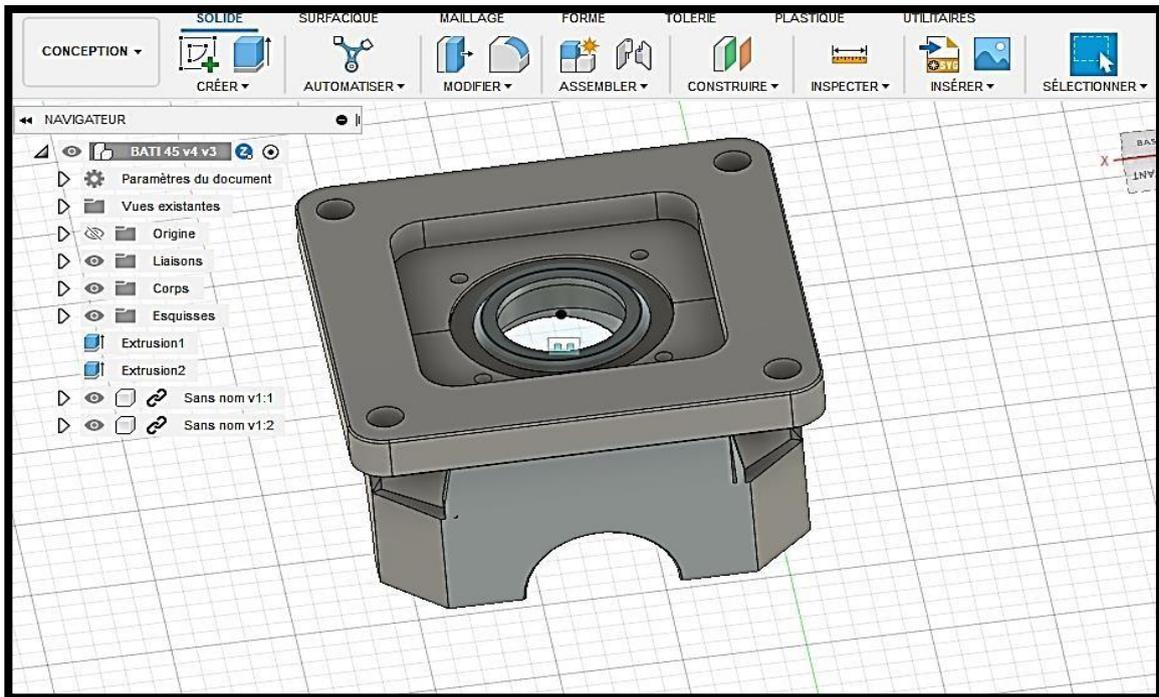


Figure 16 : Modélisation 3d de carcasse

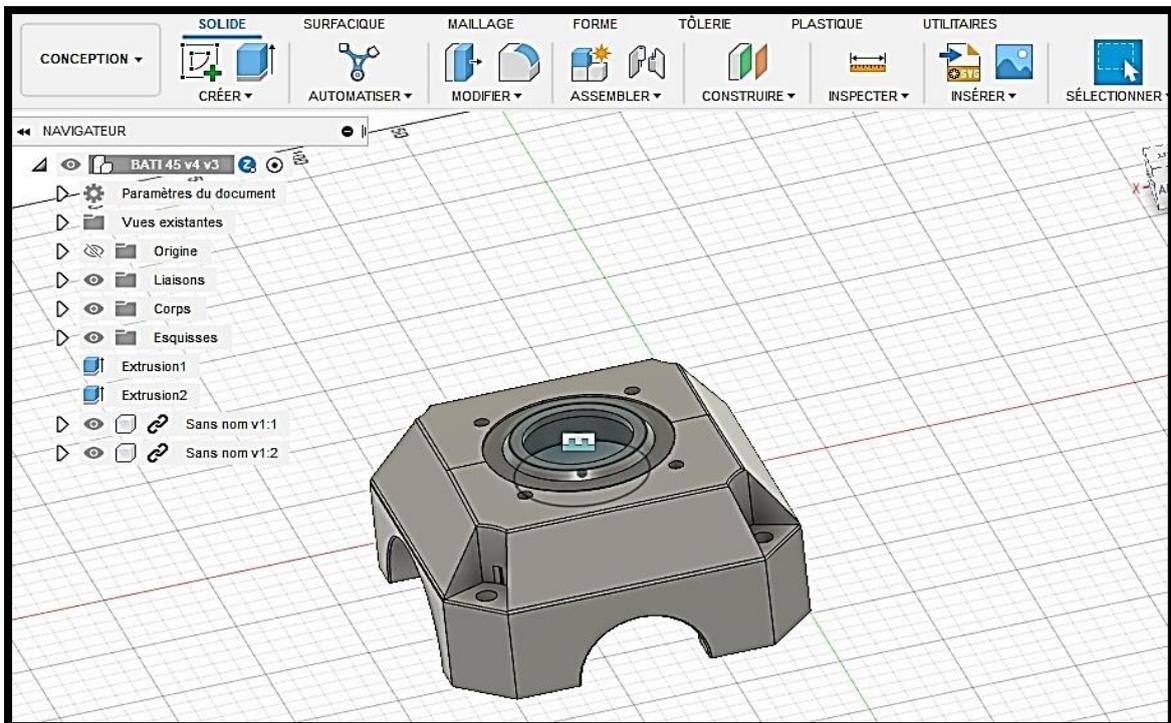


Figure 17 : Modélisation 3d de carcasse

II.4.2. Description de la Pièce 2

Cette pièce est L'arbre pignon menant, également connu sous le nom d'arbre d'entraînement principal, est un composant clé d'un réducteur de vitesse. Son rôle principal est de transmettre la puissance et le couple de rotation du moteur ou de la source d'entraînement aux pignons du réducteur.

Matériaux utilisé : en acier a trempe totale C40 UNI 7845-78

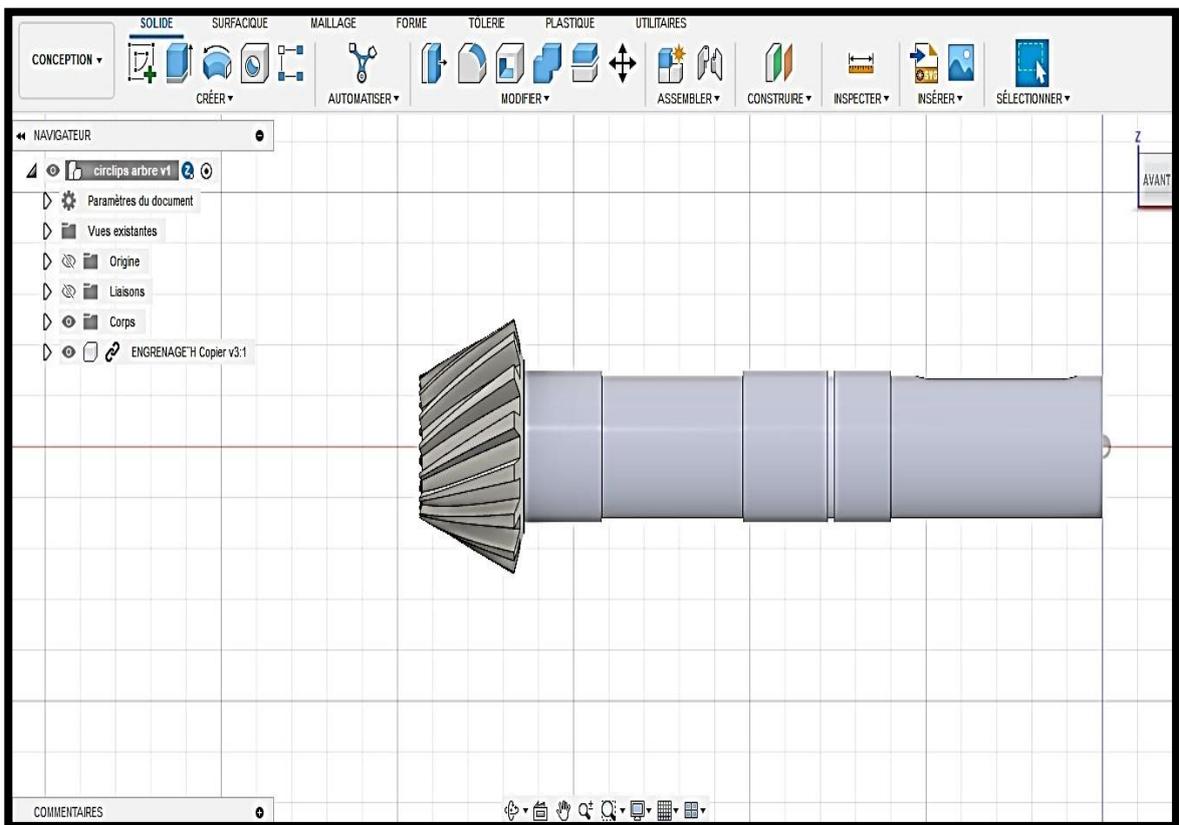


Figure 18 : Modélisation 3d d'arbre pignon menant

II.4.3. Description de la Pièce 3

Cette pièce est Le stator, dans le contexte d'un réducteur de vitesse, fait référence à une partie fixe de l'arbre pignon menant. Son rôle principal est d'assurer le support et le positionnement approprié des composants internes du réducteur.

Matériau utilisé : est en fonte 200 UNI ISO 185

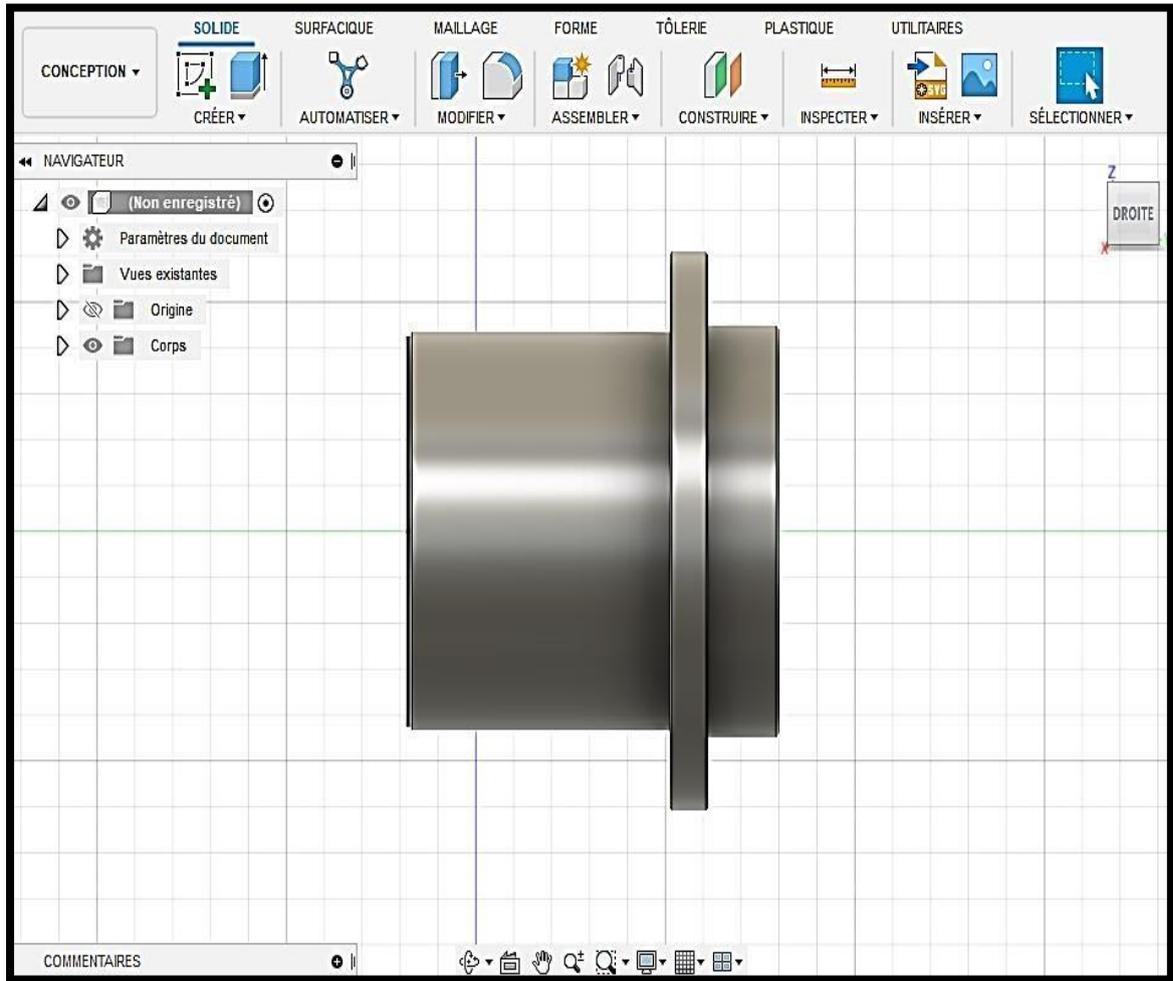


Figure 19 : Modélisation 3d de stator de l'arbre pignon menant

II.4.4. Description de la Pièce 4

Le rôle de la roue dentée conique spiralée de l'arbre mené d'un réducteur de vitesse est essentiel dans la transmission de puissance et la réduction du rapport de vitesse. Cette roue dentée conique spiralée est l'un des éléments clés du système d'engrenage du réducteur de vitesse.

Matériau utilisé : Engrenages en acier 16 CrNi4

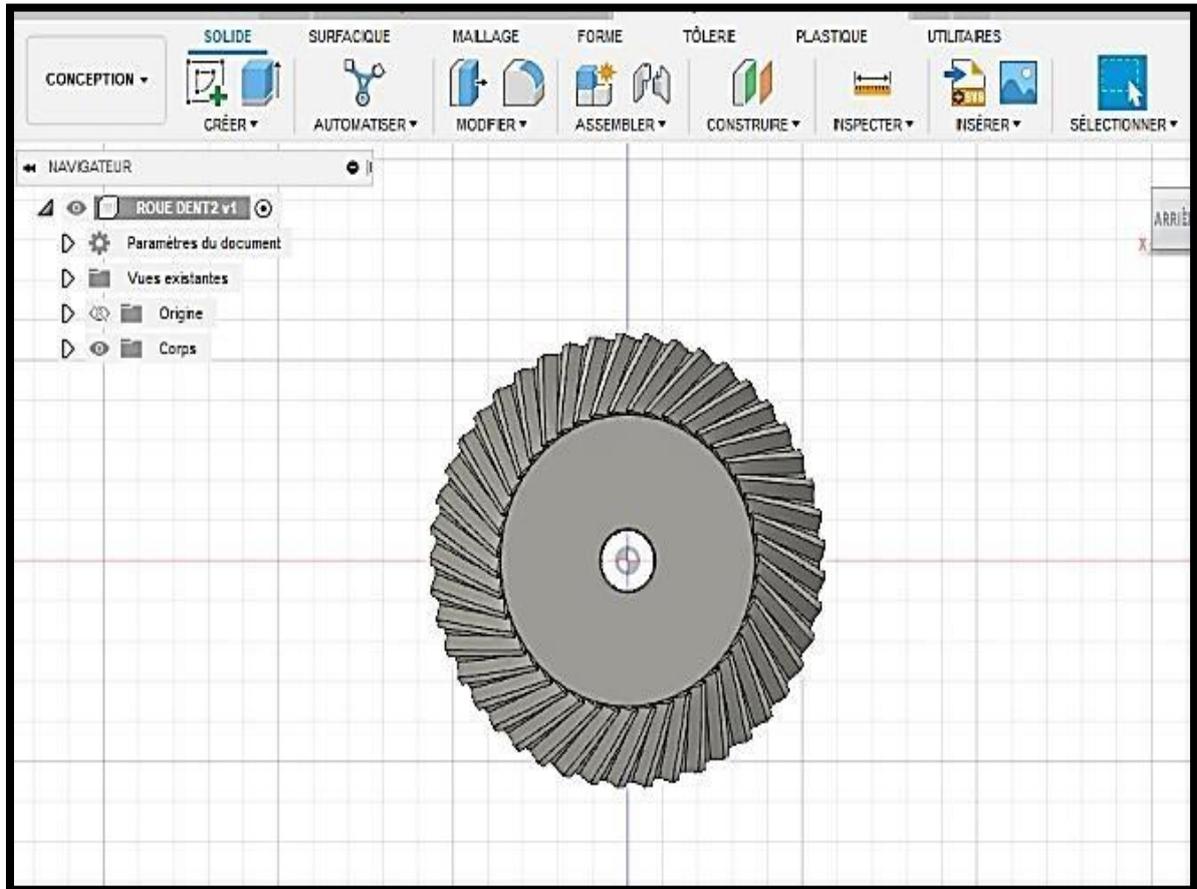


Figure 20 : Modélisation 3d la roue denté de l'arbre mené

II.4.5. Description de la Pièce 5

Arbre menée de réducteur de vitesse son rôle est de recevoir le mouvement et la puissance transmis par l'arbre moteur et de les transférer aux engrenages coniques spiralés. Cet arbre joue un rôle clé dans la transmission de la force et du couple entre les engrenages, ce qui permet de réduire la vitesse de rotation et d'augmenter le couple de sortie.

Matériaux utilisé : en acier à trempe totale C40 UNI 7845-78

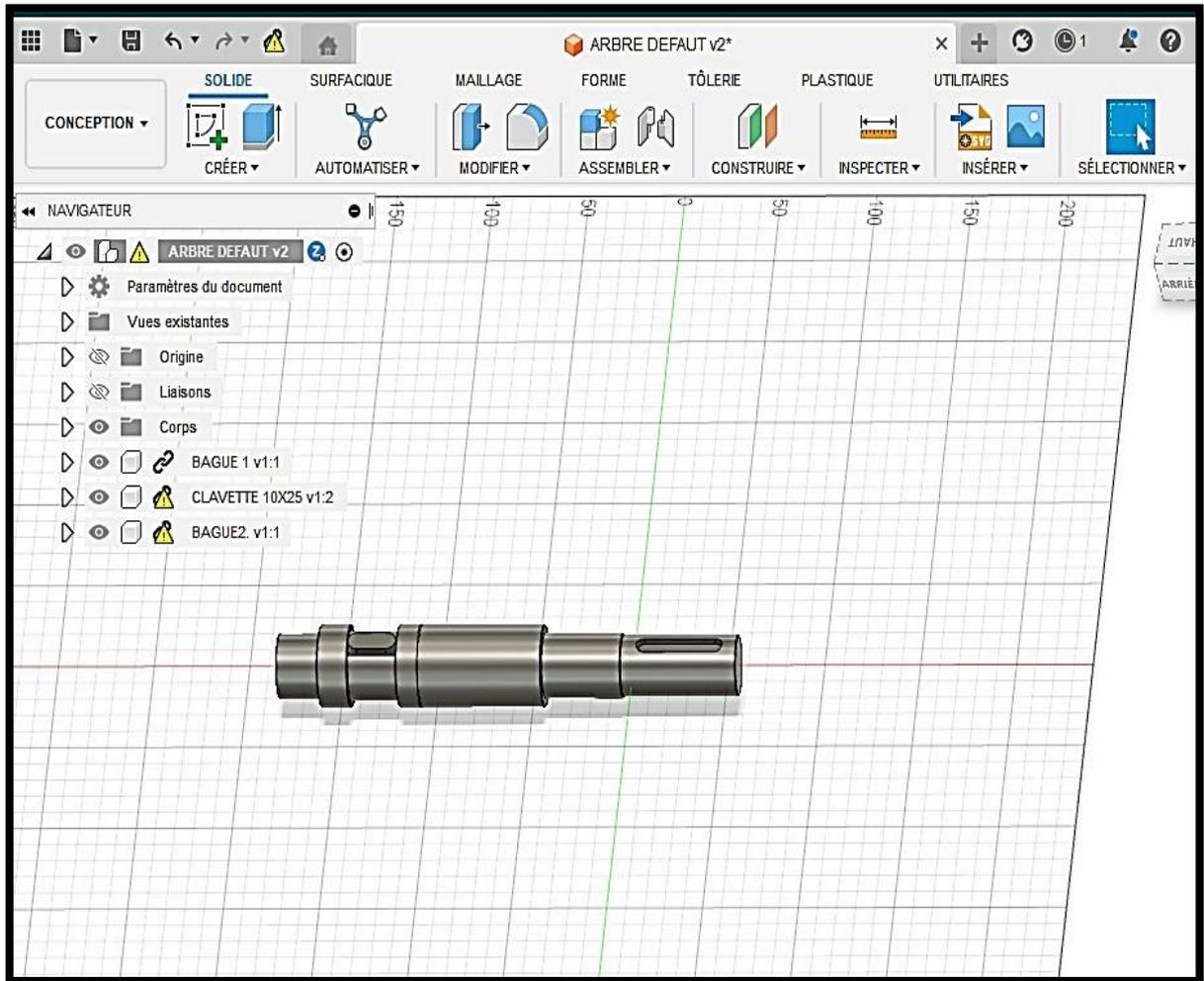


Figure 21 : Conception et modélisation 3d de l'arbre mené

II.4.6. Description de la Pièce 6

Le rôle des bouchons dans un réducteur de vitesse est de fournir des points d'accès pour l'inspection, la maintenance et le remplissage d'huile du réducteur. Les bouchons sont des éléments de fermeture utilisés pour sceller les ouvertures et les orifices présents sur le boîtier du réducteur. Ils peuvent être fabriqués en métal, en plastique ou en caoutchouc, selon les exigences de conception du réducteur.

Matériaux utilisé : en fonte 200 UNI ISO 185

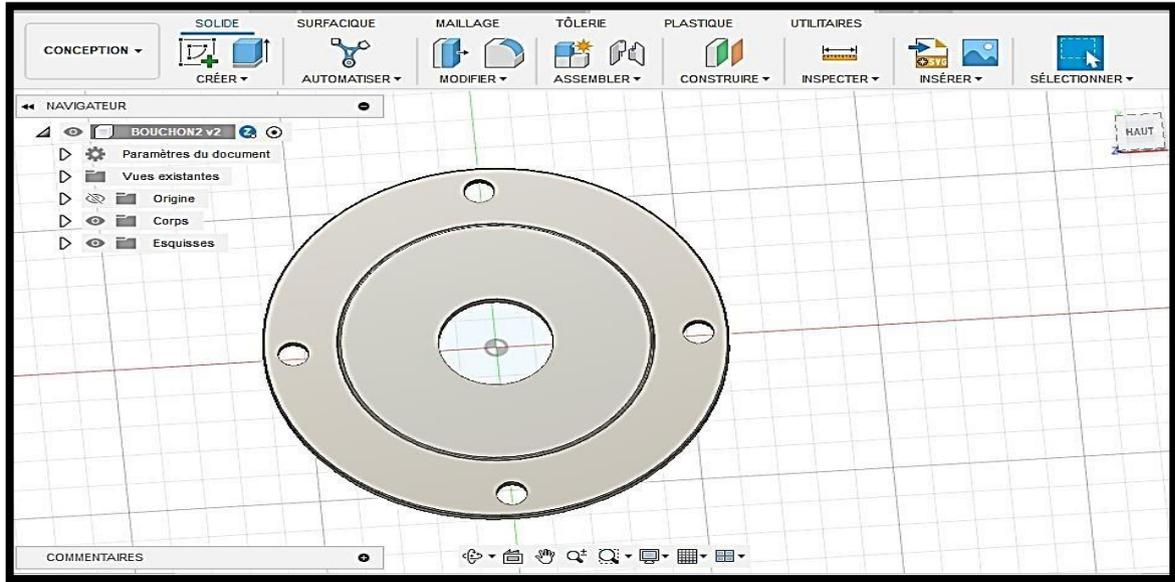


Figure 22 : Modélisation 3d

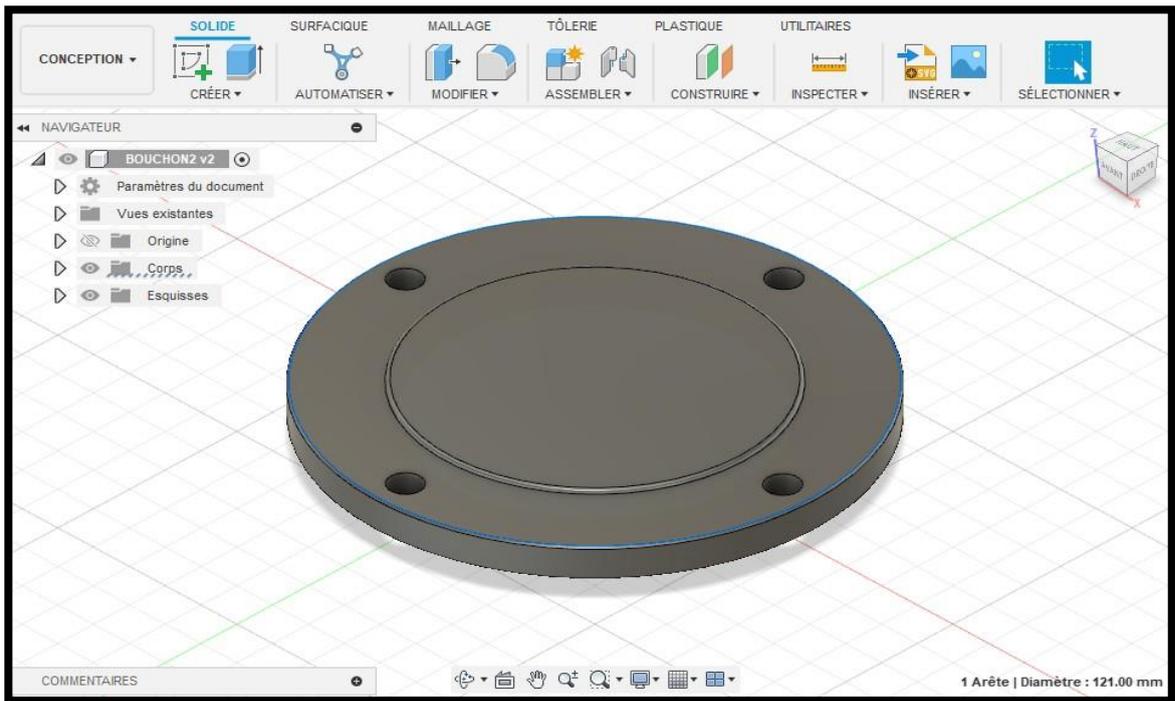


Figure 23 : Modélisation 3d de bouchon

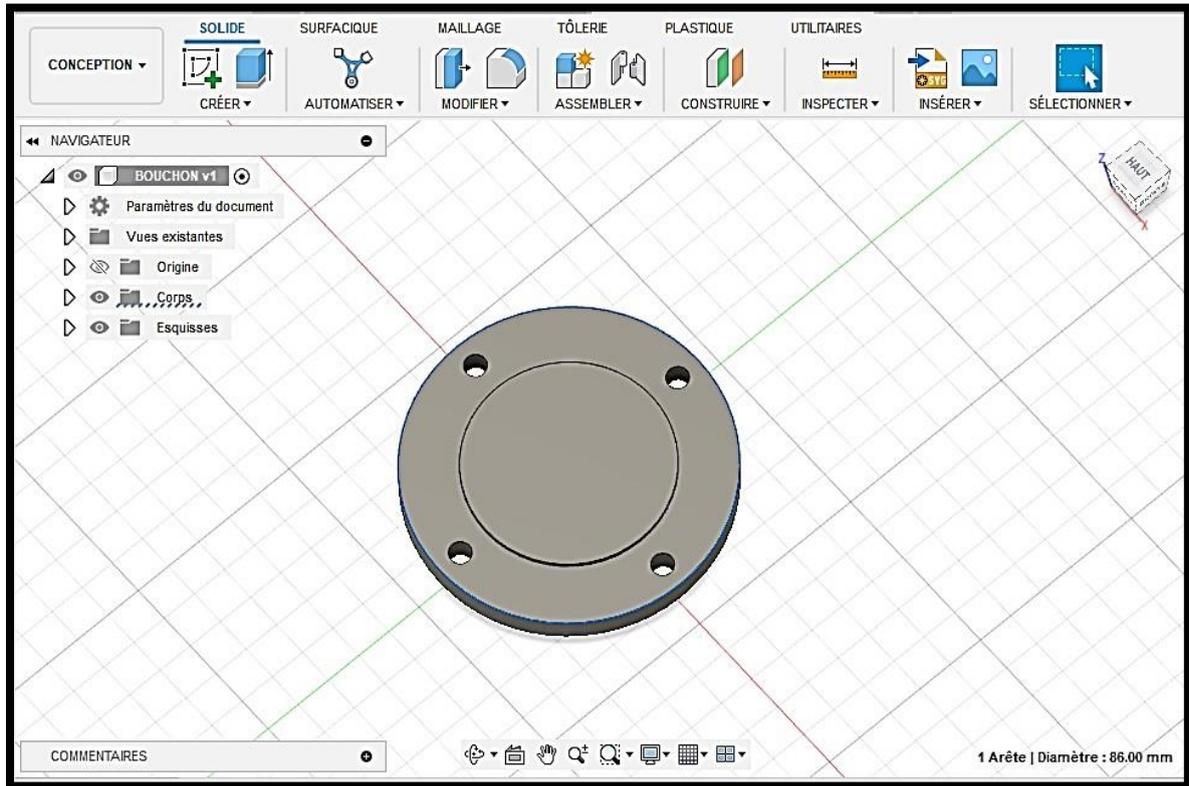


Figure 24 : Bouchon

II.4.7. Description de la Pièce 7

Roulement à rouleaux conique Le rôle des roulements à rouleaux coniques dans un système mécanique est de supporter des charges radiales et axiales élevées, ainsi que de faciliter la rotation en réduisant les frottements. Les roulements à rouleaux coniques sont conçus avec des surfaces de roulement coniques à la fois sur la bague intérieure et sur la bague extérieure, ce qui leur confère des caractéristiques uniques.

Matériaux utilisé : en acier

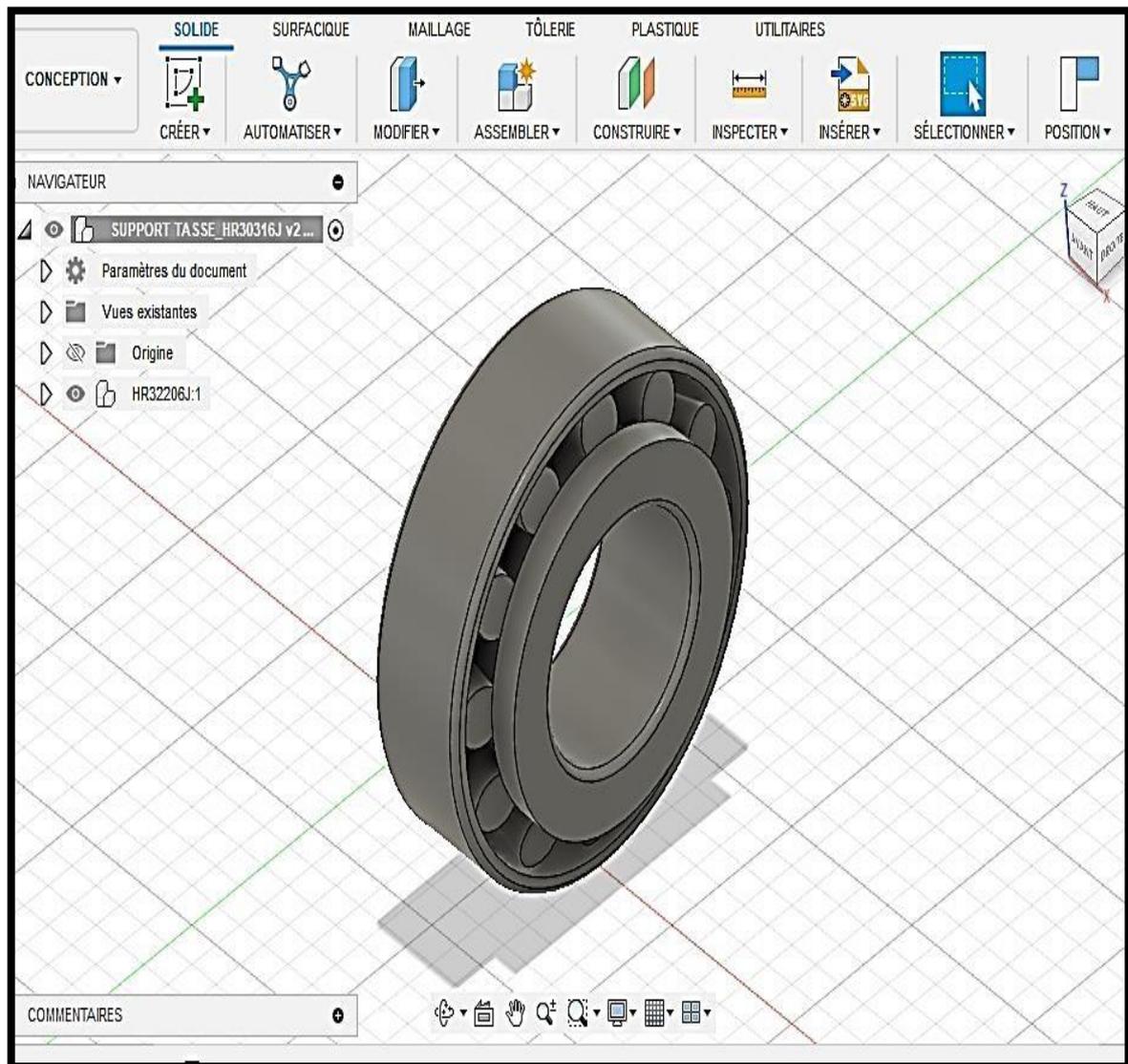


Figure 25 : Modélisation 3d de roulement a rouleaux conique

II.4.8. Description de la Pièce 7

Le rôle des circlips, également connus sous le nom de clips de retenue ou de clips d'arrêt, est de sécuriser et de retenir des composants dans des assemblages mécaniques. Les circlips sont des anneaux métalliques en forme de C ou de E qui sont insérés dans des gorges spéciales usinées sur les arbres ou dans les logements.

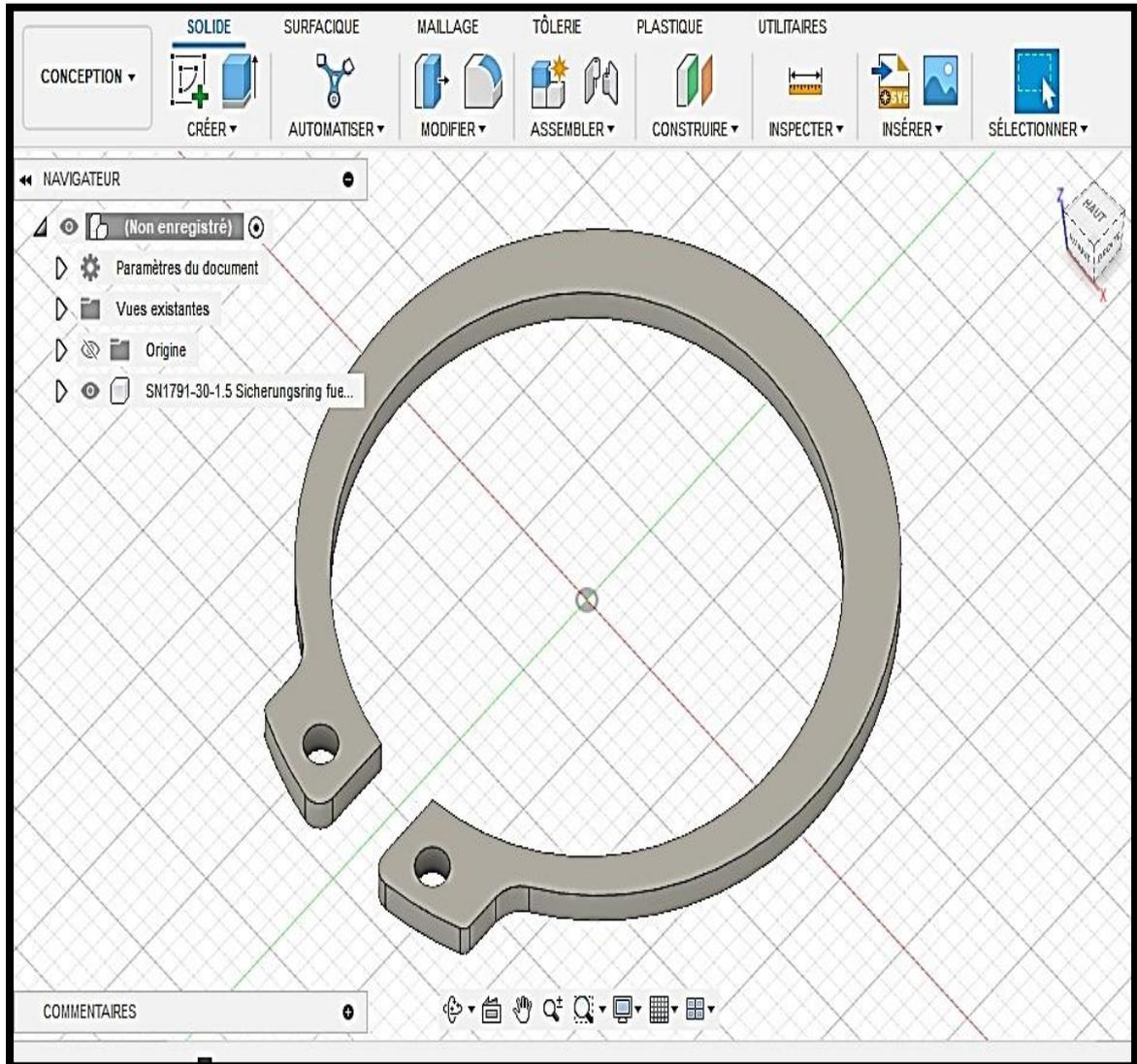


Figure 26 : Modélisation 3d de circlips

II.4.9. Description de la Pièce 9

Anneaux élastique, également connu sous le nom de joint d'étanchéité à lèvres, est un élément essentiel dans de nombreux systèmes mécaniques. Son rôle principal est d'assurer une étanchéité efficace entre des pièces en mouvement, généralement un arbre et un boîtier, afin d'empêcher la fuite de liquides ou de gaz.

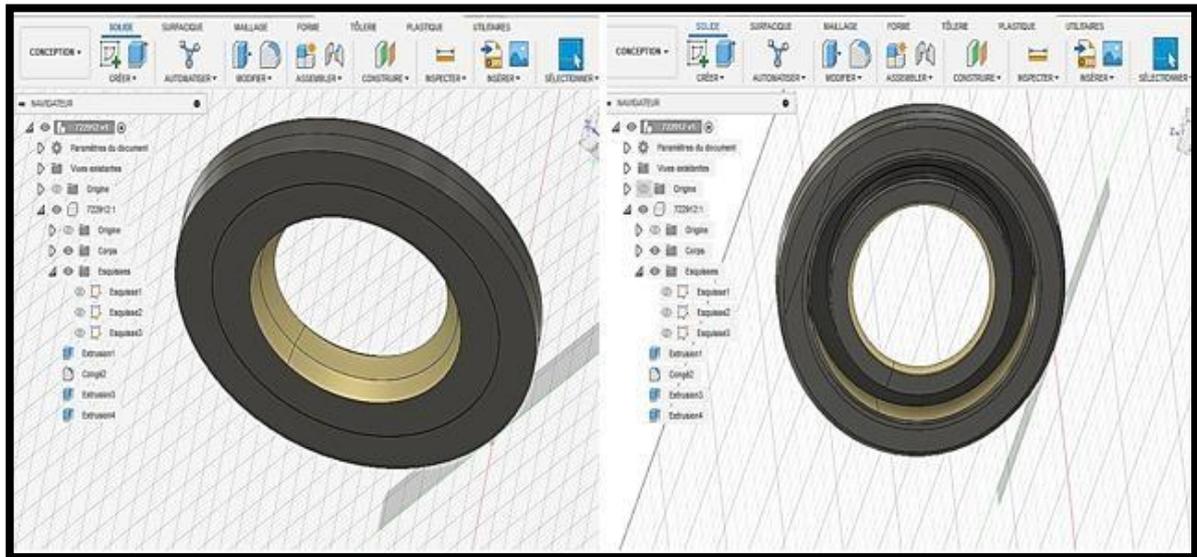


Figure 27 : Modélisation 3d d'anneaux élastique

II.5. Simulation

Avant de procéder à la simulation de l'arbre menant d'un réducteur de vitesse, il est essentiel de calculer les efforts appliqués sur cet arbre. Ces calculs permettent de déterminer les charges de travail et les contraintes mécaniques auxquelles l'arbre sera soumis, ce qui est crucial pour concevoir un arbre robuste et dimensionné de manière appropriée.

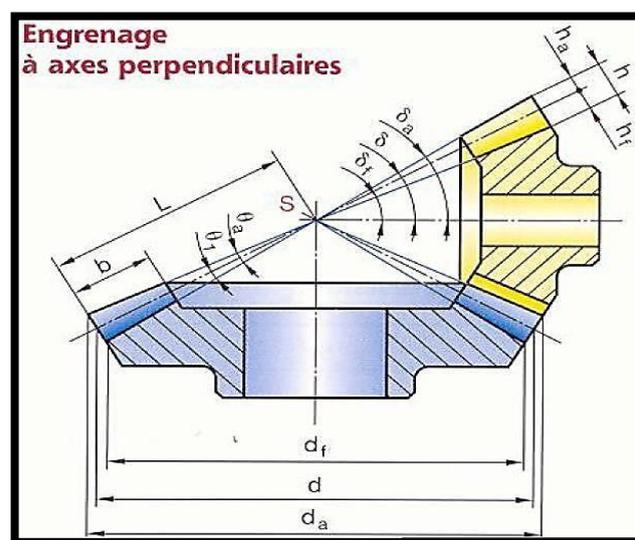


Figure 28 : Engrenage a axes perpendiculaires

[1]

Module (sur le cône complémentaire)	m	Déterminé par la résistance des matériaux et choisi dans les modules normalisés (§ 73.12)**.	
Nombre de dents	z	Déterminé à partir du rapport des vitesses angulaires : $\frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{n_A}{n_B} = \frac{z_B}{z_A}$	
Largeur de denture	b	Pour des raisons de taillage : $\frac{1}{4} L < b < \frac{1}{3} L$	
Diamètres primitifs	d	$d_A = m \cdot z_A$	$d_B = m \cdot z_B$
Angles primitifs	δ	$\tan \delta_A = z_A / z_B$	$\tan \delta_B = z_B / z_A$
Saillie	h_a	$h_a = m$	
Creux	h_f	$h_f = 1,25 m$	
Hauteur de dent	h	$h = h_a + h_f = 2,25 m$	
Diamètre de tête	d_a	$d_{aA} = d_A + 2 m \cos \delta_A$	$d_{aB} = d_B + 2 m \cos \delta_B$
Diamètre de pied	d_f	$d_{fA} = d_A - 2,5 m \cos \delta_A$	$d_{fB} = d_B - 2,5 m \cos \delta_B$
Angle de saillie	θ_a	$\tan \theta_a = m/L$	avec $L = \frac{d_A}{2 \sin \delta_A}$
Angle de creux	θ_f	$\tan \theta_f = 1,25 m/L$	
Angle de tête	δ_a	$\delta_{aA} = \delta_A + \theta_a$	$\delta_{aB} = \delta_B + \theta_a$
Angle de pied	δ_f	$\delta_{fA} = \delta_A - \theta_f$	$\delta_{fB} = \delta_B - \theta_f$

Tableau 2 : différent Formule pour calculé la dimension de l'engrenage [1]

II.6. Distribution des efforts

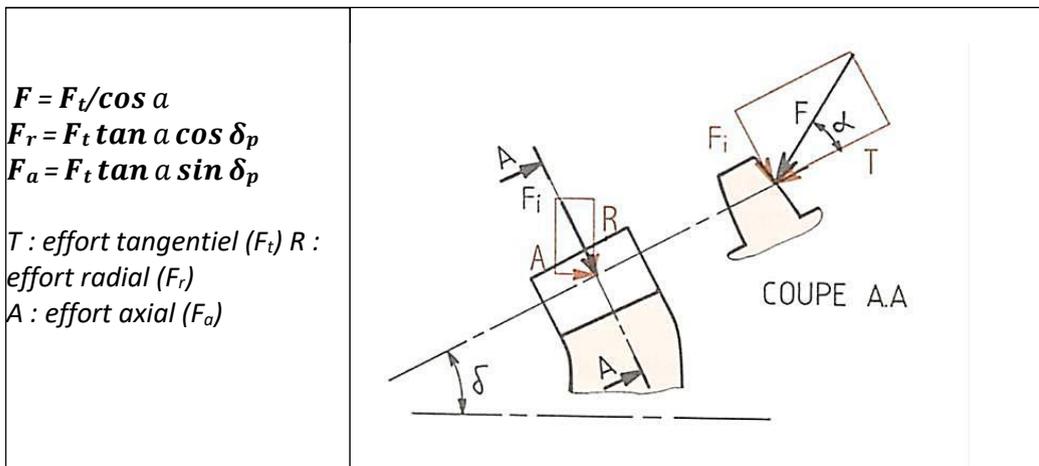


Figure 29 : Distribution des efforts sur la denture 1 [1]

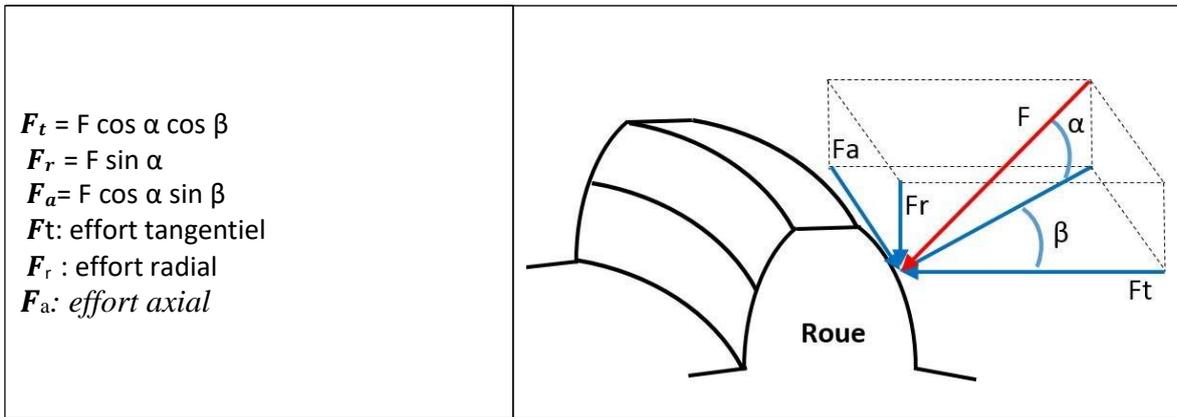


Figure 30 : Distribution des efforts sur la denture 2[1]

Calcul des efforts :

Le calcul des efforts tangentiels, radiaux et axiaux dans un engrenage conique dépend de plusieurs facteurs, tels que le profil des dents, les dimensions de l'engrenage, les conditions de charge et les paramètres de fonctionnement [1]

Calcul de couple moteur C_p :

$$C_p = \frac{\text{puissance en watte} \times 30 \text{rad/s}}{\pi \times \text{vitesse de rotation Tr/min}}$$

$$C_p = \frac{18300W \times 30}{\pi \times 1400 \text{Tr/Min}} = 124,82 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Angle primitif moyen de pignon R_p :

$$\tan \delta_p = \frac{Z_a = 45}{Z_b = 16} = 2,8125$$

$$\delta_p = \tan^{-1}(2,8125) = 70,42^\circ$$

Calcul de l'effort tangentiel :

$$F_t = \frac{\text{le couple (N.m)}}{\text{Rpm(mm)}} = \frac{124,82}{20,6} = 6059,22 \text{ N}$$

Calcul de l'effort radial :

$$Fr = Ft \times \tan \alpha \times \cos \delta p =$$

$$Fr = 6059,22 \times \tan 20 \times \cos 70,42 = 739,07 \text{ N}$$

Calcul de l'effort axiale :

$$Fa = Ft \times \tan \alpha \times \sin \delta p =$$

$$Fa = 6059,22 \times \tan 20 \times \sin 70,42 = 2077,59 \text{ N}$$

Calcul de moment :

$$Mt = Ft \times R_{mp} (m) =$$

$$Mt = 6059,22 \times 0,02 = 124,81 \text{ N.m}$$

$$Mz = Fa \times R_{pm} =$$

$$Mz = 2077,07 \times 0,02 = 42,78 \text{ N.m}$$

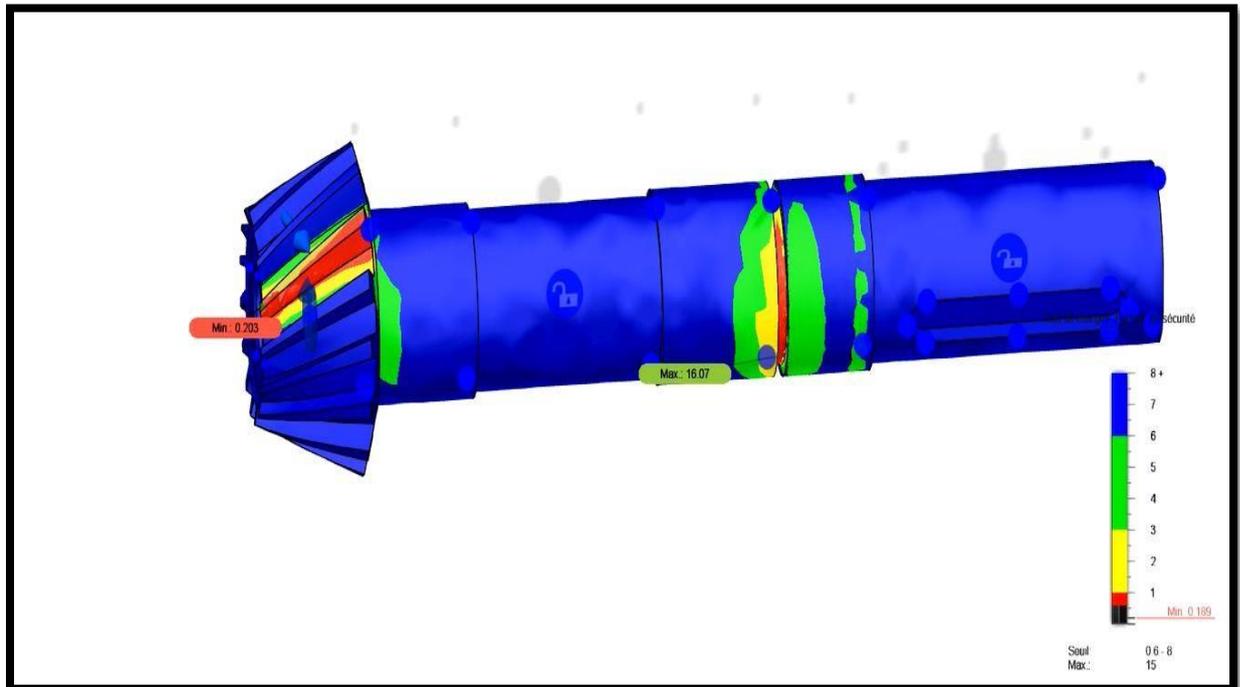


Figure 31 : Simulation de l'arbre menant d'origine

Matériaux utilisé : C40 UNI

Coefficient de sécurité=0,3

Avant toute amélioration, la simulation de l'arbre menant du réducteur de vitesse révèle un coefficient de sécurité extrêmement bas de seulement 0,3 dans la zone critique où les circlips sont situés. Ce faible coefficient de sécurité indique un risque élevé de défaillance des circlips, avec des contraintes de cisaillement excessives susceptibles de causer une déformation plastique ou une rupture des composants.

La simulation met en évidence des zones de déformation plastique critique ou des contraintes dépassant largement les limites admissibles, mettant en péril la stabilité et la performance globale du réducteur de vitesse. Ces résultats soulignent l'urgence d'intervenir pour renforcer cette zone critique et réduire les risques de défaillance catastrophique.

III. Chapitre III

Proposition de solution

Introduction

Lors de la simulation de l'arbre menant d'un réducteur de vitesse, une zone critique a été identifiée, notamment au niveau des circlips. Les circlips, également appelés anneaux élastiques ou anneaux de retenue, sont des éléments de fixation utilisés pour maintenir les composants en place sur l'arbre et éviter tout mouvement indésirable. [4]

Cependant, il a été constaté que cette zone où les circlips sont situés présente des défaillances potentielles. Les contraintes mécaniques élevées exercées sur les circlips, notamment les contraintes de cisaillement, peuvent entraîner une déformation excessive, une rupture ou un mauvais fonctionnement des circlips. Cela peut compromettre la stabilité et la performance globale du réducteur de vitesse. [4]

Dans cette perspective, il est nécessaire de proposer une solution pour remédier à ces défaillances au niveau des circlips. L'objectif de cette proposition est d'améliorer la fiabilité et la durabilité de l'arbre menant, en assurant un maintien sécurisé des composants tout en réduisant les risques de défaillance.

De plus, cette proposition de solution devra également prendre en compte les contraintes de fabrication, les coûts et les contraintes de maintenance, tout en garantissant une compatibilité avec les autres composants du réducteur de vitesse. [4]

III.1. Modes de blocage axial des bagues d'un roulement

L'ajustement serré (blocage radial) est généralement insuffisant à moins qu'on cherche à empêcher d'éventuels glissements en cas de force axiale nulle[4].

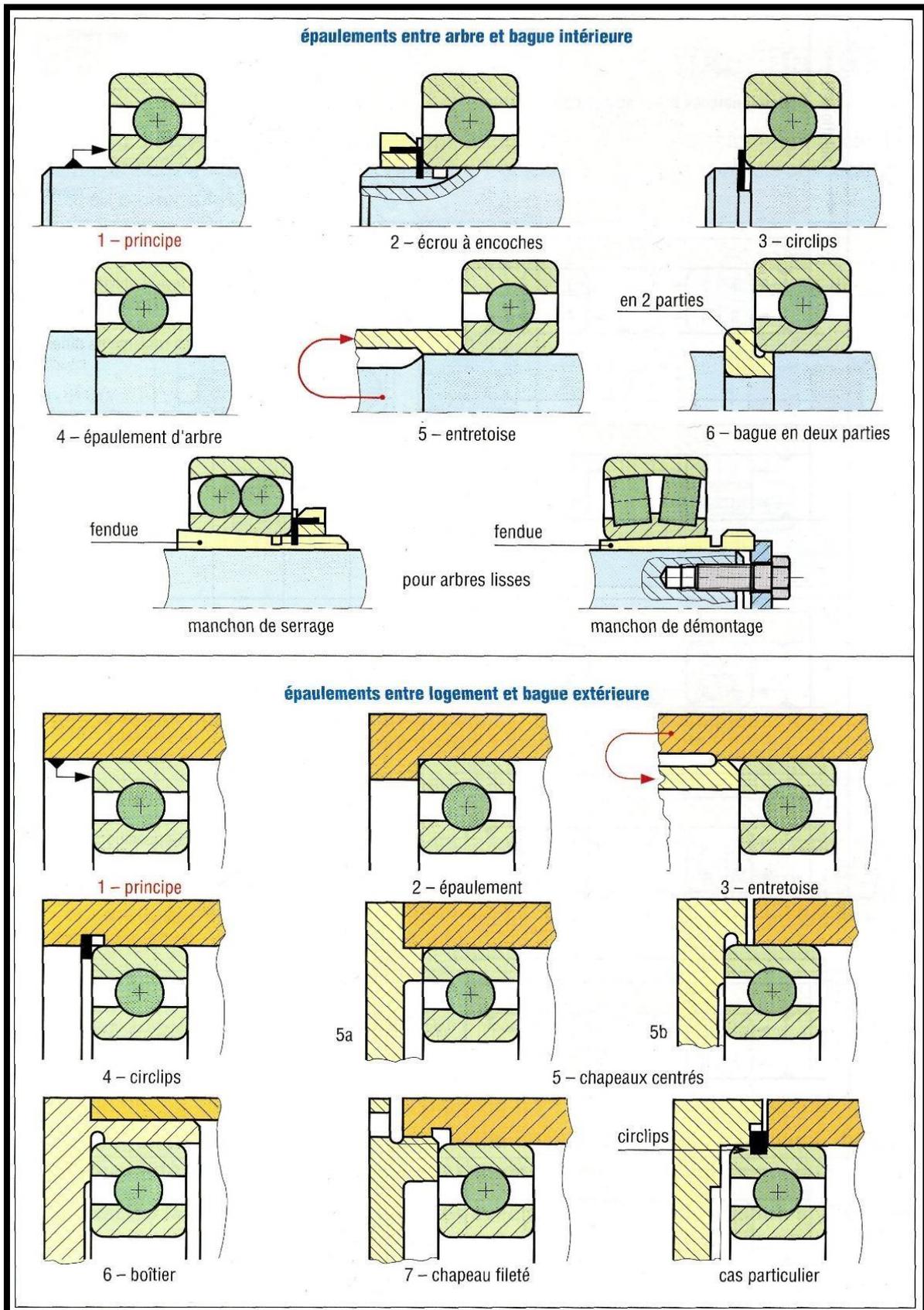


Figure 32 : Mode de blocage axial[1]

III.2. Proposition de solution

Solution proposée : Utilisation d'une section d'arbre avec épaulement pour renforcer le blocage axial d'un roulement dans la zone du circlips.

Le circlips joue un rôle crucial dans le blocage axial d'un roulement sur l'arbre, mais il peut entraîner des contraintes excessives dans cette zone. Après une étude approfondie, il a été décidé de remplacer la section de l'arbre par une section dotée d'un épaulement afin de renforcer le blocage axial du roulement.

L'épaulement est une caractéristique structurelle ajoutée à la section de l'arbre. Il est spécifiquement conçu pour assurer un blocage solide du roulement, limitant ainsi les mouvements axiaux indésirables. En fournissant une surface d'appui plus large, l'épaulement offre une meilleure résistance au glissement du roulement et maintient une position stable, même sous des charges et des contraintes élevées.

Cette solution présente plusieurs avantages significatifs. Tout d'abord, elle renforce la stabilité axiale du roulement, empêchant tout déplacement indésirable lors d'applications à haute charge ou à forte vibration. L'épaulement offre une zone de contact plus importante entre l'arbre et le roulement, ce qui augmente la friction et améliore le maintien de la position axiale.

De plus, l'épaulement réduit les contraintes concentrées dans la zone du circlips. En fournissant une transition en douceur entre la partie principale de l'arbre et la section du circlips, il répartit les contraintes plus uniformément le long de l'arbre, limitant ainsi les risques de défaillance due à des contraintes excessives.

La mise en œuvre de cette solution implique la conception et la fabrication d'une nouvelle section d'arbre avec l'épaulement intégré. Les techniques de fabrication modernes, telles que l'usinage de précision, peuvent être utilisées pour créer cette section spécifique. Une fois fabriqué, l'arbre avec l'épaulement peut être installé dans les équipements existants, remplaçant ainsi la section précédente et renforçant le blocage axial du roulement.

En conclusion, l'utilisation d'une section d'arbre avec épaulement constitue une solution efficace pour renforcer le blocage axial d'un roulement dans la zone du circlips. Cette approche permet de limiter les contraintes excessives, assurant ainsi une meilleure stabilité et fiabilité du système. En adoptant cette solution, les entreprises peuvent réduire

les risques de défaillance du roulement, améliorer les performances de leurs équipements et garantir la sécurité des opérations. [4]

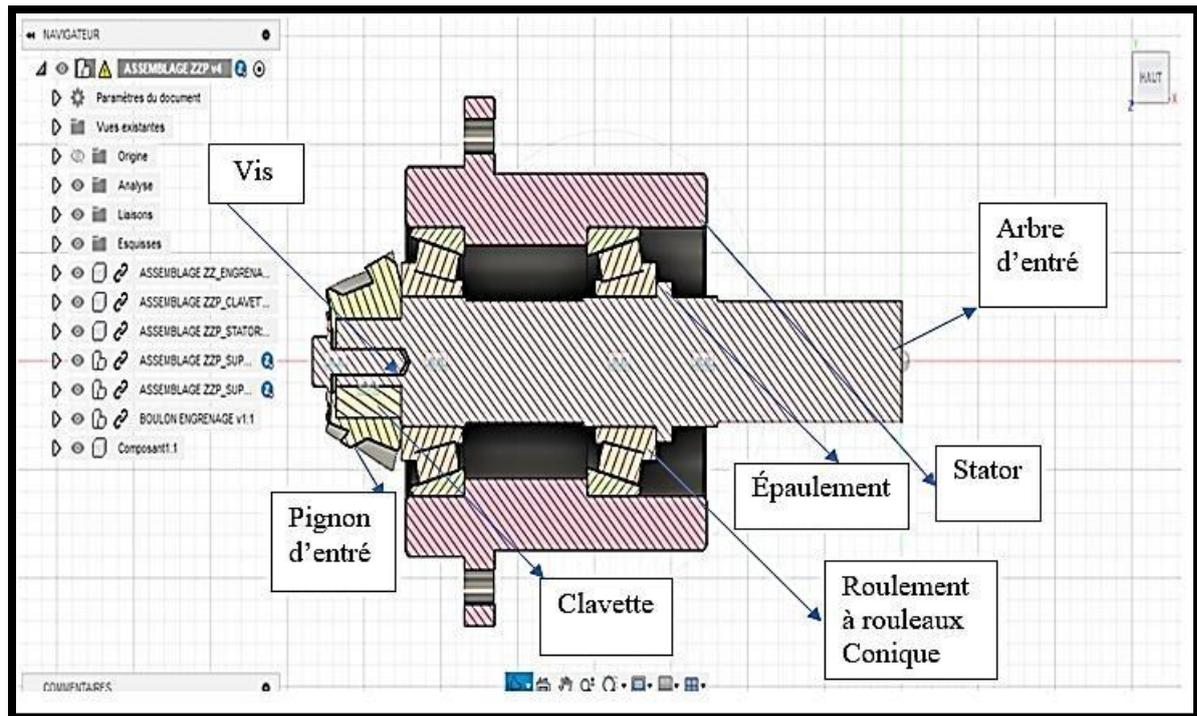


Figure 33 : Assemblage de l'arbre amélioré[4]

III.3. Le sens de montage et démontage

La proposition de la solution de l'arbre avec épaulement entraîne un changement significatif dans le sens de montage et de démontage par rapport à l'arbre d'origine. Cette modification vise à améliorer la résistance et la stabilité du montage tout en facilitant le processus de maintenance et de remplacement des composants [4]

Dans la configuration d'origine de l'arbre menant, les circlips étaient utilisés pour maintenir les composants en place sur l'arbre. Voici les étapes de démontage :

A. Démonté le circlips

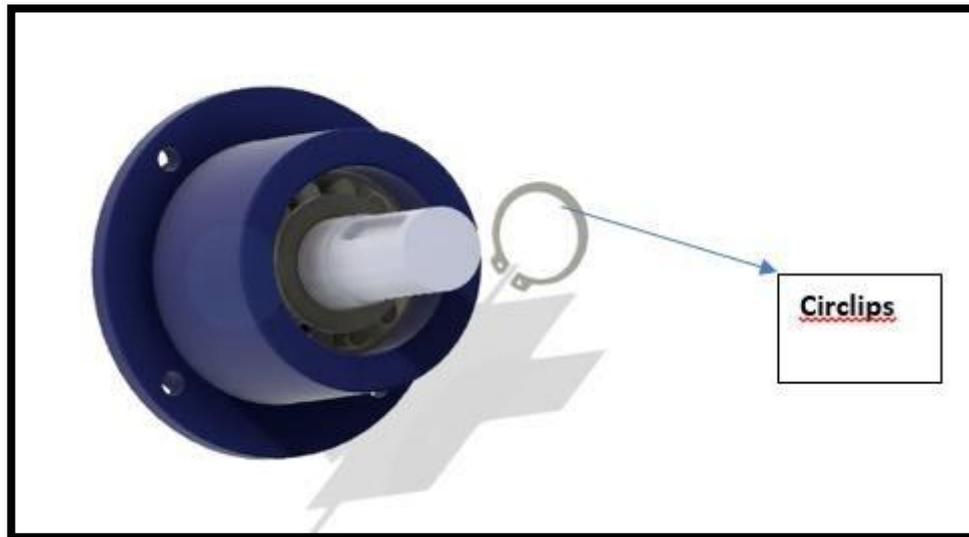


Figure 34 : Démonté le circlips[4]

B. Démontage de l'arbre pignon avec le roulement

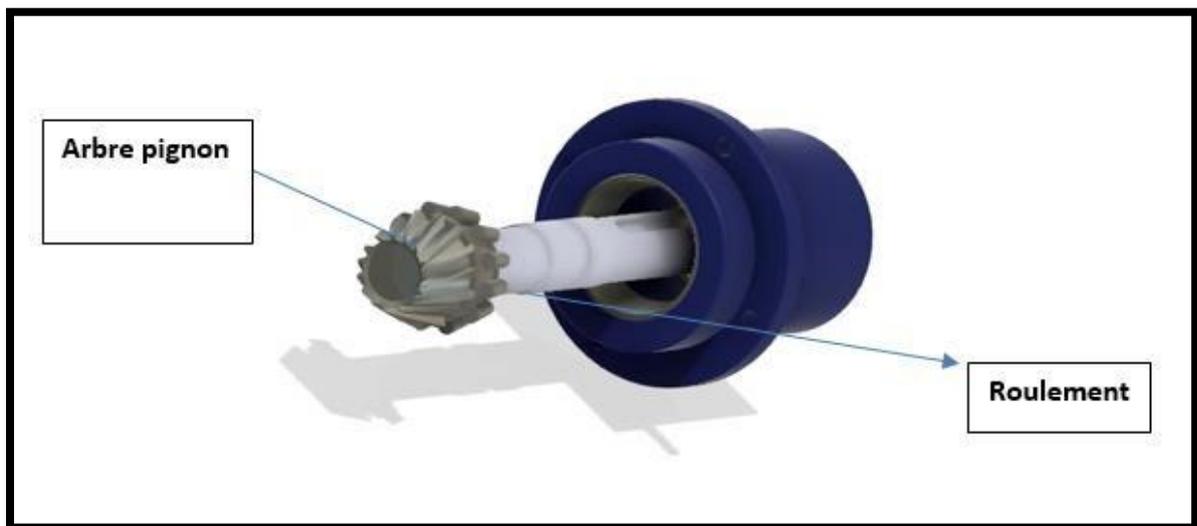


Figure 35 : Démontage de l'arbre pignon avec le roulement
[4]

C. Démontage de roulement 2

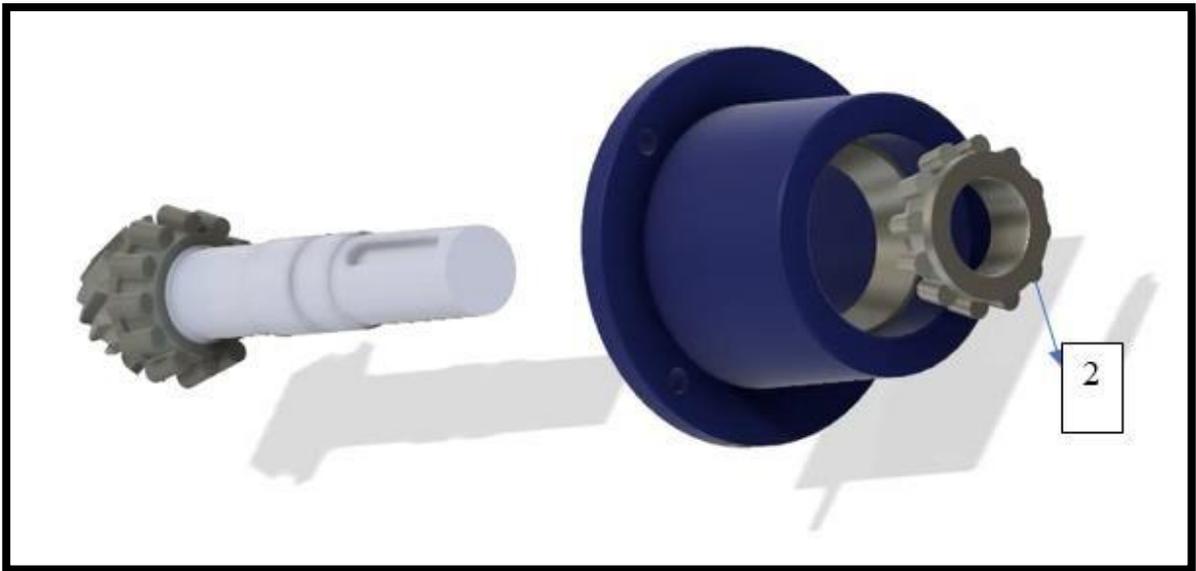


Figure 36 : Démontage de roulement 2[4]

D. Démontage des bagues de roulement 1 et 2

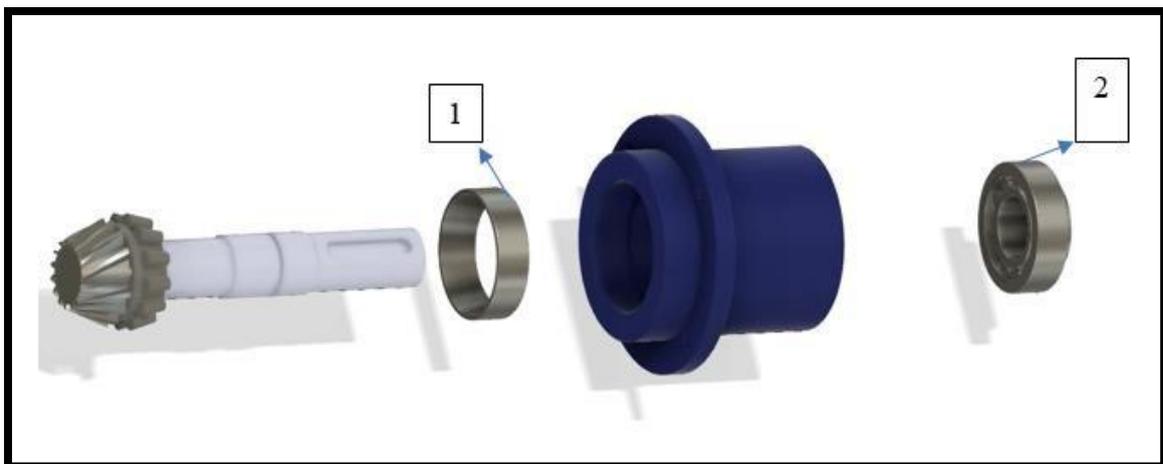


Figure 37 : Démontage des bagues de roulement 1 et 2[4]

Avec la nouvelle solution proposée, l'arbre est conçu avec des épaulements, ce qui modifie radicalement le processus de montage et de démontage

Le sens de montage avec la nouvelle solution implique d'abord de placer le roulement sur l'arbre, en l'appuyant contre l'épaulement pour assurer un ajustement précis et sécurisé. Le pignon est ensuite fixé en place à l'aide de la clavette séré par une vis

III.4. Les étapes de montage

A. Montage des bagues de roulement 1 et 2 sur le stator

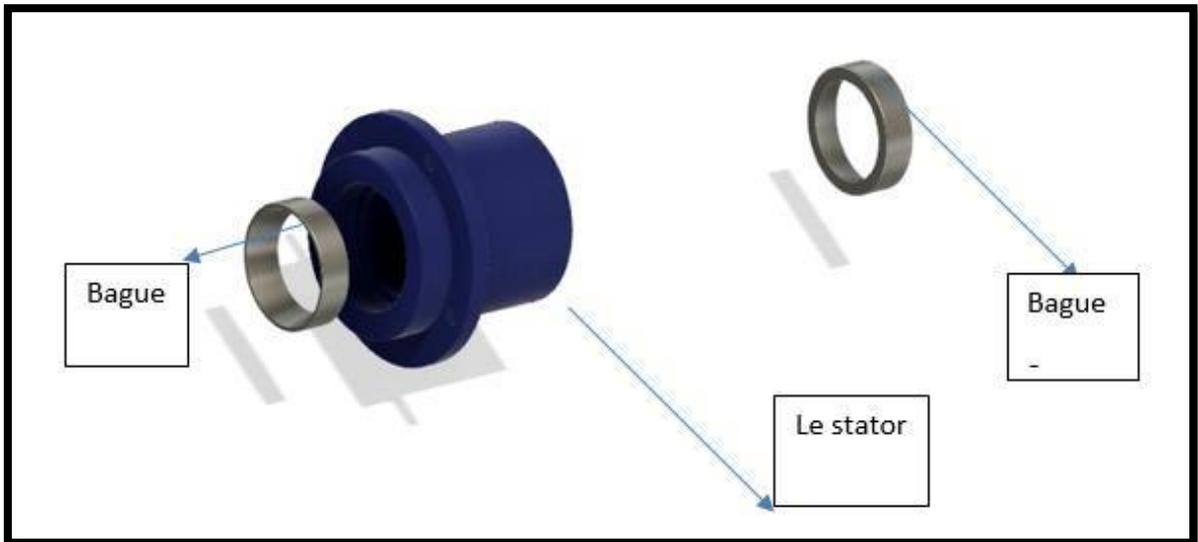


Figure 38 : Montage des bagues de roulement 1 et 2 sur le stator[4]

B. Montage du roulement 2 sur l'arbre

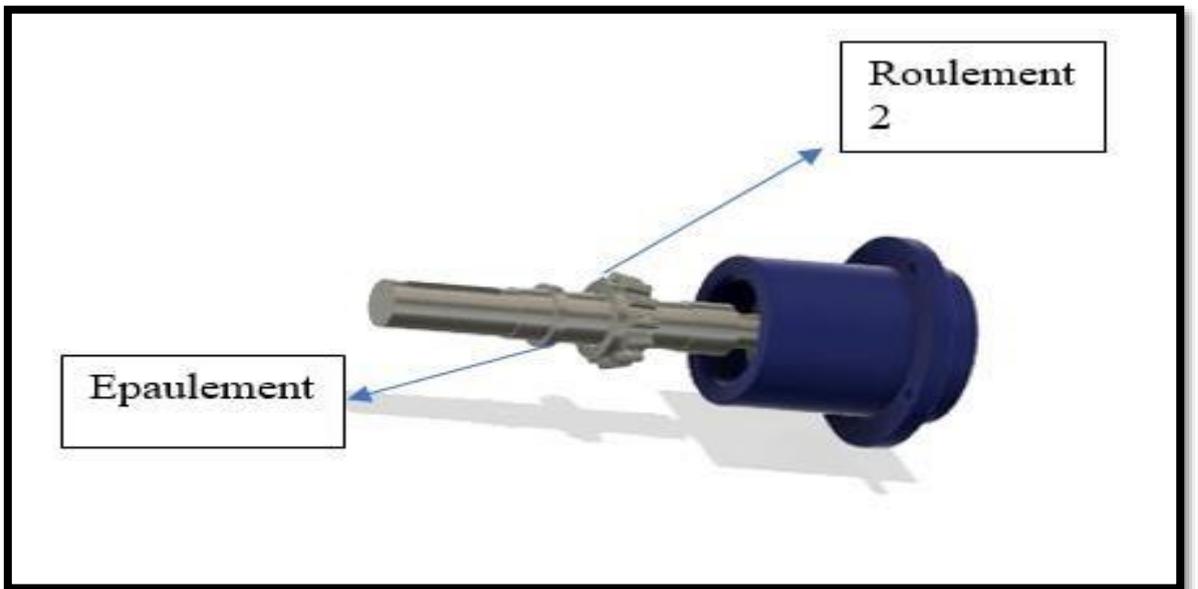


Figure 39 : Montage de l'arbre modifier
[4]

C. Montage de l'arbre sur le stator

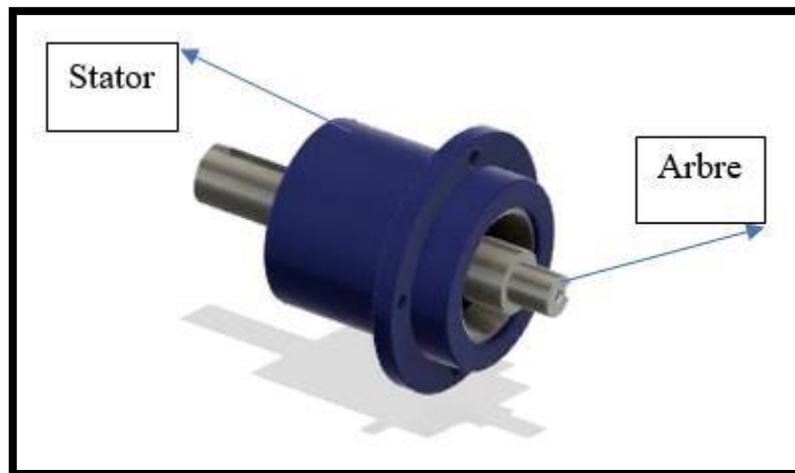


Figure 40 : Montage de l'arbre sur le stator[4]

D. Montage de roulement 1 sur l'arbre

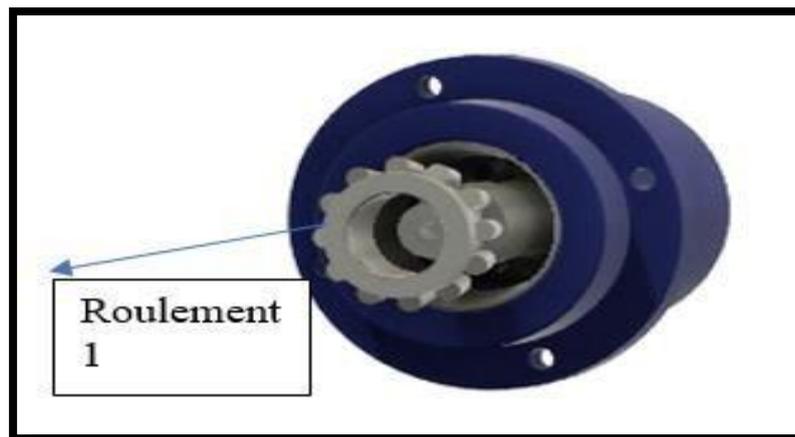


Figure 41 : Montage de roulement 1 sur l'arbre[4]

E. Montage de clavette sur l'arbre



Figure 42 : Montage de clavette sur l'arbre[4]

F. Montage de pignon

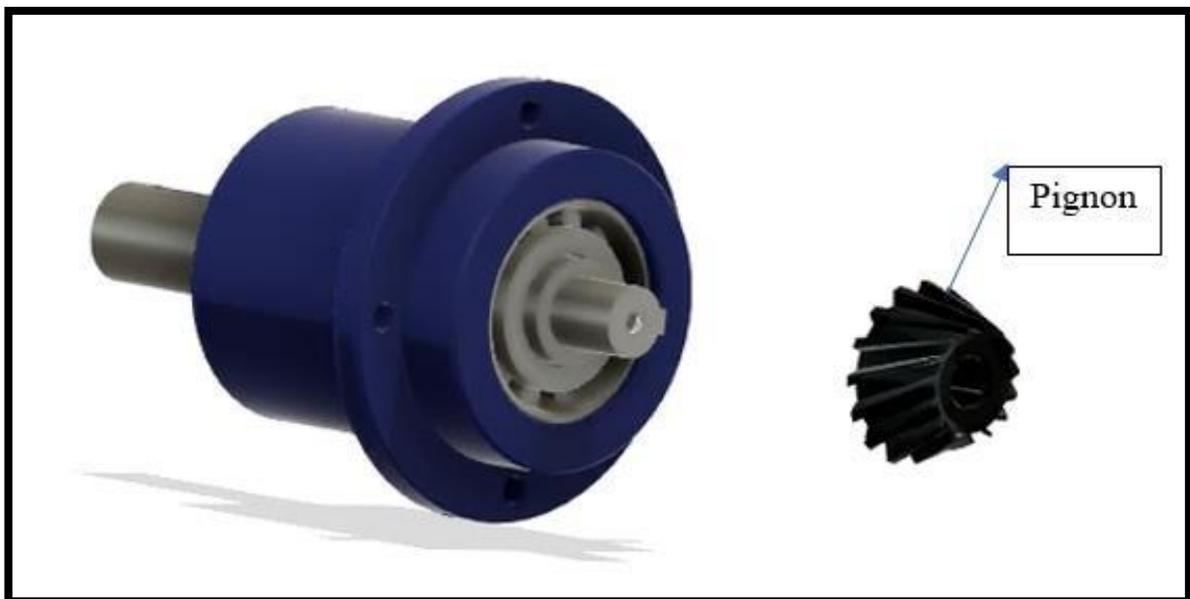


Figure 43 : Montage de pignon[4]

G. Montage de vis



Figure 44 : Montage de vis [4]

III.5. Simulation de la solution

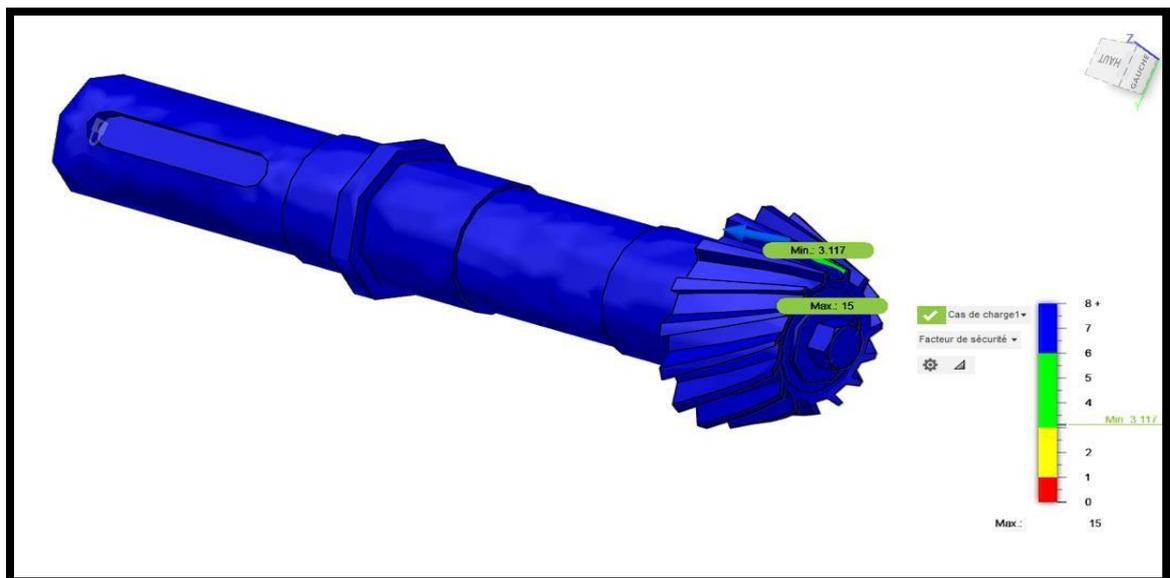


Figure 45 : Simulation de la solution

Matériaux utilisé : 42CD4

Coefficient de sécurité= 3,117

Suite à l'implémentation des améliorations proposées, la simulation de l'arbre menant présente des résultats remarquablement améliorés, avec un coefficient de sécurité considérablement augmenté à 3,117 dans la zone critique. Cette augmentation significative du coefficient de sécurité témoigne de l'efficacité des solutions mises en œuvre pour renforcer les circlips et réduire les contraintes mécaniques.

Les contraintes de cisaillement ont été considérablement réduites, garantissant une distribution plus équilibrée des charges le long de l'arbre menant. Les zones de déformation plastique critique ont été largement atténuées, assurant une meilleure résistance et une durabilité accrue des circlips et du système dans son ensemble.

La simulation post-amélioration confirme ainsi le succès des solutions proposées pour remédier aux défaillances potentielles des circlips, améliorant considérablement la fiabilité et la durabilité de l'arbre menant et du réducteur de vitesse. Ces résultats contribuent à assurer une performance optimale du système tout en réduisant considérablement les risques de défaillance et les coûts de maintenance associés.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

En conclusion, la défaillance de l'arbre pignon est un problème courant dans de nombreux mécanismes de transmission de puissance. Les contraintes répétées auxquelles il est soumis peuvent entraîner des fissures et, éventuellement, la rupture complète de l'arbre, ce qui entraîne des coûts de réparation élevés et des arrêts de production.

Cependant, il existe des solutions pour prévenir ces défaillances. Tout d'abord, une conception adéquate de l'arbre pignon, en tenant compte des charges auxquelles il sera soumis, est essentielle. Une analyse approfondie des contraintes permet de déterminer les matériaux appropriés et les dimensions optimales pour assurer sa résistance.

En utilisant des matériaux plus résistants à la fatigue, tels que les alliages d'acier traités thermiquement ou les composites renforcés de fibres, la durée de vie de l'arbre pignon peut être considérablement prolongée. Ces matériaux offrent une meilleure résistance aux contraintes répétées et réduisent ainsi le risque de défaillance.

De plus, des procédures de fabrication rigoureuses doivent être mises en place pour minimiser les défauts et les variations dimensionnelles, qui peuvent affaiblir la résistance de l'arbre pignon. Des programmes d'entretien régulier, tels que des inspections visuelles, des tests non destructifs et l'utilisation de capteurs de surveillance en ligne, sont également nécessaires pour détecter les fissures et les défauts potentiels à un stade précoce.

En combinant ces mesures préventives, il est possible de réduire considérablement le risque de défaillance de l'arbre pignon et d'assurer la fiabilité et la durabilité des mécanismes de transmission de puissance. Il est important que les fabricants, les ingénieurs et les utilisateurs soient conscients de ces solutions et les mettent en œuvre pour éviter les conséquences coûteuses et potentiellement dangereuses d'une défaillance de l'arbre pignon..

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

- [1] A.CHEVALIER, Guide du dessinateur industriel. Edition 2004

- [2] COPYRIGHT I.S.O. Roulements 1999

- [3] G. SABATIER, F. RAGUSA et H. ANTZ, Manuel de technologie mécanique.
EditionDunod 2006.

- [4] WWW.Cotransa.net [En ligne]/aut.COTRANSA//google.-rossi, 21 07 2016.

Annexes

Annexes

Annexe 1

Cotation d'assemblage

Grandeur mm	B	C	c	D	E	d	C	F	G	H	L	V	Masse kg	Graisse kg
125	155	100	168	28	60	28	60	14	88	100	20	85	24	1,1

Annexe 2

différent Formule pour calculé la dimension de l'engrenage .

Module (sur le cône complémentaire)	m	Déterminé par la résistance des matériaux et choisi dans les modules normalisés (§ 73.12)**.	
Nombre de dents	z	Déterminé à partir du rapport des vitesses angulaires : $\frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{n_A}{n_B} = \frac{z_B}{z_A}$	
Largeur de denture	b	Pour des raisons de taillage : $\frac{1}{4} L < b < \frac{1}{3} L$	
Diamètres primitifs	d	$d_A = m \cdot z_A$	$d_B = m \cdot z_B$
Angles primitifs	δ	$\tan \delta_A = z_A / z_B$	$\tan \delta_B = z_B / z_A$
Saillie	h_a	$h_a = m$	
Creux	h_f	$h_f = 1,25 m$	
Hauteur de dent	h	$h = h_a + h_f = 2,25 m$	
Diamètre de tête	d_a	$d_{aA} = d_A + 2 m \cos \delta_A$	$d_{aB} = d_B + 2 m \cos \delta_B$
Diamètre de pied	d_f	$d_{fA} = d_A - 2,5 m \cos \delta_A$	$d_{fB} = d_B - 2,5 m \cos \delta_B$
Angle de saillie	θ_a	$\tan \theta_a = m/L$	avec $L = \frac{d_A}{2 \sin \delta_A}$
Angle de creux	θ_f	$\tan \theta_f = 1,25 m/L$	
Angle de tête	δ_a	$\delta_{aA} = \delta_A + \theta_a$	$\delta_{aB} = \delta_B + \theta_a$
Angle de pied	δ_f	$\delta_{fA} = \delta_A - \theta_f$	$\delta_{fB} = \delta_B - \theta_f$

Défaillance de l'arbre pignon et proposition d'une solution

Résumé

L'arbre pignon est un composant crucial dans de nombreux mécanismes, notamment dans les systèmes de transmission de puissance, tels que les boîtes de vitesses et les transmissions automobiles. Cependant, il peut subir des défaillances qui entraînent des problèmes majeurs et des coûts de réparation élevés.

La fatigue se manifeste généralement par des fissures qui se propagent progressivement jusqu'à ce que l'arbre pignon se casse complètement.

Pour remédier à ce problème, il est essentiel d'effectuer une analyse approfondie des charges auxquelles l'arbre pignon est soumis et de s'assurer que sa conception est adéquate pour résister à ces contraintes. Ces matériaux offrent une meilleure résistance aux contraintes répétées et peuvent prolonger considérablement la durée de vie de l'arbre pignon.

De plus, il est recommandé de mettre en place des programmes d'entretien régulier pour détecter les fissures et les défauts potentiels à un stade précoce. Cela peut être réalisé par des inspections visuelles, des tests non destructifs tels que les ultrasons ou la magnétoscopie, ou l'utilisation de capteurs de surveillance en ligne.

Abstract

The pinion shaft is a crucial component in many mechanisms, especially in power transmission systems, such as transmissions and automotive transmissions. However, it can suffer failures that lead to major problems and high repair costs.

Fatigue is usually manifested by cracks that gradually propagate until the sprocket shaft breaks completely.

To remedy this problem, it is essential to carry out a thorough analysis of the loads to which the sprocket shaft is subjected and to ensure that its design is adequate to withstand these stresses. These materials offer better resistance to repeated stresses and can significantly extend the life of the sprocket shaft.

In addition, regular maintenance programs are recommended to detect cracks and potential defects at an early stage. This can be achieved through visual inspections, non-destructive testing such as ultrasound or magnetic particle testing, or the use of online monitoring sensors.

المخلص

يُعتبر عمود مشط السرعة مكونًا مهمًا في العديد من الآلات، ال سيما في أنظمة نقل الطاقة، مثل ناقلات الحركة وناقلات الحركة في السيارات. ومع ذلك، يمكن أن تعاني من إختلالات تؤدي إلى مشاكل كبيرة وتكاليف إصلاح عالية.

عادة ما يُنجم عن هذا النوع من خلل الشقوق الذي ينتشر تدريجيًا حتى يُتسبب عمود (Sprocket)

تلفًا. ولمعالجة هذه المشكلة، من الضروري إجراء تحليل دقيق للأحمال التي يتعرض لها عمود النيات وضمان أن

يكون تصميمه كافيًا لتحمل هذه الضغوط. توفر هذه المواد مقاومة أفضل للضغوط المتكررة ويمكن أن تطيل بشكل كبير عمر

عمود (Sprocket).

بالإضافة إلى ذلك، يُوصى ببرامج الصيانة المنتظمة للكشف عن الشقوق والتعب المحتملة في مرحلة مبكرة. يمكن تحقيق ذلك من خلال عمليات التفتيش البصري، والاختبارات غير المتدمرة مثل الموجات فوق الصوتية أو اختبار الجسيمات

المغناطيسية، أو استخدام مستشعرات المراقبة عبر الإنترنت.