

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES



Faculté de Technologie
Département Génie Mécanique

Mémoire de Master

En vue de l'obtention du diplôme de **MASTER** en :

Filière : Génie mécanique
Spécialité : Construction mécanique

THEME

Conception, simulation et réalisation d'un accouplement mécanique de l'appareil à cylindres - OCRIM

Présenté par :

Boudaoud Feriel

Boushaki Katia

Promoteur : Dr. MERAH

Promotion 2023- 2024

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

On remercie Dieu, le tout puissant, de nous avoir donné la santé, la force et la volonté d'entamer et d'accomplir ce mémoire de fin d'études.

Tout d'abord, ce travail ne serait aussi riche et n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide et l'encadrement de monsieur Abdelkrim MERAH, Maître de Conférences à l'université de Boumerdes. Nous lui adressons nos remerciements pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur, sa générosité et sa disponibilité durant la période de la préparation de ce mémoire.

Nous remercions, s'adressent au responsable de la spécialité Construction Mécanique, monsieur Mohamed TOURAB pour son soutien moral et ses encouragements, et qui nous a fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire. Nous tenons à lui exprimer notre profonde et respectueuse gratitude.

Nous somme honorées de la participation à ce jury de Madame Hassiba BAHLOUL, Enseignante-Chercheure à l'université de Boumerdes, et nous la remercions d'avoir accepté d'examiner ce travail

Nos remerciements, s'adressent également à tous nos enseignants pour leur générosité et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.

Nous exprimons toute notre gratitude à monsieur Salim TAMEN responsable de l'entreprise Tamen-Mécanique-Générale pour sa générosité et d'avoir mis à notre disposition l'atelier de fabrication mécanique pour la réalisation de l'accouplement mécanique et ses aides précieuses.

اهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

(. وآخرو دعواهم ان الحمد لله رب العالمين)

صدق الله العظيم

بفضل من الله عز و جل الذي بتوفيقه و بفضله تمكنت من انجاز كل هذا ، و عليه أهدي ثمرة
نجاحي لنفسي أولا ، فأنا التي آمنت بذاتي

.... اهدي تخرجي

الى ابي العزيز الى الجدار الذي استند عليه في تعب و حزني ، الى الكتف الذي اضع عليه
اثقالي و اليد التي تربت علي في كل حين

إلى أمي الحبيبة الى اليد الخفية التي ازلت عن طريقي الاشواك ، و من تحملت كل لحظة الم
. مررت بها و ساندتني عند ضعفي و هزلي

الى اختاي بشرى و سميرة.....

اخي منير.....

رفاق السنين، من كانوا عوناً و سندا في هذا الطريق، ممتنة لكم جميعاً ما كنت لأصل لولا

فضلكم من بعد الله.

الى احباء خالتهم رؤيا و وسيم

شكرا لكم جميعاً





اهداء

الحمد لله أولا واخرا اهدي نجاح تخرجي

الى نفسي العظيمة

التي تعبتي اجل هذا النجاح الوحيدة التي عرفت كمية التعب والجهد

والصبر بأتم معناه

الى كل التجارب والحروب التي خضتها وشاركت فيها أعلن اليوم انتصاري

العظيم ووصولي الى القمة

شكرا يا انا *** شكرا يا نفسي *** شكرا يا كاتبة_

اهدي نجاحي أيضا الى الحبيبة امي ... لقد فعلناها ... بنعمة نجاح الباكالوريا

هذا نجاح هو ثمرة تعبك لسنتين

نجاحي هذا من نجاح اخوتي كلهم ادام الله جمع شملنا وكل افراد عائلتي

ولي شرف ان تشاركني لذة النجاح صديقتي ونام

واهدي نجاحي الى شريك حياتي وزوجي مستقبلي

الذي دعمني فيه وقسم

معي تفاصيل فرحته.



ملخص

تركزت مذكرة تخرج بعنوان "تصميم, محاكاة و انجاز التوصيل الميكانيكي لجهاز الاسطوانات المستخدم في صناعات الطحن.

الهدف هو إجراء دراسة رقمية لمقاومة أسنان التوصيل الميكانيكي لجهاز الأسطوانات. تتضمن المنهجية ثلاث مراحل رئيسية:

التصميم والمحاكاة مع مراعاة المتطلبات الوظيفية والقيود التقنية.

التحليل تم باستخدام العناصر المحدودة لتقييم المقاومة.

إنجاز القطعة للتحقق من الأداء في الظروف الحقيقية.

تُظهر النتائج أن التوصيل الميكانيكي الجديد المصمم يقدم أداءً أفضل مقارنة بالحلول الحالية، حيث يقلل من الإجهادات الداخلية ويحسن سهولة التجميع. تختتم الذاكرة بالإشارة إلى إمكانيات هذا العمل لصناعة الأغذية، مع آفاق لدمج المواد المركبة والأتمتة.

Résumé

La mémoire de fin d'études intitulée "Conception, simulation et réalisation de l'accouplement mécanique à l'appareil à cylindres OCRIM" se concentre sur le développement d'un accouplement mécanique innovant pour un appareil à cylindres utilisé dans l'industrie de la meunerie.

L'objectif est de mener une étude pas voie numérique de la résistance mécanique des dents de l'accouplement du broyeur de l'appareil à cylindres La méthodologie comprend trois phases principales : la conception et simulation en tenant compte des exigences fonctionnelles et des contraintes techniques. l'analyse s'est faite par éléments finis pour évaluer la résistance.

La réalisation de la pièce pour vérifier les performances en conditions réelles.

Les résultats montrent que le nouvel accouplement mécanique conçu offre une meilleure performances par rapport aux solutions existantes, réduisant les contraintes internes et améliorant la facilité d'assemblage. Le mémoire conclut sur le potentiel de ce travail pour l'industrie agroalimentaire, avec des perspectives d'intégration de matériaux composites et d'automatisation.

Mots clés :

Accouplement mécanique, conception et simulation, appareil à cylindres,

Abstract

The thesis entitled "Design, simulation and realization of the mechanical coupling to the OCRIM roller device" focuses on the development of an innovative mechanical coupling for a roller device used in the milling industry.

The aim is to improve the efficiency and durability of current couplings. The methodology includes three main phases:

- Design : Development of different coupling concepts taking into account functional requirements and technical constraints, followed by selection of the optimal concept.
- Simulation : Use of numerical modeling and finite element analysis to evaluate the strength and durability of designs, enabling optimization of parameters.
- Production : Manufacturing of prototypes and experimental tests to verify performance in real conditions.

The results show that the new designed mechanical coupling offers better performance and durability compared to existing solutions, reducing internal stresses and improving ease of assembly. The thesis concludes on the potential of this innovation for the food industry, with prospects for the integration of composite materials and automation of maintenance.

Introduction générale..... ;;	1
Chapitre 1	
Introduction	3
I.1. Information sur l'entreprise.....	4
I.2 . Historique de l'entreprise	4
I.3. Situation géographique	5
I.4. L'identité de l'entreprise	5
I.5. Organigramme du Complexe Industriel & Commercial de Corso	6
I.6.Utilisations du blé	6
I.7. Fonctionnement de moulin	6
Conclusion	7
Chapitre 2	
Introduction	9
II.1.Broyeur.....	10
II.1.1.Techniques de broyage	10
II.1.2.Types de Broyeurs.....	11
II.1.2.1.Broyeurs à couteaux	12
II.1.2.2.Broyeur à boulets	12
II.1.2.3.Broyeurs à marteaux	13
II.1.2.4.Broyeurs à jets de fluide	14
II.1.2.5.Broyeurs à meules	15
II.1.2.6.Broyeurs à cylindres	16
II.1.3.Caractéristiques de cylindre utilisé dans le broyage	17
II.2.Cannelures	18
II.2.1.Définition des cannelures	18
II.2.2.Géométrie des Cannelures	18
II.2.3.Densité des cannelures	19
II.3. Poulie de groupe de renvoi de mouvement	19
II.3.1.Fonctionnement des deux poulies	19
II.3.2 . Accouplement des poulies	20
II.3.3. Courroie de transmission	20
II.3.3.2.Mesure de la tension de la courroie	20

II.3.3.4. Capteur de contrôle chute des courroies	20
II.3.3.5. Carters de protection des courroies de transmission du mouvement	21
Conclusion	21
Chapitre 3	
Introduction	22
III.1. Accouplements	22
III.1.1. Définition	23
III.1.2. Différents types d'accouplement	24
III.1.2.1. Accouplements rigides	25
III.1.2.2. Accouplements sans élasticité torsionnelle (flexibles)	26
III.2. Embrayages	28
III.2.1. Fonction	28
III.2.2. Classification	29
III.2.2.1. Embrayages instantanés	29
III.2.2.2. Embrayages progressifs	30
III.2.2.3. Embrayages à friction	30
III.2.2.4. Coupleurs hydrauliques	30
Conclusion	32
Chapitre 4	
Introduction	34
IV.1. Notions de bases en élasticité « hypothèses de petites perturbations »	34
IV.1.1. Analyse de déformation	34
IV.1.1.1. Objectifs de l'analyse de déformation	35
IV.1.1.2. Pratique de l'analyse de déformation	35
IV.1.2. Analyse de contraintes	35
IV.1.2.1. Objectifs de l'analyse de Contraintes	35
IV.1.2.2. Domaine d'utilisation de l'analyse de contraintes	36
IV.1.3. Champ de déplacement	37
IV.1.4. Critères de plasticité	37

IV.1.4.1.Critère de Von Mises	37
IV.1.4.2.Critère de Tresca	37
Conclusion	38
Chapitre 5	
Introduction	39
V.1.Présentation de solidworks	39
V.1.1.Définition	39
V.1.2.SOLIDWORKS Simulation	43
V.2.Dessin de définition de chaque élément constituant le mécanisme d'embrayage.....	44
V.2.1.Arbre	44
V.2.2.Support	46
V.2.3.Levier	48
V.2.4.Enclenchement 91015680000	49
V.2.5.Enclenchement 91015680000	50
V.2.6.Enclenchement 91017320000	52
V.3.Choix du type d'analyse	53
V.4.Choix des matériaux	54
V.5.Actions extérieures	57
V.6.Maillage des éléments du mécanisme	58
V.7.Exécution de l'étude	60
V.8.Visualisation des résultats	60
V.8.1.1.Champ de contraintes de Enclenchement 91017320000	61
V.8.1.2.Champ de déplacements de Enclenchement 91017320000	61
V.8.1.3.Champ de déformations de Enclenchement 91017320000	62
V.8.1.4.Coefficient de sécurité	62
V.8.2.1.Champ de contraintes de Enclenchement 91015680000	63
V.8.2.2.Champ de déplacements de Enclenchement 91015680000	64
V.8.2.3.Champ de déformations de Enclenchement 91015680000.....	65
V.8.2.4.Coefficient de sécurité	65
V.9.Visualisation des résultats de pièce a 4 dents	66
V.9.1.1Champ de contraintes de Enclenchement	66

V.9.1.2.Champ de déformations de Enclenchement	67
V.9.1.3.Champ de déplacements de Enclenchement	67
V.9.1.4.Coefficient de sécurité.....	68
V.9.2.1.Champ de contraintes de Enclenchement	69
V.9.2.2.Champ de déplacements de Enclenchement	70
V.9.2.3.Champ de déformations de Enclenchement	70
V.9.2.4.Coefficient de sécurité	71
Conclusion	71
Chapitre 6	
Introduction	73
VI.1.Outils de mesures des dimensions des pièces du mécanisme	73
VI.1.1.Pied à coulisse	73
VI.1.2.Micromètre	74
VI.1.3.Jauge de profondeur	74
VI.2.Choix du matériau utilisé par le mécanisme d’embrayage	75
VI.2.1.Caractéristiques	75
VI.2.2.Applications dans l’embrayage	75
VI.2.3.Définition des paramètres dynamiques et cinématique d fonctionnements du mécanisme d’embrayage	75
VI.3.Machines outils utilisées	76
VI.3.1.trens sn50 classic	76
VI.3.2.bmsy 280	77
VI.3.3.UWF 3	77
VI.4.Outils d’usinage utilisé	78
VI.4.1 Outil chariotage	78
VI.4.2 Outil alésage	79
VI.4.3 Outil de perçage	79
VI.4.4 Outil de fraisage	79
VI.4.5 Diviseur fraiseuse	80
VI.5.Les étapes de fabrication d’une pièce	81
VI.5.1 Phase 1	81
VI.5.2 Phase 2	82

VI.5.3 Phase 3	82
VI.5.4 Phase 4	83
VI.5.5 Phase 5	83
VI.6.Les Equipements de protection	83
Conclusion	84

Liste de tableau

Tableau I.1 : Chronologie des dates et objets de résolutions	2
Tableau I.2. L'identité de l'entreprise.....	3
Tableau V.1. : Propriétés du matériau de Enclenchement 91017320000.....	54
Tableau V.2.: Propriétés du matériau de Enclenchement 91015680000.....	55
Tableau V.3.: Actions extérieures	56
Tableau V.4.: Actions extérieures	57
Tableau V.5. Informations sur le maillage de Enclenchement 91015680000.....	58
Tableau V.6. Informations sur le maillage de Enclenchement 91017320000.....	58
Tableau V.7. contraintes.....	60
Tableau V.8. déplacement.....	60
Tableau V.9. déformation.....	61
Tableau V.10 .coefficient de sécurité	62
Tableau V.11. contrainte.....	62
Tableau V.12. déplacement.....	63
Tableau V.13. déformation	64
Tableau V.14 .coefficient de sécurité.....	64
Tableau V.15. contrainte.....	65
Tableau V.16. déformation.....	66
Tableau V.17. déplacement.....	67
Tableau V.18. coefficient de sécurité.....	67
Tableau V.19 .contrainte	68
Tableau V.20. déplacement.....	69
Tableau V.21. déformation.....	69
Tableau V.22. coefficient de sécurité	70

Liste de schéma

Schéma III.1. Choix de l'accouplement	23
Schéma III.2. Types d'accouplement	24
Schéma III.3. Classification	28

Liste de figure

Figure I.1. Logo agrodiv.....	3
Figure I.2: Schéma d'organigramme récapitulatif des services et différents composants de l'entreprise. [2].....	4
Figure II. 1 Modes de broyage d'un grain de poudre.....	9
Figure II.2 Broyeur à couteaux.....	10
Figure II.3 Broyeurs à boulets.....	11
Figure II.4 Brayeur à marteau.....	11
Figure II.5 Brayeur à jet de lit fluidisé.....	12
Figure II .6. Broyeurs à meules [5].....	13
Figure II.7.Différents types de broyeurs.....	15
Figure II.8. Géométrie des Cannelures.....	17
Figure III.1.Accouplements.....	21
Figure III.2.Accouplement	22
Figure III.3. Accouplements rigides.....	23
Figure III.4. Accouplements mobile	24
Figure III.5.. Accouplement a denture et a chaine	24
Figure III.6.Accouplement a lacet et a ressort.....	25
Figure III.7.Accouplement a diaphragmes.....	25
Figure III.8. Accouplements a élastomères.....	26
Figure III.9.Embrayages	26
Figure III.10Embrayages a griffes et dents	27
Figure III.11 Coupleur hydraulique	27

Figure III.12 Coupleur hydraulique.....	28
Figure V.1 Modules élémentaires utilisés par SolidWorks[15].....	28
Figure V.2 Interface SolidWorks[15].....	30
Figure V.3 Barre d’outils de SolidWorks[15].....	31
Figure V.4 Interface des fonctions de SolidWorks[15].....	39
Figure V.5 Interface d’affichage de solidworks[15].....	40
Figure V.6 Interface assemblage de solidWorks [15].....	41
Figure V.7 Barre d’outils d’annulation permet d’insérer des côtes diverses, du texte, des hachures et des axes à la mise en plan [15].....	42
Figure V.8 Interface a simulation solidworks [15].....	42
Figure V.9 Arbre en 3D.....	43
Figure V.10 Arbre avec deux trous.....	44
Figure V.11. Arbre.....	44
Figure V.12. 1 er étape de dessin.....	45
Figure V.13. Dessin en 2D.....	45
Figure V.14. Dessin en 3D.....	46
Figure V.15. Dessin final.....	46
Figure V.16. Dessin 3D.....	47
Figure V.17. Dessin 3D.....	47
Figure V.18.Dessin en 3D..... ;.....	48
Figure V.19. Levier.....	48
Figure V.20. Levier	48
Figure V.21.Dessin en 3D.....	49
Figure V.22. Enclenchement 91015680000.....	49
Figure V.23LES dent EN 3D.....	49

Figure V.24.Dessin en 3D.....	50
Figure V.25.Enclenchement 91015680000.....	51
Figure V.26.Dessin en 3D.....	51
Figure V.27.Dessin en 3D.....	51
Figure V.28.La piece en 3D.....	51
Figure V.29.Enclenchement 91017320000.....	52
Figure V.30. Etape de simulation.....	52
Figure V.31Choix type d'analyse.....	53
Figure V.32. Choix des matériaux.....	53
Figure V.33 Maillage de Enclenchement 91015680000.....	54
Figure V.34. Maillage de Enclenchement 91017320000.....	58
Figure V.35. Exécuter l'étude.....	59
Figure V.36. Champ de contrainte de von Mises.....	59
Figure V.37. Champ de déplacement	60
Figure V.38. Champ de déformation	61
Figure V.39. Champ de déformation	61
Figure V.40. coefficient de sécurité	62
Figure V.41. Champ de contrainte de von Mises	63
Figure V.42. Champ de déplacement	64
Figure V.43. Champ de déformation	64
Figure V.44. coefficient de sécurité	65
Figure V.45. conception de deux pièces a 4 dents	65
Figure V.46. Champ de contrainte de von Mises.....	66
Figure V.47. Champ de déformation	67

Figure V.48. Champ de déplacement	67
Figure V.49. coefficient de sécurité	68
Figure V.50. Champ de contrainte de von Mises	69
Figure V.51. Champ de déplacement.....	69
Figure V.52. Champ de déformation	70
Figure V.53. coefficient de sécurité	71
Figure VI.1 Pied à coulisse.....	73
Figure VI.2.Micromètre.....	74
Figure VI.3 Jauge de profondeur.....	74
Figure VI.4 trens sn50 classic.....	76
Figure VI.5 Plaque signalétique.....	76
figure VI .6 bmsy 280.....	77
Figure VI .7 UWF3.....	77
Figure VI.8 Outil chariotage	78
Figure VI .9 Outil alésage	78
Figure VI.10 Outil perçage	79
Figure VI.11 Outil de fraisage	79
Figure VI.12. Diviseur fraiseuse.....	80
Figure VI.13. Fixation de la pièce	81
Figure VI.14. perçage de la pièce	81
Figure VI.15. Fabrication des dents	82
Figure VI.16. Pièce final	83



INTRODUCTION
GENERALE



Introduction générale

Les moulins à cylindres ont révolutionné l'industrie meunière à la fin du 19^{ème} siècle en remplaçant progressivement les moulins à meules traditionnels. Cette transition était motivée par la recherche d'une production plus rapide et efficace, ainsi que par une demande croissante de farine de haute qualité. Aujourd'hui, ces équipements sont omniprésents dans les meuneries du monde entier et continuent d'évoluer avec les avancées technologiques.

Le fonctionnement des appareils à cylindres repose sur une série de rouleaux métalliques tournant à des vitesses différentes. Les grains sont écrasés progressivement en passant entre ces rouleaux. Selon l'étape de la mouture, les cylindres peuvent être lisses ou rainurés, leur écart étant ajustable pour obtenir la finesse désirée.

Pour les appareils à cylindres, les accouplements mécaniques jouent un rôle crucial en reliant solidement l'arbre des moteurs aux arbres des cylindres de manière robuste et fiable. Cette connexion solide assure une transmission efficace de la puissance générée par les moteurs vers les cylindres, permettant ainsi le broyage efficace des grains de céréales. En raison des forces et des vitesses impliquées dans ce processus, les accouplements doivent être conçus pour résister à des charges élevées et à des conditions de fonctionnement variées, tout en minimisant les vibrations et en assurant une transmission fluide du couple.

En effet, les accouplements mécaniques sont des éléments clés assurant une liaison mécanique fiable et efficace entre les moteurs et les cylindres pour optimiser la performance et la productivité de l'ensemble du système. Par conséquent, une étude approfondie de ces accouplements est essentielle pour garantir leur fiabilité, leur résistance mécanique et leur efficacité.

Dans ce contexte, notre travail vise principalement à mener une étude par le biais de la simulation numérique afin de proposer une solution technologique potentielle visant à améliorer la résistance des accouplements mécaniques confrontés au problème d'usure observé au niveau des dentures de l'accouplement de la machine à cylindres OCRIM à .l'AGRO-DIV de Corso de Boumerdes

Cette investigation se concentre spécifiquement sur l'étude, la conception et la réalisation d'un accouplement mécanique de l'appareil à cylindres OCRIM, qui représente un cas d'étude pertinent en raison de ses exigences spécifiques en termes de performance, de fiabilité et de compatibilité avec ses systèmes existants. L'objectif principal de ce projet est de développer un accouplement mécanique optimisé qui répond non seulement aux exigences .techniques mais aussi aux contraintes opérationnelles et propres à l'industrie

Ce mémoire de fin d'études, en outre de l'introduction générale, de la présentation de l'entreprise et de la conclusion générale, cinq chapitres décrivant l'essentiel des travaux réalisés .

Le premier chapitre décrit succinctement les principaux concepts de broyage de blé

Le deuxième chapitre présente un aperçu général sur les différents types d'accouplements mécaniques

Le troisième chapitre résume des notions fondamentales sur les lois du comportement mécanique élastique des matériaux et les critères de plasticités

Le quatrième chapitre est consacré à la conception et à la simulation de l'accouplement ainsi qu'aux résultats obtenus suivis d'une discussion avec des recommandations pour des améliorations futures et des applications potentielles dans d'autres contextes industriels similaires .

Le cinquième chapitre consiste à présenter la partie de la réalisation de l'accouplement



Présentation de L'entreprise



Présentation de l'entreprise

Introduction

Le terme agroalimentaire se rapporte à toutes les opérations conduisant à la production, au conditionnement et à la commercialisation des aliments. Il regroupe l'ensemble des systèmes des secteurs primaire et secondaire mis à la chaîne pour former à partir d'un élément cultivé ou élevé un produit fini vendu à grande échelle. Ce secteur d'activité a sa propre économie. Les cultures à des fins non alimentaires (pharmaceutiques, chimiques, textiles, énergétiques) bien que liées à des filières agroindustrielles spécifiques, restent regroupées dans cette branche générale d'activité.[1] L'industrie agroalimentaire (IAA) dans le monde est un secteur composé de plusieurs pôles de transformation pouvant être regroupés en huit filières, utilisant des procédés toujours plus innovants. Ce secteur fait partie d'une chaîne, allant de l'agriculture jusqu'à la distribution en assurant les fonctions suivantes :

- La fabrication de produits alimentaires de qualité, notamment aux plans organoleptiques et de
- La fabrication et la commercialisation de nouveaux produits issus de la recherche et de l'innovation.
- Le conditionnement et l'expédition des produits vers les centres de distribution.[1]

I.1. Information sur l'entreprise



Figure I.1. Logo agrodive

I.2 . Historique de l'entreprise

L'entreprise régionale des industries alimentaires et dérivés (ERAD ALGER) relève de la tutelle du ministère des industries légères. Elle est issue de la restructuration de la S.N SEMPAC en date du 01/01/1982. Cette entreprise exerce des attributions sur l'ensemble des unités de production des unités polyvalentes économiques (UPEW) réparties à travers les wilayas d'Alger, BLIDA, TIZI- OUZOU, BOUMERDES et TIPAZA.[2]

L'évolution de cette entreprise à travers le temps est résumée dans le tableau suivant :

Tableau I.1 : Chronologie des dates et objets de résolutions.

DATE	OBJET DE RESOLUTION
11/11/1982	création de la société National des Industries Alimentaires des pâtes et Céréales Dérivés. EPE SEMPAC.
06/06/1990	création de l'ERAD Alger SPA
09/09/1990	transformation des Entreprises publiques économiques en sociétés par action
08/08/1998	substitution de la filiale « les moulins de Tizi-Ouzou »
07/07/1999	création de l'entreprise des industries alimentaires céréalières et dérivés
05/05/2014	la mise en liquidation d'EPE SPA filiale les moulins de Tizi-Ouzou et la création des 03 EPE SPA : société les moulins de Tadmaït. société les moulins de Baghlia. société les moulins de Ain Bassam.
05/05/2016	mise en œuvre des traités de fusion absorption des EPE SPA les moulins de Baghlia, Tell et Ksar el boukhari par EPE SPA les moulins de Tadmaït qui a été

	nommée EPE SPA filiale centre.
--	--------------------------------

I.3. Situation géographique

Le complexe industriel et commercial est une minoterie étatique implantée á CORSO a 5KM du OUEST de la wilaya de BOUMERDES elle est située en ville en face de la gare ferroviaire. Des habitations entourent l'unité des trois coté de site (Nord,Est,Sud) et des terrains agricole sur le côté ouest.

I.4. L'identité de l'entreprise

Le complexe industriel et commerciale de CORSO est une minoterie dont l'activité principale est la production et la commercialisation des produits de meunerie a été prévue pour transformer 3000 quintaux de blé tendre par jour de capacité de stockage de 125000quintaux.

Tableau I.2. L'identité de l'entreprise

Dénomination de l'EPE/SPA	Complexe industriel et commercial de CORSO
<u>Adresse</u>	<u>Route de la gare ferroviaire CORSO</u>
<u>Forme juridique</u>	Enterprise social
<u>Personne á contacter</u>	<u>Directeur de complexe</u>
<u>Télé fax</u>	<u>024.95.13.49</u>
<u>Système de travail</u>	<u>24/24 pour assurer la mouture</u> <u>8h-16h/jours pour autres services</u>
<u>Activité principale</u>	<u>Production et commercialisation des produits de meuneries (blé tendre.Farine)</u>

I.5. Organigramme du Complexe Industriel & Commercial de Corso

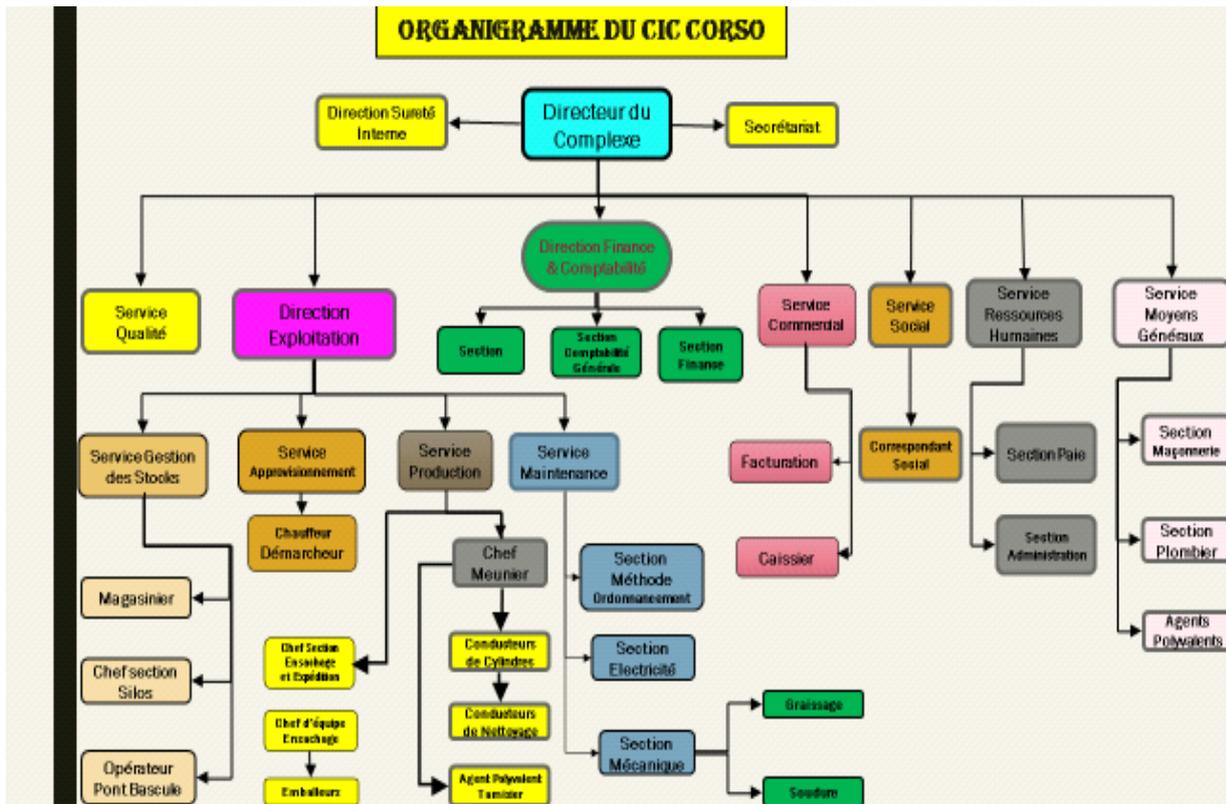


Figure I..2: Schéma d'organigramme récapitulatif des services et différents composants de l'entreprise. [2]

I.6. Les utilisations du blé

La majorité des utilisations du blé tendre concerne l'alimentation humaine et animale. Dans l'alimentation humaine, le blé dur est destiné à la biscuiterie, la fabrication de semoule, ou de pâtes. Le blé tendre quant à lui est utilisé principalement en meunerie pour obtenir de la farine nécessaire à la production de pain, de viennoiseries ou de pâtisseries. [3]

I.7. Le fonctionnement de moulin

Le blé destiné à la mouture arrive au moulin et subit des opérations de nettoyage, après arrivage du blé des silos vers le moulin, celui-ci est d'abord pesé, puis acheminé à l'aide d'une vis transporteuse vers le séparateur qui le débarrasse des grosses impuretés, puis vers l'épierreur afin d'éliminer les pierres et les petits cailloux, ensuite vers le trieur à graines rondes (TGR) afin

d'éliminer les graines rondes et les grains de blé cassés, puis vers le trieur grains longues (TGL). Ensuite, à l'aide d'un élévateur, le blé purifié monte vers une vis de mouillage afin de subir une humidification dont le taux dépend de son humidité initiale, puis il passe au premier repos qui est de 48h ensuite au deuxième repos qui est de 24h, ces étapes de mouillage et temps de repos sont appelées conditionnement de blé mis en œuvre, qui dépend de taux d'extraction de la farine et la qualité des produit finis, un bon conditionnement optimise la mouture.

Après un mouillage et un repos de 24h à 48h dans les boisseaux à blé propre, la transformation du blé s'épare en trois étapes, qui sont :

Le broyage : fonctionne à laide des appareils à cylindres cannelés.

Le claquage : son rôle est de réduire les semoules opérées par des cylindres lisses pour broyer les particules encore plus finement.

Le convertissage : ultime opération de plusieurs passages dans une série de cylindres lisses pour obtenir des produit fins jusqu'à la farine.

Remarque : le moulin est en relation directe avec l'armoire mère de contrôle pour son fonctionnement, toutes les armoires de commandes électriques sont reliées à l'armoire mère PLC (programme logique contrôle) et cette dernière est informatisée ce qui permet de détecter une panne dans le Moulin [2]

Conclusion

Pour conclure cette présentation de notre entreprise agrodiv Corso, je tiens à mettre en lumière les éléments clés qui font de notre organisation un acteur prometteur dans le secteur agroalimentaire. Notre engagement envers la diversification agricole et la durabilité environnementale est au cœur de notre mission. Nous avons développé des pratiques innovantes qui allient efficacité économique et respect de l'écosystème.

Grâce à notre approche holistique, nous favorisons non seulement la productivité des terres, mais aussi le bien-être des communautés locales. Nos partenariats avec les agriculteurs locaux et notre soutien aux initiatives de développement rural attestent de notre engagement envers la responsabilité sociale.

De plus, notre volonté d'innover et d'adopter les dernières technologies nous positionne avantageusement pour répondre aux défis futurs de l'agriculture. En investissant dans la recherche et le développement, nous restons à la pointe de l'innovation, garantissant ainsi notre compétitivité sur le marché mondial.

En conclusion, Agrodiv Corso incarne une vision moderne de l'agriculture, alliant tradition et innovation pour répondre aux besoins actuels sans compromettre les ressources futures. Nous sommes fiers de notre héritage corso et déterminés à poursuivre notre mission de façon responsable et durable pour les générations à venir. Merci.



**Appareil à
cylindre**



Appareil à cylindre

Introduction

L'industrie agroalimentaire occupe une place stratégique en Algérie en contribuant à la création de richesse, à la sécurité alimentaire et au développement socio-économique du pays.

L'appareil à cylindres constitue l'équipement central tant des installations meunières que des installations de mouture en général, particulièrement pour la mouture des céréales.

Dans les installations de meunerie, le processus de mouture englobe principalement les étapes de pré-broyage, de broyage, de concassage, de désagrégation et de transformation des grains et des produits intermédiaires, tels que la mouture du son.

L'ensemble des opérations mentionnées ci-dessus sont réalisées par l'appareil à cylindres en ajustant les paramètres techniques spécifiques sur les cylindres de la machine.

Les paramètres sont ajustés tant pour les rouleaux d'alimentation du produit que pour ceux de broyage :

- Caractéristiques métallurgiques et dimensions du matériau de construction.
- Configuration des cannelures sur les surfaces extérieures des cylindres.
- Différences de vitesses périphériques entre les deux cylindres de broyage.
- Utilisation d'un seul module composé d'une paire de cylindres, avec la possibilité de placer le côté postérieur contre une paroi.
- Configuration de deux modules opposés, assemblés par des boulons à haute résistance, similaire à celle des appareils à cylindres traditionnels.

- Configuration de deux modules opposés, espacés pour permettre le passage des tuyaux de transport pneumatique des produits broyés, assemblés en une seule machine par des boulons et des pièces-entretoises.

II.1.Broyeur

Un "broyeur de blé" est un équipement industriel utilisé dans le processus de transformation du blé en farine. Ce type de machine est conçu pour broyer les grains de blé afin de produire de la farine. Les broyeurs de blé peuvent varier en taille et en capacité, allant des petites unités utilisées dans les boulangeries artisanales aux grandes installations industrielles utilisées dans les usines de production de farine à grande échelle.

Le processus de broyage du blé implique généralement plusieurs étapes, y compris le nettoyage des grains pour enlever les impuretés, le broyage grossier pour réduire les grains en fragments plus petits, le tamisage pour séparer la farine des particules plus grossières, et éventuellement le blutage pour affiner davantage la farine [4]

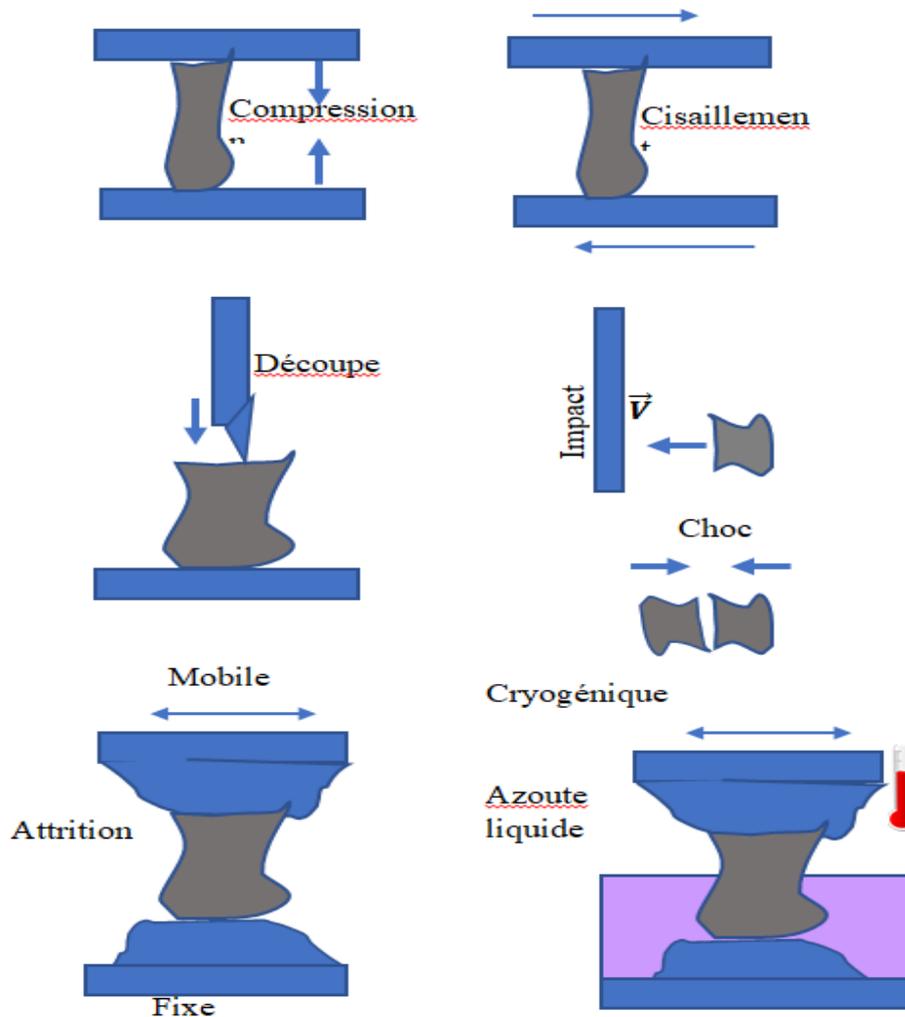
II.1.1.Techniques de broyage

Pendant le processus de broyage, plusieurs efforts mécaniques peuvent être présents, notamment

- Les forces qui rapprochent les particules de matière, les comprimant ensemble sous l'action de compression. Le broyage par compression consiste à réduire la granulométrie du matériau en le pressant entre deux surfaces. Les concasseurs à mâchoires et les concasseurs à cylindres sont des exemples courants de cette technique.
- Les efforts qui tendent à étirer la matière dans des directions opposées sous la sollicitation de traction.
- Les sollicitations qui découpent ou déforment la matière en la faisant glisser les unes par rapport aux autres sous l'action du cisaillement. Le broyage par cisaillement fonctionne en découpant les matériaux à l'aide de forces de cisaillement, généralement appliquées par des lames tranchantes. Cette méthode est souvent utilisée pour le traitement de matériaux tels que les plastiques, les textiles et même certains types de déchets industriels. Le broyage par cisaillement offre une grande polyvalence et peut être efficace pour traiter une variété étendue de matériaux. Cependant, il est essentiel de choisir les lames appropriées et de les entretenir correctement pour

garantir une performance de broyage optimale Les effets de forces appliquées dans des directions perpendiculaires à sa surface qui induisent la courbure ou la flexion.

- les moments de la rotation de la matière autour de son axe, provoquant des déformations en torsion.



- **Figure II. 1 Modes de broyage d'un grain de poudre**

- L'impact se produit lorsque les éléments à broyer entrent en collision, que ce soit entre eux ou avec les parois de la machine. Cela engendre l'application de forces soudaines et brusques. Le broyage par impact est une technique qui implique l'application de forces d'impact sur les matériaux, souvent à l'aide de marteaux, de barres ou d'autres éléments mobiles. Ces forces provoquent la fragmentation des matériaux en morceaux plus petits. Cette méthode de broyage est largement utilisée dans diverses industries, allant du traitement des minéraux à la production alimentaire.

- Le broyage cryogénique peut se révéler être une solution idéale pour les matériaux mous, élastiques et sensibles à la chaleur ! Lorsqu'ils sont broyés à température ambiante, ces matériaux ont tendance à s'agglutiner et peuvent perdre certains composants volatils

II.1.2.Types de Broyeurs

Il Existe différents types de broyeur tels que :

II.1.2.1.Broyeurs à couteaux

Parfois appelés granulateurs, ils mettent en œuvre un système rotor-stator qui cisaille le produit broyé. Leur capacité de production dépend de la puissance fournie (de l'ordre de 250 à 1500 Watts), de la vitesse du rotor ainsi que de la longueur et du nombre des couteaux dont la forme peut aussi éventuellement varier. Ces appareils sont particulièrement recommandés pour le traitement des matériaux fibreux tels que les légumes, les plantes aromatiques et certaines épices mais aussi pour les matières plastiques et le papier. Les tailles obtenues sont généralement de l'ordre de 1 à 6mm. À titre indicatif, les débits peuvent être très importants et dépasser plusieurs dizaines de tonnes à l'heure comme lors du broyage des betteraves en sucrerie. Certains appareils sont munis de dispositifs d'alimentation permettant d'introduire des pièces de grandes tailles.



Figure II.2 Broyeur à couteaux

II.1.2.2. Broyeur à boulets

Le broyeur à boulets est constitué par un corps métallique tubulaire. A l'intérieur du tambour, il existe de charge qu'on appelle les corps broyant qui sont composés par des boulets métalliques sphériques ayant un diamètre bien déterminé et à une dureté relativement supérieure à celle des minerais à broyer et les minerais. Notons que le nombre des boulets est déterminé arbitrairement en fonction de quelques paramètres. De plus, l'ensemble tourne autour d'un axe parallèle à celui du cylindre à l'aide d'un moteur d'entraînement.



Figure II.3 Broyeurs à boulets

Un broyeur à boulets est un équipement utilisé dans l'industrie pour broyer des matériaux en une fine poudre. Les broyeurs à boulets ne sont pas utilisés spécifiquement pour la production de farine. Ils sont principalement utilisés dans des industries telles que l'industrie minière, l'industrie du ciment, la production de céramique, etc., pour le broyage de divers matériaux en une fine poudre.

II.1.2.3. Broyeurs à marteaux

Un broyeur à marteaux est un type de broyeur utilisé pour réduire la taille des matériaux en morceaux plus petits en les frappant avec des marteaux rotatifs. Ce type de broyeur est largement utilisé dans diverses industries pour le traitement de matériaux solides et peut être adapté à une grande variété de matériaux, y compris les grains comme le blé pour la production de farine.

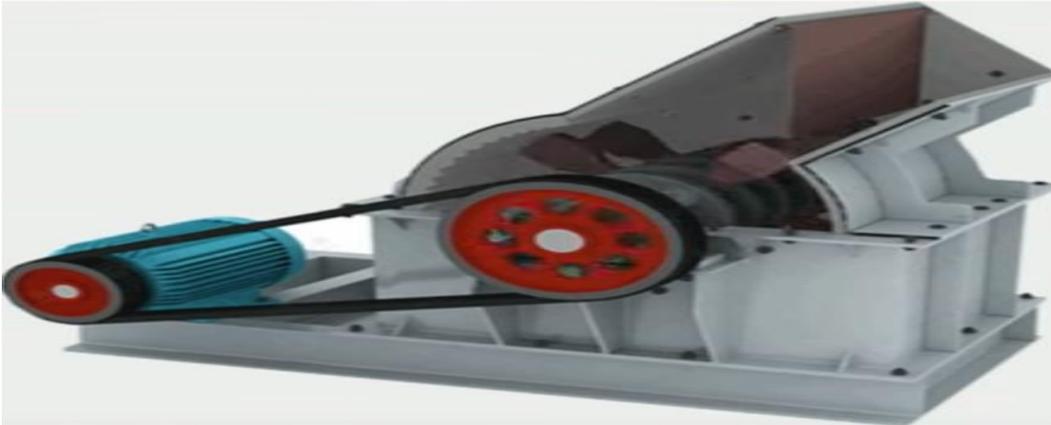


Figure II.4 Brayeur à marteau

II.1.2.4 Broyeurs à jets de fluide

Un broyeur à jet de lit fluidisé est un équipement utilisé pour le broyage de matériaux secs en poudre fine. Ce type de broyeur fonctionne en projetant un jet de gaz à haute pression, généralement de l'air ou de l'azote, à travers une chambre de broyage où les particules solides sont introduites. Les matériaux à broyer sont introduits dans la chambre de broyage du broyeur, souvent par l'intermédiaire d'une trémie d'alimentation. Un gaz sous haute pression, généralement de l'air ou de l'azote, est introduit dans la chambre de broyage à travers des buses ou des injecteurs spécialement conçus. Ce jet de gaz forme un vortex à grande vitesse à l'intérieur de la chambre. Les particules solides entrent en collision avec le jet de gaz à grande vitesse. Cela crée des forces d'impact et de cisaillement qui brisent les particules en morceaux plus petits. Après le broyage, les particules fines sont entraînées par le flux de gaz à travers un dispositif de classification, tel qu'un cyclone ou un séparateur centrifuge. Cela permet de séparer les particules fines de la matière grossière qui peut être recyclée pour un broyage supplémentaire. Les particules fines, désormais réduites à la taille souhaitée, sont collectées dans un collecteur de produit fini, tandis que le gaz de transport est généralement évacué ou recirculé après filtration pour éliminer les particules fines.

Les broyeurs à jet de lit fluidisé sont largement utilisés dans de nombreuses industries, notamment l'industrie pharmaceutique, alimentaire, chimique et des matériaux avancés, en raison de leur capacité à produire des poudres de taille uniforme avec une faible contamination et une

faible génération de chaleur. Ils sont particulièrement efficaces pour le broyage de matériaux fragiles ou thermosensibles.

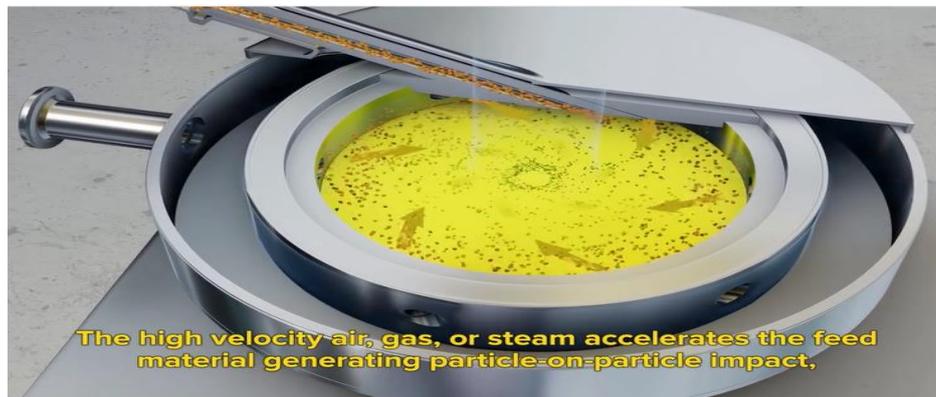


Figure II.5 Brayeur à jet de lit fluidisé

II.1.2.5. Broyeurs à meules

Les broyeurs à meules sont des appareils utilisés pour broyer des matériaux en les frottant entre deux meules, qui sont des surfaces dures et abrasives. Ces meules peuvent être faites de divers matériaux, tels que la pierre, le métal ou la céramique, et peuvent être actionnées manuellement ou mécaniquement.

Ce type de broyeur est couramment utilisé dans divers domaines, notamment dans l'industrie alimentaire pour moulinier des grains et des épices, dans l'industrie minière pour broyer des minéraux, et dans l'industrie chimique pour réduire la taille des particules de divers produits.

Les broyeurs à meules sont appréciés pour leur capacité à produire des particules de taille uniforme et leur capacité à préserver les arômes et les saveurs des matériaux broyés, en particulier dans le domaine alimentaire. Ils sont également souvent préférés pour le broyage de matériaux fragiles ou sensibles à la chaleur, car le processus de broyage est généralement plus doux et moins énergivore que celui des autres types de broyeurs, comme les broyeurs à marteaux.



Figure II .6. Broyeurs à meules [5]

II.1.2.6.broyeurs à cylindres

Le broyeur à cylindres est un équipement utilisé pour réduire la taille des matériaux en les écrasant entre deux cylindres rotatifs. Ces cylindres peuvent être lisses ou rugueux, selon les exigences de broyage spécifiques. Lorsque les matériaux sont introduits entre les cylindres, ils sont pressés et écrasés pour produire des particules de taille plus petite.

Ce type de broyeur est largement utilisé dans diverses industries telles que l'agroalimentaire, l'industrie minière et la chimie. Dans l'industrie alimentaire, par exemple, les broyeurs à cylindres sont utilisés pour écraser les céréales et produire de la farine. Dans l'industrie minière, ils sont employés pour broyer des minerais et extraire les minéraux précieux. En chimie, ces broyeurs sont utilisés pour réduire la taille des particules de divers produits chimiques.

Les avantages des broyeurs à cylindres comprennent leur capacité à produire des particules de taille uniforme et leur efficacité énergétique, car ils nécessitent moins de puissance pour fonctionner par rapport à d'autres types de broyeurs. De plus, leur conception permet un contrôle précis de la taille des particules produites, ce qui les rend adaptés à une large gamme d'applications industrielles.

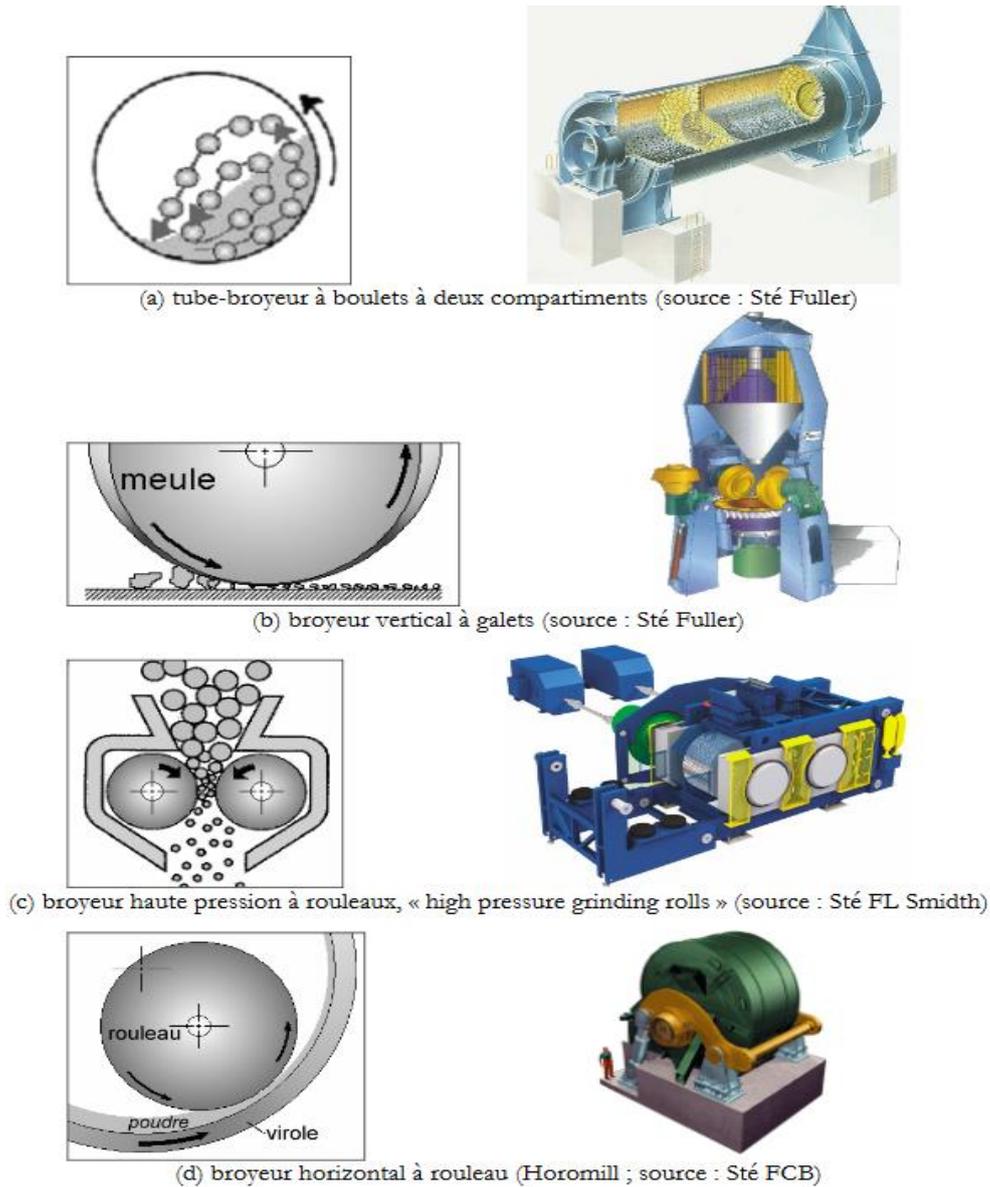


Figure II.7. Différents types de broyeurs

II.1.3. Caractéristiques de cylindre utilisé dans le broyage

Le matériau utilisé pour la fabrication des cylindres est quasi universellement de la fonte grise autotrempan, coulée dans des moules métalliques verticaux ou horizontaux tournant (fonte centrifugée). Celle-ci est affinée par ajout de nickel et du cobalt.

Une des exigences mécaniques des cylindres de mouture est sa constance lors du broyage, c'est pour cette raison que la surface de travail doit être dure et uniforme. La dureté de ces cylindres est déterminée sur l'appareil de More par la méthode dynamique dont l'unité est (HOR). Elle est représentée par le rebond élastique d'un poids lors de sa chute d'une hauteur déterminée sur la

surface à examiner la dureté moyenne de la surface de travail de cylindre cannelé est de 60 = 70 HOR. [6]

Les cylindres ainsi usinés sont soumis à l'équilibrage. La valeur balancée ne doit pas dépasser, les 750 g/cm de chaque côté du corps, quant au battement par rapport à l'axe de rotation il ne doit pas dépasser 0,02 mm[7]

II.2.Cannelures

II.2.1.Définition des cannelures

Depuis l'introduction du broyage à haute production, la configuration des cannelures, nécessaire pour fournir des standards de performances jusque-là inaccessibles, a fait l'objet de nombreuses études.

La configuration des cannelures s'est aussi fortement améliorée mais par le biais de l'amélioration de la résistance aux dégâts aux vitesses de broyages élevées plus que par des modifications du dessin de base.

Après une période initiale d'essai et suivie par une approche plus élaborée, on a appris que les principales caractéristiques du dessin de la cannelure peuvent généralement être classées comme suit :

- Le profil de la cannelure
- Les angles de la cannelure (angles de dos et d'attaque et par rapport à la génératrice de l'axe du cylindre).
- Population ou densité.
- Position de travail.[6]

II.2.2.Géométrie des Cannelures

La cannelure est un sillon creusé à la surface des cylindres de mouture dans le sens de la longueur décrivant ainsi une spirale sur toute la longueur du cylindre. Pendant la rotation des cylindres, les cannelures sont décroissantes.

L'idéal serait que les dents soient identiques les unes aux autres et disposés de manière à assurer un maximum de puissance de broyage à dater de la mise en service du tambour. S'il arrive que la forme des dents varie au-delà des limites connues et requises, la présentation de la surface de

broyage varie elle-même la règle générale, avec effet défavorable sur la qualité de broyage. Selon les connaissances actuelles basées sur l'étude détaillée et pratique des performances, la forme des cannelures est donnée par la figure (II.8) [8]



Figure II.8. Géométrie des Cannelures

II.2.3. Densité des cannelures

Il s'agit là du nombre de cannelures tracées sur toute la circonférence du cylindre. On exprime également le nombre de cannelure par 1 cm de circonférence des cylindres.

Différents blés exigent des cannelures différentes pour une meilleure mouture. Par exemple les cylindres du B1 des moulins anglais fonctionnent avec 03 cannelures/cm par contre les meuniers américains utilisent 05 C/cm pour des raisons de spécificité de leur blé locale. Il est à noter que le nombre de cannelures augmente pour les autres broyeurs (B3, B6) ce qui signifie que les cannelures deviennent plus fines [9]

II.3. Poulie de groupe de renvoi de mouvement

II.3.1. Fonctionnement des deux poulies

Poulie de commande (1 et 2), une poulie chaque cylindre, en fonte de grand diamètre, est coupée en deux parties suivant un joint diamétral et assemblées par boulons. Ce dispositif facilite et accélère les opérations de démontage, à l'occasion d'une opération d'entretien.

-Contient huit gorges pour courroie

-Clavetée sur l'arbre. Le grand diamètre est pour deux buts principaux :

Le premier : pour assurer l'importante réduction de la vitesse de rotation

Le deuxième : pour vaincre les inerties. Donc plus de stabilité de rotation au fonctionnement.

[10]

II.3.2 . Aaccouplement des poulies

L'accouplement entre les poulies et les arbres des cylindres broyeurs se fait par clavettes à centrage automatique.

Appliquer aux vis de serrage des clavettes des moments de démarrage particuliers qui varient en fonction du diamètre et du passage des cylindres.

II.3.3. Courroie de transmission

Le type de courroie utilisé dans l'appareille à cylindre est de type Courroies trapézoïdales

II.3.3.1.Courroies trapézoïdales

Les courroies trapézoïdales. Étant les plus populaires dans les transmissions de puissance,

Présentent un rendement de l'ordre de 95% qui dépend directement de la tension statique. Si le

Mouvement entre les deux arbres n'est pas synchronisé, les courroies trapézoïdales sont souvent le Bon choix surtout lorsque l'entraxe et la vitesse de rotation sont élevés. La section trapézoïdale qui est Utilisés dans les transmissions de puissance selon le besoin de l'application

II.3.3.2.Mesure de la tension de la courroie

L'instrument pour la mesure de la tension de la courroie est un transducteur de la fréquence de vibration de la courroie entre deux points fixes à la tension correspondante.

La valeur de la fréquence d'oscillation du segment libre inférieur de la courroie de renvoi

Mouvement entre les deux cylindres broyeurs, est égale à: 55+58 Hz

II.3.3.4.Capteur de contrôle chute des courroies

(blats control sensor)

Sur tous les passages des appareils à cylindres SY09 on prévoit l'application d'un capteur pour

Le contrôle de la chute des courroies.en cas où il détecte une rupture des courroies de

Commande ou de la courroie de renvoi, le capteur détecte une anomalie dans le contrôle des tours

Et arrêtera la machine. Automatiquement

II.3.3.5. Carters de protection des courroies de transmission du mouvement

Les courroies transmettent le mouvement:

- du moteur au cylindre broyeur rapide antérieur;
- du renvoi du cylindre broyeur rapide à celui lent (postérieur) par une poulie de tension;

L'ouverture des 4 carters, fixés par des charnières au montant central de la machine, est possible

Seulement en utilisant une clé hexagonale de 8 mm à introduire dans les deux trous de serrure des portillons. [11]

Conclusion

Dans l'entreprise Agrodiv, l'intégration de l'appareil à cylindre représente une étape décisive dans notre quête d'efficacité et d'innovation. Cet outil polyvalent offre des possibilités infinies pour améliorer nos processus de production et optimiser notre rendement.

L'utilisation de l'appareil à cylindre nous permet d'atteindre un niveau de précision et de qualité sans précédent dans le laminage, la découpe et le formage de matériaux essentiels à notre activité agricole. Sa conception robuste et sa capacité à s'adapter à diverses applications garantissent une performance fiable et constante.

En investissant dans cette technologie de pointe, nous renforçons notre positionnement sur le marché tout en assurant la satisfaction de nos clients grâce à des produits finis de haute qualité.

De plus, cette initiative témoigne de notre engagement envers l'innovation et notre volonté de rester à la pointe de notre secteur d'activité.

En conclusion, l'appareil à cylindre représente un atout stratégique majeur pour Agrodiv, nous permettant de relever les défis de demain tout en continuant à offrir des solutions innovantes et durables pour l'agriculture moderne.



Accouplement mécanique



Accouplement mécanique

Introduction

Dans le domaine de l'ingénierie mécanique, la transmission de puissance et de mouvement entre différentes parties d'une machine est essentielle pour son bon fonctionnement. Les accouplements et les embrayages jouent un rôle crucial dans cette transmission, permettant de relier, déconnecter ou réguler le transfert de mouvement et de couple entre les composants mécaniques [12]

III.1. Accouplements



Figure III.1. Accouplements

III.1.1. Définition

L'accouplement est un organe qui transmet le mouvement, le couple de rotation et la puissance entre un arbre moteur et un arbre récepteur sans modification de couple donc à vitesse de rotation constante, les deux arbres moteur et récepteur peuvent être désalignés ou parfaitement alignés. [12]

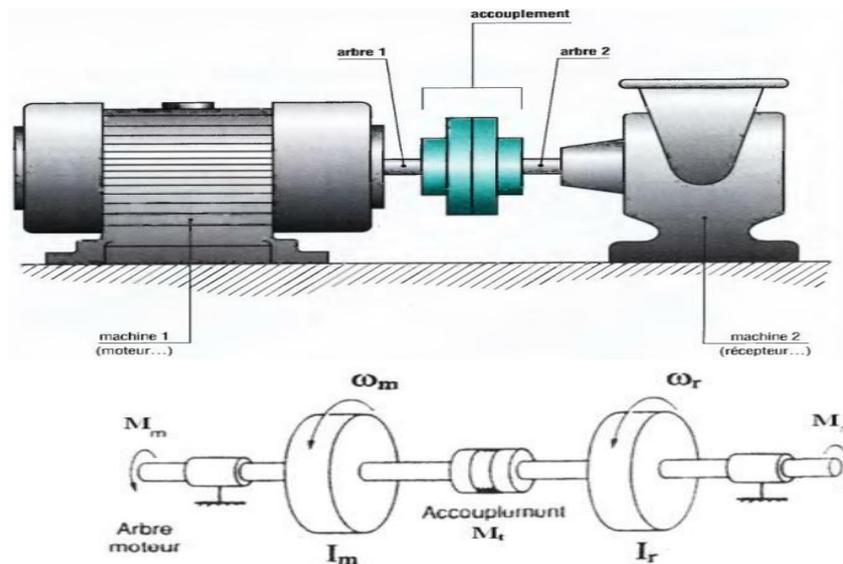


Figure III.2. Accouplement

Le choix de l'accouplement est fonction de:

- La nature des défauts d'alignement des deux arbres
- Le couple maximal à transmettre
- Les caractéristiques du moteur et du récepteur et des conditions de fonctionnement (fréquence de démarrages, chocs et vibrations, température de service, ...)
- La vitesse de rotation maximale
- L'encombrement [12]

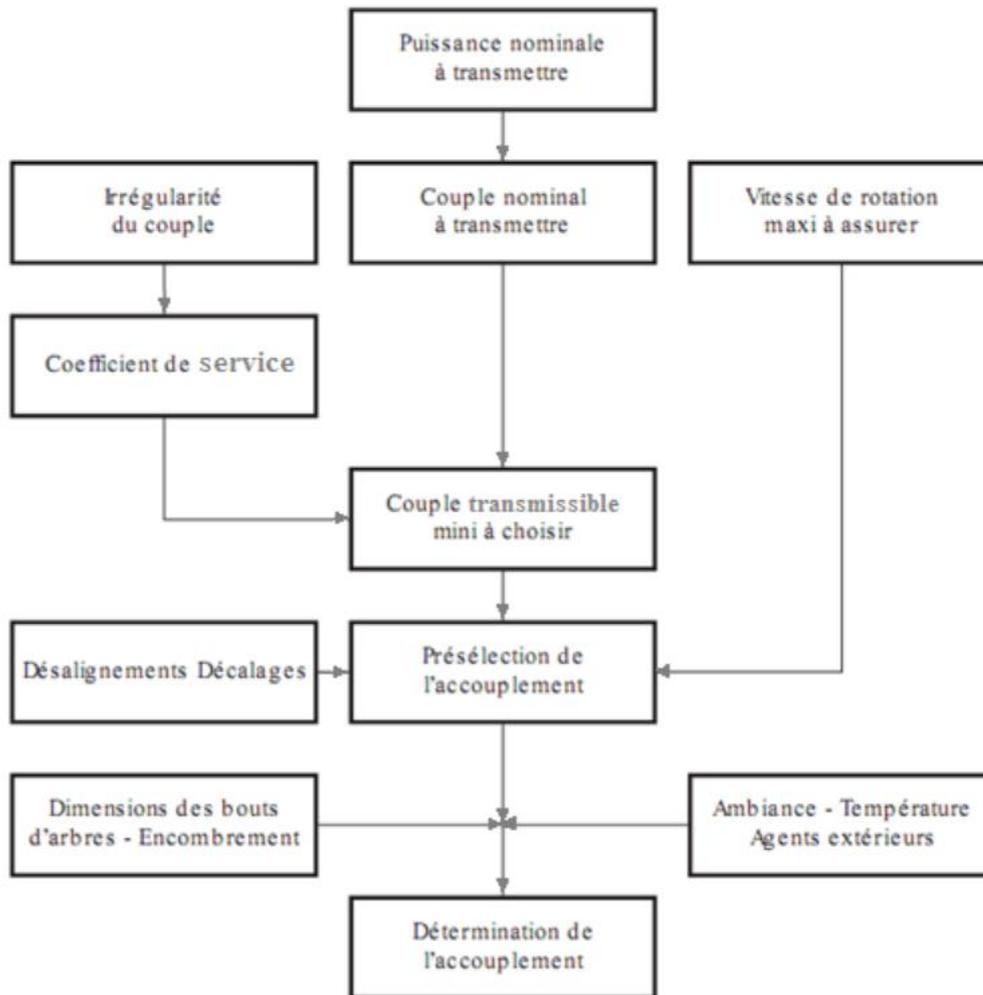


Schéma III.1. Choix de l'accouplement

III.1.2. Différents types d'accouplement

Il existe différentes formes d'accouplements

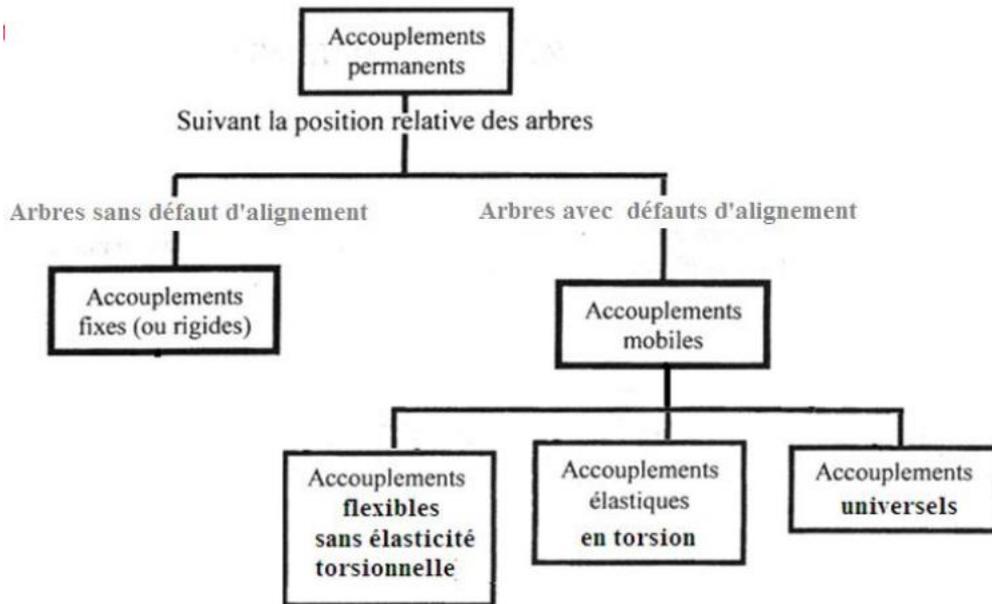


Schéma III.2. Types d'accouplement

III.1.2.1. Accouplements rigides

- Ils transmettent d'un arbre à l'autre toutes les composantes du torseur des actions mécaniques (M_x , M_y , M_z , R_x , R_y et R_z).
- Afin de compenser au maximum les forces supplémentaires (sauf le moment de torsion), ces accouplements seront placés près des paliers des arbres.
- Ils exigent un alignement parfait entre les deux arbres [12]

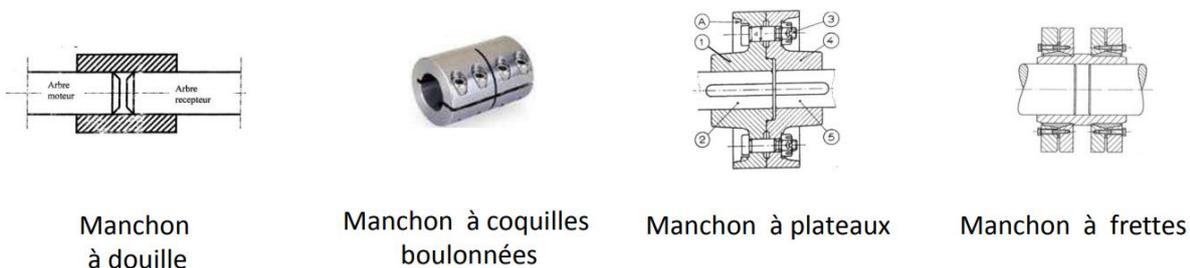


Figure III.3. Accouplements rigides

- Les accouplements mobiles ou élastiques
 - En pratique, il est parfois difficile d'assurer aux arbres un alignement suffisamment précis, pour l'utilisation d'un accouplement rigide.
 - D'autre part, l'alignement initial peut être modifié sous l'action des déformations provoquées par les surcharges, la température , ...



Dans ce cas les accouplements rigides ne sont pas applicables, les arbres devant être liés par des accouplements mobiles ou élastiques.

- Les accouplements mobiles se subdivisent en diverses catégories, d'après les possibilités de déplacements relatifs des arbres : Axial, radial ou angulaires.

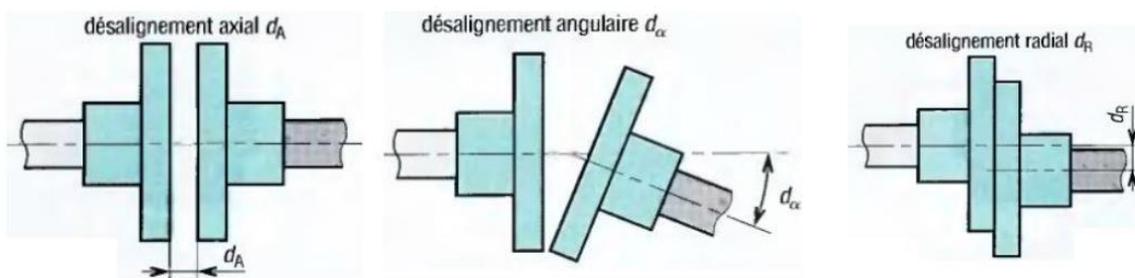


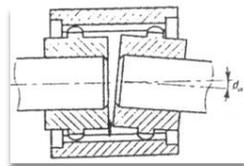
Figure III.4. Accouplements mobile

III.1.2.2. Accouplements sans élasticité torsionnelle (flexibles)

Composés de pièces rigides, ils peuvent corriger un ou plusieurs défauts d'alignement particuliers, mais transmettent le couple intégralement sans amortissement des irrégularités et des chocs de transmission. Les couples transmits peuvent être très élevés.



Accouplement à denture
(petits désalignements angulaire, radial et axial)



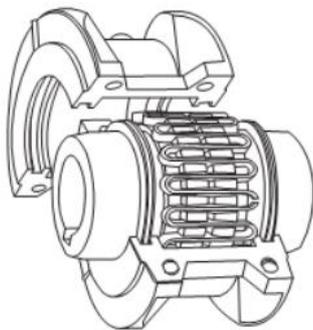
Accouplement à chaîne
(petit désalignement angulaire et radial)

Figure III.5. Accouplement a denture et a chaine

- En plus des pièces rigides, ils se composent de parties totalement élastiques, ressorts ou blocs élastomères permettant la flexibilité en torsion.
- Ils sont conçus pour transmettre le couple en douceur (réduisent et amortissent les chocs et les irrégularités de transmission) tout en corrigeant plus ou moins les différents défauts d'alignement •Les réalisations utilisant des éléments en élastomère (membrane, blocs.) supportent en même temps et à des degrés divers tous les types de désalignements.

Accouplements élastiques en torsion

Accouplement à Lacet



Élasticité en flexion d_α et en torsion d_θ .

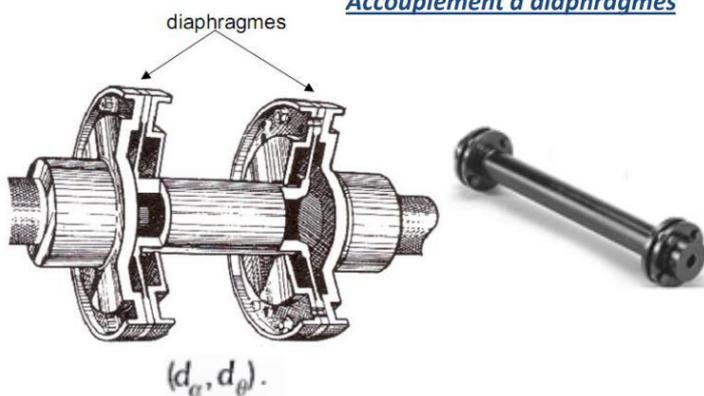
Accouplement à ressort



(d_α, d_θ) .

Figure III.6. Accouplement à lacet et à ressort

Accouplement à diaphragmes



Manchons à membrane
(désalignement angulaire)

Figure III.7. Accouplement à diaphragmes

Accouplements à élastomères

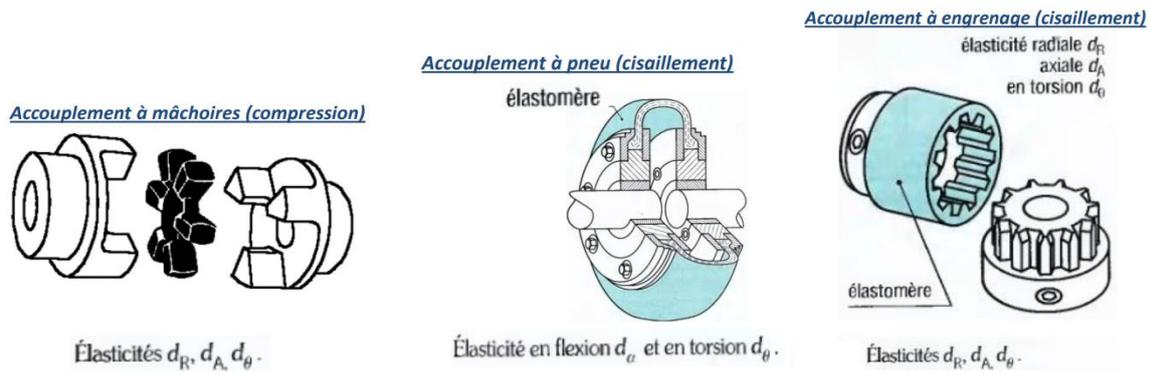


Figure III.8. Accouplements a élastomères

III.2.Embrayages



Figure III.9.Embrayages

III.2.1.Fonction

L'embrayage est un dispositif d'accouplement temporaire entre un arbre dit moteur et un autre dit récepteur. Il a pour fonction de:

- Assurer un accouplement progressif (embrayage) entre le moteur et le récepteur jusqu'à leur parfaite liaison en limitant les à-coups.
- Permettre le désaccouplement (débrayage) en marche ou à l'arrêt entre le moteur et le récepteur. [13]

III.2.2. Classification

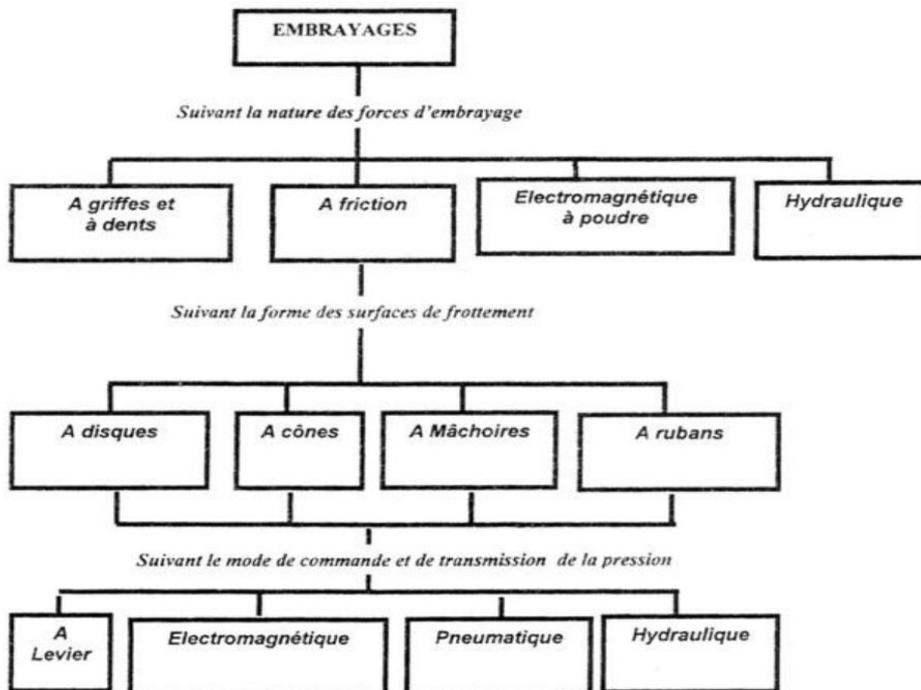


Schéma III.3. Classification

III.2.2.1. Embrayages instantanés

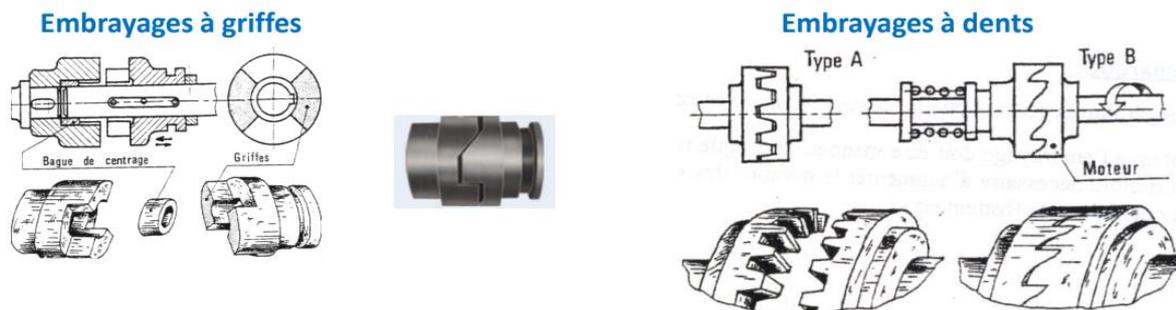


Figure III.10 Embrayages a griffes et dents

- Ils se composent de deux manchons portant des griffes ou des dents appelées crabots.
- L'un des manchons est monté coulissant sur l'arbre et est manœuvré par une fourchette
- Par rapprochement des manchons, les dents viennent en prise et il y a entraînement.
- Ces embrayages ne peuvent être utilisés que si la manœuvre s'effectue à l'arrêt ou à très faible vitesse.

•Lorsqu'il n'y a qu'un sens de rotation, la manœuvre d'embrayage est facilitée par l'emploi d'une denture asymétrique, qui permet également la réalisation du débrayage automatique, donnant à l'arbre mené la possibilité de poursuivre son mouvement lorsque l'arbre menant ralentit ou s'arrête. [13]

Avantages

Les arbres accouplés ont absolument la même vitesse angulaire.

Inconvénients

Difficile d'embrayer en marche et surtout en charge

Calcul de résistance

Le calcul de résistance des griffes et des dents se fait à la flexion et à la pression.

III.2.2.2.Embrayages progressifs

Ces embrayages sont caractérisés par les avantages suivants:

- une mise en charge progressive de l'accouplement entre arbre moteur et arbre récepteur ce qui évite les à-coups
- une manœuvre qui peut être effectuée en marche
- permet de lancer un moteur à vide,
- coupler en marche plusieurs appareils sur le même moteur. [13]

III.2.2.3.Embrayages à friction

Dans les embrayages à friction la transmission de puissance est réalisée par adhérence

Dans le fonctionnement de ces embrayages, on distingue 4 périodes

- ❖ Engagement
- ❖ Embrayage engagé :
- ❖ Débrayage
- ❖ Embrayage débrayé [13]

III.2.2.4.Coupleurs hydrauliques

• La manœuvre d'embrayage constitue toujours une difficulté pour le conducteur qui consiste à bien doser l'effort du pied sur la pédale une fois que les plateaux sont entrés en contact.

- En vue de supprimer cette manœuvre, on utilise des embrayages hydrauliques ou coupleurs, dans lesquels l'entraînement est assuré progressivement, sans Intervention du conducteur. [13]

➤ **Comment?**

La pompe, entraînée par le moteur, fait tourner la turbine reliée à la boîte de vitesse par l'intermédiaire de projection de l'huile sur cette dernière de même qu'un ventilateur entraîne le moulinet par l'intermédiaire du courant d'air produit.

➤ **Avantages**

- robuste, réversible
- souplesse de marche (permet d'absorber les à-coups)
- progressivité de démarrage, réglable par modification de remplissage.
- entretien et usure pratiquement nuls
- oscillation propre inexistante.
- excellent amortisseur qui soustrait le récepteur tout entier aux vibrations de torsion inhérentes à l'emploi du moteur à explosion

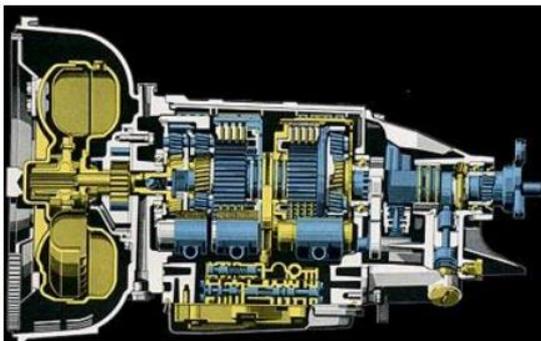


Figure III.11 Coupleur hydraulique

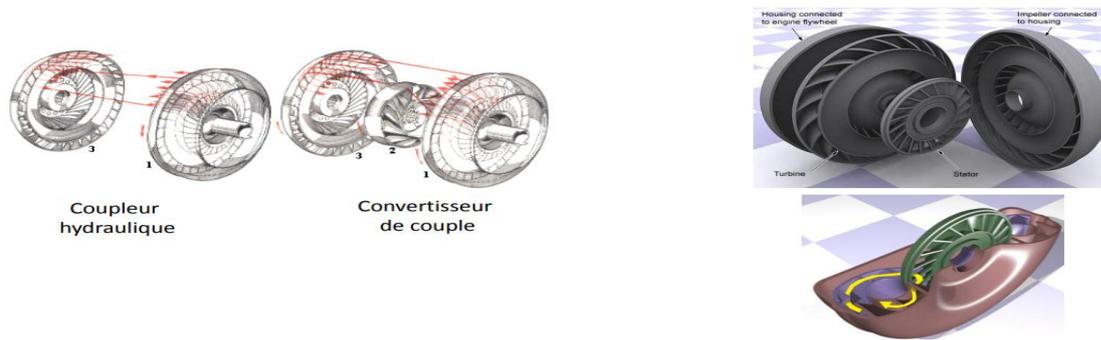


Figure III.12 Coupleur hydraulique

Conclusion

En résumé, les accouplements et les embrayages sont des éléments fondamentaux dans la transmission de puissance et de mouvement au sein des systèmes mécaniques. Leur importance ne peut être sous-estimée, car ils assurent la continuité opérationnelle, la performance et la sécurité des machines dans une multitude de contextes industriels et technologiques.



Critères de plasticité



Critères de plasticité

Introduction

L'élasticité est une branche fondamentale de la mécanique des matériaux, indispensable à la compréhension du comportement des structures soumises à des contraintes. Elle traite de la capacité des matériaux à reprendre leur forme initiale après avoir été déformés sous l'effet de forces externes. L'étude de l'élasticité repose sur un ensemble d'hypothèses et de concepts de base, qui permettent de modéliser et de prédire les déformations et les contraintes dans les matériaux.

Dans ce chapitre, nous nous concentrerons sur les notions de bases en élasticité, en mettant un accent particulier sur les hypothèses de petites perturbations.

IV.1. Notions de bases en élasticité « hypothèses de petites perturbations »

En élasticité, les "hypothèses de petites perturbations" sont des postulats fondamentaux qui sous-tendent de nombreux modèles et analyses dans le domaine. Ces hypothèses sont souvent utilisées pour simplifier les problèmes d'ingénierie en supposant que les déformations subies par un matériau sont suffisamment petites pour que les relations entre les contraintes (forces internes par unité de surface) et les déformations (changements de forme et de dimensions) demeurent linéaires.

IV.1.1. Analyse de déformation

L'analyse de déformation est une méthode essentielle utilisée dans divers domaines de l'ingénierie pour comprendre le comportement des structures et des matériaux soumis à des

charges externes. Elle consiste à étudier comment les objets se déforment en réponse à des contraintes appliquées, que ce soit sous forme de forces, de pressions, de températures ou d'autres influences environnementales.

Cette analyse repose sur des principes de la mécanique des solides déformables, qui étudie le comportement des matériaux sous l'effet des contraintes. En pratique, l'analyse de déformation peut être réalisée à l'aide de différentes techniques, notamment la modélisation mathématique, les simulations par éléments finis, les essais expérimentaux et l'observation visuelle.

IV.1.1.1.Objectifs de l'analyse de déformation

Les objectifs de l'analyse de déformation peuvent varier en fonction des besoins spécifiques du projet ou de l'application. Elle peut être utilisée pour évaluer la résistance d'une structure, prédire les déformations potentielles, optimiser la conception des produits, garantir la sécurité des équipements ou encore diagnostiquer les problèmes de performance.

IV.1.1.2.Pratique de l'analyse de déformation

L'analyse de déformation permet de quantifier les changements de forme et de dimension des matériaux et des structures, ainsi que les contraintes internes qui en résultent. Ces informations sont cruciales pour garantir que les composants et les systèmes fonctionnent de manière fiable et sécuritaire dans des conditions réelles d'utilisation.

IV.1.2.Analyse de contraintes

L'analyse de contraintes est une méthode fondamentale en ingénierie mécanique utilisée pour évaluer les forces internes qui agissent à l'intérieur des matériaux ou des structures soumises à des charges externes. Ces forces internes, connues sous le nom de contraintes, sont cruciales pour comprendre le comportement des matériaux et des composants dans des conditions de charge.

IV.1.2.1.Objectifs de l'analyse de Contraintes

L'objectif principal de l'analyse de contraintes est de déterminer comment les contraintes se répartissent à travers un matériau ou une structure et comment celles-ci influent sur sa résistance, sa déformation et sa durabilité. Cette analyse peut être effectuée à l'aide de différentes

techniques, telles que la modélisation mathématique, les simulations par éléments finis, les essais de laboratoire et l'observation visuelle.

Les contraintes peuvent se présenter sous différentes formes, telles que la tension, la compression, la flexion, la torsion et la cisaillement. Chacune de ces formes de contrainte peut avoir des effets différents sur le matériau ou la structure, et leur compréhension est essentielle pour concevoir des produits sûrs et fiables.

IV.1.2.2. Domaine d'utilisation de l'analyse de contraintes

L'analyse de contraintes est largement utilisée dans de nombreux domaines de l'ingénierie, y compris la conception de machines, la construction de bâtiments, l'aérospatiale, l'automobile, et bien d'autres encore. Elle permet aux ingénieurs de prédire le comportement des matériaux et des structures dans divers scénarios de charge, d'identifier les zones de concentration de contraintes susceptibles de causer des défaillances et de concevoir des solutions pour renforcer la résistance et la durabilité des composants.

IV.1.3. Champ de déplacement

Le champ de déplacement est un concept fondamental en mécanique des milieux continus qui décrit comment les positions des points d'un objet ou d'une structure changent en réponse à des charges externes ou à des conditions environnementales. Il représente la manière dont les déformations se propagent à travers un matériau ou une structure en mouvement, et il est crucial pour comprendre le comportement mécanique des systèmes complexes.

Plus précisément, le champ de déplacement attribue à chaque point d'un objet ou d'une structure une valeur vectorielle qui indique la magnitude et la direction du déplacement à cet endroit. Ces vecteurs de déplacement peuvent varier en fonction de la position dans l'objet et du temps, fournissant ainsi une représentation complète du mouvement et de la déformation de la structure.

L'analyse du champ de déplacement est souvent utilisée en conjonction avec d'autres techniques d'analyse, telles que l'analyse de contraintes et l'analyse de déformation, pour comprendre pleinement le comportement mécanique d'un système donné. Elle permet aux ingénieurs de prédire comment les matériaux et les structures se déformeront et se déplaceront sous l'effet de charges externes, ce qui est essentiel pour concevoir des produits sûrs, fiables et efficaces.

En pratique, le champ de déplacement peut être mesuré à l'aide de différentes techniques, notamment des capteurs de déplacement, des jauges de contrainte, des techniques de vision par

ordinateur et des simulations par éléments finis. Ces méthodes permettent aux ingénieurs d'obtenir des données précises sur le mouvement et la déformation des structures, ce qui est essentiel pour optimiser leur conception et leur performance.

IV.1.4.Critères de plasticité

Les critères de plasticité sont des formulations mathématiques ou des modèles qui définissent les conditions sous lesquelles un matériau commence à subir des déformations permanentes, ou plastiques, plutôt que des déformations élastiques réversibles. Ces critères sont utilisés en ingénierie pour prédire le comportement des matériaux sous des charges importantes et pour concevoir des structures capables de supporter ces charges sans défaillance.

Voici quelques-uns des critères de plasticité les plus couramment utilisés :

IV.1.4.1.Critère de Von Mises

Aussi connu sous le nom de critère de déformation équivalente ou critère de contrainte de cisaillement équivalent, ce critère stipule que la déformation plastique commence lorsque la contrainte équivalente dans le matériau atteint une valeur critique déterminée par ses propriétés intrinsèques. Il est largement utilisé pour les métaux ductiles.

IV.1.4.2.Critère de Tresca

Également connu sous le nom de critère de maximum de cisaillement, ce critère stipule que la déformation plastique commence lorsque la contrainte de cisaillement maximale dans le matériau atteint une valeur critique. Il est souvent utilisé pour les matériaux présentant un comportement plus fragile.

Ces critères sont utilisés dans les simulations par éléments finis, les analyses de structures et d'autres applications d'ingénierie pour prédire le comportement des matériaux sous des charges complexes et pour concevoir des structures robustes et sécuritaires. Le choix du critère dépend souvent des propriétés spécifiques du matériau et des conditions de charge rencontrées dans une application donnée.

Conclusion

En conclusion, la maîtrise des notions de base en élasticité et des hypothèses de petites perturbations est essentielle pour tout ingénieur ou chercheur travaillant dans le domaine de la mécanique des matériaux. Ces concepts non seulement simplifient l'analyse et la modélisation des structures, mais ils constituent également un fondement crucial pour le développement de solutions innovantes et efficaces dans le domaine de l'ingénierie.



**Conception et
simulation de
accouplement
mécanique**



Conception et simulation de l'accouplement mécanique

Introduction

Dans le cadre de cette étude, nous nous sommes concentrés sur la conception et la simulation d'une pièce mécanique en utilisant le logiciel Solidworks. L'objectif principal était de modéliser la pièce, de réaliser des analyses de contraintes et de déformations, et d'optimiser sa conception pour garantir ses performances sous différentes conditions de charge. Les résultats de simulation ont permis d'identifier les points critiques et d'améliorer la résistance et la durabilité de la pièce. Cette approche intégrée a démontré l'efficacité de SolidWorks dans la validation virtuelle des conceptions avant la fabrication.

V.1.Présentation de solidworks

Le logiciel de CAO SOLIDWORKS est un outil numérique de conception mécanique 3D paramétrique qui permet aux concepteurs d'esquisser rapidement des idées, d'expérimenter des fonctions et des cotes afin de produire des modèles et des mises en plan précises. Le présent document explique les concepts et la terminologie de l'application SOLIDWORKS et a pour but de vous familiariser avec les fonctionnalités les plus utilisées de SOLIDWORKS.

Le logiciel Solidworks à une vaste gamme d'applications dans des industries, telles que l'aérospatiale, l'industrie militaire, l'automobile, le transport, les produits de consommation,

l'électronique, usine de traitement, systèmes énergiques, la construction, l'équipement lourd, machines, outils médicaux, Mold & prestations de service. Il aide à concevoir différents produits et services, les tester de manière très rentable comme le modèle et le prototype de test.

Le DSS Solidworks Corp. développe également d'autres produits logiciels, ce qui aide dans diverses sections d'ingénierie, en particulier pour la mécanique. Il s'agit de CAO 3D, Simulation, Gestion de données produit, Communication technique, Conception électrique et 3D expérience. Ce modélisateur CAO n'est pas limité aux ingénieurs mécaniciens; D'autres filières techniques (spécialement pour l'électricité et le civil) et les concepteurs de produits peuvent convertir les idées de nouveaux produits en réalité. [14]

V.1.1.Définition

Le logiciel SOLIDWORKS est un modéleur volumique permettant de créer des pièces complexes en 3

Dimensions. Ces pièces peuvent être ensuite utilisées pour créer des mises en plan en 2D et des assemblages de plusieurs pièces entre elles. [15] On peut spécifier des côtes et rapports géométriques entre les éléments. Un changement de cote entraîne un changement de taille de la pièce, tout en préservant l'intention de conception.

Un modèle SolidWorks est constitué de pièces, d'assemblages et de mise en plan. Les pièces, les assemblages et les mises en plan affichent le même modèle dans des documents différents. Les changements opérés sur le modèle dans l'un des documents se propagent aux autres documents contenant ce modèle. [15]

Le logiciel Solidworks comprend

➤ Modules élémentaires

Pièce, Assemblage, Mise en plan.



Figure V.1 Modules élémentaires utilisés par SolidWorks[15]

En fonction du type de licence, d'autres compléments peuvent être implémenté. Dans la version SolidWorks Premium sont disponible les compléments suivants : SolidWorks Simulation, SolidWorks FlowSimulation, PhotoView 360, SolidWorks Motion. SOLIDWORKS Simulation (Stator d'un moteur à palettes soumis à une pression d'épreuve de 12 bars)

➤ **Module pièce :**

Le premier module élémentaire de SolidWorks, sert à élaborer le modèle numérique.

- Interface

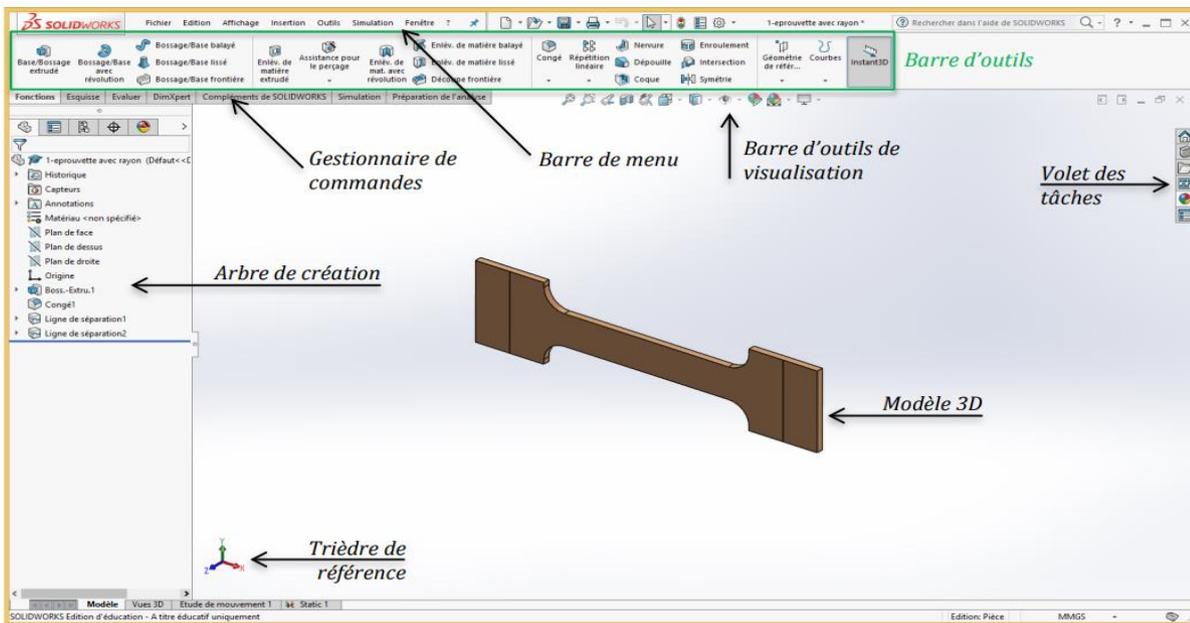


Figure V.2 Interface SolidWorks [15]

- Les barres d'outils

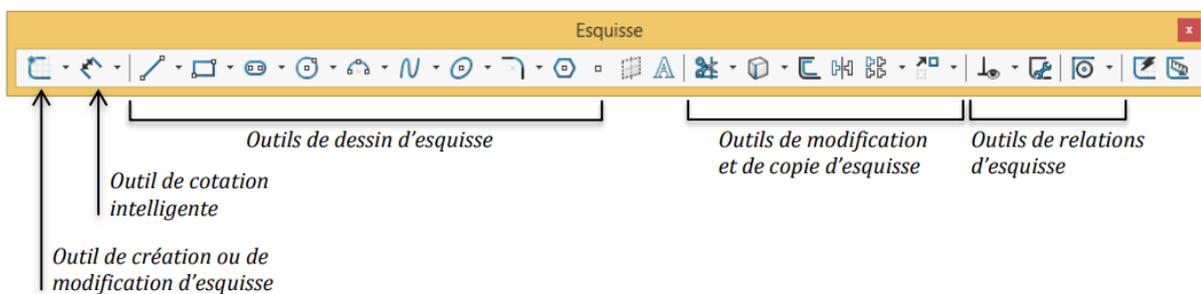


Figure V.3 Barre d'outils de SolidWorks [15]

Important : On construit des pièces à partir de FONCTIONS et la plupart des FONCTIONS sont construites à partir d'une ou de plusieurs ESQUISSES.

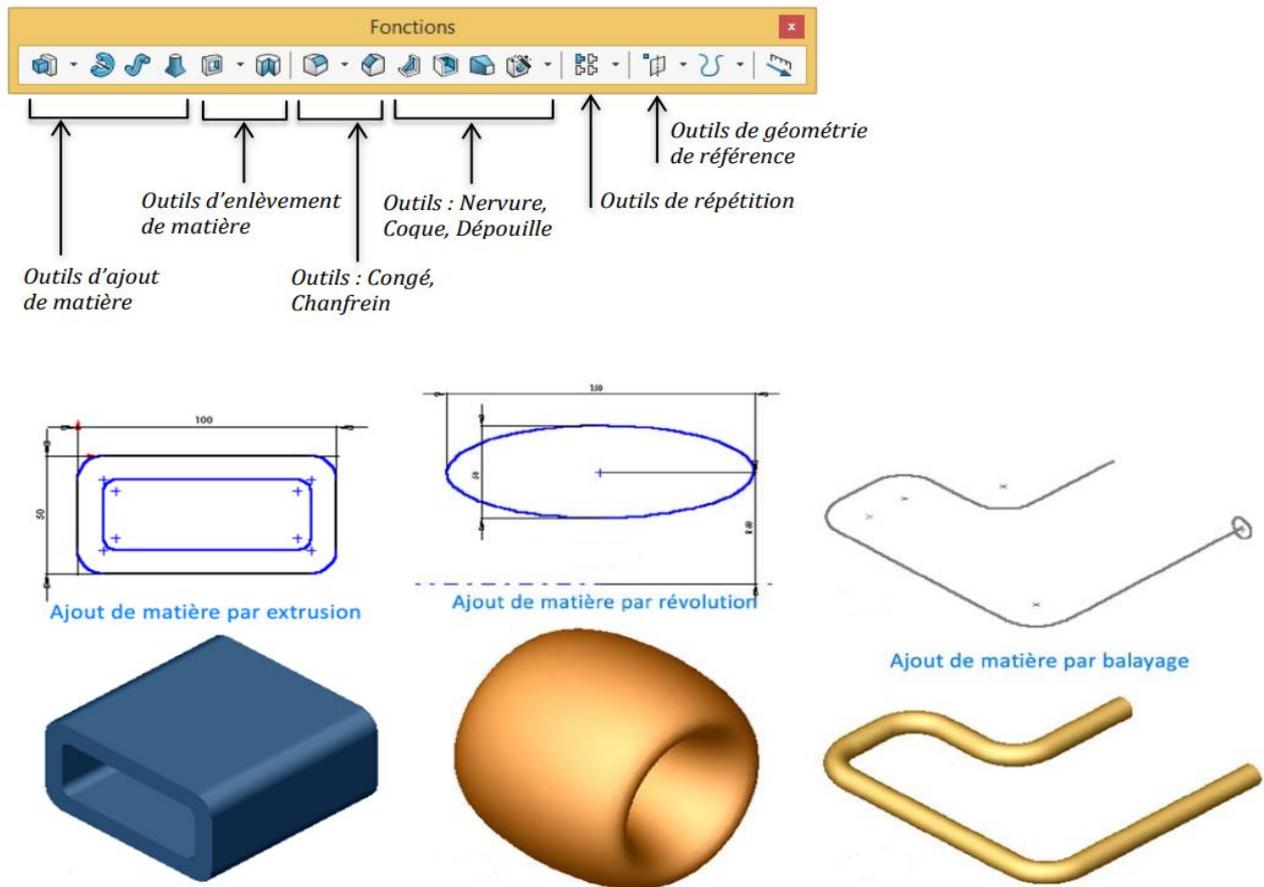


Figure V.4 Interface des fonctions de solidworks [15]

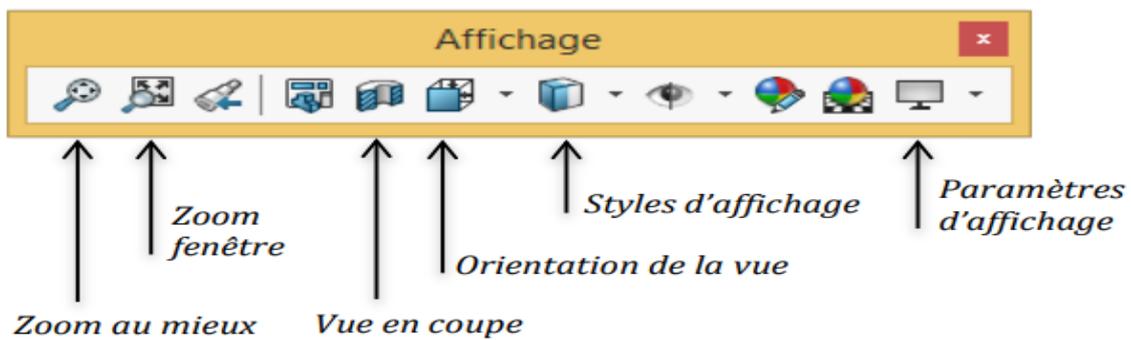


Figure V.5 Interface d'affichage de solidworks [15]

➤ Module assemblage

Le module assemblage est le deuxième module élémentaire de SOLIDWORKS, permettant d'effectuer l'assemblage des pièces que l'on a élaboré préalablement dans le module pièce.

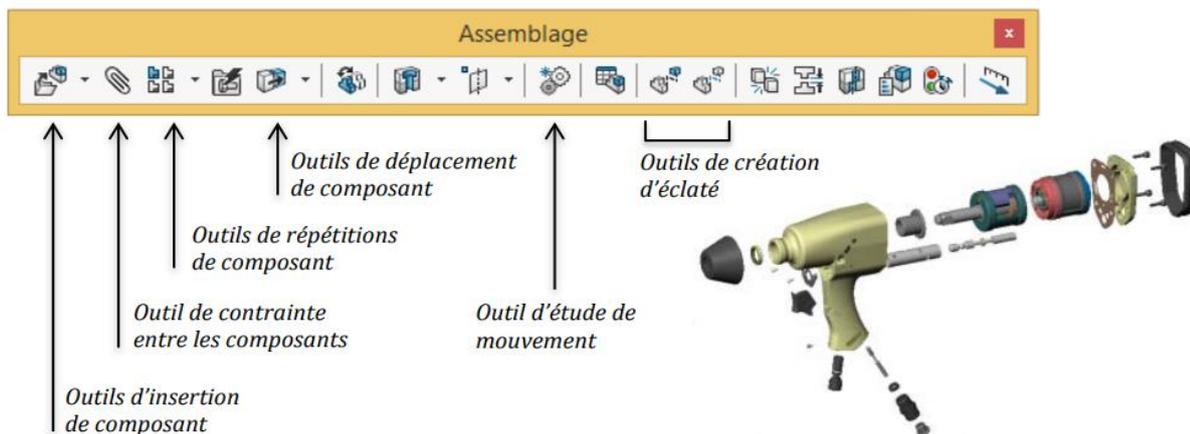


Figure V.6 Interface assemblage de SolidWorks [15]

➤ Module mise en plan

Le module Mise en plan est le troisième module élémentaire de SOLIDWORKS, servant à effectuer la mise en plan d'une pièce ou d'un assemblage, que l'on a élaboré préalablement dans le module Pièce ou le module Assemblage.

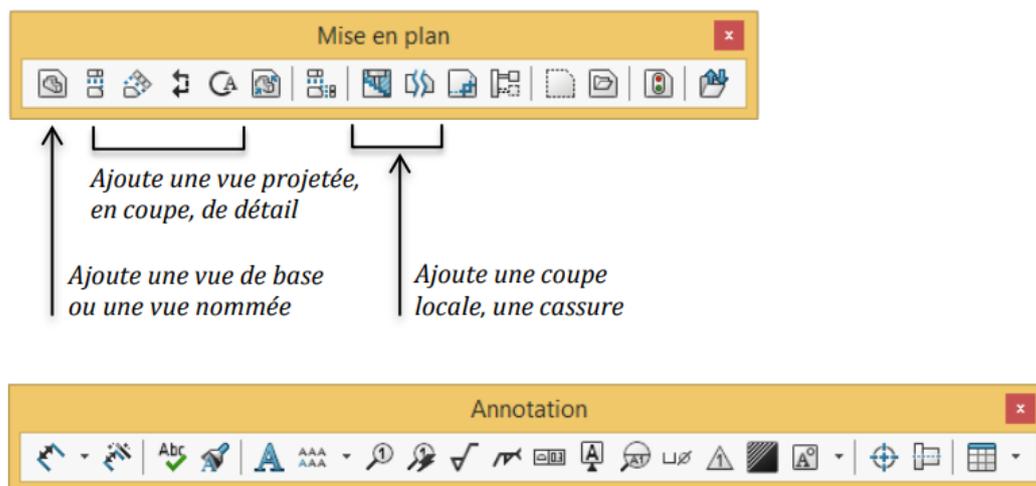


Figure V.7 Barre d'annulation permet d'insérer des côtes diverses, du texte, des hachures et des axes à la mise en plan [15]

V.1.2.SOLIDWORKS Simulation

SOLIDWORKS Simulation est un portefeuille d'outils d'analyse structurelle faciles à utiliser qui font appel à la méthode d'analyse par éléments finis (FEA) pour prédire le comportement physique réel d'un produit en testant virtuellement des modèles de CAO. Le portefeuille propose des fonctionnalités d'analyse dynamique et statique non linéaire et linéaire. SolidWorks

Simulation permet de tester le comportement mécanique des pièces et des assemblages modélisés dans SolidWorks. SolidWorks Simulation permet de faire une étude : Statique, Fréquentielle, Flambement, Thermique, Test de chute, Fatigue et Dynamique (Modale, harmonique, spectrale et aléatoire).

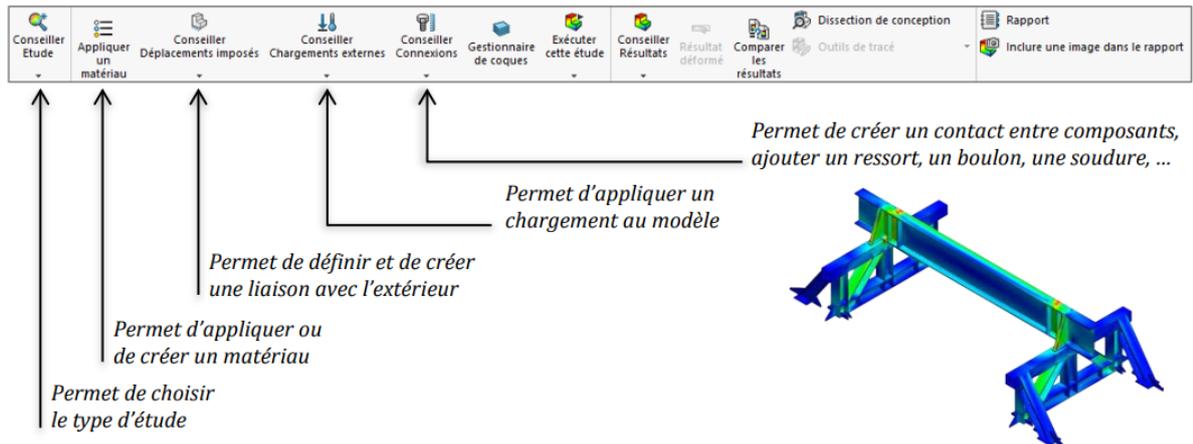


Figure V.8 Interface a simulation solidworks [15]

V.2.Dessin de définition de chaque élément constituant le mécanisme d'embrayage

V.2.1.Arbre

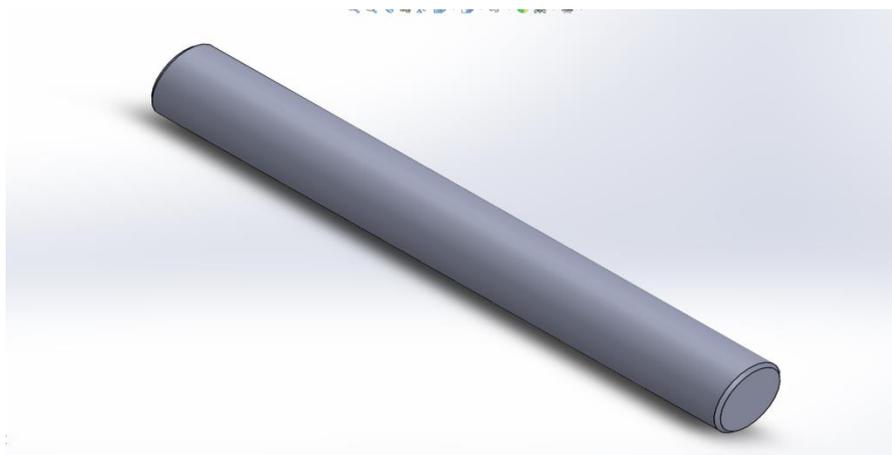


Figure V.9 Arbre en 3D

V.2.2.Support

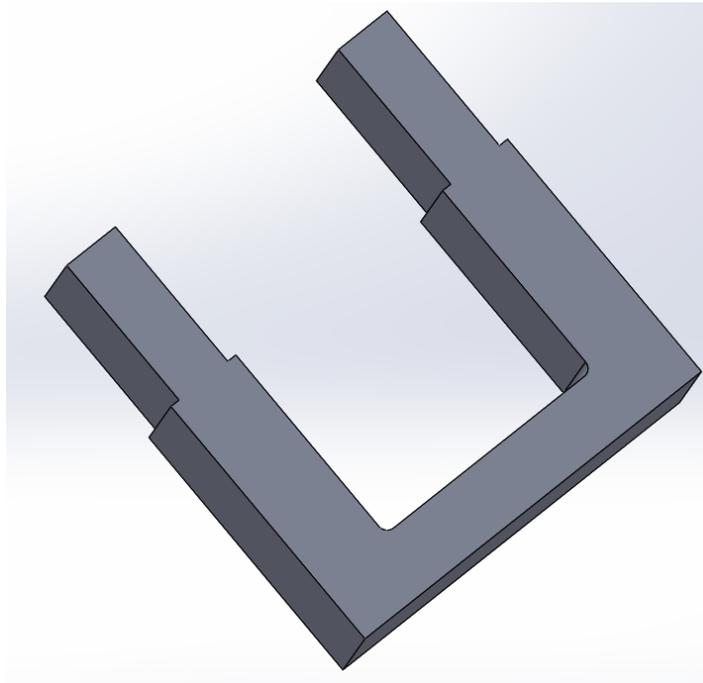


Figure V.12 1^{er} étape de dessin

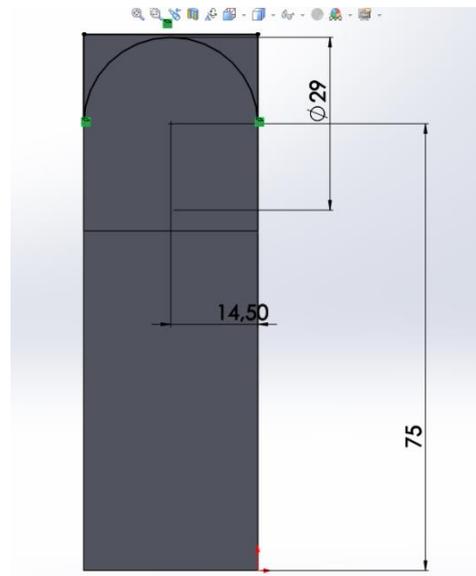


Figure V.13. Dessin en 2D

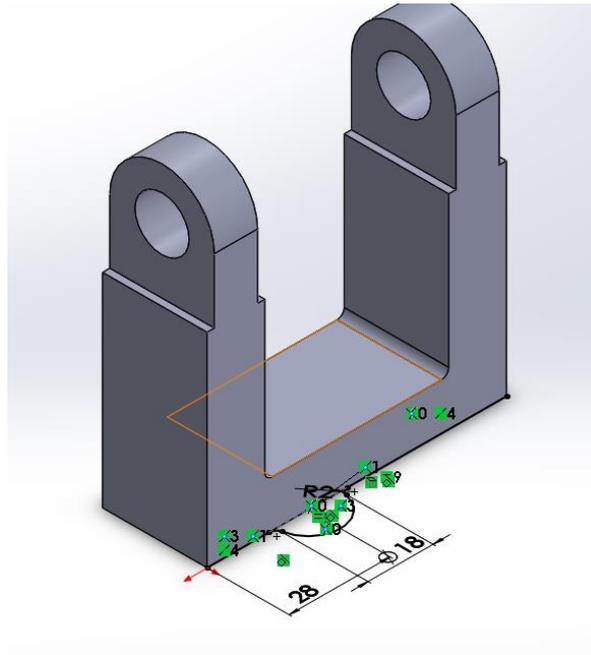


Figure V.14. Dessin en 3D

La figure présente une vue en perspective et quelques vues projetées de support conçue sous SolidWorks.

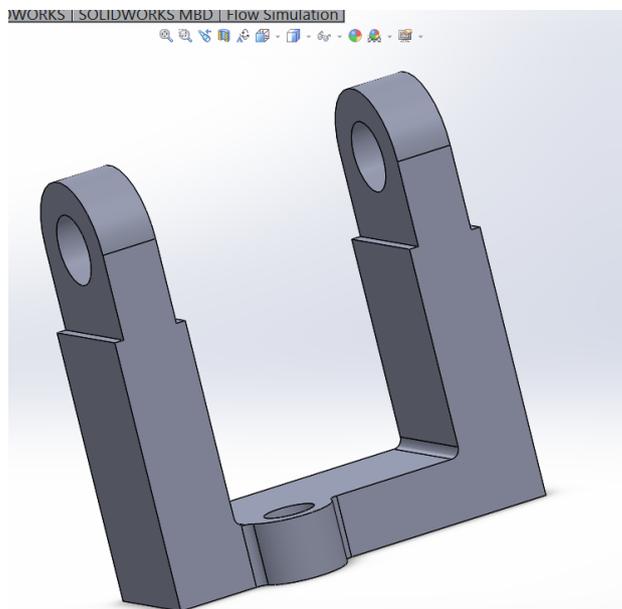


Figure V.15. Dessin final

V.2.3. Levier

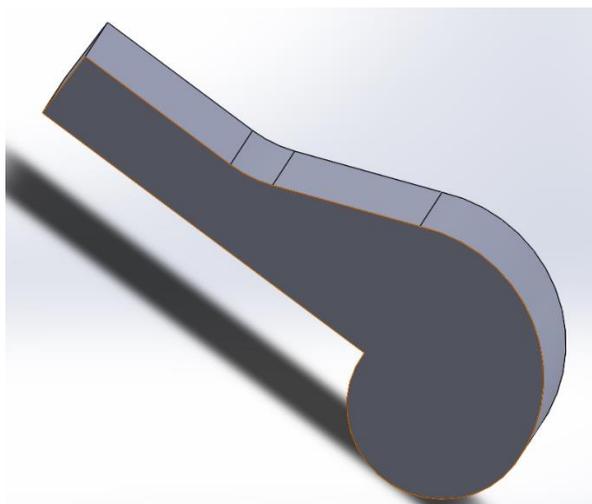


Figure V.16 Dessin 3D

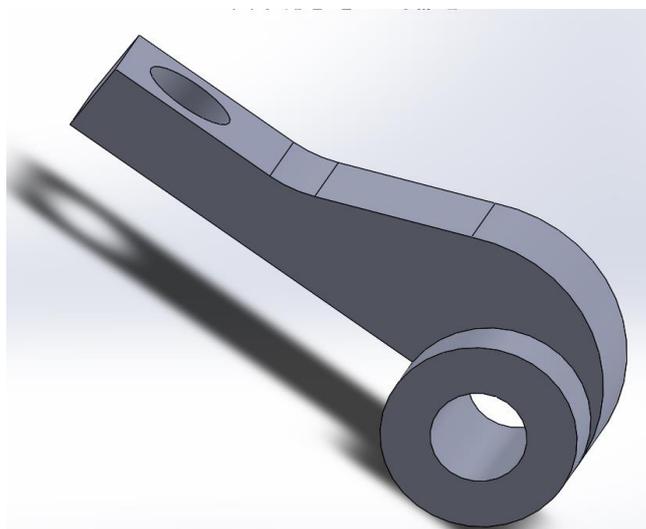


Figure V.17 Dessin 3D

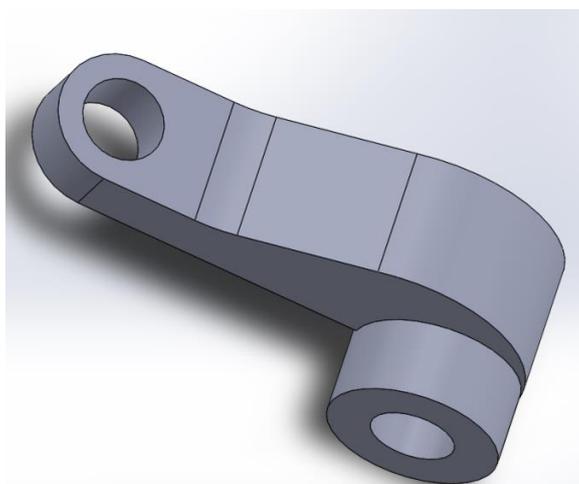


Figure V.18. Dessin 3D

La figure présente une vue en perspective et quelques vues projetées de levier conçue sous SolidWorks.

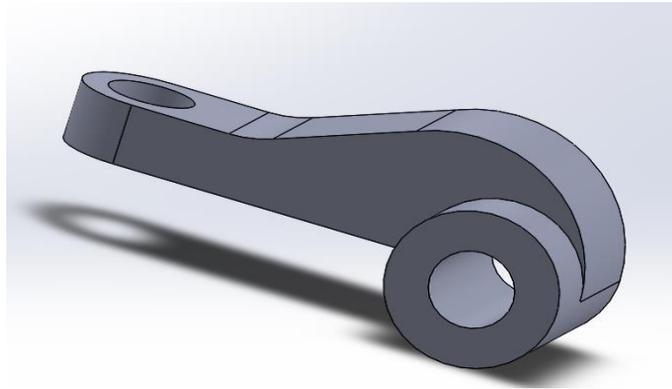


Figure V.19.Levier

V.2.4.Enclenchement 91015680000

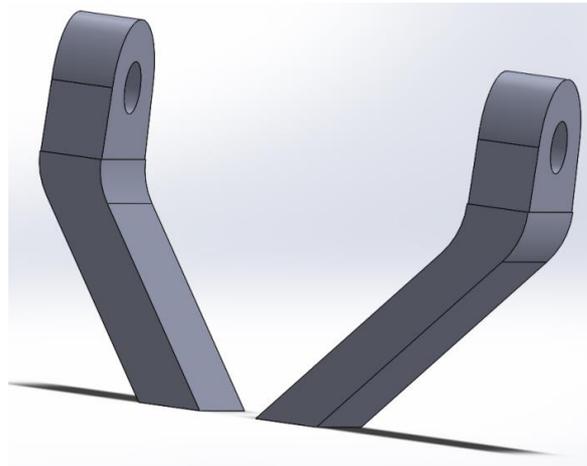


Figure V.21.Dessin en 3D

La figure présente une vue en perspective et quelques vues projetées de Enclenchement 91015680000 conçue sous SolidWorks.

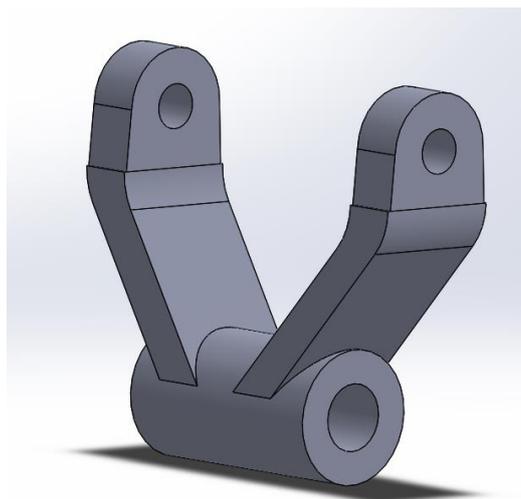


Figure V.22.Enclenchement 91015680000

V.2.5.Enclenchement 91015680000

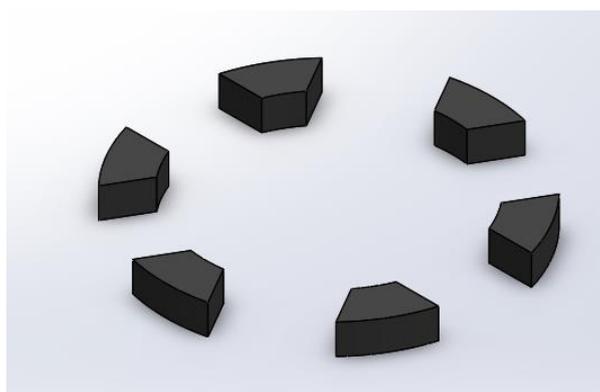


Figure V.23. Les dents en 3D

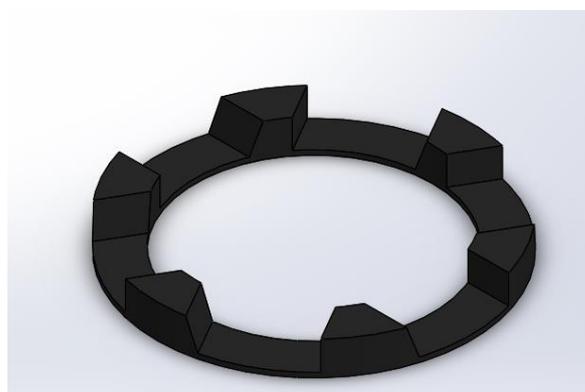


Figure V.24Dessin en 3D.

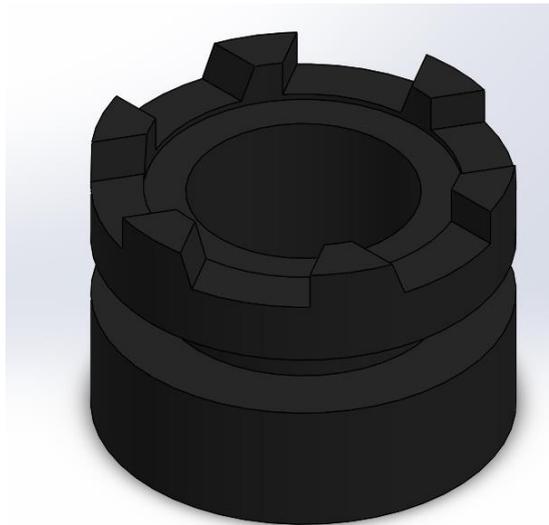


Figure V.25. Dessin en 3D

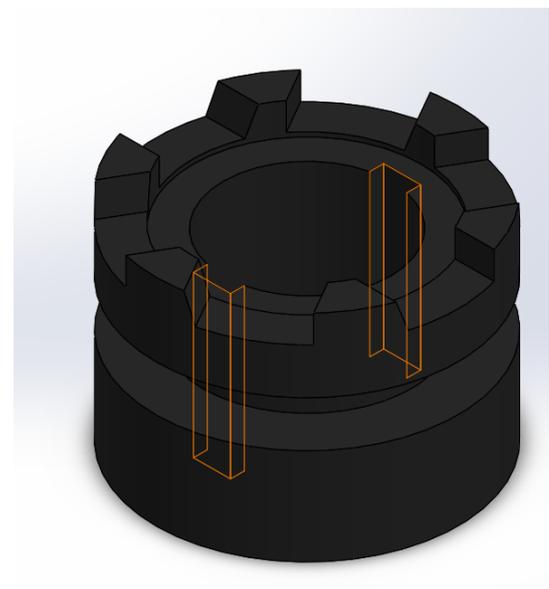


Figure V.25. Dessin en 3D

La figure présente une vue en perspective et quelques vues projetées de Enclenchement 91015680000 conçue sous SolidWorks.

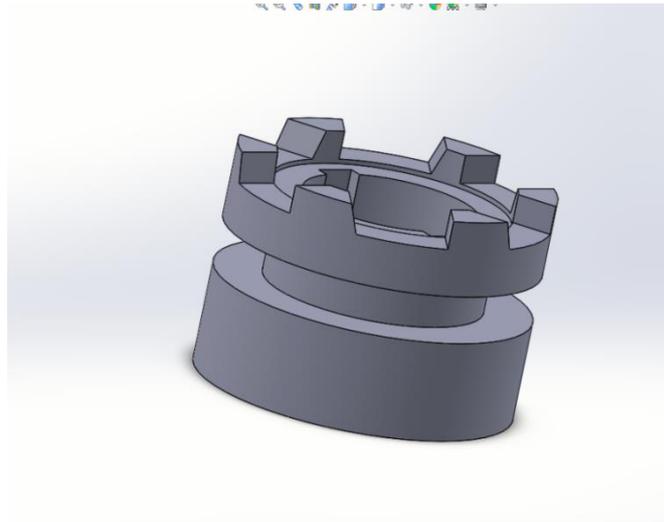


Figure V.26.Enclenchement 91015680000

V.2.6.Enclenchement 91017320000

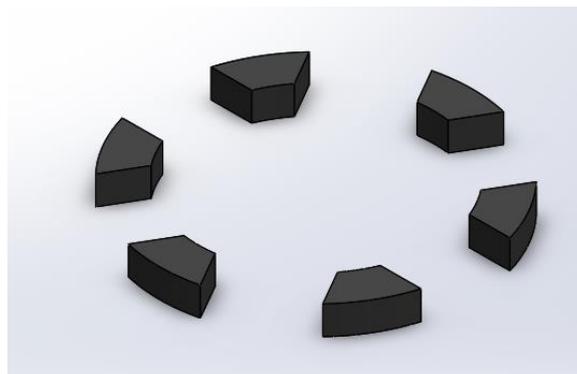


Figure V.27.Dessin en 3D

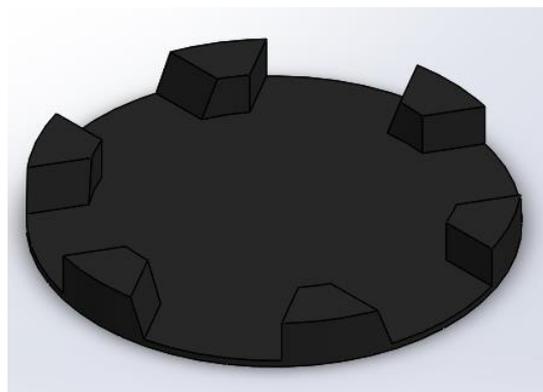


Figure V.28.Dessin en 2D

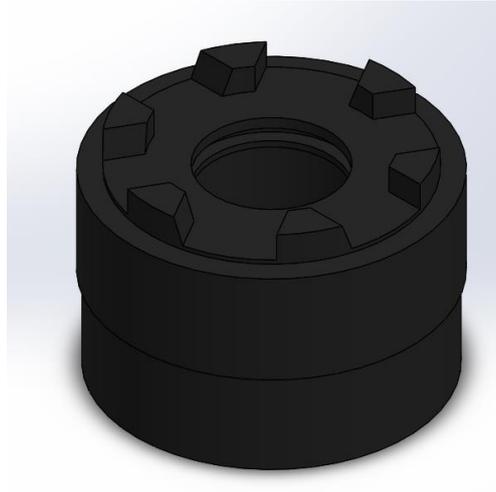


Figure V.29 La Pièce en 3D.

La figure présente une vue en perspective et quelques vues projetées de Enclenchement 91017320000 conçue sous SolidWorks.

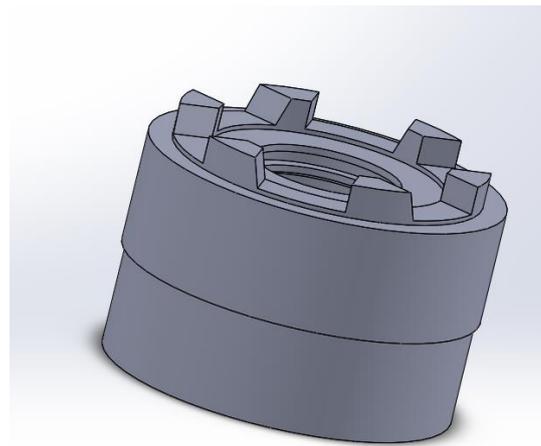


Figure V.30.Enclenchement 91017320000

V.3.Choix du type d'analyse

Nous appuyons sur le bouton «simulation» après «nouvelle étude» afin de choisir un des types d'analyse statique

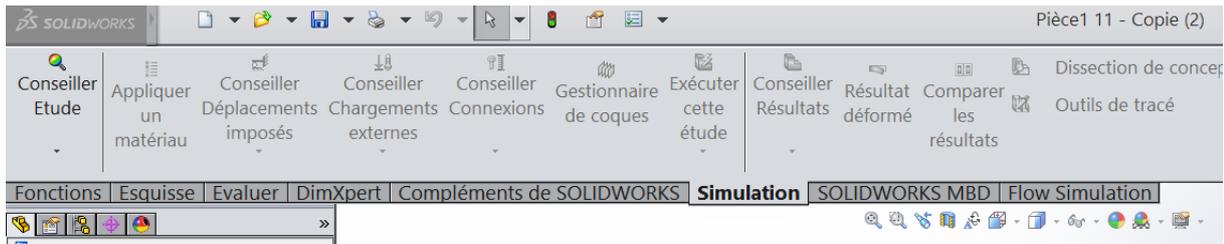


Figure V.31. étape de simulation

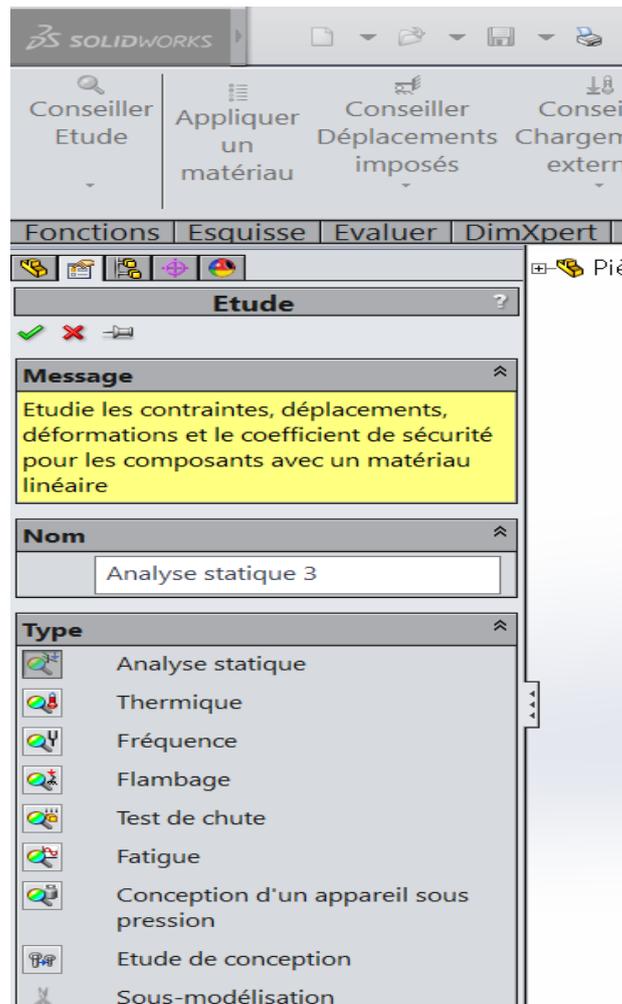


Figure V.32 Choix type d'analyse

V.4.Choix des matériaux

En cliquant sur le bouton « nouvelle étude», après « appliquer un matériau » on peut définir les caractéristiques des matériaux constituant la pièce à étudier (Figure). Dans cette étude, la base est d'un fonte grise.

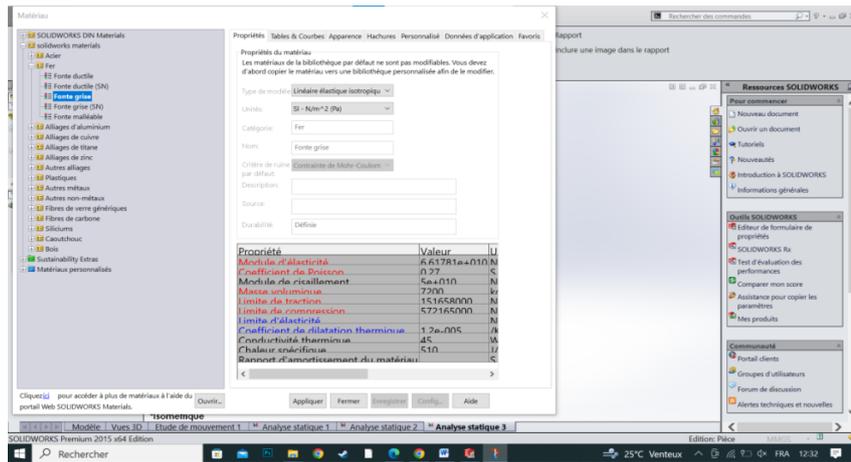


Figure V.33 Choix des matériaux

Tableau V.1. : Propriétés du matériau d'Enclenchement 91017320000

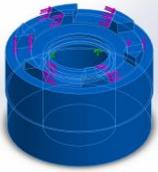
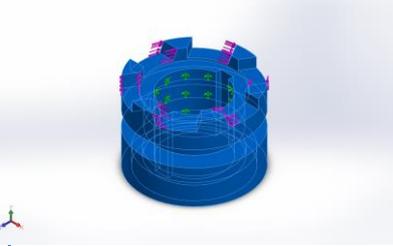
Référence du modèle	Propriétés	Composants
	Nom: F onte grise	Corps volumique 1(Enlèv. mat.-Extru.2)(Pièce1 11)
	Type de modèle: Linéaire élastique isotropique	
	Critère de ruine par défaut: Contrainte de Mohr-Coulomb	
	Limite de traction: 1.51658e+008 N/m^2	
	Limite de compression: 5.72165e+008 N/m^2	
	Module d'élasticité: 6.61781e+010 N/m^2	
	Coefficient de Poisson: 0.27	
	Masse volumique: 7200 kg/m^3	
Module de cisaillement: 5e+010 N/m^2		
Coefficient de dilatation thermique: 1.2e-005 /Kelvin		
Données de la courbe:N/A		

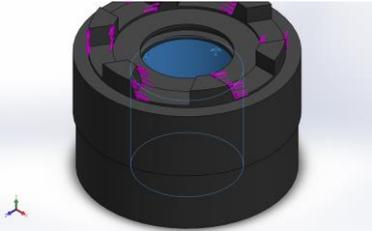
Tableau V.2.: Propriétés du matériau d'Enclenchement 91015680000

Référence du modèle	Propriétés	Composants
	Nom: Fonte grise	corps volumique 1(Enlèv. mat.-extru.3)(Pièce1 11 - Copie (2))
	Type de modèle: Linéaire élastique isotropique	
	Mode de ruine par défaut: Inconnu	
	Limite de traction: 1.51658e+008 N/m²	
	Limite de compression: 5.72165e+008 N/m²	
	Module d'élasticité: 6.61781e+010 N/m²	
	Coefficient de Poisson: 0.27	
	Masse volumique: 7200 kg/m³	
	Module de cisaillement: 5e+010 N/m²	
	Coefficient de dilatation thermique: 1.2e-005 /Kelvin	
Données de la courbe: N/A		

Une fois le matériau est choisi, l'étape suivante consiste à créer les conseiller déplacements imposés et conseiller chargements externes.

V.5.Actions extérieures

Tableau V.3.: Actions extérieures

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé		
Fixe-1		Entités: 1 face(s) Type: Géométrie fixe		
Forces résultantes				
Composants	X	Y	Z	Résultante
Force de réaction(N)	-0.0369644	-0.00615376	-0.0202553	0.0425971
Moment de réaction(N.m)	0	0	0	0

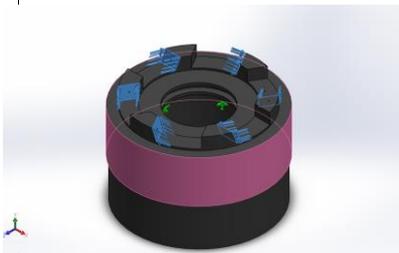
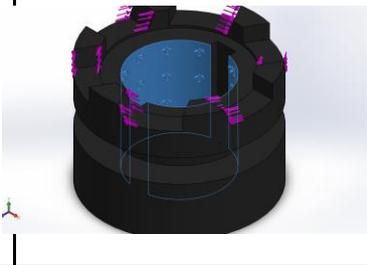
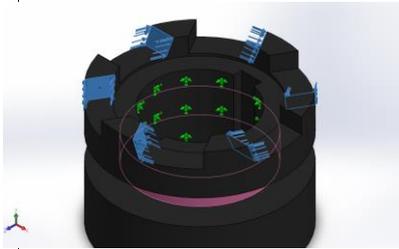
Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Couple-1		Entités: 6 face(s) Référence: Face< 1 > Type: Moment de torsion Valeur: -55 N.m

Tableau V.4.: Actions extérieures

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé		
Fixe-1		Entités:	2 face(s)	
		Type:	Géométrie fixe	
Forces résultantes				
Composants	X	Y	Z	Résultante
Force de réaction(N)	-0.0830594	0.0139116	-0.0320427	0.0901063
Moment de réaction(N.m)	0	0	0	0

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement		
Couple-1		Entités:	6 face(s)	
		Référence:	Face< 1 >	
		Type:	Moment de torsion	
		Valeur:	-55 N.m	

V.6.Maillage des éléments du mécanisme

Le maillage consiste à remplir le domaine géométrique avec des éléments finis de façon à ce que Modélisez-le géométriquement. En éléments finis, les éléments sélectionnés sont formes géométriques simples. Nous avons une grande flexibilité dans le choix des types Type, forme, disposition et taille des éléments.

Tableau V.5. Informations sur le maillage de Enclenchement 91015680000

Type de maillage	Maillage volumique
Mailleur utilisé:	Maillage standard
Transition automatique:	Désactivé(e)
Boucles automatiques de maillage:	Désactivé(e)
Points de Jacobien	4 Points
Taille d'élément	4.04757 mm
Tolérance	0.202378 mm
Qualité de maillage	Haute

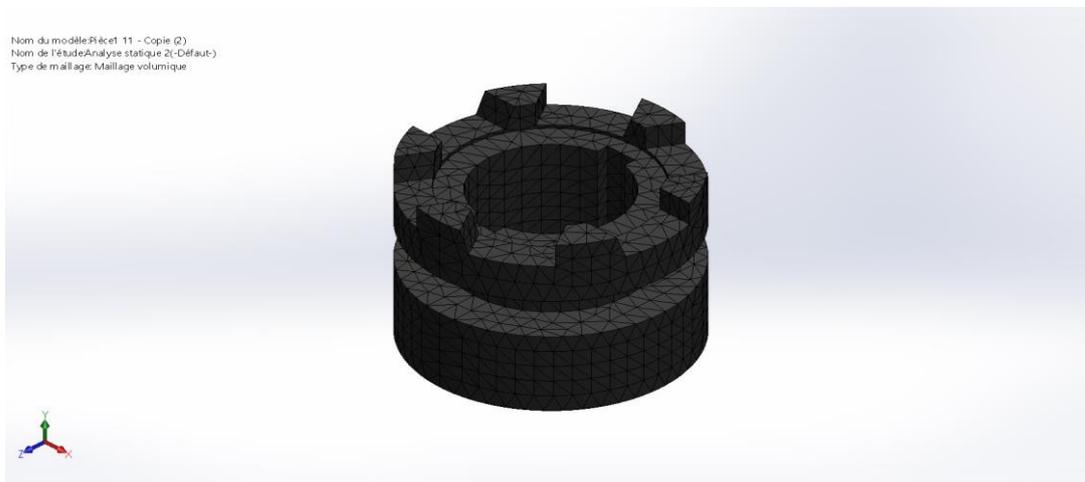


Figure V.34 Maillage d'enclenchement 91015680000

Tableau V.6. Informations sur le maillage d'Enclenchement 91017320000

Type de maillage	Maillage volumique
Mailleur utilisé:	Maillage standard
Transition automatique:	Désactivé(e)
Boucles automatiques de maillage:	Désactivé(e)
Points de Jacobien	4 Points
Taille d'élément	5.36136 mm
Tolérance	0.268068 mm
Qualité de maillage	Haute

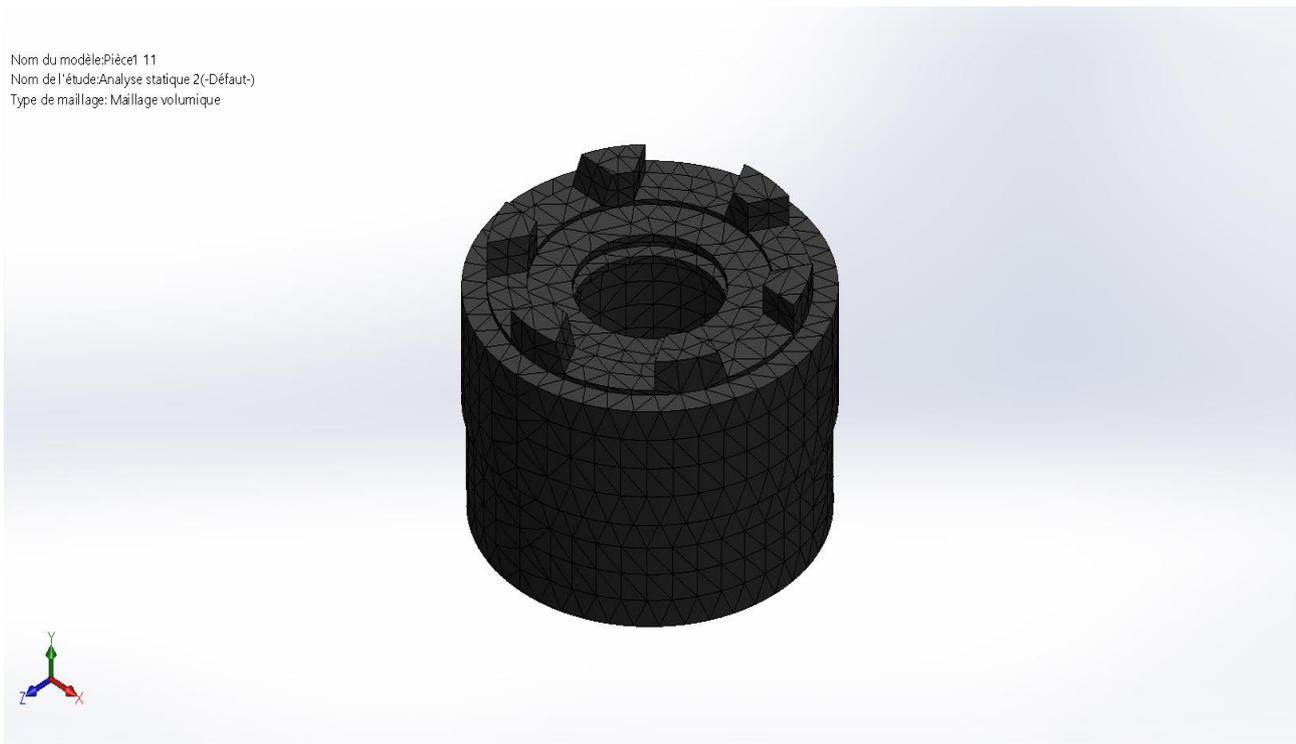


Figure V.35. Maillage d'enclenchement 91017320000

V.7.Exécution de l'étude

Après de définir le maillage on va exécuter l'étude

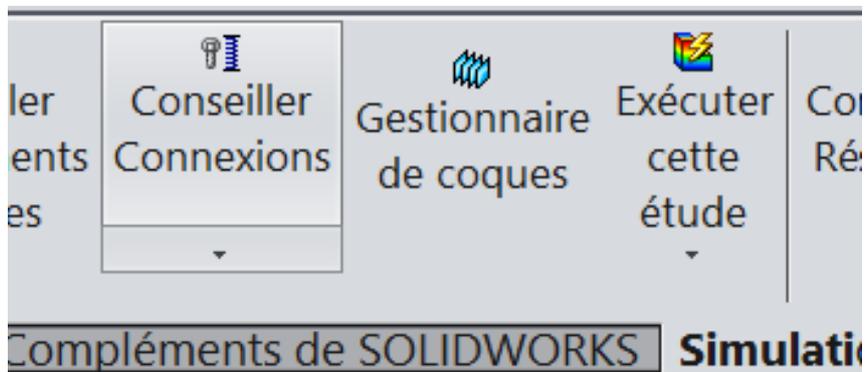


Figure V.36. Exécuter l'étude

V.8. Visualisation des résultats

V.8.1.1. Champ de contraintes d'Enclenchement 91017320000

Tableau V.7. contraintes

Nom	Type	Min	Max
Contraintes1	VON : contrainte de von Mises	20166.7 N/m ² Noeud: 89	8.12445e+007 N/m ² Noeud: 10484

Les résultats de simulation de contrainte de von Mises ont montré une contrainte maximale de 8.12445e+001 MPa , bien en dessous de la limite d'élasticité de la fonte grise, qui varie de 220 à 600 MPa. Cette marge de sécurité confirme que la pièce est adéquatement conçue pour résister aux charges appliquées sans risque de défaillance.

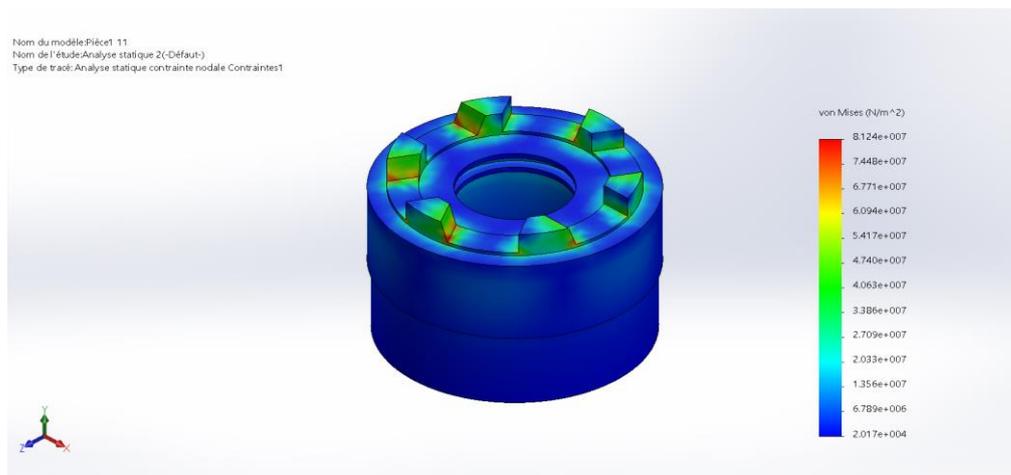


Figure V.37. Champ de contrainte de von Mises

V.8.1.2. Champ de déplacements d'Enclenchement 91017320000

Tableau V.8. Déplacement

Nom	Type	Min	Max
Déplacements1	URES : Déplacement résultant	0 mm Noeud: 156	0.0139409 mm Noeud: 851

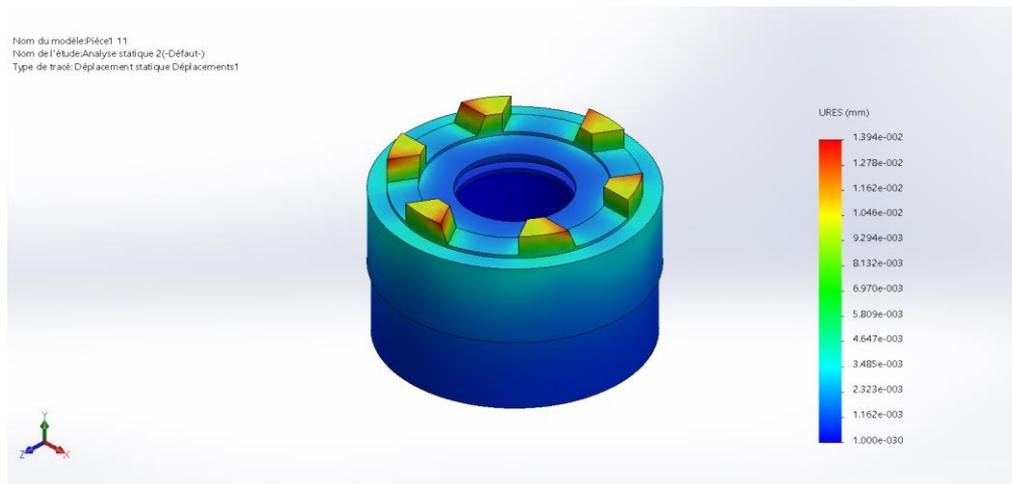


Figure V.38. Champ de déplacement

Le résultat présenté sur la **Figure**, montrent les champs de déplacement sous l'effet des forces appliquées par le poids de système. Sur cette figure, on note que la valeur maximale de déplacement est d'environ 0.013 mm.

V.8.1.3. Champ de déformations d'enclenchement

Tableau V.9. Déformation

Nom	Type	Min	Max
Déformations1	ESTRN : Déformation équivalente	8.76987e-007	0.000780983
		Elément: 4416	Elément: 2543

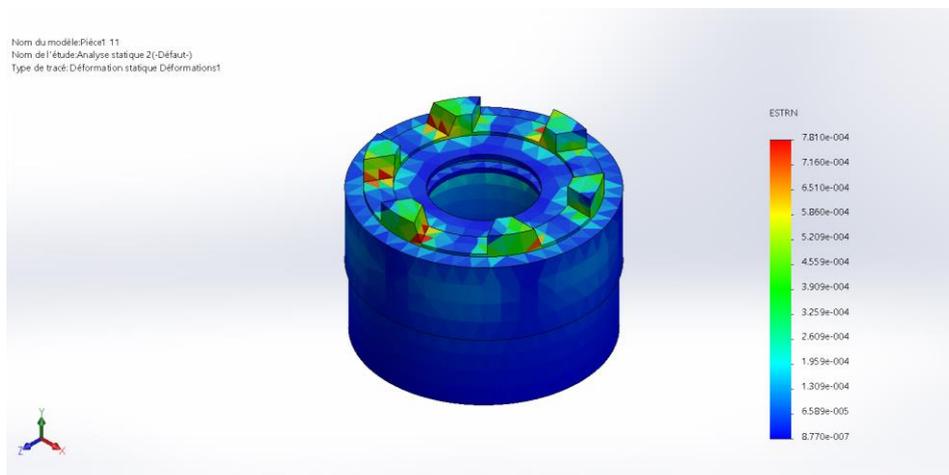


Figure V.39. Champ de déformation

La Figure montre la déformation de support sous l'effet des charges et des conditions aux limites appliquées. Sur cette figure, il apparaît que la déformation maximale se présente dans les surfaces de contact

V.8.1.4.Coefficient de sécurité

Tableau V.10 .Coefficient de sécurité

Nom	Type	Min	Max
Coefficient de sécurité1	Automatique	1.65044	599590
		Noeud: 10484	Noeud: 7908

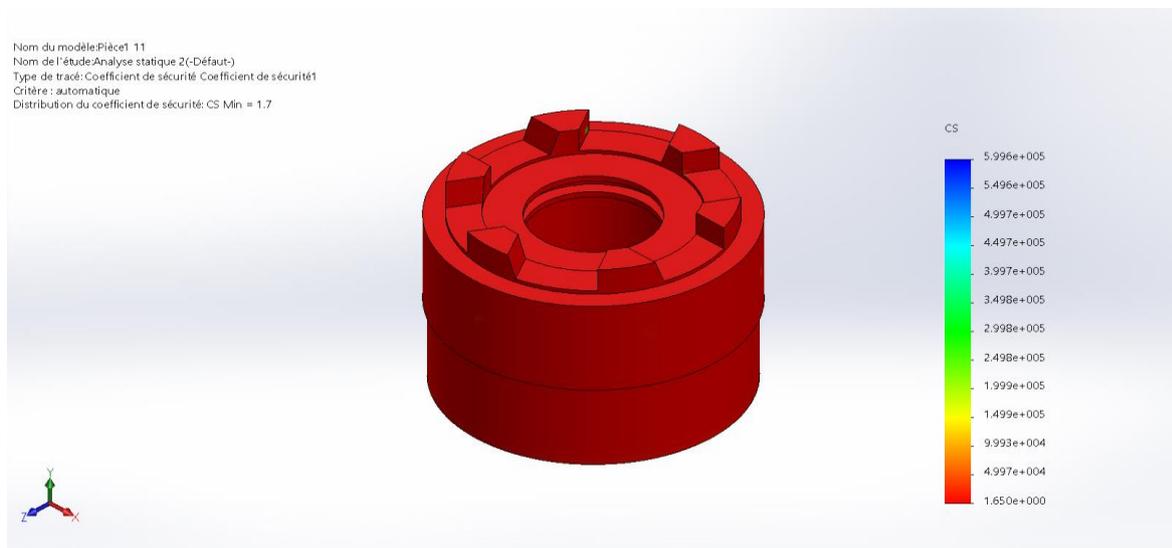


Figure V.40. Coefficient de sécurité

Afin de valider la conclusion selon laquelle il n'est pas endommagé sous les charges appliquées. Nous avons montré la répartition du facteur de sécurité à ce dernier sur la figure, et cette figure montre que la valeur minimale du facteur de sécurité est approximativement égale à 1.65. Et dans cette étude on a appliqué un couple de 55 et la valeur de coefficient de sécurité que on a résultant égale à 1.7

V.8.2.1. Champ de contraintes d'Enclenchement 91015680000

Tableau V.11.Contraint

Nom	Type	Min	Max
Contraintes1	VON : contrainte de von Mises	235.567 N/m ²	1.11357e+008 N/m ²
		Noeud: 197	Noeud: 854

Les résultats de simulation de contrainte de von Mises ont montré une contrainte maximale de 1.11357e+008 N/m² . Cette marge de sécurité confirme que la pièce est adéquatement conçue pour résister aux charges appliquées sans risque de défaillance.

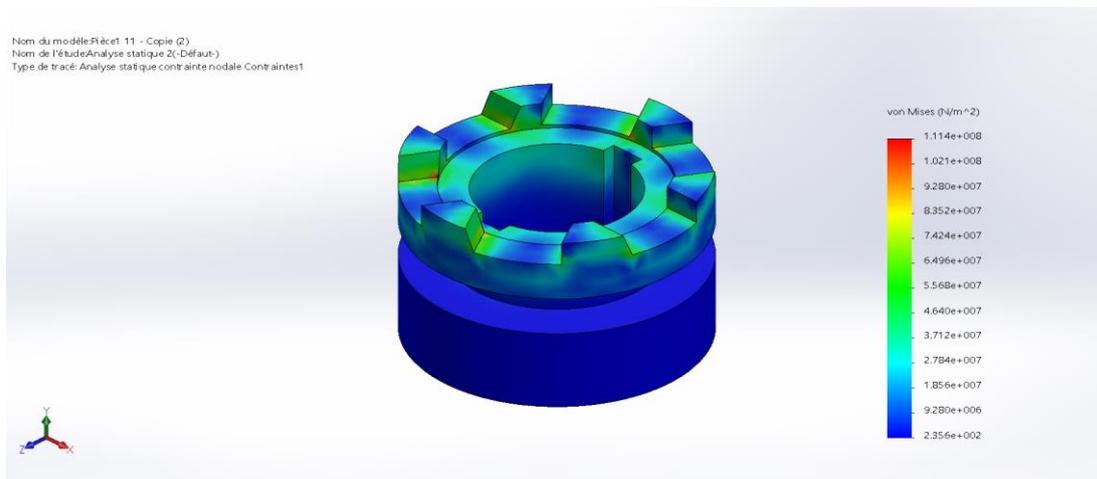


Figure V.41. Champ de contrainte de von Mises

V.8.2.2. Champ de déplacements d'enclenchement

Tableau V.12.déplacement

Nom	Type	Min	Max
Déplacements1	URES : Displacement resultant	0 mm	0.0202503 mm
		Noeud: 433	Noeud: 530

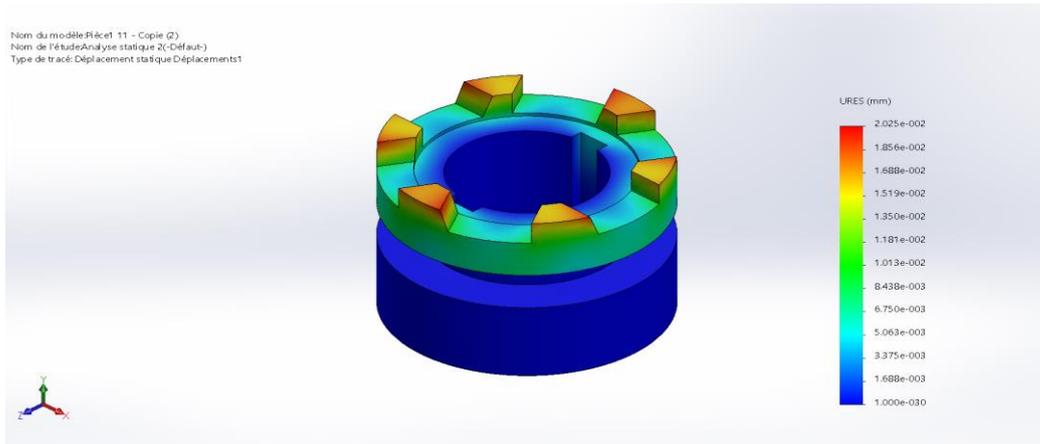


Figure V.42. Champ de déplacement

Le résultat présenté sur la **Figure**, montrent les champs de déplacement sous l'effet des forces appliquées par le poids de système. Sur cette figure, on note que la valeur maximale de déplacement est d'environ 0.020 mm.

V.8.2.3. Champ de déformations d'enclenchement

Tableau V.13. Déformation

Nom	Type	Min	Max
Déformations1	ESTRN : Déformation équivalente	1.58796e-008	0.00107914
		Elément: 6865	Elément: 5399

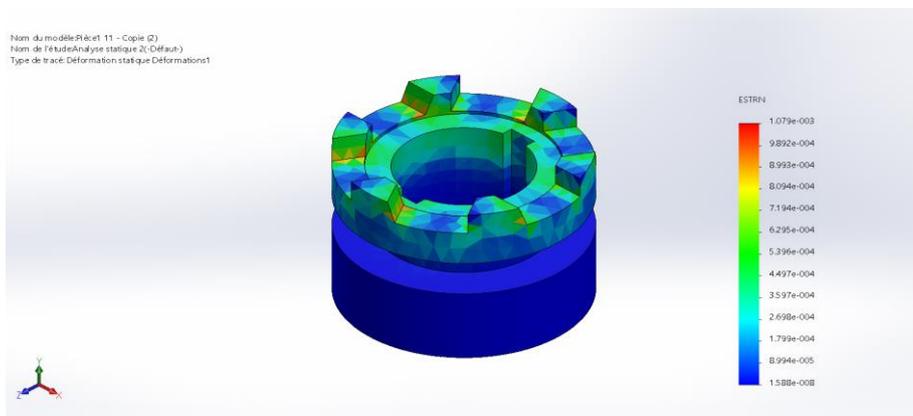


Figure V.43. Champ de déformation

La Figure montre la déformation de support sous l'effet des charges et des conditions aux limites appliquées. Sur cette figure, il apparaît que la déformation maximale se présente dans les surfaces de contact.

V.8.2.4.Coefficient de sécurité

Tableau V.14 .Coefficient de sécurité

Nom	Type	Min	Max
Coefficient de sécurité1	Automatique	1.24496	6.54999e+008
		Noeud: 854	Noeud: 11755

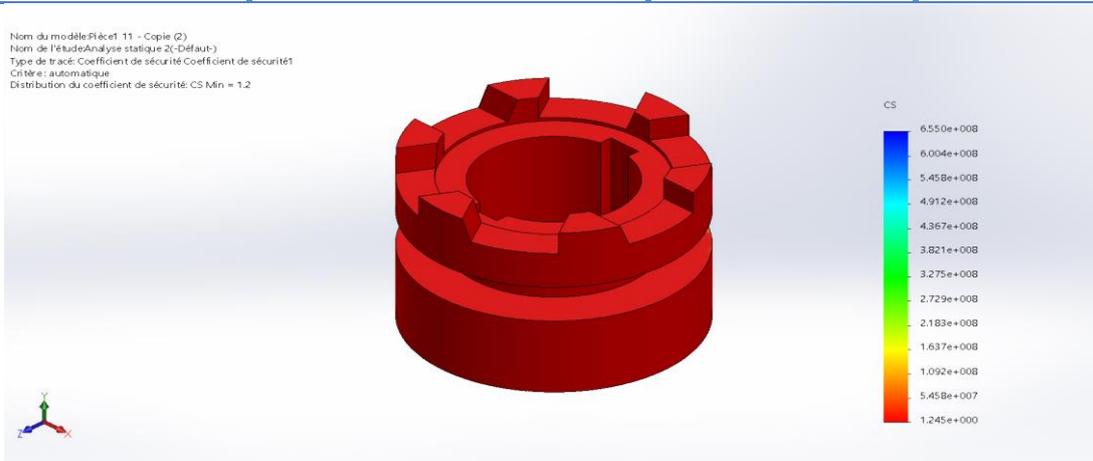


Figure V.44. Coefficient de sécurité

Afin de valider la conclusion selon laquelle il n'est pas endommagé sous les charges appliquées. Nous avons montré la répartition du facteur de sécurité à ce dernier sur la figure, et cette figure montre que la valeur minimale du facteur de sécurité est approximativement égale à 1.24.

V.9. Visualisation des résultats de pièce a 4 dents

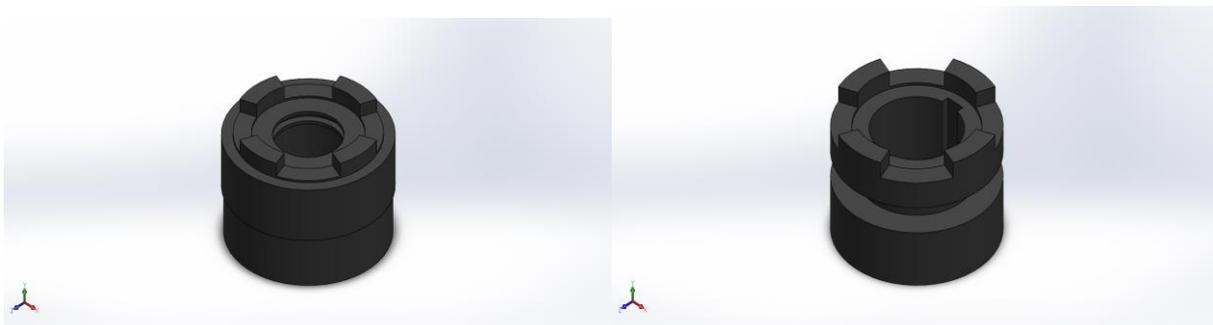


Figure V.45. Conception de deux pièces à 4 dents

V.9.1.1 Champ de contraintes d'Enclenchement

Tableau V.15. Contrainte

Nom	Type	Min	Max
Contraintes1	VON : contrainte de von Mises	25198.5 N/m ²	7.80855e+007 N/m ²
		Noeud: 11830	Noeud: 825

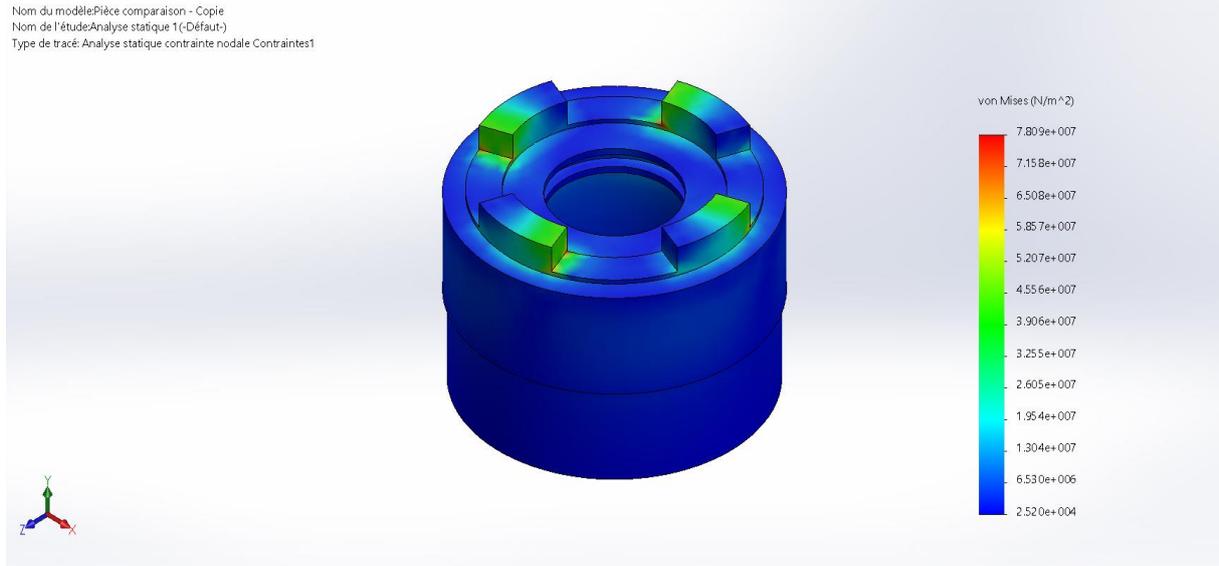


Figure V.46. Champ de contrainte de von Mises

Les résultats de simulation de contrainte de von Mises ont montré une contrainte maximale de 7.80855e+007 N/m². Cette marge de sécurité confirme que la pièce est adéquatement conçue pour résister aux charges appliquées sans risque de défaillance.

V.9.1.2. Champ de déformations d'Enclenchement

Tableau V.16. Déformation

Nom	Type	Min	Max
Déformations1	ESTRN : Déformation équivalente	7.43821e-007	0.000628026
		Elément: 8073	Elément: 2517

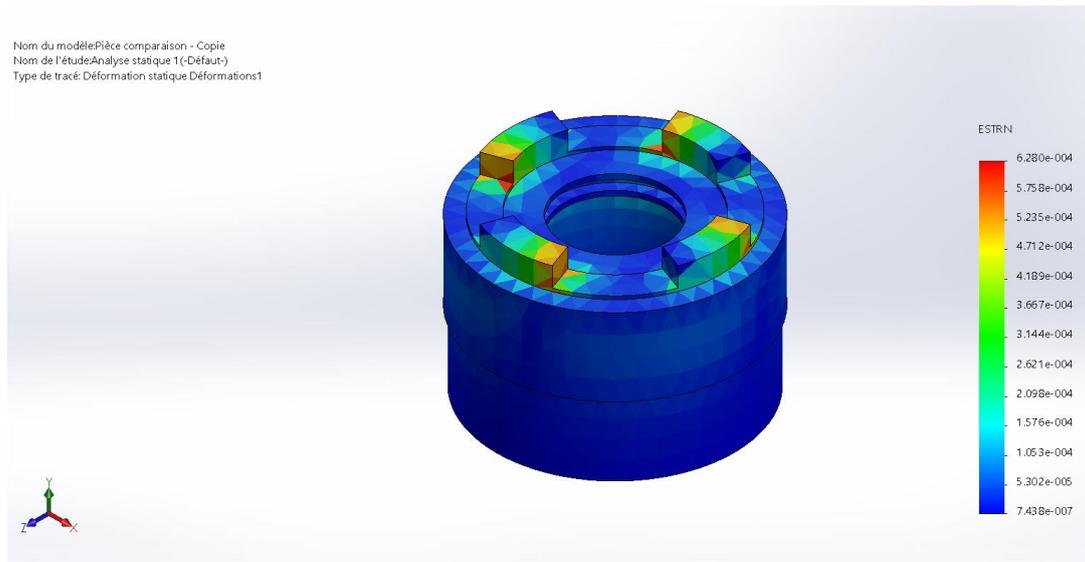


Figure V.47. Champ de déformation

La Figure montre la déformation de support sous l'effet des charges et des conditions aux limites appliquées. Sur cette figure, il apparaît que la déformation maximale se présente dans les surfaces de contact.

V.9.1.3. Champ de déplacements d'Enclenchement

Tableau V.17. Déplacement

Nom	Type	Min	Max
Déplacements1	URES : Déplacement résultant	0 mm	0.0126544 mm
		Noeud: 125	Noeud: 838

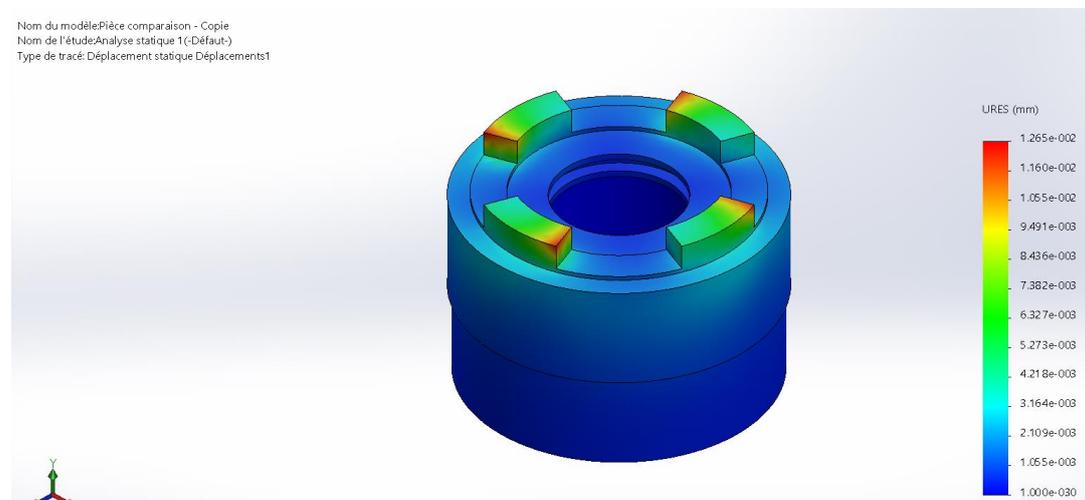


Figure V.48. Champ de déplacement

Le résultat présenté sur la **Figure**, montrent les champs de déplacement sous l'effet des forces appliquées par le poids de système. Sur cette figure, on note que la valeur maximale de déplacement est d'environ 0.0126544 mm

V.9.1.4.Coefficient de sécurité

Tableau V.18.Coefficient de sécurité

Nom	Type	Min	Max
Coefficient de sécurité1	Automatique	1.75014	2.50898e+007
		Noeud: 705	Noeud: 279

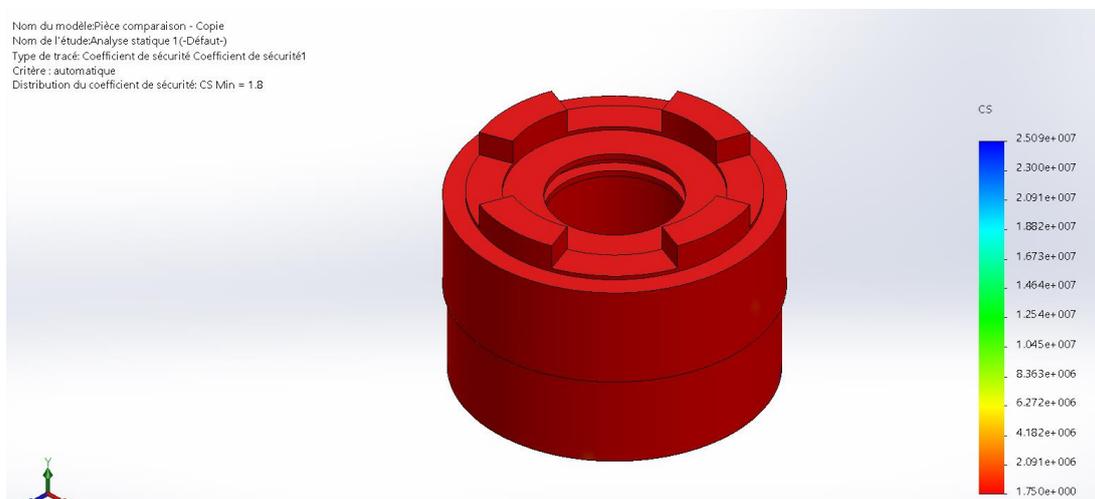


Figure V.49. Coefficient de sécurité

Afin de valider la conclusion selon laquelle il n'est pas endommagé sous les charges appliquées. Nous avons montré la répartition du facteur de sécurité à ce dernier sur la figure, et cette figure montre que la valeur minimale du facteur de sécurité est approximativement égale à 1.8.

V.9.2.1.Champ de contraintes d'Enclenchement

Tableau V.19. Contrainte

Nom	Type	Min	Max
Contraintes1	VON : contrainte de von Mises	537.98 N/m ²	1.10737e+008 N/m ²
		Noeud: 12274	Noeud: 890

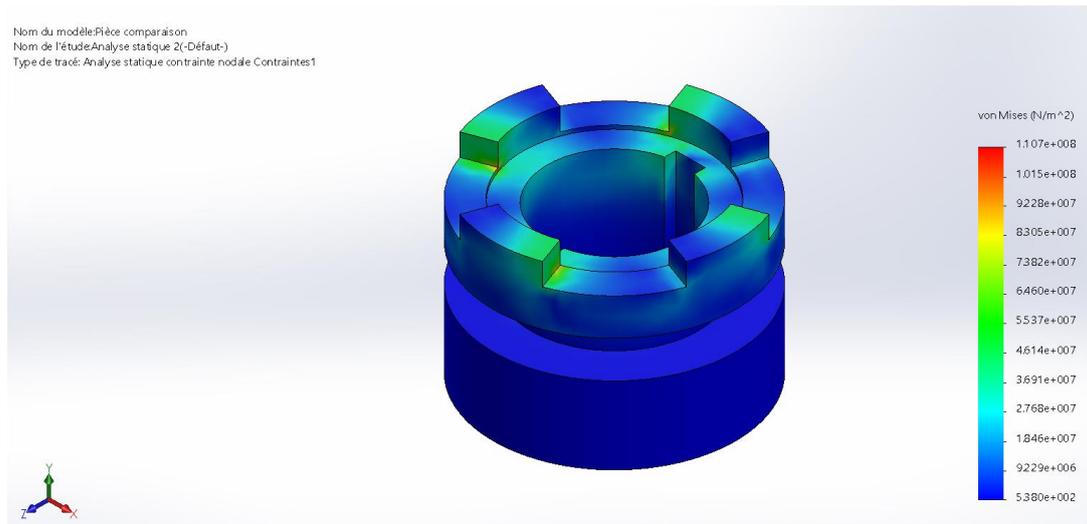


Figure V.50. Champ de contrainte de von Mises

Les résultats de simulation de contrainte de von Mises ont montré une contrainte maximale de $1.10737e+008 \text{ N/m}^2$. Cette marge de sécurité confirme que la pièce est adéquatement conçue pour résister aux charges appliquées sans risque de défaillance.

V.9.2.2. Champ de déplacements d'Enclenchement

Tableau V.20. Déplacement

Nom	Type	Min	Max
Déplacements1	URES : Déplacement résultant	0 mm	0.0183235 mm
		Noeud: 1	Noeud: 535

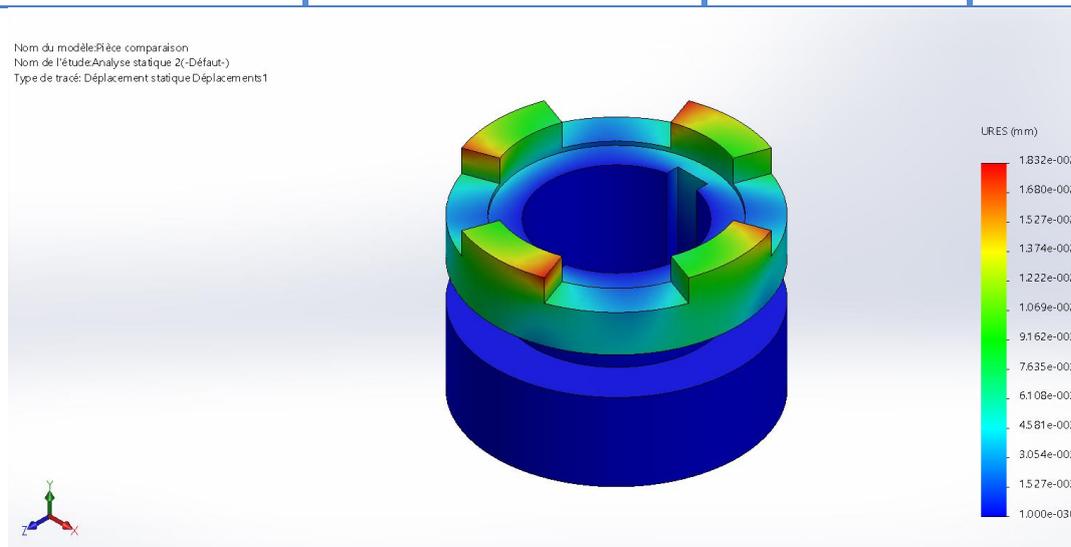


Figure V.51. Champ de déplacement

Le résultat présenté sur la **Figure**, montrent les champs de déplacement sous l'effet des forces appliquées par le poids de système. Sur cette figure, on note que la valeur maximale de déplacement est d'environ 0.0185 mm

V.9.2.3. Champ de déformations d'Enclenchement

Tableau V.21. Déformation

Nom	Type	Min	Max
Déformations1	ESTRN : Déformation équivalente	8.99513e-009	0.000986975
		Elément: 5825	Elément: 3691

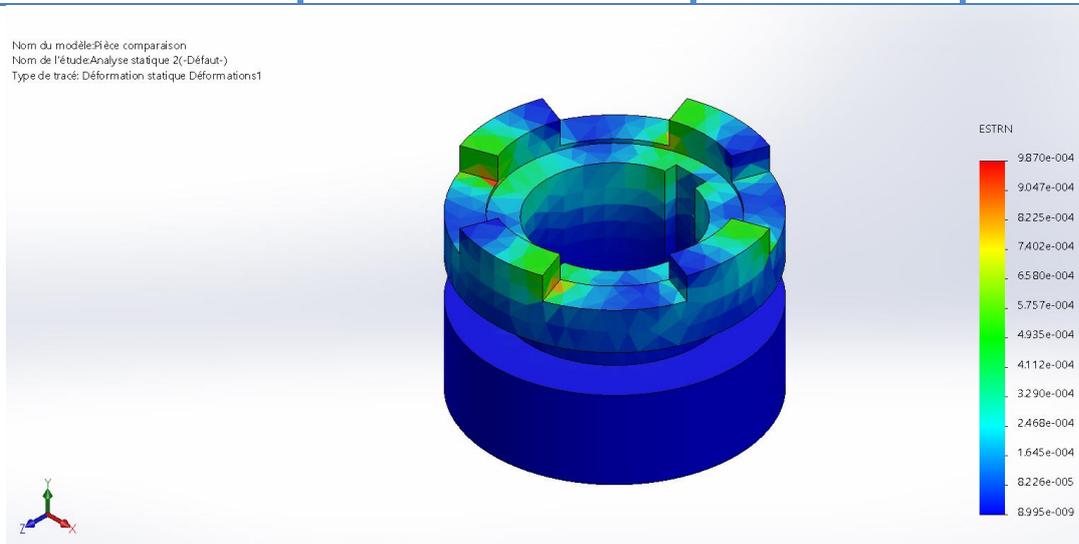


Figure V.52. Champ de déformation

La Figure montre la déformation de support sous l'effet des charges et des conditions aux limites appliquées. Sur cette figure, il apparaît que la déformation maximale se présente dans les surfaces de contact.

V.9.2.4. Coefficient de sécurité

Tableau V.22. Coefficient de sécurité

Nom	Type	Min	Max
Coefficient de sécurité1	Automatique	2.73386	2.17477e+007
		Noeud: 889	Noeud: 10936

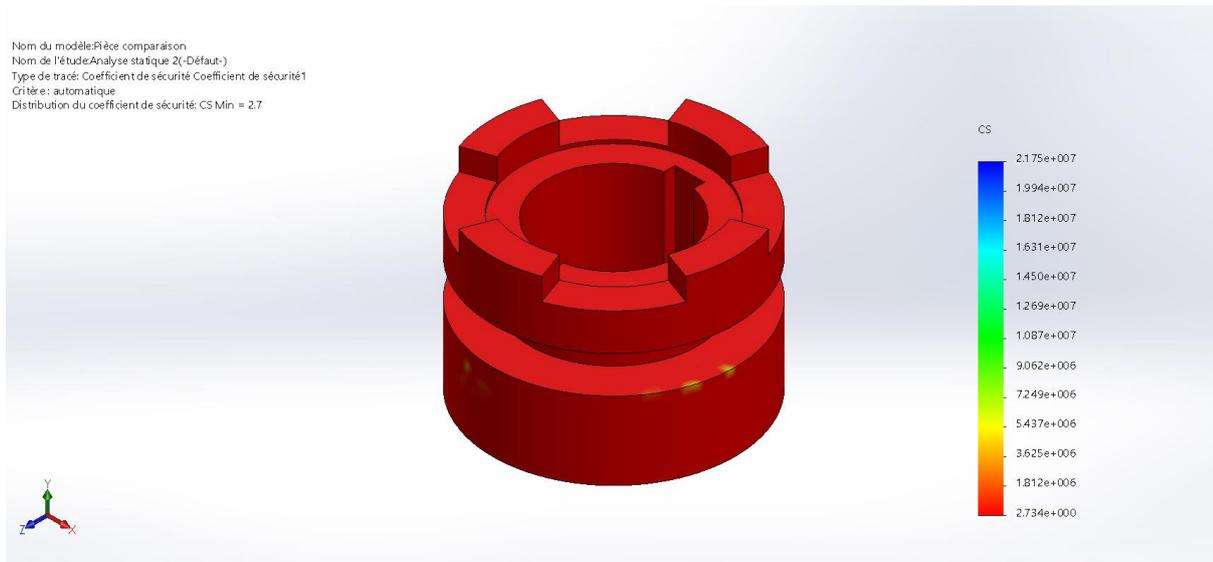


Figure V.53. Coefficient de sécurité

Afin de valider la conclusion selon laquelle il n'est pas endommagé sous les charges appliquées. Nous avons montré la répartition du facteur de sécurité à ce dernier sur la figure, et cette figure montre que la valeur minimale du facteur de sécurité est approximativement égale à 2.7.

Conclusion

Cette étude de conception et de simulation sous SolidWorks a permis de valider efficacement la performance de la pièce mécanique. Les analyses de contraintes et de déformations ont identifié les zones critiques, conduisant à des améliorations significatives de la conception. Les résultats obtenus confirment la robustesse et la durabilité de la pièce, démontrant l'utilité de SolidWorks pour optimiser les conceptions avant la phase de fabrication. Cette méthode assure une réduction des coûts et des risques associés à la production.



**Réalisation des
accouplements
mécanique**



Réalisation des accouplements mécanique

Introduction

Dans cette partie, nous abordons la réalisation pratique d'une pièce à 6 dents, en détaillant le processus de fabrication en atelier. L'usinage a été effectué à l'aide de machines-outils de haute précision, telles que des fraiseuses et des tours, ainsi que divers outils de coupe adaptés. Chaque étape, de la préparation du matériau à la finition, a été réalisée en suivant des normes strictes pour garantir la qualité et la précision de la pièce finale.

VI.1.Outils de mesures des dimensions des pièces du mécanisme :

Il existe plusieurs outils de mesure des dimensions des pièces mécaniques. Voici quelques-uns des outils les plus couramment utilisés :

VI.1.1.Pied à coulisse

C'est un outil de mesure précis et polyvalent utilisé pour mesurer les dimensions internes, externes et la profondeur des pièces. Il existe différents types de pieds à coulisse, notamment numériques et analogiques



Figure VI.1 Pied à coulisse

VI.1.2.Micromètre

Cet instrument de mesure permet des mesures très précises, généralement utilisé pour des dimensions plus petites. Il est particulièrement utile pour mesurer les épaisseurs et les diamètres avec une grande précision.



Figure VI.2.Micromètre

VI.1.3.Jauge de profondeur

Utilisée pour mesurer la profondeur des trous, des rainures ou d'autres caractéristiques de forme similaire.



Figure VI.3 Jauge de profondeur

VI.2.Choix du matériau utilisé par le mécanisme d’embrayage

Dans les mécanismes d’embrayage, la fonte est couramment utilisée pour ses propriétés mécaniques et thermiques avantageuses : Fonte grise (ou fonte à graphite lamellaire)

VI.2.1.Caractéristiques

La fonte grise est caractérisée par :

- bonne résistance à l'usure.
- excellente capacité d'absorption des vibrations.
- bonne usinabilité.

VI.2.2.Applications dans l’embrayage

Utilisée pour les carters d'embrayage et autres composants nécessitant une bonne dissipation de la chaleur.

VI.2.3.Définition des paramètres dynamiques et cinématique d fonctionnements du mécanisme d’embrayage

Les paramètres dynamiques et cinématiques sont deux aspects essentiels pour comprendre le fonctionnement d'un mécanisme d'embrayage.

VI.3.Machines outils utilisées

VI.3.1.trens SN50 classic

SN50 Classic est un tour central universel pour les utilisateurs professionnels conçu pour la production à la pièce et en petite série, également adapté aux opérations de maintenance et de réparation. C'est un client classique avec une puissance de moteur principal de 5,5 kW. [16]



Figure VI.4 Trens SN50 classic



Figure VI.5 Plaque signalétique

VI.3.2.BMSY 280

Ce groupe de machines semi-automatiques est utilisé pour couper des matériaux en acier, tels que des tubes, en plus de contenir une presse manuelle mobile qui peut pivoter jusqu'à 45 degrés. Après la coupe, la tête de la machine se lève automatiquement selon la hauteur prédéfinie. Ce groupe comprend également une table rotative de 1,2 mètre pour déplacer le matériau avant et après la coupe. [17]

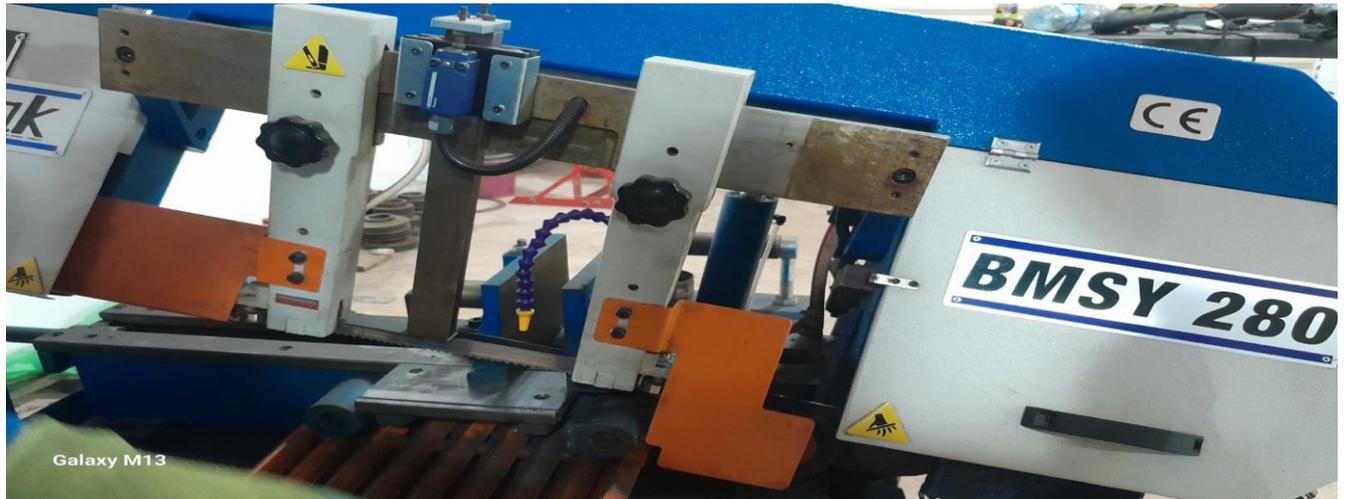


Figure FVI .6 BMSY 280

VI.3.3.UWF 3

La fraiseuse universelle particulièrement polyvalente complète la gamme UWF 3 qui a largement fait ses preuves. Les deux modèles ont en commun la grande zone de travail, la tête de fraisage universelle et la broche horizontale.[16]



Figure VI .7 UWF3

VI.4.Outils d'usinage utilisé

VI.4.1 Outil chariotage

Ces outils se caractérisent par une seule direction de travail possible pour la réalisation de cylindres ou de cônes extérieurs. Si la pièce comporte un épaulement, on obtient une surface en travail d'enveloppe et une surface en travail de forme.



Figure VI.8 Outil chariotage

VI.4.2 Outil alésage

L'outil d'alésage est un équipement utilisé pour agrandir et améliorer la précision des trous déjà percés dans divers matériaux.



Figure VI .9 Outil alésage

VI.4.3 Outil de perçage

Un outil de perçage est un instrument utilisé pour créer des trous dans divers matériaux

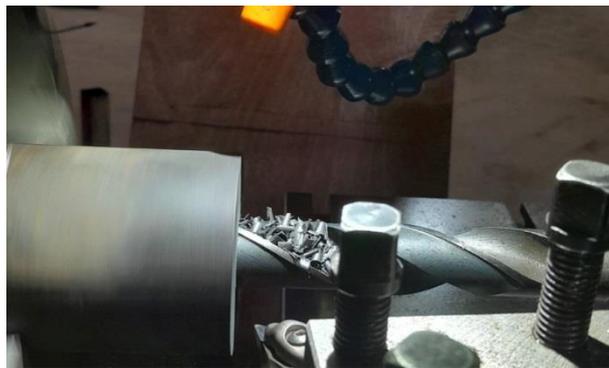


Figure VI.10 Outil perçage

VI.4.4 Outils de fraisage

Cette fraise 4 dents est la plus utilisée des fraises carbure et elle est dédiée pour toutes les opérations de fraisage courants, rainurage en plongée



Figure VI.11 Outil de fraisage

VI.4.5 Diviseur fraiseuse

L'appareil diviseur est un accessoire particulièrement intéressant qui permet d'étendre sensiblement les possibilités technologiques des fraiseuses. Il sert à indexer des rotations avec une très grande précision et de diviser une pièce en parties égales dans le fraisage, le perçage, la rectification des pièces telles que les engrenages, les crémaillères, les arbres cannelés, les pièces carrées, hexagonales etc. Il peut également servir à faire tourner la pièce à une vitesse prédéterminée par rapport à l'avance de la table pour l'usinage des cames, des goujures hélicoïdales, des pignons hélicoïdaux, etc. [16]



Figure VI.12. Diviseur fraiseuse

VI.5. Les étapes de fabrication d'une pièce

VI.5.1 Phase 1

D'abord, nous procédons à la découpe de la pièce pour l'ajuster à la taille requise, après nous fixons la pièce dans le mandrin du tour, puis nous l'équilibrons pour qu'elle soit droite, et ensuite on va déterminer son centre.



Figure VI.13. Fixation de la pièce

VI.5.2 Phase 2

Nous commençons le processus de "perçage" en utilisant un outil approprié pour enlever le matériau excédentaire jusqu'à ce que nous atteignons la largeur désirée de la pièce.



Figure VI.14. Perçage de la pièce

VI.5.3 Phase 3

Après, nous allons installer l'outil de alésage numéro 20 de manière tangent sur la pièce et commencer a enlever le matériau, avec une avance du chariot de 4 mm /min et une vitesse de tour de mandrin 250. Nous devons mesurer le diamètre à chaque fois jusqu'à atteindre 37mm, sans enlever plus de matériau que nécessaire, avec une profondeur de 39. Et ensuite, nous fabriquons Coude roulement dans même étape.

VI.5.4 Phase 4

Nous retournons la pièce et la fixons, puis nous commençons à fabriquer la gorge intérieure à l'aide de son outil spécial.

VI.5.5 Phase 5

À cette étape, nous prenons la pièce à la fraiseuse UWF3 et la fixons. Ensuite, nous réglons le diviseur d'abord pour fabriquer les dents verticales sur le trou de 22, en tournant la manivelle du diviseur 6 fois. Ensuite, nous commençons à fabriquer les dents avec une profondeur de 3 mm, à une vitesse de rotation de 340 tours par minute et une vitesse d'avance de 20 mm/min. Après avoir terminé toutes les dents, nous faisons tourner le diviseur de 32 degrés pour compléter les dents inclinées avec les mêmes étapes et la même vitesse.



Figure VI.15. Fabrication des dents

Et pour la deuxième pièce nous suivons les mêmes étapes que la première pièce.

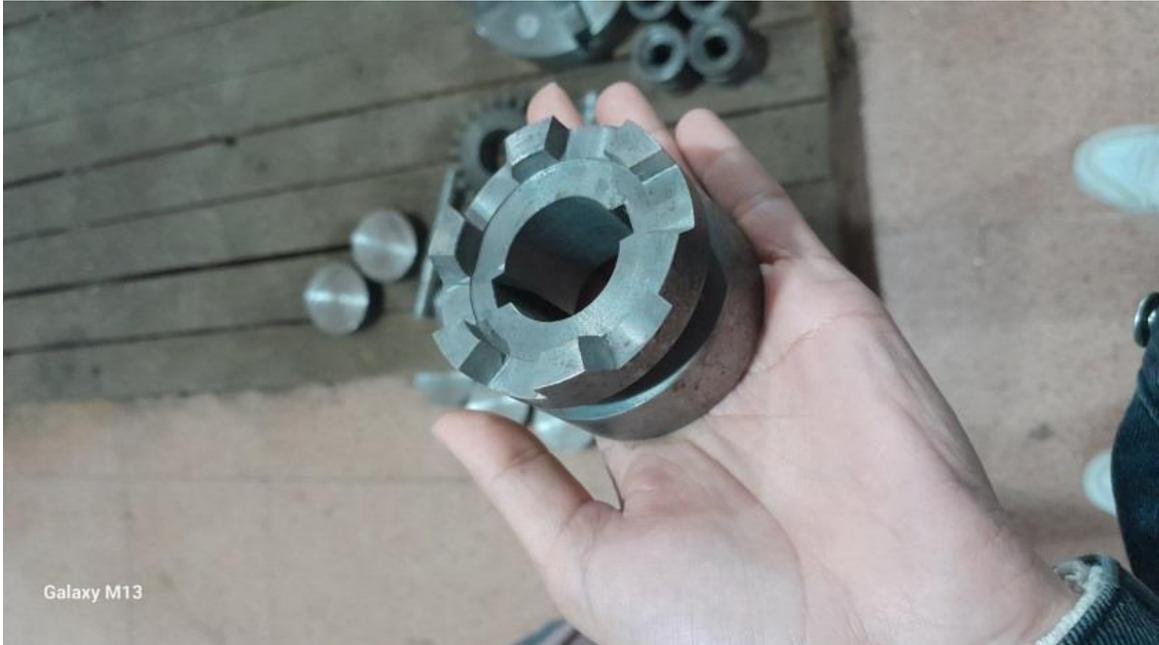


Figure VI.16. Pièce finale

VI.6. Equipements de protection

Un équipement de protection individuelle (EPI) est un dispositif ou moyen destiné à être porté ou tenu par une personne en vue de la protéger contre un ou plusieurs risques susceptibles de menacer sa sécurité ou sa santé principalement au travail.



Le port de lunettes de sécurité est obligatoire



Le port de gants de cuir est obligatoire



Le port de protecteurs auditifs est obligatoire



Le port de vêtements ajustés est obligatoire

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les étapes de la réalisation de la pièce à 6 dents au niveau de l'atelier. Chaque étape du processus, de l'usinage initial à la finition, a été exécutée avec précision, assurant une qualité optimale de la pièce finale. L'utilisation de machines de haute précision et d'outils adaptés a permis de respecter les tolérances strictes et de garantir la performance et la durabilité de la pièce. Cette réalisation confirme la capacité de l'atelier à produire des composants mécaniques complexes avec une grande fiabilité.



Conclusion

GENERALE



Conclusion générale

Dans ce mémoire, nous avons mené un travail de conception et de simulation ainsi que la réalisation de l'un des éléments clés de l'appareil à cylindres, notamment l'accouplement mécanique.

Cette investigation se concentre spécifiquement sur l'étude, la conception et la réalisation d'un accouplement mécanique de l'appareil à cylindres OCRIM.

Cette étude de conception et de simulation est réalisée sous SolidWorks. Les analyses de contraintes et de déformations ont identifié les zones critiques, conduisant à des améliorations significatives de la conception.

Les résultats obtenus confirment la robustesse et la durabilité de la pièce, démontrant l'utilité de SolidWorks pour les conceptions avant la phase de fabrication.

Nous avons mené une simulation de la pièce à 6 dents à 4 dents au niveau de l'atelier. Nous avons présenté chaque étape du processus, de l'usinage initial à la finition, a été exécutée avec précision, assurant une qualité optimale de la pièce finale. L'utilisation de machines de haute précision et d'outils adaptés a permis de respecter les tolérances strictes et de garantir la performance et la durabilité de la pièce. Cette réalisation confirme la capacité de l'atelier à produire des composants mécaniques complexes avec une grande fiabilité.

Afin de valider la conclusion selon laquelle la pièce en question n'est pas endommagée sous les charges appliquées. Nous avons montré la répartition du facteur de sécurité et la valeur minimale du facteur de sécurité est approximativement égale à 2.7.

Référence Bibliographique

[1] BENNACER L,2018. Les industries agroalimentaires : cas de la wilaya de Guelma dans le nord-est algérien. Thèse présentée à université des frères mentouri – Constantine 1

[2] Document interne de l'entreprise AGRODIV

[3] DEBITON C,2010. Identification des critères du grain de blé (*Triticum aestivum* L.) favorables à la production de bioéthanol par l'étude d'un ensemble de cultivars et par l'analyse protéomique de lignées isogéniques waxy. Thèse présentée à l'Université Blaise Pascal.

[4] HADDAD A et TOUATI Z,2013. Amélioration des caractéristiques techniques d'un broyeur pour les bouteilles en plastique. Projet fin d'étude présentée à Université Abderrahmane Mira-Bejaïa

[5] <https://www.rietermorando.com/product/8?loc=fr-> (25/05/2024)

[6] AkNOUCHE Hamid { Etude de l'influence de l'inclinaison des canneures sur le comportement à l'usure des cylindres broyeurs de blés } [11] European Journal of Scientific Research Volume 19, No 2 January, 2008.

[7] I. ABRATOV et B. GOBTUNKU [théorie des mécanismes des Équipements industriels] EdKolos 1974 Ex URSS.

[8]

[9] GIUSEPPE NOLLI, « Importance des cannelures sur la granulométrie et le rendement », Séminaire ENIAL, Blida 1988

[10] Amélioration de la performance d'un broyeur à cylindre Type 5RR10 Mémoire présenté Par : CHINE Amel - HADJI Abdenour 2017

[11] Amélioration de la performance d'un broyeur à cylindre Type 5RR10 Mémoire présenté Par : CHINE Amel - HADJI Abdenour 2017

[12] <http://elearning.univ-jijel.dz/mod/book/view.php?id=28976&chapterid=82&lang=en> (11/06/2024)

[13] https://www.researchgate.net/profile/Moez-Ben-Jaber/publication/296331042_Mechanical_Design_Technology/links/56d4553708aed6a7b275b50d/Mechanical-Design-Technology.pdf (04/05/2024)

[14]

https://my.solidworks.com/solidworks/guide/SOLIDWORKS_Introduction_FR.pdf (11/07/2024)

[15]

<https://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr.sti/files/ressources/pedagogiques/12086/12086-presentation-solidworks-2016.pdf> (15/05/2024)

[16] (<https://www.trens.sk/en/product-lines/sn50-classic>) (20/06/2024)

[17] (<https://www.bekamak.com/urun/bmsy-280/ar>) (08/06/2024)

[18] (<https://www.directindustry.fr/prod/knuth-machine-tools/product-27150-2212817.html>) (23/05/2024)

[19] (https://dspace.univ-guelma.dz/jspui/bitstream/123456789/14090/1/APPAREIL%20DIVISEUR%20Djamaa_2020.pdf) (29/05/2024)