PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du :

Diplôme d'Ingénieur d'Etat

Spécialité : **Conception Mécanique et Innovation**

Étude et conception d'un concasseur giratoire

Effectué au sein du SMEM

Soutenu le 23 Juin 2016

Par :

Mlle. Hind ENNAKHLAT

Jury :

Pr.Mr. A. SEDDOUKI.

Pr.Mr.A. JABRI.

Encadré par :

- **Pr Mr. A. SEDDOUKI (FSTF)**
- **Mr. R. ARIBI (SMEM)**

Année Universitaire : 2015-2016

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون﴾

صدق الله العظيم

Dédicaces

A mes très chers parents Aucune expression, aucune dédicace ne peut exprimer au juste mon respect, ma considération et l'amour éternel pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction et mon bien être.

Votre générosité et votre bonté ont toujours été un exemple pour moi;

A Mes chers frères

A ma chère sœur

Vous avez toujours été là pour moi, pour me soutenir, et m'encourager.

Je vous souhaite une vie pleine de succès et de bonheur, que dieu vous garde

A mes chers grands-parents pour leurs amour et soutien moral et inconditionnel qu'ils m'ont apporté durant toute ma vie, à vous ma profonde gratitude, que DIEU vous garde et vous procure une longue vie avec une bonne santé.

A tous mes très chers amis(es), pour les moments que nous avons passé ensemble veuillez trouver ici l'expression de ma gratitude.

Aux membres de ma famille et à tous mes professeurs.

Aussi à toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Je dédie ce travail.

ENNAKHLAT Hind

Résumé

Dans le but de satisfaire les attentes du client, on cherche à réduire la taille des particules solides dont l'efficacité est toujours évaluée par une mesure de l'accroissement de finesse.

Afin de mener à cette mission, nous avons jugé utile de commencer par une étude des concasseursqui existent à la **SMEM (Société Marocaine d'Engrenage et Mécanique)** pour détecter les anomalies et bien comprendre le flux et les conditions du travail. Ensuite nous nous sommes lancés dans la recherche des causes racines de ces anomalies afin d'aboutir à l'élaboration d'un plan de chaque pièce du concasseur.

A la lumière de cette étude, divers travaux ont été effectués englobant la modélisation et la résolution du problème.

Finalement, nous avons présenté les mises en plandesdifférentes pièces avec ses dimensions réelles. En addition nous avons proposé une analyse de fabrication avec une étude technico-économique, ainsi une réalisation d'un manuel récapitulatif d'utilisation du nouveau concasseur pour faciliter les tâches aux utilisateurs.

Avant propos

Ce rapport de stage de fin d'études a été réalisé en collaboration entre les différents départements de la société **SMEM** (**S**ociété **M**arocaine d'**E**ngrenage et **M**écanique) et la stagiaire ingénieure Hind ENNAKHLAT, avec le soutien des professeurs de la faculté des sciences et techniques.

Remerciement

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toute l'équipe pédagogique de la faculté des sciences et techniques de Fès et les intervenants professionnels responsables de la filière conception mécanique et innovation pour nous avoir assuré une bonne formation théorique que pratique.

J'exprime ma profonde gratitude à mon encadrant de la FST, le professeur Mr. **SEDDOUKI Abbass** qui m'a fait bénéficier de ses conseils appréciables, sa disponibilité, son aide et pour l'intérêt manifeste qu'il a porté à ce projet.

Pour l'expérience pratique, enrichissante et pleine d'intérêt au sein de la Société **SMEM**, je tiens à remercier tout particulièrement :

Monsieur **Mohammed LAALAJ**, Directeur Général, de m'avoir accepté au sein de son entreprise.

Monsieur **ARIBI Radouane** , responsable de l'atelier, mon tuteur de stage, de la confiance qu'il m'a accordée dès mon arrivée dans l'entreprise, de m'avoir intégré rapidement au sein du personnel et pour le temps qu'il m'a consacré tout au long de cette période, en répondant à toutes mes interrogations et malgré ses multiples obligations, il a voulu me faire bénéficier de ses orientations et son encadrement.

Mes remerciements vont particulièrement à **Mr WADOUNI Hossine**, responsable de bureau des méthodes je remercie également tous ceux qui m'ont favorisé les conditions sur le terrain afin d'accomplir ma mission au sein de l'entreprise. Ainsi que l'ensemble des agents de l'atelier pour leur soutien et de m'avoir accepté comme membre de leur équipe de travail.

Tableau des matières

Dédicaces 3

Résumé 4

Avant propos 5

Remerciement 6

Liste des figures 11

Liste des tableaux 13

Introduction générale 14

I. présentation générale 17

1. Historiques de l'entreprise 17

2. Les activités principales 17

II. Description des différents services : 20

2.1 Service production 20

2.2 Service qualité 20

2.3 Service méthodes / Eudes 21

III. Principaux clients au niveau nationaux et client internationaux 22

3.1 Les clients nationaux 22

3.2 Les clients internationaux 23

IV. Fiche technique : 23

V. L'organigramme : 24

VI. Organisation de l'atelier 24

Conclusion 25

I. Contexte de projet 27

1. Acteurs du projet 27

2. Contexte pédagogique 27

3. Objectif du projet 27

4. Problématique et stratégie du projet 27

- **Problématique : 27**

5. Planning du projet sous le diagramme de GANTT 28
II. Recherche bibliographique 30
1. Concassage : 30
2. Les types de concasseur : 30
3. Choix de type d'équipement : 34
III. Etude de cas 38
1. Caractéristiques techniques 38
2. Définition de problème 38
3. Analyse fonctionnelle 39
4. Description de système 40
1. Le principe de fonctionnement 40
2. Modélisation du système 42
3. Solutions technologiques : Descriptif du mécanisme (FAST) 42
5. Choix d'une solution 44
Conclusion : 45
1. 46
2. 46
3. 46
4. 46
5. 47
6. 47
7. Dimensionnement de l'appareil 47
1. Calcul des concasseurs : 47
2. Taille d'alimentation de notre système : 48
3. Calcul moteur : 49
4. Dimensions et tolérances normalisées des clavettes : 49
5. Coussinet sphérique : 50
6. Pignon et couronne : 53
7. Choix de la poulie courroie: 53
I. Présentation de concasseur giratoire HP250 59

II. Procédure de modélisation 3D des pièces sous SOLIDWORKS : 59
(Les dessins de définition Annexe C) 59
2.1 Pignon : 59
2.2 Arbre d'entrée : 61
2.3 La couronne : 63
2.4 Coussinet sphérique 64
2.5 Anneau de réglage : 65
2.6 La douille 66
2.7 Excentrique 67
2.8 Arbre principale 69
2.9 La poulie : 70
2.10 Bâti giratoire 71
2.11 Tête 72
2.12 Cône mobile : 72
2.13 Cône fixe 73
2.14 Buté de coussinet sphérique 73
2.15 Ecrou de tête : 74
2.16 Bol : 76
2.17 Balourd 76
III. Etude par éléments finis 77
1. Problèmes liés à la machine 77
- Choix de matériau 80
- Conditions aux limites en déplacement 80
- Application des forces calculées. 81
- Création des maillages de la couronne 82
- Calcul de contraintes de Von Mises 82
  - Calcul de coefficient de sécurité 83
  - Maillage du pignon 84
  - Contrainte de Von Mises 84
  - Calcul de la force de concassement 85

- Propriété de matériau acier de manganèse : 85
- Définir le maillage 86
- Contrainte de Von Mises 87
- Calcul de coefficient de sécurité 87
- Cône mobile 87

I. Assemblage : 91

1. Sous ensemble1 91
2. Sous ensemble 2 : 91

3. Gamme de montage et démontage : voir annexe D : 92

4. Plan d'encombrement : 93
5. Centrale de lubrification : 94

II. Etude technico-économique 95

1. Cout des matières premières 95
2. Cout des pièces en bronze 95
1. Cout de fabrication 96

I. Ne pas travailler au delà des limites du broyeur 98

1. Limite de Volume 98
2. Limite de Puissance 98
3. Limited'efforts 99
4. Alimenter au centre du concasseur 100

II. Contrôles quotidiens : 100

III. Programme de maintenance préventive : 100

Conclusion générale 101

Références 102

Liste des figures

Figure 1:SMEM 16
Figure 2:Atelier mécanique 16
Figure 3:Vérin de concasseur 17
Figure 4:Couple pignon spiro-conique 17
Figure 5:Roue à vis sans fin 17
Figure 6:Couronne pour tube sécheur 17
Figure 7:Couronne dentée 17
Figure 8:Tour numérique 18
Figure 9:Réparation réducteur 18
Figure 10:Usinage bâti de concasseur 18
Figure 11:Régulage de coussinet 19
Figure 12:Bras tridimensionnelle FARO 20
Figure 13: Plan d'atelier 24
Figure 14:PDS 27
Figure 15:Concasseur à mâchoire 30
Figure 16:Concasseur à percussion 30
Figure 17:Concasseur giratoire 31
Figure 18:Taille d'alimentation 34
Figure 19:Taille d'alimentation trop ouverte 35
Figure 20: Taille d'alimentation trop petite 35
Figure 21: Produit fini 36
Figure 22: concasseur giratoire 40
Figure 23: Vue intérieur du concasseur 40
Figure 24: Trajectoire 40
Figure 25: Modélisation du système 41
Figure 26: Schéma cinématique 44
Figure 27: Ouverture d'admission 47
Figure 28: Logiciel GTDI 48
Figure 29: Dimension de la clavette 49
Figure 30: Coussinet sphérique 49
Figure 31:Pignon conique 52
Figure 32:La couronne 52
Figure 33: Calcul pignon conique 52
Figure 34: Nomogramme pour le choix des courroies trapézoïdales étroites 53
Figure 35: Forces dans les courroies trapézoïdales 53
Figure 36: Dessin détaillé du système 58
Figure 37: Pignon conique 60
Figure 38: Arbre d'entrée 62
Figure 39: La couronne 63
Figure 40: Coussinet sphérique 64
Figure 41: Anneau de réglage 65

Figure 42: La douille 67
Figure 43: Excentrique 68
Figure 44: Arbre principale 69
Figure 45: Poulie 70
Figure 46: Bâti giratoire 71
Figure 47: Tête 71
Figure 48: Vue en coupe 71
Figure 49: Cône mobile 72
Figure 50: Vue en coupe 72
Figure 51: Cône fixe 73
Figure 52: Vue en coupe 73
Figure 53: Butée sphérique 74
Figure 54: Ecrou de tête 75
Figure 55: Bol 76
Figure 56: Balourd 76
Figure 57: Rupture de pigon 77
Figure 58: Les forces des engrenages 78
Figure 59: Equilibre statique 80
Figure 60: Les forces appliquées 81
Figure 61: Création du maillage 81
Figure 62: Calcul de la contrainte de Von Mises 82
Figure 63: Coefficient de sécurité 83
Figure 64: Création de maillage du pignon 83
Figure 65 Calcul de la contrainte de Von Mises 83
Figure 66: Cône fixe 85
Figure 67: Equilibre statique 85
Figure 68: Les forces appliquées 85
Figure 69: Création du maillage 86
Figure 70: Calcul de la contrainte de Von Mises 86
Figure 71: Calcul de coefficient de sécurité 86
Figure 72: Cône usée 87
Figure 73: Les forces appliquées sur le cône 87
Figure 74: Création du maillage 88
Figure 75: Calcul de la contrainte de Von Mises du cône mobile 88
Figure 76: Calcul de coefficient de sécurité 88
Figure 77: Sous ensemble 1 90
Figure 78: Sous ensemble 2 90
Figure 79: Démontage complet d'un concasseur 92
Figure 80: Anneau de levage 92
Figure 81: Plan d'encombrement 93
Figure 82: Lubrification du concasseur 93
Figure 83: Centrale de lubrification 95
Figure 84:Chambre de concassage 98
Figure 85: Trémie d'alimentation 98

Liste des tableaux

Tableau 1 : planning du projet……...28
Tableau2 : Nomenclature……..32
Tableau 3 : Caractéristique des concasseurs type HP……33
Tableau 4 : Taille du concasseur……...36
Tableau5 : Caractéristiques technique……..37
Tableau 6 : Méthode de définition du problème QQOQPC ……37
Tableau 7 : Fonction principale et contraintes……...39
Tableau 8 : Solution……...43
Tableau9 : Critère de choix……...43
Tableau 10 : Equipement de concassage……...47
Tableau11 : Composition chimique……..50
Tableau12 : Propriété physique……....50
Tableau 13 : Les paramètres de coussinet……51
Tableau 14 : Série des diamètres des poulies Dp (mm)…….....54
Tableau 15 : Courroies trapézoïdales, dimensions et longueurs initiales……..55
Tableau16 : Propriété de matériau……80
Tableau17: Propriété de manganèse……85
Tableau 18 : Encombrement……..93
Tableau 19 : Cout de matière première……..94
Tableau 20 : Cout des pièces en bronze……94
Tableau 21 : Cout de fabrication……94

Introduction générale

Dans l'industrie, les concasseurs utilisent une surface métallique pour briser ou comprimer les matériaux. Les concasseurs des opérations minières sont généralement classés suivant la finesse avec laquelle ils fragmentent le matériau de départ.

Les concasseurs primaires et secondaires traitent les matériaux grossiers. Les concasseurs tertiaires et quaternaires réduisent les particules de minerai à des échelles plus fines. Chaque concasseur est conçu pour une taille maximale des matières premières, et livre souvent sa production à un crible qui trie et oriente le produit pour un traitement ultérieur.Généralement, les étapes du concassage sont suivies par les étapes dubroyage si les matériaux devront être encore plus réduits.

Pour les travaux routiers, ces matériaux concassés sont directement combinés avec le béton et l'asphalte déposés par la suite sur la chaussée. Cela facilite le transport des matériaux surdimensionnés vers un concasseur fixe pour arriver à la chaussée.

L'augmentation continue de la compétitivité des entreprises impose l'adapter des outils et des méthodes de conception et de la maintenance qui assure plus d'efficacité tout en respectant les exigences des clients. Ainsi il apparait une politique d'amélioration continue transversale à travers les différents départements de l'entreprise. Par conséquent la société **SMEM,** dans laquelle j'ai effectué mon stage**,** présente un développement maitrisé de la conception et la maintenance des concasseurs.

En effet, elle vise,en permanence, à améliorer la conception et le dimensionnement de ses équipements ainsi que la politique de maintenance pour assurer la fiabilité et la disponibilité de production.

C'est à ce niveau là où se déroule mon projet de fin d'études portant sur une étude et conception d'un concasseur giratoire type HP 250.

Dans le $\mathbf{1}^{er}$ **chapitre**intitulé **'Présentation de la société d'accueil '**nous présentons l'entreprise, son secteur d'activités et aussi ses différents services.

Le $\mathbf{2}^{éme}$ **chapitre**titré **'Présentation du sujet d'étude'** permet d'établir une vue d'ensemble sur le projet énumérant : la présentation générale du concasseur giratoire, les critères de choix d'une telle technologie, le sujet d'étude ainsi que la démarche et la méthodologie adoptées pour répondre au cahier de charge.

Dans le$\mathbf{3}^{éme}$ **chapitre**parlant du **'Calcul et dimensionnement'**nous sommes mené àfixer de nouvelles adapté à la taille du système final.

Concernant le $\mathbf{4}^{éme}$ **chapitre** '**Conception sous SOLIDWORKS 2015 et étude par éléments finis**'il est consacré à l'assemblage de la conception des différents éléments du concasseur et l'étudeillustré par les comportements de ses matériaux.

Le $5^{éme}$ **chapitre** '**Analyse de fabrication et étude technico-économique**' comporte une gamme de montage et démontage ainsi des tableaux des coûts généraux de fabrication.

Et finalement le $6^{éme}$ **chapitre 'Manuel d'utilisation'**donne un guide de manipulation contenant les règles d'utilisation, le contrôle quotidien nécessaire et les actions de maintenance préventive.

Nous terminons notre rapport par une conclusion et perspective pour visualiser l'intégralité du problème.

Chapitre 1

Présentation de la société d'accueil

Le présent chapitre donne une vision globale sur la société SMEM (Société Marocaine d'Engrenage et Mécanique).

D'abord on présentera le lieu du projet de find'études

A travers une description de la société SMEM

Ensuite, on abordera les activités de l'entreprise.

I. présentation générale

1. Historiques de l'entreprise

C'est une Société Marocaine d'Engrenage et Mécanique simplifiée (**SMEM**)crée en 1923 par son président Monsieur LAALAJ.

L aSMEM occupe une place du premier plan dans le domaine des travaux industriels.

A l'écoute des besoins de ses clients et pour garantir une amélioration continue la SMEM a mis en place un système de management certifié ISO 9001 version 2008depuis l'année 2005.

Une volonté constante de formation, d'investissement en moyens de production et de contrôle a permis de maintenir l'entreprise au meilleur niveau de technicité et de productivité.

Figure1 : Vue de SMEM

L'atelier de mécanique est équipé par des machines-outils hautement perfectionnées et de techniciens qualifiés permettent de réparer, d'usiner, d'ajuster et de confectionner des pièces, des ensembles et des mécanismes destinés à des clients aussi bien marocains qu'étrangers.

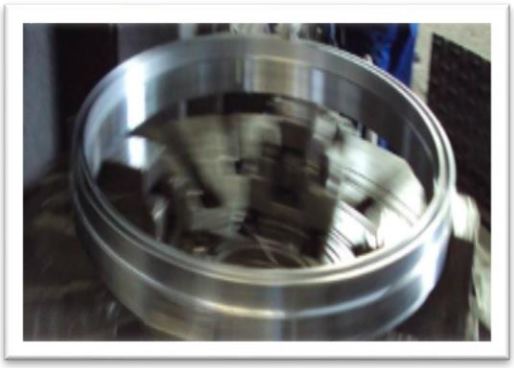


Figure2 : Atelier mécanique

2. Les activités principales

La Société Marocaine d'Engrenages et Mécaniques (**SMEM)** assure avec maîtrise la chaîne complète de fabrication de tout type :

- Fabrication de pièces suivant plan ou modèle

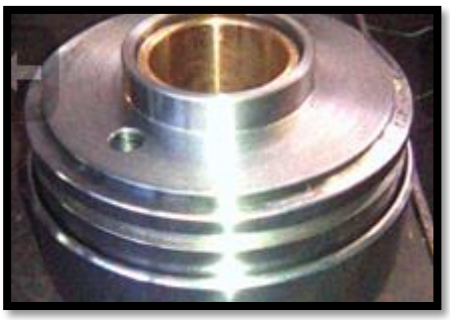


Figure3 : Vérin de concasseur

- Taillage d'engrenage jusqu'au diamètre 5000 mm modèle 40

La SMEM est spécialisée dans le domaine de taillage de tous types d'engrenage à savoir : conique, spiro -conique, chevron…jusqu'au modèle 40 diamètre 5000mm.

Figure4 :Couple pignon spiro-conique

Figure 5: Roue à vis sans fin

- Usinage couronne jusqu'au diamètre 6000mm :

Figure 6 :Couronne pour tube sécheur

Figure 7 : Couronne dentée

- Usinage de pièces de précision sur tour numérique et centre usinage :

Figure 8: Tour numérique

- Réparation réducteur.

Réparation des réducteurs expertise changement des roulements, fabrication des engrenages, reprises des portées de roulement, passage sur banc de test et élaboration du dossier de contrôle.

Figure 9 : Réparation réducteur

- Réparation concasseurs :

La SMEM est leader dans la réparation de tous types de concasseur, possède une grande expérience dans le domaine de concassage.

Figure 10 : Usinage bâti de concasseur

- Chaudronnerie et mécano-soudure.

Réalisation d'ensemble en chaudronnerie ou mécano soudure suivant plan ou modèle.

- Réglage de palier par antifriction.

Régulage de palier ou coussinet avec métal antifriction.

Figure 11 : Réglage de coussinet

II. Description des différents services :

L'entreprise SMEM est organisée selon des services qui sont en relation avec la direction.

2.1 Service production

C'est le service qui veille à assurer la production et garantir les flux de fabrication, le service exige ainsi la définition de :

- L'implantation des machines ;
- Les moyens de fabrication ;
- Les gammes ;
- Les qualités à produire ;
- La maitrise du processus.

2.2 Service qualité

Le rôle de ce service est de veiller à améliorer la qualité du produit, des processus et d'assurer des produits conformes suivant les exigences des clients ainsi que de faire le contrôle de la matièrepremière en réception.

Pour garantir la qualité des produits la société SMEM a mis en place le système de management qualité ISO 9001 V 2008 et des moyens de contrôle et de mesure permettant d'assurer et de garantir un contrôle dans toutes les phases de production.

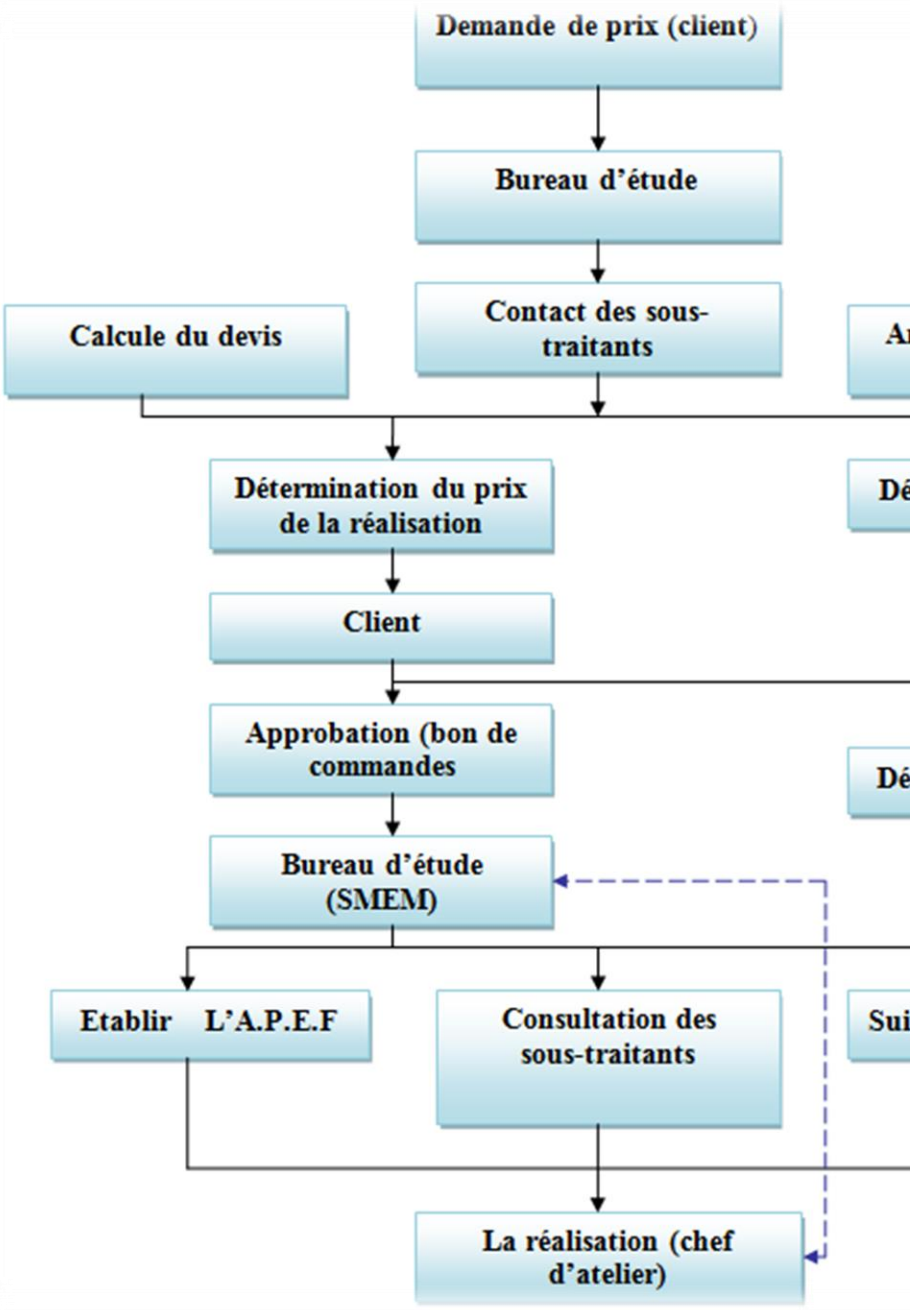
La SMEM est dotée d'un laboratoire de métrologie avec marbre de contrôle, machine de contrôle tridimensionnelle, cales étalons et divers matériels de contrôle qualité.

Figure12 :Bras tridimensionnelle FARO

2.3 Service méthodes / Eudes

Pour maitriser le processus de production, il a fallu trouver des méthodes de production optimales tout en gardant les mêmes qualités exigées par le client. C'est le souci du service méthode, ce dernier reçoit directement tous les documents contractuels du produit (plan budgétaire, nomenclature…) et valide par la suite tous les documents de la production (cycles de travail, les gammes…).

Processus de travail dans le bureau d'étude



III. Principaux clients au niveau nationaux et client internationaux

3.1 Les clients nationaux

- ✓ Office chérifien de phosphate (O.C.P)
- ✓ Ciment de Maroc
- ✓ Omnium nationale africain (ONA)
- ✓ Lafarge Maroc, ONCF,ONE
- ✓ Ciment de l'oriental

- ✓ Cosumar , F.A.M.

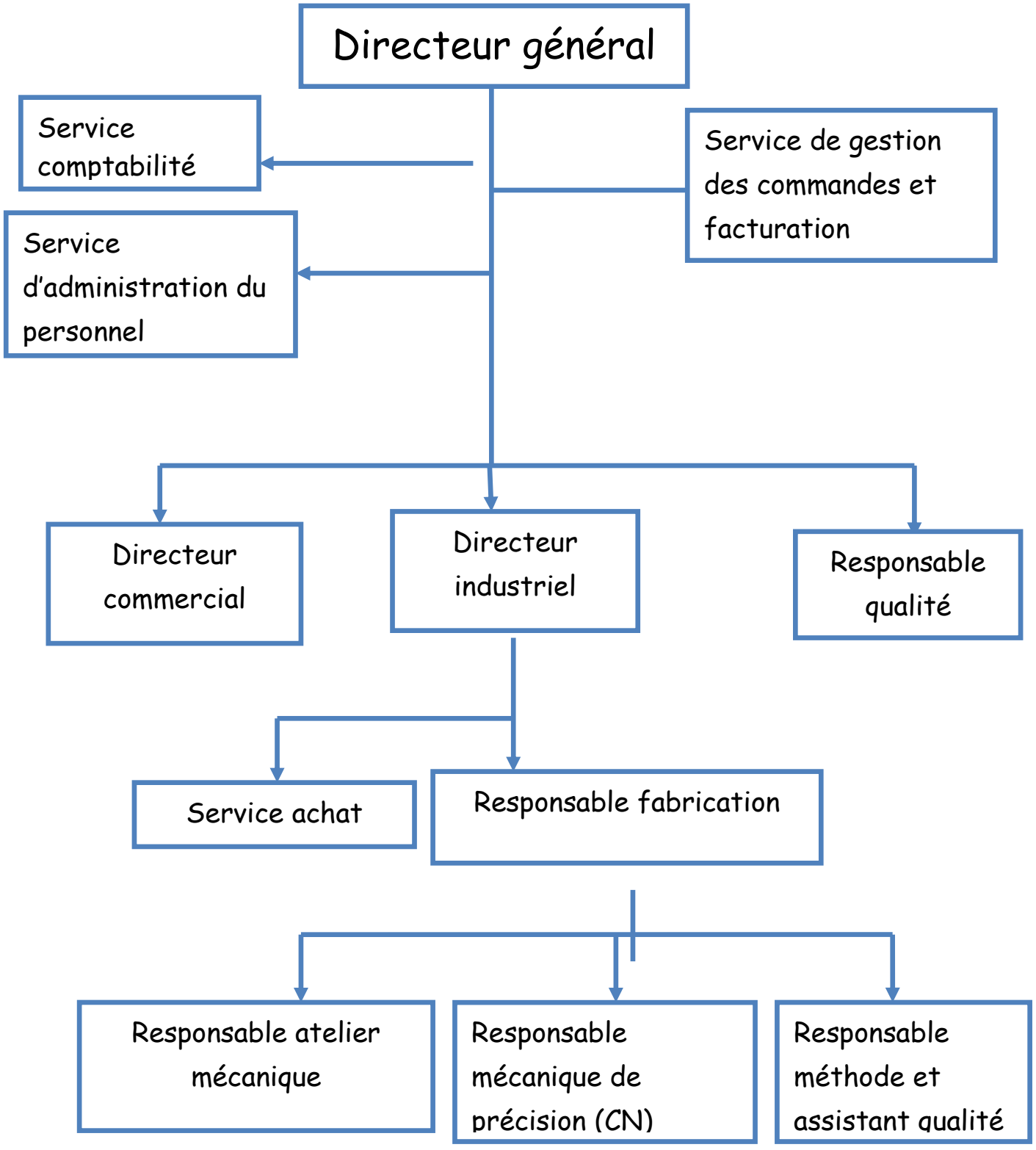
3.2 Les clients internationaux

- ✓ Sumpar
- ✓ IDE-ATECH
- ✓ Lymac
- ✓ Malichad Atlantique.

IV. Fiche technique :

Raison Sociale	Société marocaine d'engrenage et de mécanique
Forme juridique	SARL
Date de constitution	1923
Capital Social	2600.000, 00DHs
Registre du commerce	CASABLANCA 27653
Siège social	15 Boulevarde FOUARAT BP 21950 CASABLANCA
Affiliation à la CNSS	167276
Téléphone	0522601020/0521601129
Fax	0522-60-10-76
E-mail	Smem@iam.net.ma
Certificat	NM ISO 9001-2000

V. L'organigramme :



VI. Organisation de l'atelier

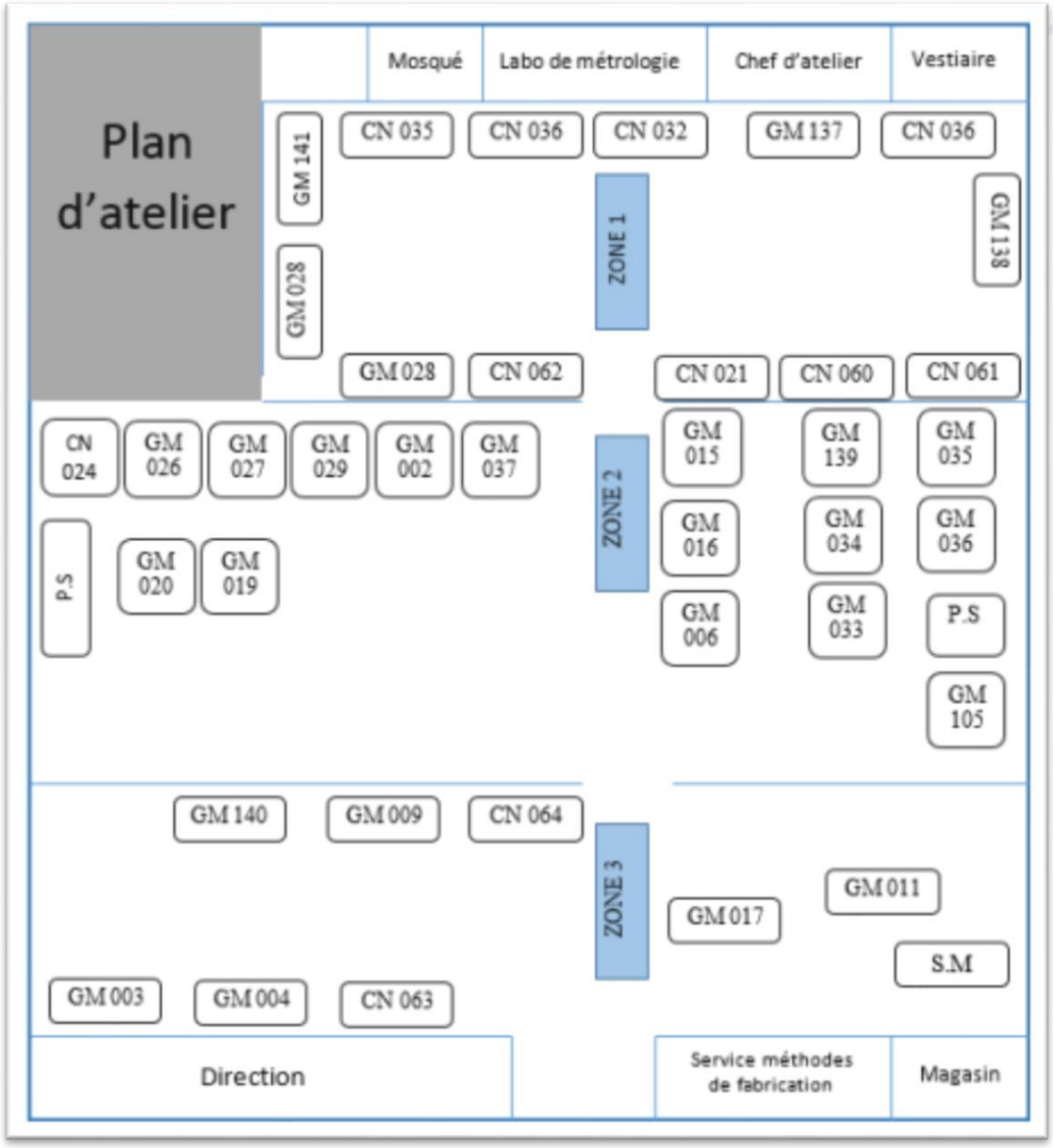


Figure13 : Plan d'atelier

Conclusion

Ce chapitre introductif a été consacré essentiellement à la présentation de la société, dans laquelle ce stage a été effectué, et à la clarification du processus de production. Le prochain chapitre sera consacré à l'expliquer du périmètre et le contexte du projet.

Chapitre 2

Présentation du sujet d'étude

Da s ce chapitre, on établie une vue d'ensemble sur le projet.
on ommence par une formalisation du problème.
Pu , onprésente la démarche et la méthodologie
ad otée en vue de répondre au cahier des charges.
En n, on décrit un aperçu sur la caractérisation
des lifférentes parties mise en jeu afin d'élaborer le projet.

I. Contexte de projet

1. Acteurs du projet

L'équipe de projet est composée par:

1. Les maîtres d'ouvrage : ARRIBI Radouaneresponsable bureau de méthode au sein de SMEM ;
2. Le maître d'œuvre du projet:stagiaire Hind ENNAKHLAT ;
3. Le professeur, encadrant académique du projet de fin d'étude: Monsieur SEDDOUKI Abbass.

2. Contexte pédagogique

Ce projet s'inscrit dans le cadre du stage de projet de fin d'études indispensable pour l'obtention du Diplôme D'ingénieur d'Etat délivré par la Faculté des Sciences et Techniques de Fès (FSTF).

3. Objectif du projet

La recherche et l'expérience ont conduit à améliorer encore :

- la forme des produits
- la production
- le poids de la machine
- le rapport de réduction.

4. Problématique et stratégie du projet

Problématique :

Dans l'industrie des mines et carrières, il est nécessaire, pour réduire en dimension de mettre en œuvre une cascade d'appareils. Il est bien connu que, pour un même débit de matière, la taille des appareils et leurs besoins énergétiques varient avec la nature de la roche, le volume à traiter, la dureté du matériau et les dimensions des produits.

Contraintes à respecter

- Les solutions proposées doivent être efficaces;
- Les dimensions proposées de nouveau système doivent avoir des résultats à court terme et durables ;
- L'investissement demandé pour mettre en place la solution proposée doit être raisonnable et bien justifié ;
- Les solutions proposées ne doivent pas causer un risque de mal fonctionnement ;
- Le projet doit être terminé dans l'intervalle de temps défini entre 01 février 2016 et 31 Mai 2016.

Stratégie du projet

Les objectifs mesurables, les livrables et la stratégie du projet ont pu être définis à l'aide de la PDS (Planification Dynamique Stratégique).

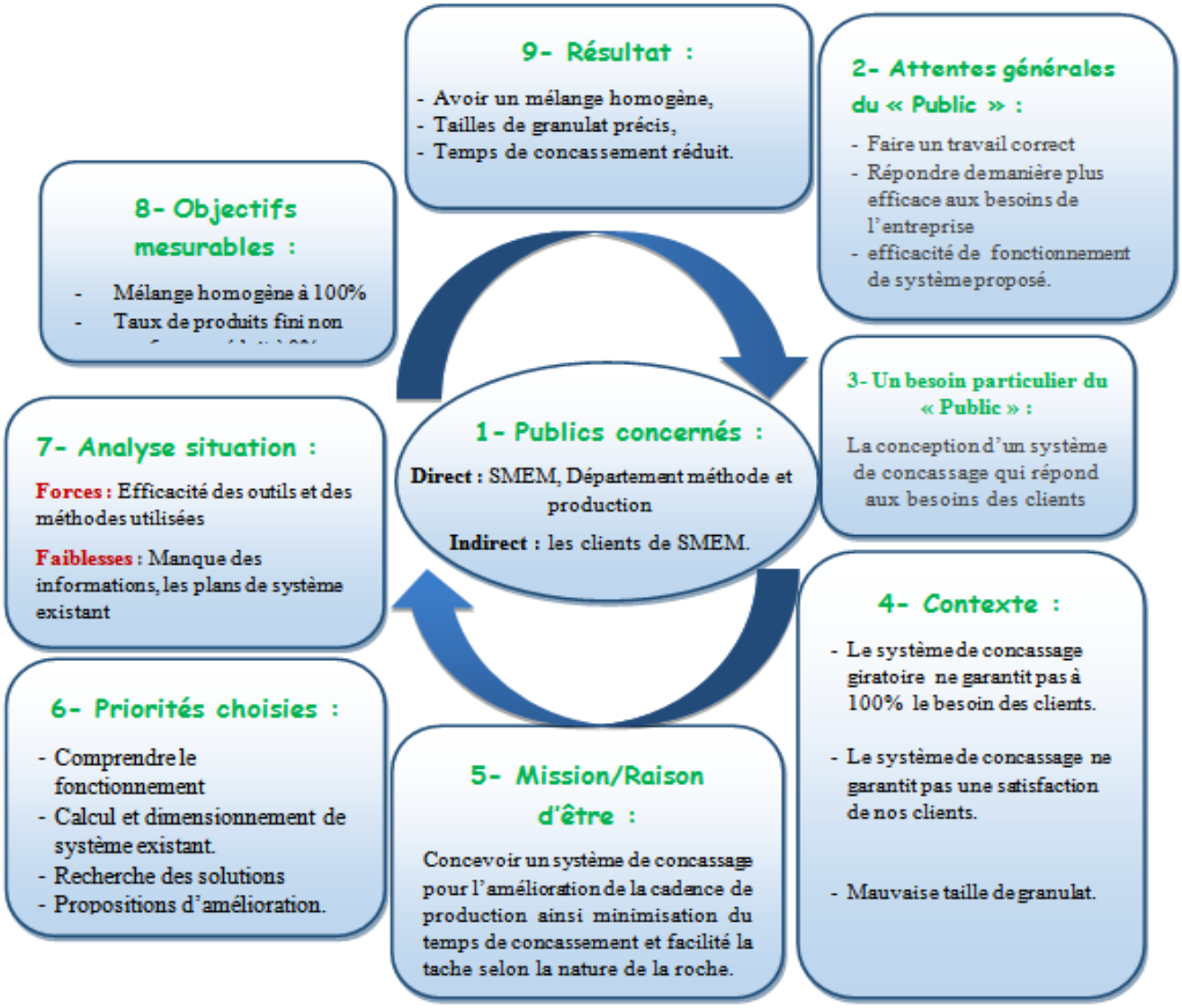


Figure14 : PDS

5. Planning du projet sous le diagramme de GANTT

Déroulement du projet

Le diagramme de GANTT est un outil permettant de modéliser la planification des tâches nécessaires à la réalisation d'un projet.Un planning de suivi d'avancement est réalisé en collaboration avec nos encadrant afin d'assurer un meilleur déroulement du projet.

Taches	Durée	Date début	Date fin
L'intégration dans la société	8j	01/02/2016	08/02/2016
Collecte de l'information :	6j		
✓ Familiarisation avec les départements de l'entreprise.	5j	09/02/2016	13/02/2016
✓ Visite de l'atelier concasseur	1j	16/02/2016	16/02/2016
Définition du projet	11j		
✓ Comprendre la nature, les objectifs et l'étendu du projet.	3j	17/02/2016	19/02/2016
✓ Evoluer les besoins de l'entreprise	5j	20/02/2016	25/02/2016
✓ Préparer de la documentation	2j	26/02/2016	01/03/2016
✓ Planifier le travail	1j	02/03/2013	02/03/2016
Etude de système existant			
✓ Comprendre le principe de fonctionnement	7j	03/03/2016	10/03/2016
✓ Caractéristique de sous système	5j	10/03/2016	15/03/2016
✓ Conception de sous système	16j	15/03/2016	31/03/2016
Phase d'amélioration			
✓ Recherche des solutions technique.	5j	15/03/2016	20/03/2016
✓ Développement.	17j	20/03/2016	08/04/2016
Phase d'exécution	47j		
✓ Conception de notresystème sous solidworks	20j	08/04/2016	28/04/2016
✓ Assemblage	18j	28/04/2016	15/05/2016
✓ Simulation	9j	15/05/2016	24/05/2016
✓ Manuel d'utilisation de nouveau système	10j	24/05/2016	02/06/2016

Tableau 1 : Planning du projet

Le suivi du projet par l'outil GANT Project est illustré dans l'annexe A. La description des principales étapes du projet sera détaillée aux paragraphes suivants.

II. Recherche bibliographique

1. Concassage :

Le concassage est une opération par laquelle on cherche à réduire la taille ou à augmenter la surface développée de l'unité de masse (surface spécifique) de particules solides. Son efficacité est toujours évaluée par une mesure de l'accroissement de la finesse.

Les sollicitations mécaniques accroissent l'énergielibre des matériaux, qui va se convertir sous différentes formes. L'énergie de contrainte élastique est ainsi transformée en énergie élastique des défauts de réseau ponctuels (à l'échelle atomique), linéaires (dislocations), plans (défauts d'empilement, joints de grains) ou volumiques (désordres structuraux).

Le concassage peut avoir des finalités diverses :

- Réduire les dimensions soit pour faciliter la manutention, le conditionnement ou l'utilisation, soit pour libérer les constituants avant une opération séparative ;
- Augmenter la réactivité vis-à-vis de processus dont la cinétique dépend de la finesse ou du degré de désordre ;
- Homogénéiser (mélanges, dilutions solides, dosages) ;
- Conférer des spécifications de forme, de texture, de distribution granulométrique.
- Modifier la fonctionnalité soit sous l'effet de l'activation mécano chimique, soit en profitant de la création de nouvelles surfaces pour y implanter les groupes fonctionnels désirés.

Le concassage cherche toujours à satisfaire des exigences relatives à des utilisations ultérieures, généralement, au moins un des buts prioritaires parmi ceux mentionnés précédemment.

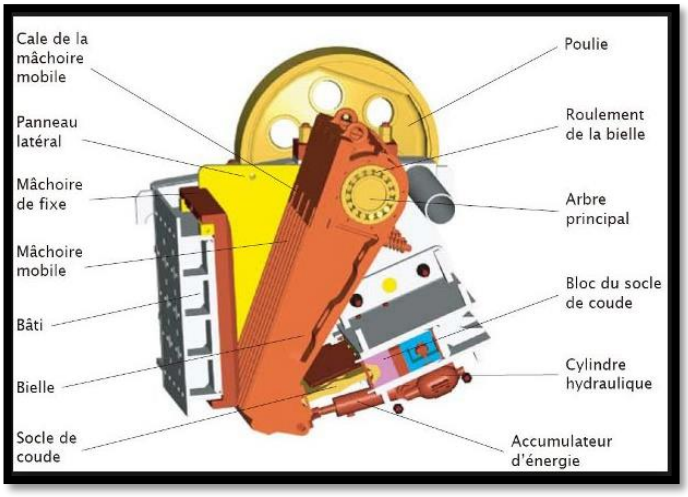
- Réduction des dimensions du matériau :

Pour les matériaux rocheux, après réduction des roches,les opérations suivantes peuvent se relayer jusqu'au moment où l'on obtient un produit de dimension convenable :

- Le pré concassage ou concassage primaire assure la réduction des gros blocs en produits de dimensions comprises entre 0 et 120 mm ou 0 et 250 mm ;
- Le concassage proprement dit ou concassage secondaire délivre desproduits de dimensions 0 à 40 ou 0 à 80 mm à partir des précédents ;
- Le concassage tertiaire assure la réduction des produits du concassagesecondaire jusqu'à des calibres de 0 à 15 ou 0 à 25 mm ;
- Le broyage grossier délivre des sables calibrés entre 0 et 3 mm ou 0 et 5 mm ;
- Les broyages fin et ultrafin consistent pour le premier à obtenir des produits inférieurs à 500 µm et, pour le second, inférieurs à quelques dizaines de micromètres.

2. Les types de concasseur :

Il existe des concasseurs de technologie différente, les plus fréquents sont cités ci-dessous :



a. Concasseur à

Figure15: Concasseur à mâchoire

Est due au dispositif de concassage, qui reprend le principe de base d'une mâchoire, avec une paroi fixe et un autre mobile, la roche étant coincée entre les deux.

La partie mobile est en traîné en rotation par une bielle (excentrique) qui assure la rotation de la mâchoire. Le ressort de rappel à sa base permet de ramener la mâchoire afin de laisser passer les matériaux broyés. Ce concasseur associe donc deux mouvements. Un mouvement de compression (de gauche à droite) afin de concasser le granulat et un mouvement de friction (du haut vers le bas) afin de faire descendre les matériaux vers le convoyeur de réception des matériaux broyés.

Les débits de telles machines sont conditionnés par leur taille d'ouverture et le réglage côté fermé à la base des mâchoires, là où sortent les matériaux.

b. Concasseur à percussion

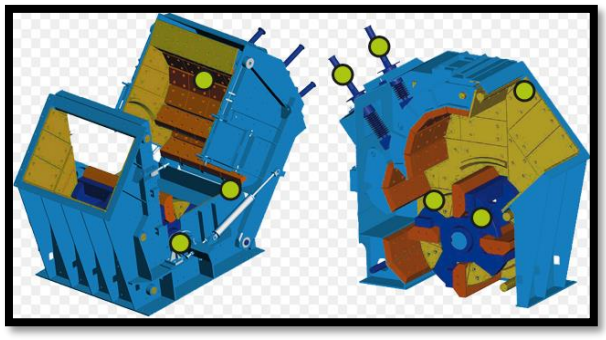


Figure 16 : Concasseur à percussion

Le concasseur à axe vertical est utilisé pour fabriquer des sables de qualité. En effet, il permet de concasser encore plus finement les graviers en finissant de rompre les liaisons les plus faibles rémanentes du granulat.

On obtient ainsi un sable dont la consistance et la forme sont optimaux pour les sables types bétons notamment. Cette machine combine l'énergie de rotation avec l'énergie de percussion pour concasser les matériaux. En entrée, les granulats arrivent par la tête du concasseur.

La plaque de distribution envoie par force centrifuge et gravitationnelle les matériaux vers les ouvertures. Une fois proches des ouvertures, les blocs de percussions frappent les matériaux et les projettent sur une couronne d'enclume, solidaire du bâti.

c. Concasseur giratoire :

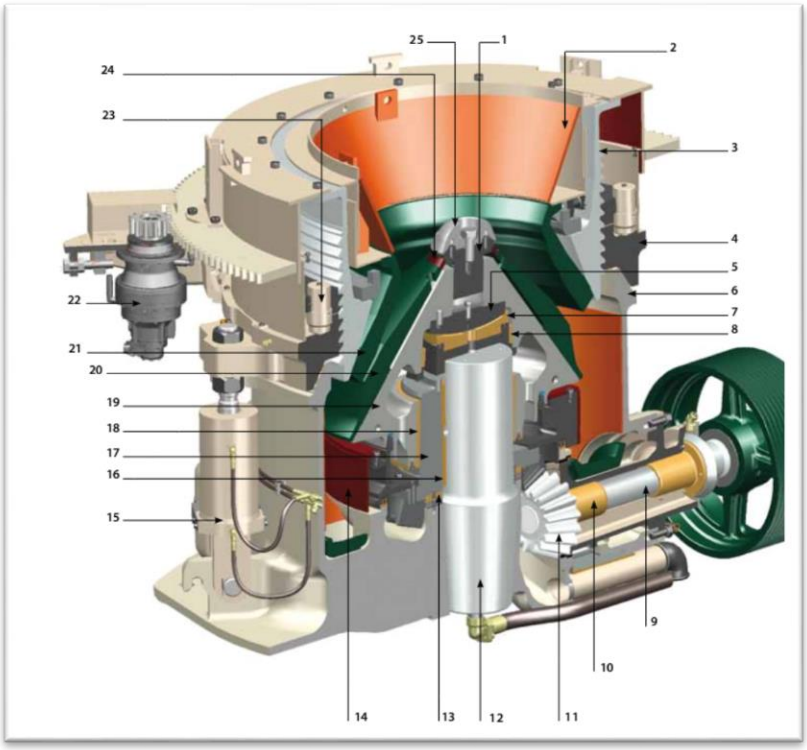


Figure 17 : Concas

- Nomenclature

Repère	Nom de la pièce
1	Vis de blocage
2	Trémie d'alimentation
3	Bol
4	Anneau de réglage
5	Butée sphérique
6	Bâti
7	coussinet sphérique
8	Bague supérieur de tête
9	Contre arbre
10	bague de contre arbre
11	Couronne et pignon
12	Arbre principale
13	Bague butée excentrique
14	Blindage de balourd
15	Dispositif de protection
16	Bague de butée d'excentrique
17	Excentrique
18	Bague inferieur de tête
19	Tête
20	Mâchoire mobile
21	Mâchoire fixe
22	Moteur hydraulique
23	Vérins de blocage
24	Rondelle d'appui
25	Cône distributeur

Tableau2 : Nomenclature

Est semblable à celui du concasseur à mâchoires, mais il est composé d'une surface concave et d'une tête conique. Les deux surfaces sont généralement doublées avec des pièces en acier, Le cône interne a un léger mouvement circulaire, mais ne tourne pas, le mouvement est généré par un excentrique. Comme avec le concasseur à mâchoires, le matériau chute entre les deux surfaces en étant progressivement écrasé jusqu'à ce qu'il soit assez petit pour tomber dans l'espace entre les deux surfaces.

d. Désignation des concasseurs giratoires type HP :

Les concasseurs HPXXXsignifié :

HP : pour Hautes Performances, **XXX** : Puissance du moteur en chevaux.
Par exemple : HP200: dessiné pour une puissance de 200 chevaux.

Les "Plus" de la gamme HP :

- Vitesse et course augmentées : plus de capacité
- Baguesupérieure de tête,
- Diamètre du contrearbre,
- Puissance du moteur,
- Possibilité de produire des matériaux très fins,
- Robuste,
- Performante,
- Simple d'utilisation,
- Facile d'utilisation : Fixation des mâchoires.

Comparaison entre les types de concasseurs HP

✓ **La gamme de différentes type HP**

Poids - Broyeur complet et équipements				
Taille	HP100	HP200	HP300	HP400
Broyeur complet	5 400 kg	10 400 kg	15 810 kg	23 000 kg
Bol, mâchoire fixe du bol, boîtier de réglage, trémie	1 320 kg	2 680 kg	3 525 kg	4 800 kg
Tête, machoire mobile et plateau d'alimentation	600 kg	1 200 kg	2 060 kg	3 240 kg
Puissance maxi recommandée	90 kW	132 kW	200 kW	315 kW
Vitesse du contre-arbre tr/mn	750-1200	750-1200	700-1200	700-1000

Tableau 3 : Caractéristique des concasseurs type HP

3. Choix de type d'équipement :

En faisant le bon choix pour une application donnée, on utilisera au mieux l'énergie, optimisera la production, répartira l'usure régulièrement sur toute la hauteur des mâchoires et minimisera les couts d'exploitation.

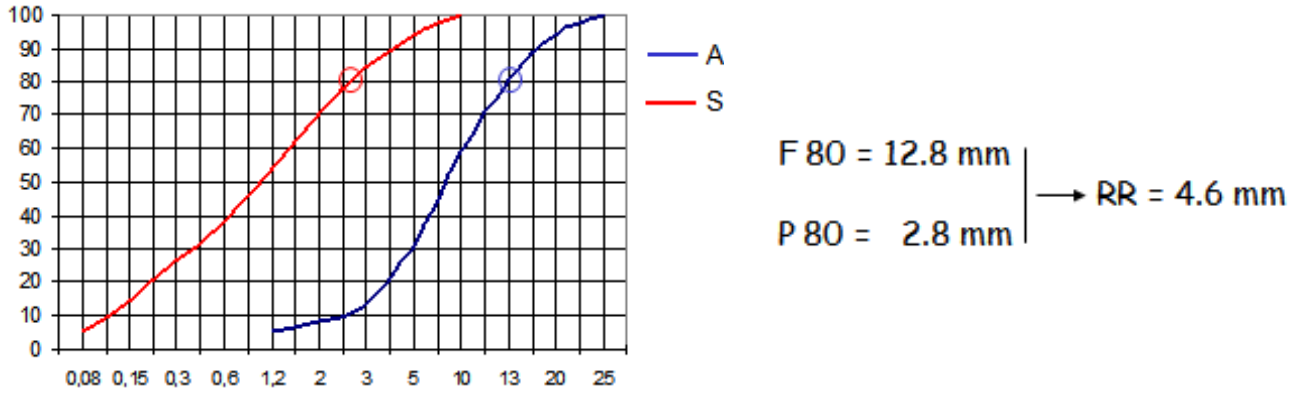
Paramètres affectant le choix d'équipements :

1. Rapport de réduction
2. Taille d'alimentation
3. Granulométrie à produire
4. Coefficient de forme

1. Rapport de réduction

- Prendre un échantillon de l'alimentation et de la sortie.
- Tamiser les échantillons.

- Déterminer la coupure en mm correspondant à 80% de passants (points « F80 » pour l'alimentation et « P80 » pour la sortie).
- Diviser la valeur F80 par la valeur P80.
- Le résultat est le rapport de réduction.



Graphe 1 : Rapport de réduction

2. Taille d'alimentation

Les plus gros éléments contenus dans l'alimentation doivent pouvoir entrer dans la chambre de broyage.

La taille maxi d'alimentation est en relation avec l'ouverture cotée fermé

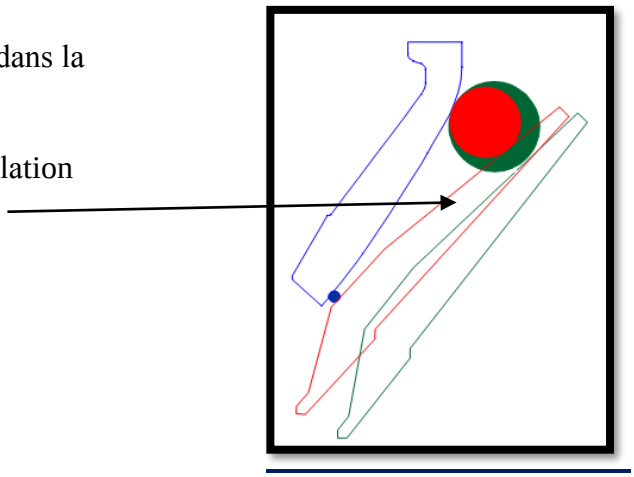


Figure 18 : Taille d'alimentation

La « prise » est trop petite

- ✓ Le matériau ne peut pas entrer
- ✓ Le débit chute
- ✓ Usure du cône d'alimentation, risque d'arrachement, usure localisée des mâchoires

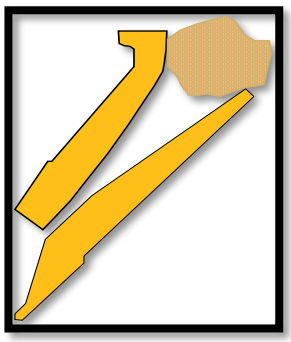


Figure19: Taille d'alimentation trop petite

Si la « prise » est trop ouverte :

- ✓ Le broyage se fait majoritairement en partie bas de mâchoires : mauvais profil d'usure, risque de rupture.
- ✓ Diminution du broyage (faible rapport de réduction).
- ✓ Difficultés pour bloquer la tête.

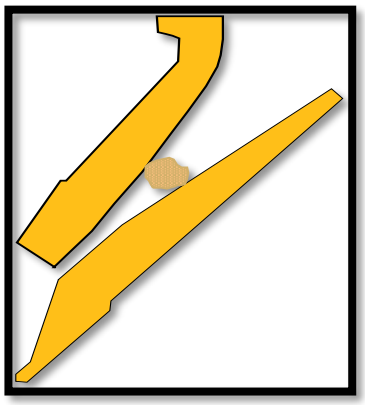


Figure 20: Taille d'alimentation trop ouverte

3. Granulométrie à produire

La taille des produits à fabriquer détermine si le broyeur va fonctionner en circuit ouvert ou fermé.

Elle va aussi définir le réglage du concasseur. En moyenne, le HP fonctionnant en circuit fermé sera réglé de 0 à 3 mm.

		Standard		Short head	
Taille du broyeur	Equipement	Réglage Minimum "A"1	Ouverture d'Alimentation "B"2	Réglage Minimum "A"1	Ouverture d'Alimentation "B"2
HP100	Extra Fin			6 mm (0.24")	14 mm (0.55")
	Fin			9 mm (0.35")	74 mm (2.91")
	Moyen			9 mm (0.35")	72 mm (2.83")
	Gros			13 mm (0.51")	100 mm (3.94")
	Extra Gros			17 mm (0.67")	141 mm (5.55")
HP200	Extra Fin			6 mm (0.24")	10 mm (0.39")
	Fin	13 mm (0.52")	95 mm (3.74")	5 mm (0.20")	23 mm (0.90")
	Moyen	17 mm (0.67")	125 mm (4.92")	6 mm (0.24")	54 mm (2.13")
	Gros	19 mm (0.75")	185 mm (7.28")	10 mm (0.39")	76 mm (2.99")
	Extra Gros				
HP300	Extra Fin			6 mm (0.24")	25 mm (0.98")
	Fin	13 mm (0.51")	107 mm (4.21")	6 mm (0.24")	22 mm (0.87")
	Moyen	17 mm (0.67")	150 mm (5.91")	8 mm (0.31")	53 mm (2.09")
	Gros	19 mm (0.75")	211 mm (8.31")	10 mm (0.39")	77 mm (3.03")
	Extra Gros	25 mm (0.98")	233 mm (9.17")		

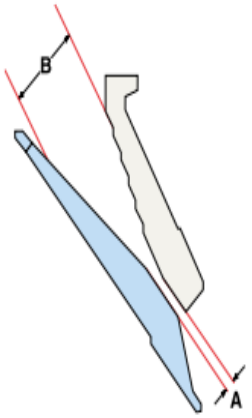


Tableau4 : Taille du broyeur

La taille maximale admissible varie de 80 à 100% de l'ouverture de B, selon la taille de concasseur et le type de roche.

A : le réglage peut varier suivant les caractéristiques des matériaux et la vitesse de rotation

B : ouverture d'alimentation correspondant au réglage de « A ».

4. Coefficient de forme

- ✓ Plus la chambre n'est fermée, plus la forme est meilleure.
- ✓ Une chambre de broyage fermée favorisera la calibration et permettra un petit réglage.

Exemple : avec une alimentation 10 / 50 mm, la meilleure forme sera obtenue avec

1er : Un Tête Courte Gros

2ème : Un Standard Fin

Figure 21 : Produit fini

- ✓ Un Standard Gros donnera de mauvais résultats.
- ✓ Pour obtenir la meilleure forme, le rapport de réduction doit être limité à 3.

III. Etude de cas

L'étude que j'ai menée durant la période du stage porte sur un nouveau concasseur giratoire de type HP 250.

1. Caractéristiques techniques

	Puissance (KW)	Poids(Kg)	Taille d'alimentation (mm)	Vitesse (tr/mn)
HP250	**183**	**13105**	**210**	**1050**

Tableau 5 : Caractéristiques techniques

2. Définition de problème

➢ Méthode QQOQPC

La définition du problème est la première étape à franchir vers une bonne résolution.

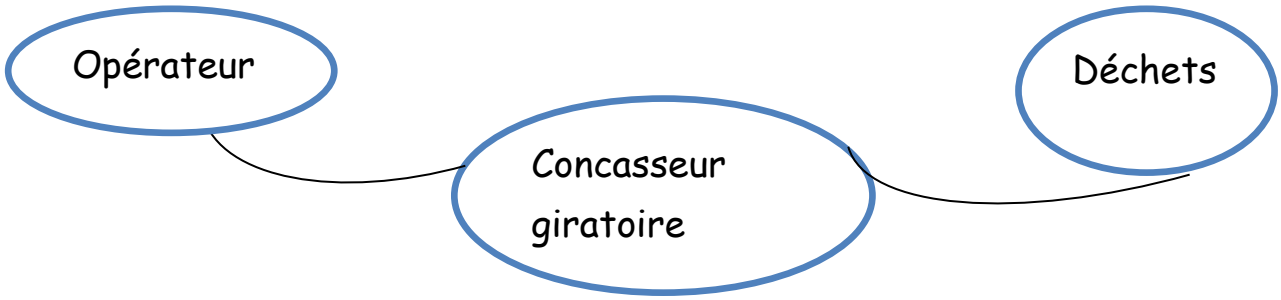
On procède à une formalisation du problème, suivie par un diagnostic de l'état actuel. C'est ce qui m'a permet de cibler mon champs d'actions. Le problème sera d'autant mieux défini si on peut le chiffrer à l'aide d'indicateurs qui le synthétisent. Une méthode couramment utilisée pour définir le problème est le QQOQPC Quoi ? Qui ? Où ? Quand ? Pourquoi ? Comment ? Le fait de répondre à ces questions permet de cerner le problème et de le formaliser pour l'ensemble du groupe

Quoi	**Quelle est la nature du problème ?** **La conception de système existant ne satisfait pas le client de SMEM au niveau de produit fini.**
Qui	**Qui est concerné ?** Société SMEM
Quand	**A quel moment le problème a-t-il été découvert ?** Dès le démarrage.
Ou	**En quel lieu le problème apparaît-il ?** Dans l'industrie des mines et carrières.
Comment	**De quelle façon arrive le problème ?** Le problème dû à une mauvaise taille de granulat.
Pourquoi	Les systèmes existent ne satisfaites pas le besoin de client de SMEM au niveau de la taille de granulat (produit fini).

Tableau 6: Méthode de définition du problème QQOQPC

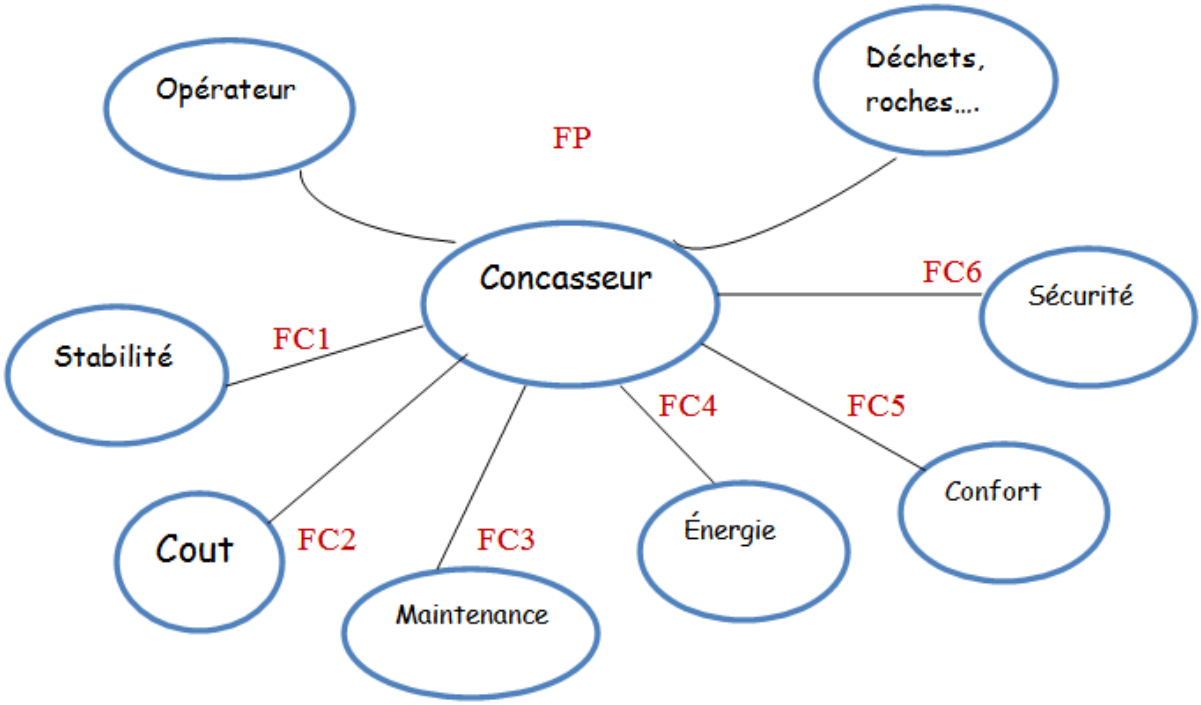
3. Analyse fonctionnelle

1. Bête à corne



Permette à l'opérateur de concasser facilement les déchets, les roches…..

2. Diagramme de pieuvre



- Etude de faisabilité des fonctions principales et fonctions contraintes.

Caractéristiques mécaniques:

- ✓ Puissance transmise par un contre-arbre et un couple conique droit.

FP	**Permette à l'opérateur de concasser facilement les déchets, les roches…..**
FC1	Etre stable au cours de fonctionnement
FC2	Minimiser le cout de réalisation le moins que possible
FC3	Etre maintenable (entretien facile)
FC4	Utiliser une source d'énergie adéquate
FC5	Permettre de travailler aisément
FC6	Faire le concassement en toute sécurité

Tableau 7 : Fonction principale et contraintes

- ✓ Excentrique/Couronne tournant autour d'un arbre fixe.
- ✓ Support de la mâchoire mobile (tête) entraîné par l'excentriquedans un
- ✓ mouvement de rotation et d'oscillation.
- ✓ Dispositive de protection.
- ✓ Démontage complet par le haut.
- ✓ Polyvalence: même bol/tête pour toutes les applications.

4. Description de système

1. Le principe de fonctionnement

Le concasseur giratoire est l'un des principaux types de concasseurs primaires dans les mines ou les usines de traitement du minerai.

Les concasseurs giratoires sont désignés par leur taille, soit selon l'ouverture maximum et le diamètre inférieur de la mâchoire mobile, soit par la taille de l'ouverture de réception.

Les concasseurs giratoires peuvent être utilisés pour le concassage primaire ou secondaire.

Le concassage est causé par la fermeture de l'écart entre la mâchoire mobile montée sur l'arbre central vertical et les mâchoires fixes montées sur le châssis principal.

Cet écart varie grâce à un excentrique sur la partie inférieure de l'arbre, qui entraîne l'arbre central vertical en rotation. L'arbre vertical est libre de tourner autour de son axe.

Le concasseur est illustré d'un type court arbre de broche suspendue, ce qui signifie que l'axe principal est suspendu au sommet et que l'excentrique est monté au-dessus de la couronne.

La conception à arbre court a remplacé la conception à arbre long dans lequel l'excentrique est monté au-dessous de la couronne.

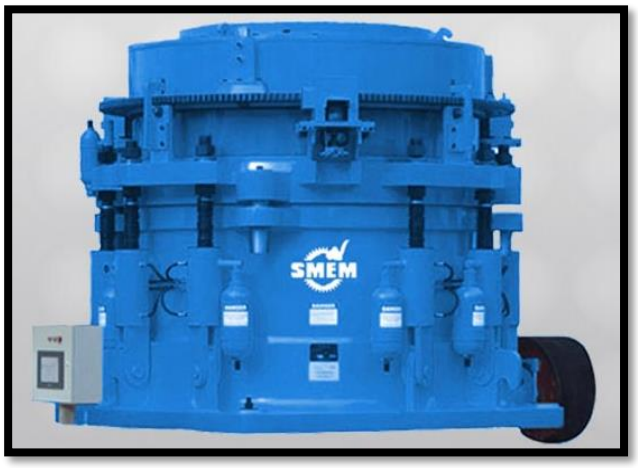


Figure22 : Concasseur giratoire

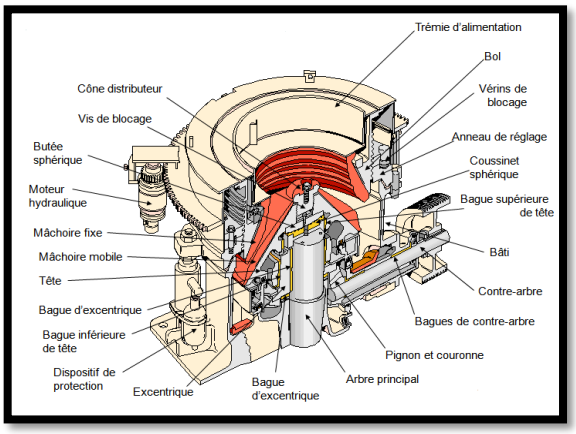


Figure23: Vue intérieur de concasseur giratoire

Ils opèrent également une compression obtenue par l'action d'une tête tronconique mobile à l'intérieur d'une chambre de concassage de forme tronconique inversée. La tête de concassage est montée sur un arbre décrivant autour de l'axe vertical des rotations imprimées par un excentrique situé à la base de l'arbre. L'arbre tourne sur lui-même.

La figure suivante montre la trajectoire décrite par le système.

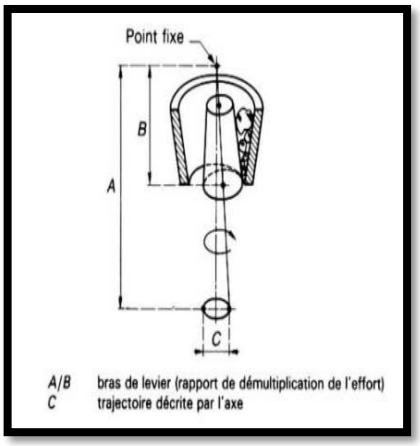


Figure 24 : Trajectoire décrite par le système

2. Modélisation du système

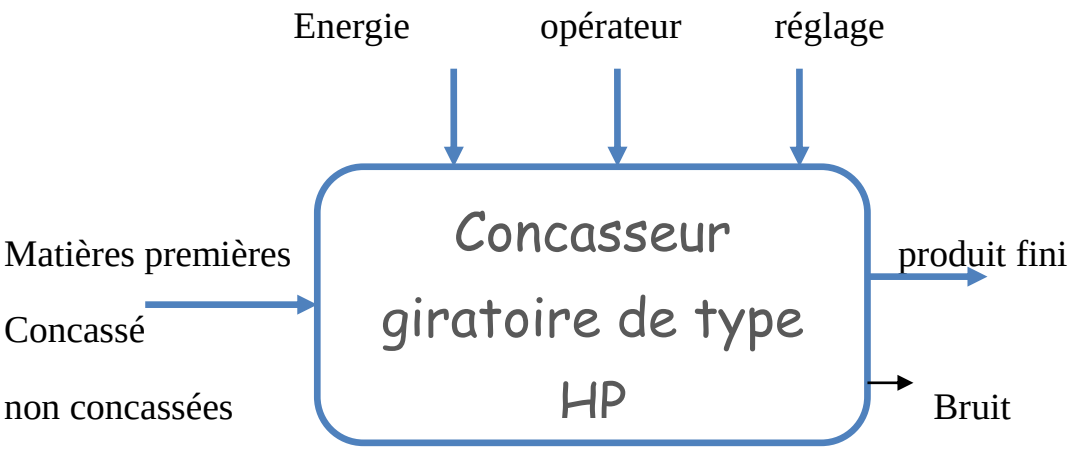
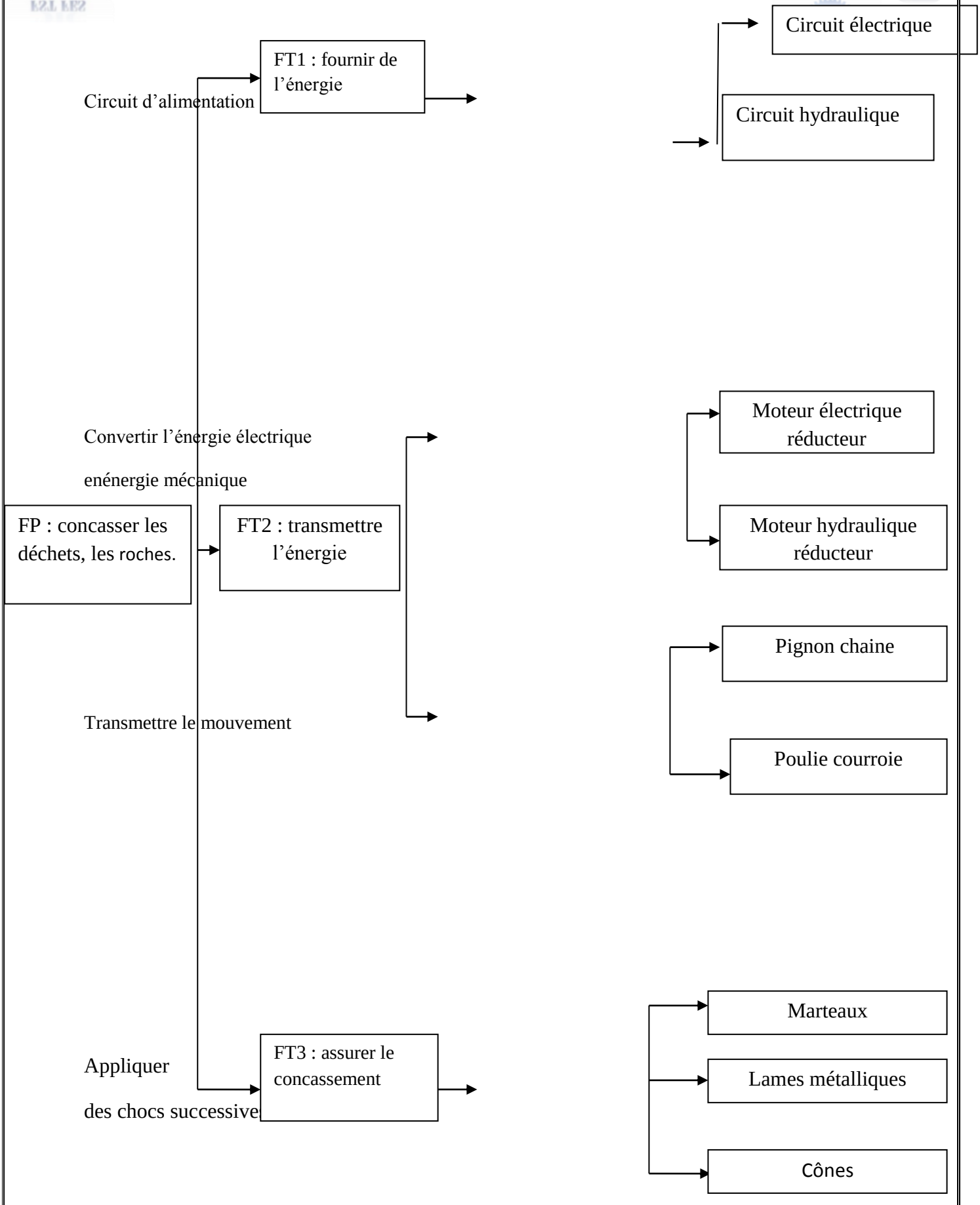


Figure 25 : Modélisation du système

3. Solutions technologiques : Descriptif du mécanisme (FAST)


Circuit électrique
FT1 : fournir de l'énergie
Circuit d'alimentation
Circuit hydraulique
Moteur électrique réducteur
Convertir l'énergie électrique
enénergie mécanique
FP : concasser les déchets, les roches.
FT2 : transmettre l'énergie
Moteur hydraulique réducteur
Pignon chaine
Transmettre le mouvement
Poulie courroie
Marteaux
Appliquer
des chocs successive
FT3 : assurer le concassement
Lames métalliques
Cônes

5. Choix d'une solution

Les solutions

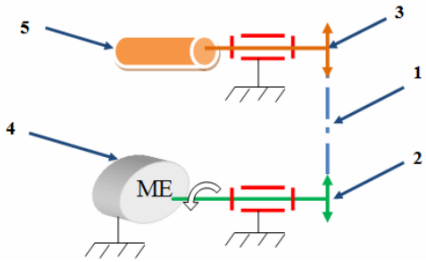
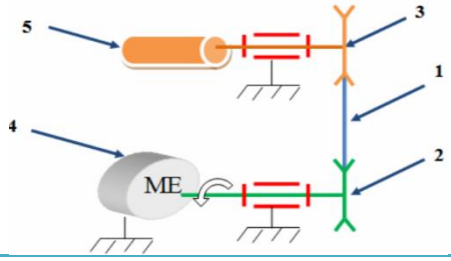
Solution 1	Solution 2
	
1: chaine **2: pignon moteur** **3 : pignon réceptrice** **4 : Moteur électrique** **5 : cylindre**	1:chaine 2: poulie moteur 3: poulie récepteur 4 : moteur électrique 5 : cylindre

Tableau8: Les solutions proposées

Les critères de choix

C1 : entretien

C2 : Sécurité

C3 : cout minimisé

C4 : manipulation

C5 : fiabilité

$$NSi = Nj * Kcj$$

Avec : NSi : note pour la solution Si

Nj : nombre de critère

Kcj : coefficient de pondération affecté a chaque critère.

critère	K	Solution			
		S1		S2	
		Note	total	Note	total
C1	3	2	6	2	6
C2	2	2	4	3	6
C3	2	1	2	2	4
C4	1	1	2	3	3
C5	3	3	9	3	9
Nsi		23		28	

Tableau 9 : Critère de choix

Résumé de la solution retenu :

Fournir l'énergie électrique par un circuit d'alimentation et la convertir en énergie mécanique par un moteur électrique.

Transmettre le mouvement rotatif par un système poulie courroie

Concasser les roches, les granulats

Assurer le concassage par des cônes

Schéma cinématique :

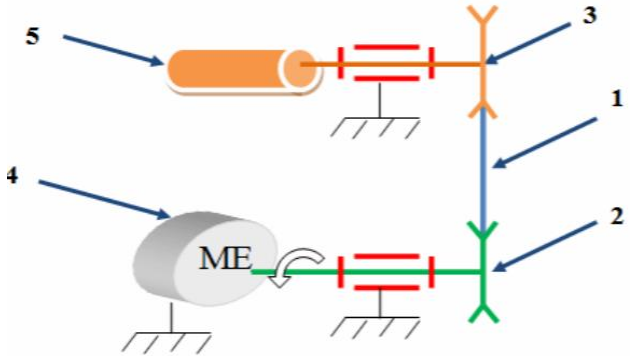


Figure 26 : Schéma cinématique

1:chaine
2: poulie moteur
3: poulie récepteur
4: moteur électrique
5 : cylindre

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté la problématique posée, les éléments clés du sujet et la méthodologie suivie durant l'étude. Cela nous a amené à l'objectif prédéfini par le sujet du projet, ainsi le choix technique de notre système.

Dans cet objectif, nous commençons par le dimensionnement de notre nouveau système qui sera l'objet du chapitre suivant.

Chapitre 3

Calcul et dimensionnement

Vous trouverez dans ce chapitre :

- La taille d'alimentation de notre concasseur,
- Dimensions et tolérances normalisées de differents pièces.

1.
2.
3.
4.

5.

6.

7. Dimensionnement de l'appareil

La puissance installée d'un appareil de concassage est la somme de l'énergie nécessaire pour l'entraîner à vide et de l'énergie requise pour fragmenter le matériau. Si la première est constante pour un appareil donné, la seconde varie avec le débit et les caractéristiques du matériau, avant et après fragmentation.

Il est possible de déterminer les caractéristiques d'un appareil de fragmentation (dimensions, puissance installée, capacité, etc.) à partir de formules empiriques et d'essais de laboratoire et/ou pilote, mais il est toujours recommandé de s'adresser au constructeur pour vérifier la validité des résultats et s'assurer du bon choix de l'appareil.

1. Calcul des concasseurs :

Dans l'industrie des mines et carrières, il est nécessaire, pour réduire en dimension de mettre en œuvre une cascade d'appareils. Il est bien connu que, pour un même débit de matière, la taille des appareils et leurs besoins énergétiques varient avec la nature de la roche, le volume à traiter, la dureté du matériau et les dimensions des produits.

Il est prudent de choisir, pour un concasseur, un rapport de réduction toujours inférieur à celui que donne le constructeur afin d'assurer une plus grande efficacité de l'ensemble des appareils.

- Pour une installation donnée, il existe un nombre optimal d'étapes successives de réduction qui, compte tenu des caractéristiques du matériau, visent à optimiser l'ensemble.
- Si l'on surcharge un appareil, on n'augmente pas forcément la production mais on diminue la durée de vie de ses composants.

En effet, la suralimentation d'un appareil provoque un tassement de la matière à l'intérieur de la chambre de fragmentation qui a pour conséquence de soumettre la matière à des contraintes isotropes augmentant ainsi sa résistance à la rupture.

- Si l'ouverture de décharge a un réglage trop étroit, on augmente l'usure ; si, à l'inverse, le réglage est trop large, on gaspille de l'énergie.

On caractérise un concasseur giratoire par les paramètres suivants (figure) :

- l'ouverture d'admission A × B;
- le diamètre à la base de la tête de concassage Φ;
- l'ouverture de décharge S;
- le nombre de girations par seconde de la tête de concassage ;
- le nombre de tours de l'arbre moteur ;

l'excentricité de l'arbre

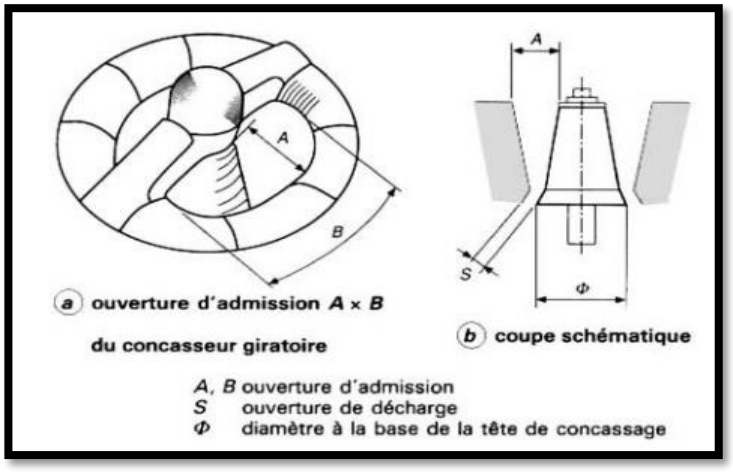
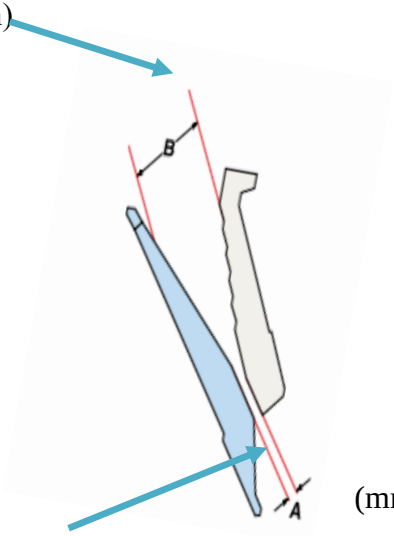


Figure 27 : Ouverture d'admission

2. Taille d'alimentation de notre système :

B : Taille de matèriaux d'entrée en (mm)



A : Dimension de sorti de produit en (mm)

Taille de concasseur	équipement	Ouverture d'alimentation (MP)	Réglage minimum (PF)
	fin	101	13
HP250	moyen	137	17
	gros	209	22

Tableau 10 : Equipemment de concasseur

3. Calcul moteur :

On utilise la formule : $Cm = \frac{Pm}{W}$

Avec : W : vitesse angulaire, $W = 2\pi N$ Cm : couple moteur

D'après le tableau de caractéristique technique de notre concasseur on a :

Pm= 183 Kw, N=1050tr/min

$$Cm = \frac{183000 * 60}{2\pi * 1050} = 3330.3 N.m$$

4. Dimensions et tolérances normalisées des clavettes :

La section de la clavette (largeur – hauteur) est définie par la norme NFE-22-177.

A chaque plage de diamètre d'arbre correspond une hauteur et une largeur de clavette.

Les dimensions normalisées des clavettes sont données ci-dessous.

- Calcul de la clavette :

On utilise GTDI pro est un logiciel destiné aux particuliers et professionnels travaillant dans la branche technologique. Il inclut 24 modules :

- Normes technologiques,
- calculs,
- cotations,
- dimensionnements,

Figure 28 : Logiciel GTDI

GTDI réalisera les calculs fastidieux. Une fois lancé, GTDI reste en avant de tous les logiciels (CAO, DAO, office, etc.) et vous laisse les informations à vue tout en nous permettant de continuer à travailler sur des logicielsprincipaux.
Pour notre cas, on a un arbre de diamètre : ø 120mm.

Alors les dimensions normalisé de clavette :

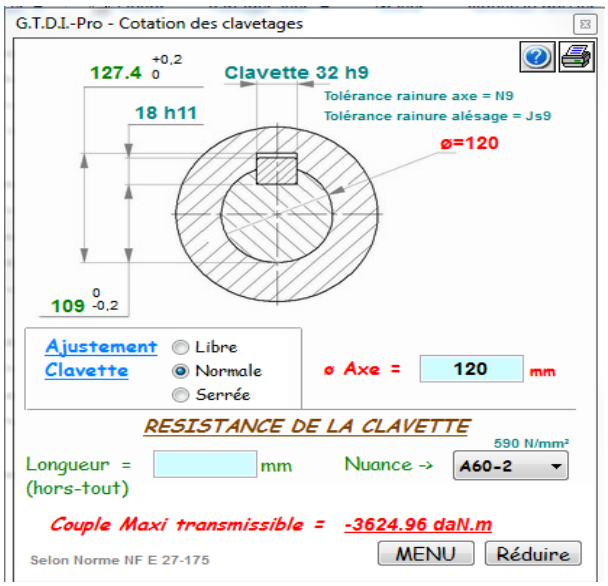


Figure 29 : Dimension de clavette

5. Coussinet sphérique :

Un coussinet à plusieurs rôles :

- Permettre le guidage en rotation d'un arbre dans son palier.
- Limiter le frottement (0,04 < f < 0.25) dans la liaison.
- Evacuer les calories produites par frottement.
- Pièce d'usure qui doit être facile à changer lorsque le jeu arbre-coussinet devient hors des tolérances admissibles.

Figure 30 : coussinet sphérique

Pour ce faire on utilise des matériaux à coefficient de frottement faible tel que cuivre, étain, bronze, PTFE, polyamide, graphite, nylon, acétal.

Le matériau utilisé dans la fabrication des coussinets sphériques du concasseur giratoire est alliage bronze au plomb CuSn8Pb15

I. Composition chimique nominale % :

Cu	Sn	Pb	Zn	Ni
solde	7,5 %	15 %	2	2

Tableau 11 : composition chimique

II. Propriété physique et caractéristique mécanique

Limite élastique Rp0,2 N/mm²	Charge de rupture Rm N/mm²	Allong A5 %	Dureté HB 10/1000	Module élastique kN/mm²	Densité Kg/dm³	Chaleur spécifique j/g . k	Expansion thermique 10-6 K	Conductivité Thermique W /m.K	Conductivité électrique m/Ω.mm²
160-180	**240-290**	**9-15**	**78-90**	**75 à 80**	**9,1**	**0,376**	**18,8**	**63**	**7,0**

Tableau 12 : propriété physique

I. Domaine d'application

Bronze au plomb possédant d'excellentes propriétés de frottement et un bon pouvoir autolubrifiant.

Utilisé dans des cas de vitesses élevées sous faible charges, et graissage défectueux ou difficile, cette nuance convient pour la réalisation de coussinets, de bagues travaillants sous l'eau (pompes immergées), de paliers devant résister à certains agents chimiques (acides sulfuriques, etc..)ou corps étrangers: cas de paliers de ventilateurs, de foreuses, de rectifieuses, de mélangeurs, ou d'organes de cimenterie.

Calcul et dimensionnement

Pression diamétrale :

Vérifie que le matériau du coussinet ne se déforme pas d'une manière irréversible sous les efforts statiques.

$$p = \frac{R_{1/2}}{d * L}$$

Avec : R : la résultante radiale

L : la longueur du coussinet

d: diamètre de l'arbre

On doit vérifier l'équation :

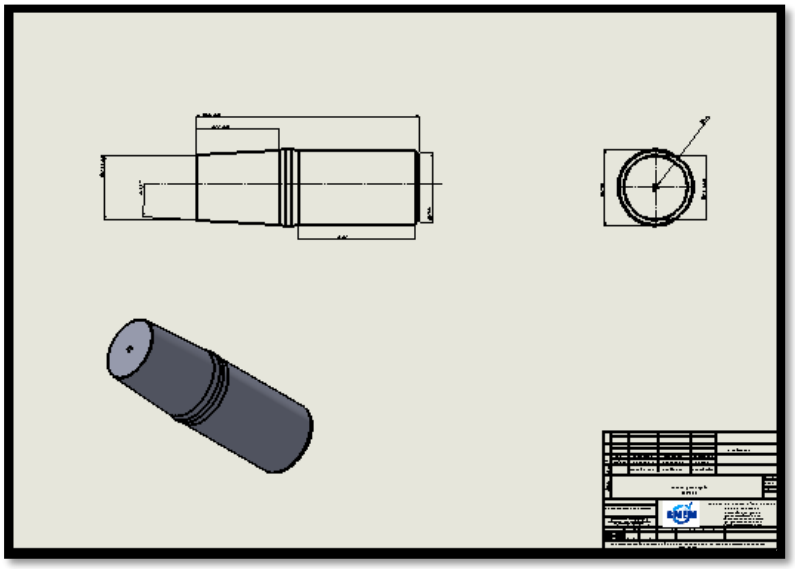
$$p < p_{admissible}$$

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

Tableau 13 : Les paramètres de coussinet

A partir de données techniques :

On a : La charge statique : R=250N/mm²



- Dimension de coussinet sphérique

Longueur : L=40 mm

➢ Diamètre de l'arbre :

Alors :$p = \frac{250}{40*241.5} = 0.025\ MPA$

Donc $P << P\ admissible = 20MPA$

6. Pignon et couronne :

Figure 31 : pignon conique

Figure 32 : la couronne

Calcul de différents paramètres : application sur excel

E26

PIGNON ET ROUE CONIQUE

	Pignon			Roue	
M	11,00		M	11,00	
Z	22		Z	57	
Ø primitif	242,00		Ø primitif	627,00	
Ø tête	262,52		Ø tête	634,92	
	Rad	Degré		Rad	Degré
Angle primitif	0,37	21,10	Angle primitif	1,20	68,90
Angle de fond	0,34	19,23	Angle de fond	1,17	67,02
Angle de tête	0,40	22,98	Angle de tête	1,24	70,77

Figure 33 : pignon conique

7. Choix de la poulie courroie:

Le calcul de la transmission par courroies trapézoïdales à arbres parallèles est standardisé.

Les grandeurs d'entrée sont: la puissance à l'arbre du moteur d'entraînement (kW), la vitesse de rotation (tr/min),

Pour les profils de courroies situées sur les nomogrammes à la proximité des limites entre les domaines, on recommande de choisir le type de courroie se trouvant sous la ligne oblique. Dans la figure suivante on a indiqué les éléments géométriques des sections des courroies et leurs longueurs à l'état libre.

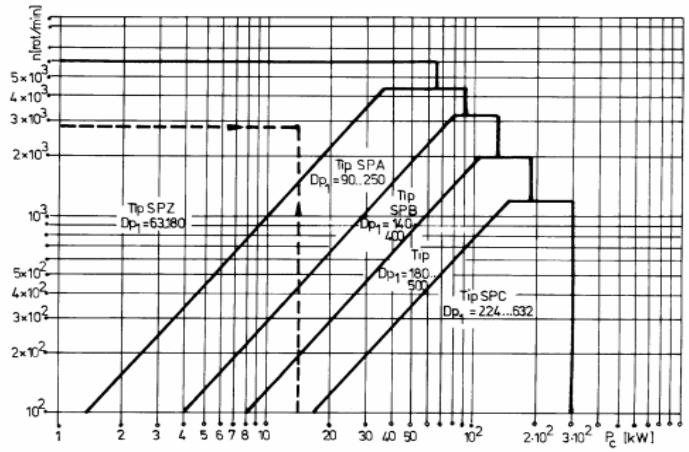


Figure 34 : Nomogramme pour le choix des courroies trapézoïdales étroites

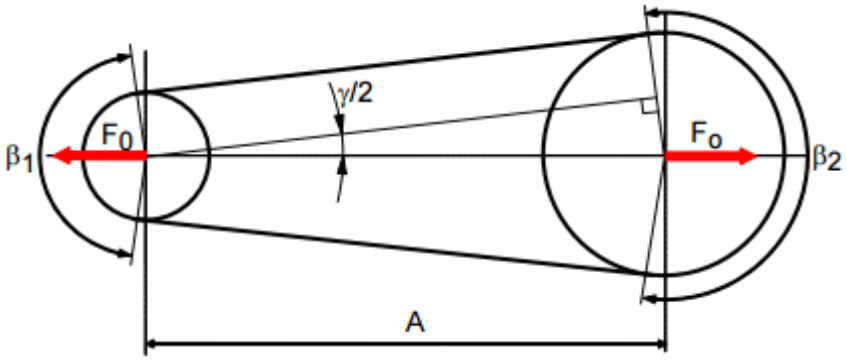
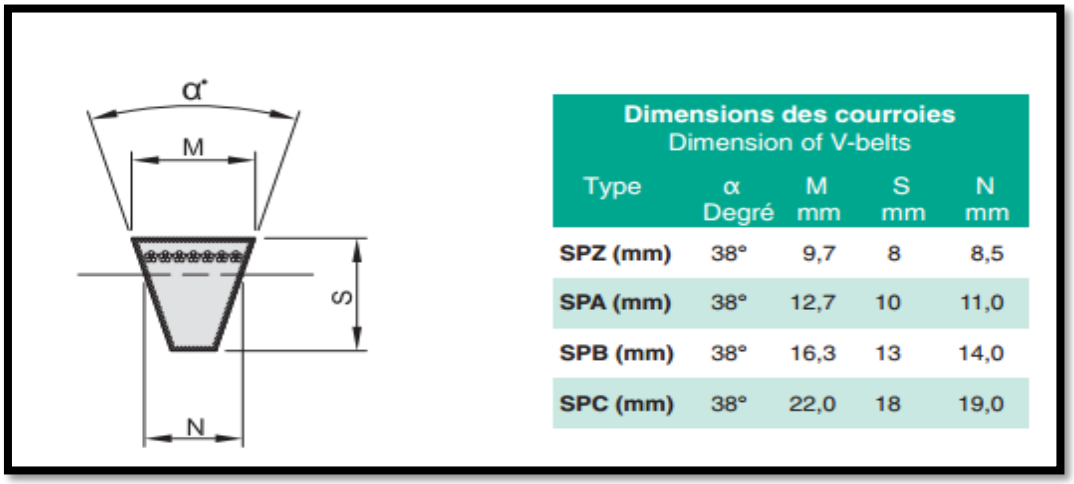


Figure 35 : Forces dans les courroies trapézoïdales

On a choisi courroie trapézoïdale étroite de type SPC la surface de contact de ces courroies avec les poulies est plus importante que celle de courroies trapézoïdales classiques.



Dimensions des courroies
Dimension of V-belts

Type	α Degré	M mm	S mm	N mm
SPZ (mm)	38°	9,7	8	8,5
SPA (mm)	38°	12,7	10	11,0
SPB (mm)	38°	16,3	13	14,0
SPC (mm)	38°	22,0	18	19,0

- **Le choix du diamètre de la poulie la plus petite :**

Dp1 est fait en fonction du type de courroie, en respectant les indications des normes.

Le tableau présente un extrait de cette norme.

Dp1= 224mm

- **Le calcul du diamètre de la poulie la plus grande :**

63	71	80	90	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	400
450	500	560	630	710	800	900	1120	1250	1400	1600	1800	2000	2500	

Tableau 14 : Série des diamètres des poulies Dp (mm)

- **On choisit préliminairement la distance entre les axes A:**

Application :

$$0{,}7(D_{p_1} + D_{p_2}) \leq A \leq 2(D_{p_1} + D_{p_2})$$

$$0.7\ (224 + 1400) \ \leq A \leq \ 2 * (224 + 1400)$$

$$1136.8 \ \leq A \leq \ 3248$$

- **L'angle entre les branches de la courroie:**

$$\gamma = 2 \arcsin \frac{D_{p_2} - D_{p_1}}{2A}$$

Application :

$$\gamma = 2\arcsin\frac{1400-224}{2*2200} = 31$$

- **L'angle d'enroulement sur la poulie la plus petite :**

β 1=180-31=149 et sur la poulie la plus grande β 2= 180+31=211

- **La longueur de la courroie a l'état libre:**

$$L_p = 2A\cos\frac{\gamma}{2} + \frac{\pi}{360}(\beta_1 \cdot D_{p_1} + \beta_2 \cdot D_{p_2}) \approx 2A + \frac{\pi(D_{p_1} + D_{p_2})}{2} + \frac{(D_{p_2} - D_{p_1})^2}{4A}$$

Application:

$$Lp = 2*2200 + \frac{\pi(224+1400)}{2} + \frac{(1400-224)^2}{4*2200}$$

$$Lp = 7106.8$$

La longueur à l'état libre de la courroie est augmentée jusqu'à la valeur standardisée la plus proche (tableau 14).

Type Courroie	Dimensions Caractéristiques de la section $l_p$xh	a mm	h ± δ h mm	D_{max} mm	∝ degrés	Longueurs initiales L_p mm		$D_{p\,min}$ mm	Section de la courroie A_c cm^2
						Minimum	Maximum		
SPZ	8,5x8,0	-	8±0,4	2,0	40±0,1	630	3550	71	0,54
SPA	11,0x10	-	10±0,5	2,8		800	4500	100	0,90
SPB	14,0x13	-	13±0,5	3,5		1250	8000	160	1,50
16x15	16,0x15	-	15±0,5	4,0		1600	10000	200	1,98
SPC	19,0x18	-	18±0,6	4,8		2000	12500	224	2,78

Tableau 15 : courroies trapézoïdales, dimensions et longueurs initiales

Avec la valeur normalisée choisie pour Lp , on recalcule A en utilisant la relation

A partir du tableau 12 Lp=7250mm.

Alors : A = 2281.7mm.

- **La vitesse périphérique de la courroie:**

$$v = \frac{\pi D p_1 \cdot n_M}{60000} \text{ (m/s)}$$

Application :

$$V = \frac{\pi * 224 * 1050}{60000} = 12.31 m/s$$

- **La force périphérique transmise:**

$$F = 10^3 \cdot \frac{P_c}{v}$$

Application :

$$F = 1000 * \frac{183}{12.31} = 14866 \text{ N}$$

Chapitre 4 :

Conception sous solidworks 2015

Etude par élément fini

Vous trouverez dans ce chapitre :

- Procédure de modélisation 3D des pièces.
- Etude par éléments finis

I. Présentation de concasseur giratoire HP250

Après avoir dimensionné les différents éléments de notre système concasseur giratoire type HP 250, on va maintenant diriger notre étude vers la conception d'un prototype à l'aide du logiciel solidworks 2015.

Ainsi, par mon projet, j'ai accumulé un certain nombre de connaissances dans chacun des ateliers suivants :

- ✓ Esquisse
- ✓ Modélisation
- ✓ Assemblage

Dans ce qui suit, on va présenter les différents éléments conçus ainsi que l'assemblage du système. (Dessin d'ensemble annexe B).

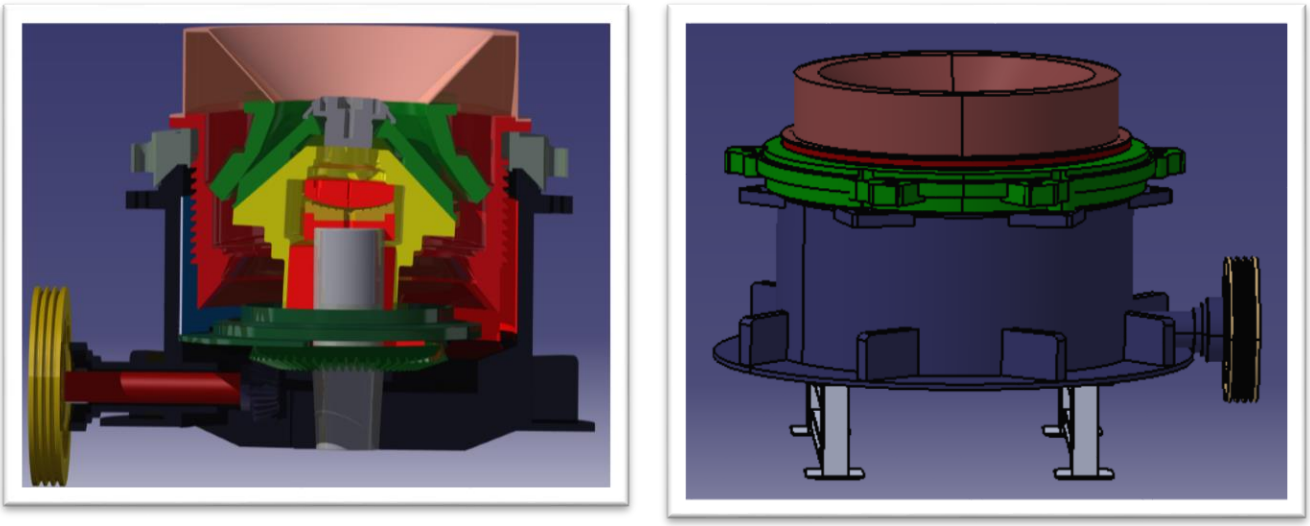


Figure : 36 : Dessin détaillé du système

II. Procédure de modélisation 3D des pièces sous SOLIDWORKS :

(Les dessins de définition Annexe C)

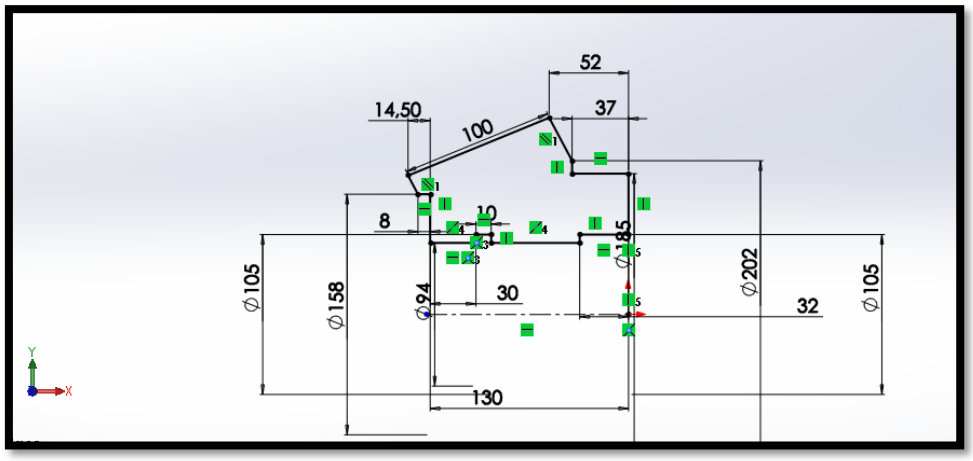
2.1 Pignon :

La roue dentée est un composant essentiel à la transmission des efforts.de plus, le système en compte neufs de même dimensions.

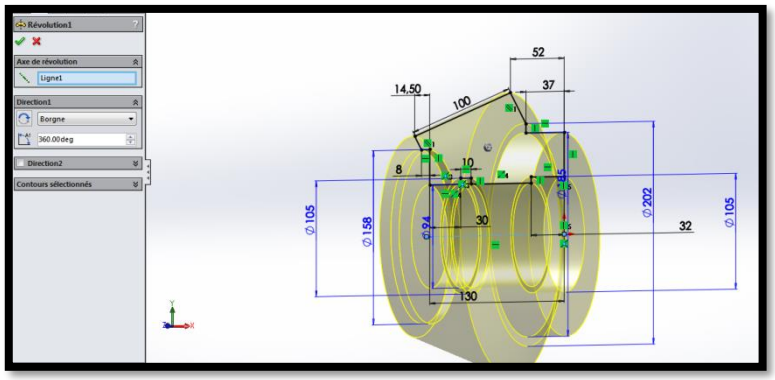
Afin de modéliser cet élément, nous avons consulté le guide du dessinateur industriel afin de comprendre les paramètres à faire varier. Pour des questions pratique et aussi de niveau, nous avons du négliger tous les paramètres concernant les développantes de cycles.

Les dimensions de l'engrenage changent en modifiant seulement un paramètre :

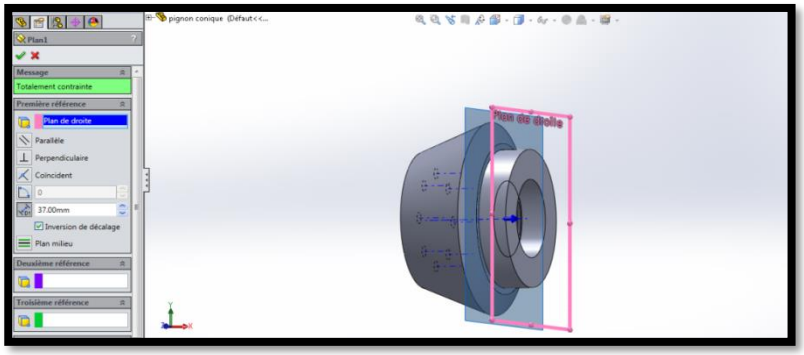
- ✓ Soit le module
- ✓ Soit le nombre de dents (en raison de la formule du diamètre primitif d=mz
- Sélectionner le plan (xy).
- Réaliser l'esquisse.1 ci-dessous



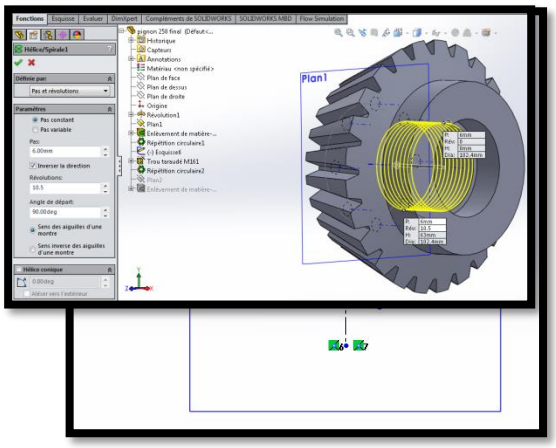
- Effectuer une révolution de 360° par rapport à l'axe de construction.

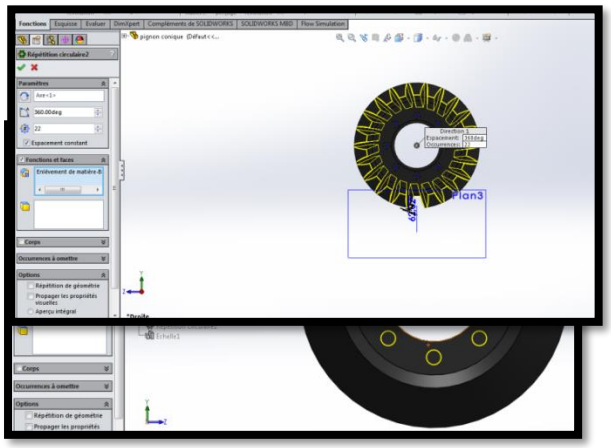


- créer un plan parallèle au plan de face



- Réaliser un taraudage de pas 6.
- Créer la forme de l'écrou.
- Faire une répétition circulaire de 22 dents.
- Réaliser un cercle de diamètre 14mm de



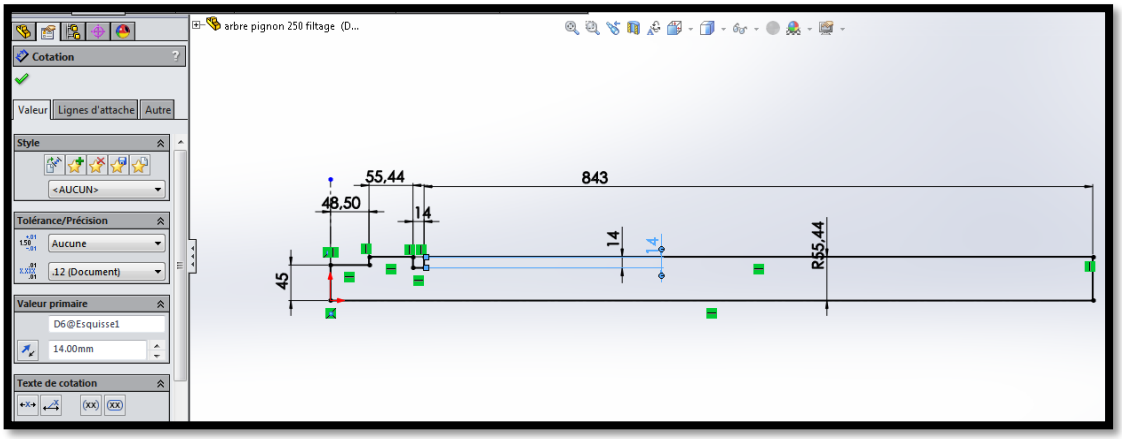


Conséquemment, nous aboutissons à la forme finale de la pièce étudiée.

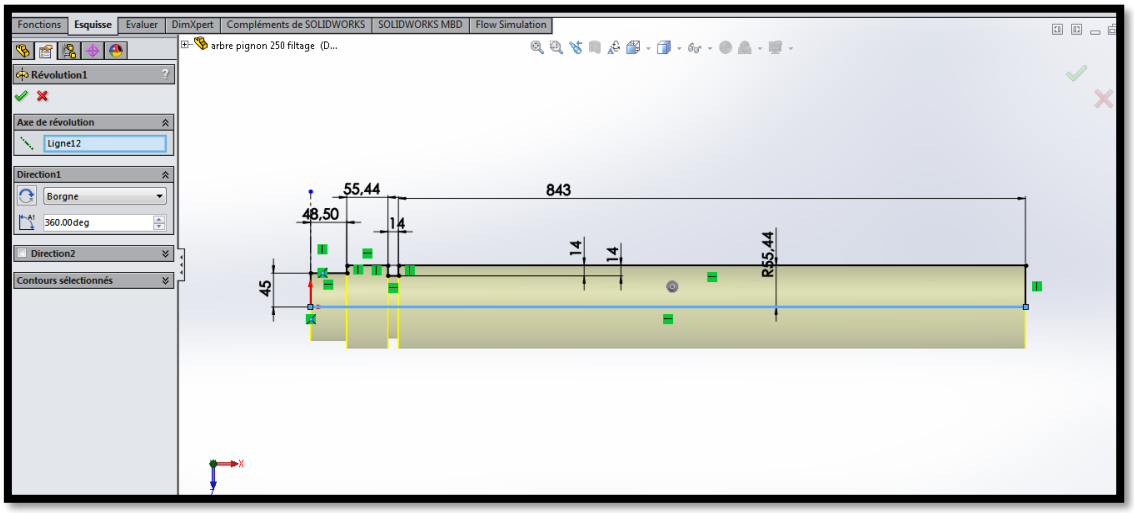
Figure 37 : Pignon conique

2.2 Arbre d'entrée :

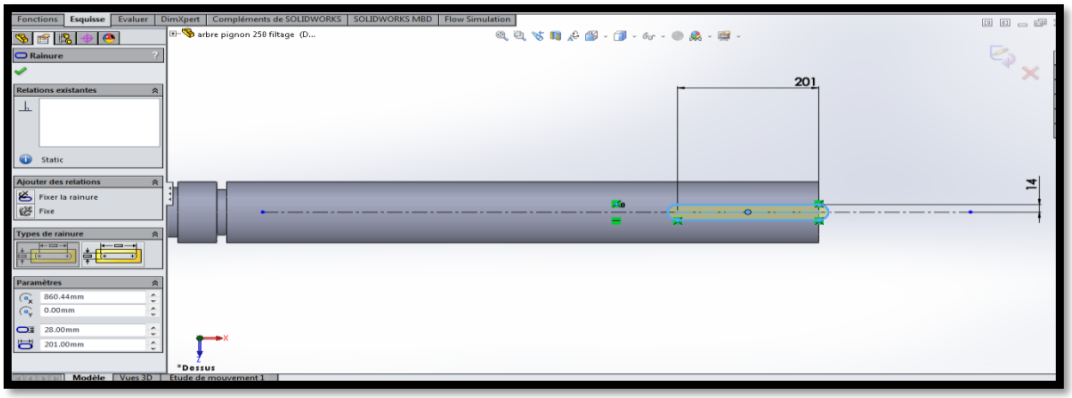
- Sélectionner le plan (xy).
- Réaliser l'esquisse.1 ci-dessous.



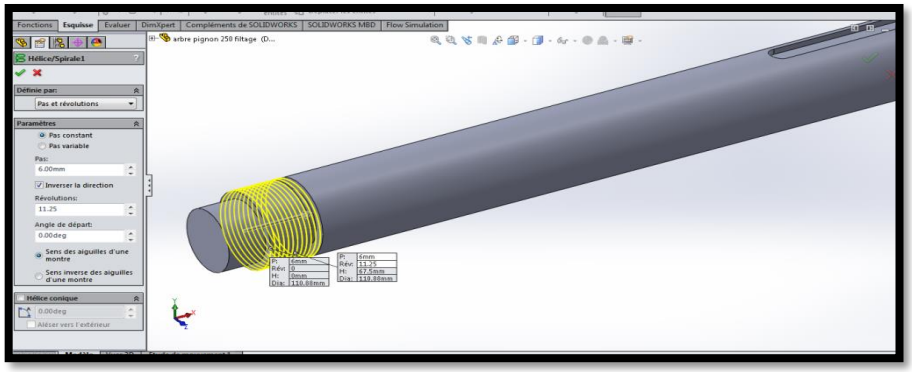
- Effectuer une révolution de 360° par rapport à l'axe de construction.



- Réaliser la rainure de clavette



- Réaliser un filetage de pas 6



- Enfin nous obtenons la forme finale du « Arbre d'entrée»

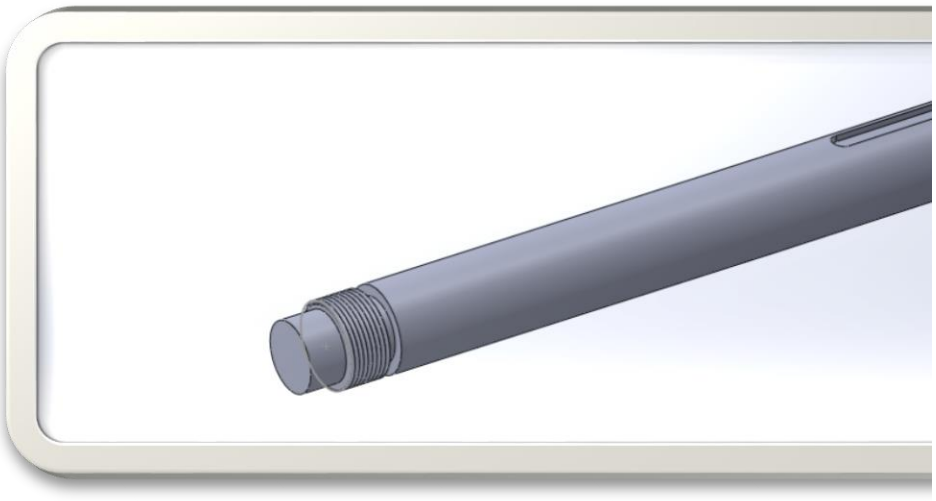
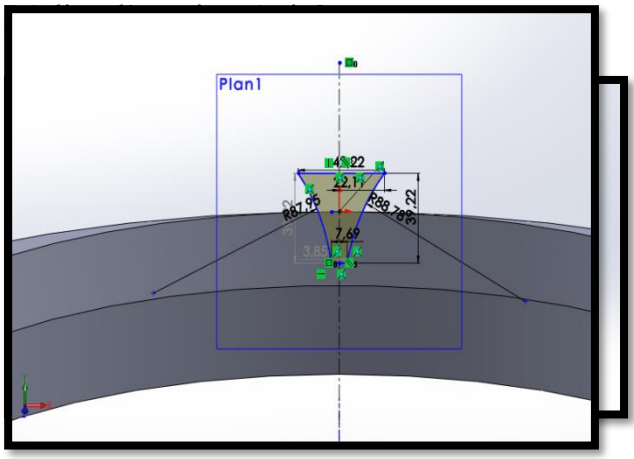
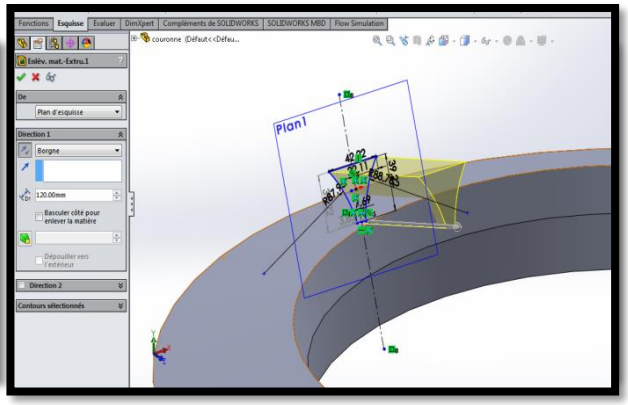


Figure 38: arbre d'entré

- Sélectionner le plan (xy).
- Créer esquisse suivant dans le plan1

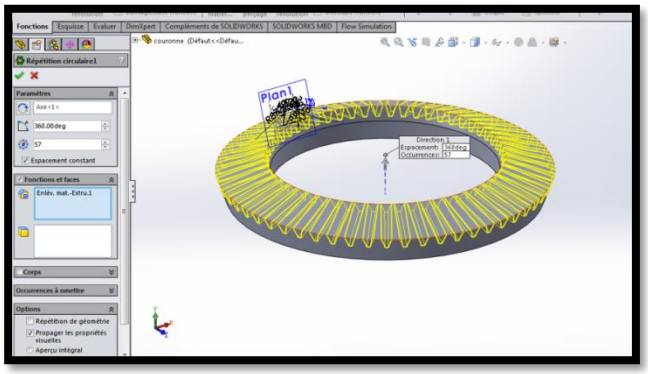


- Effectuer un enlèvement de matière extrudé de l'esquisse en choisissant « Borgne » .
- Effectuer une révolution de 360° par rapport à l'axe de

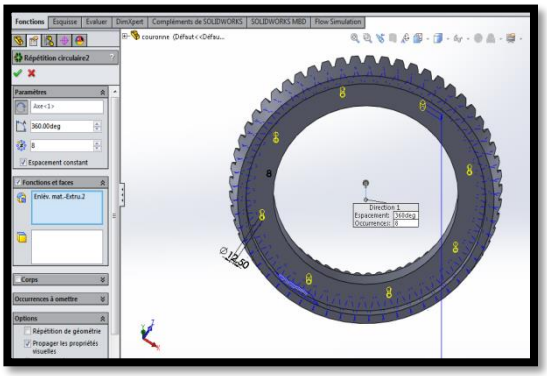


2.3 La couronne :

- Faire une répétition circulaire de 57 fois de la fonction l'enlèvement de matière par extrusion.



- Faire une répétition circulaire de 8fois des 3 fonctions (extrusion, congé d'arête et L'enlèvement de matière par révolution)



Subséquemment, nous visons à donner la forme finale de la couronne :

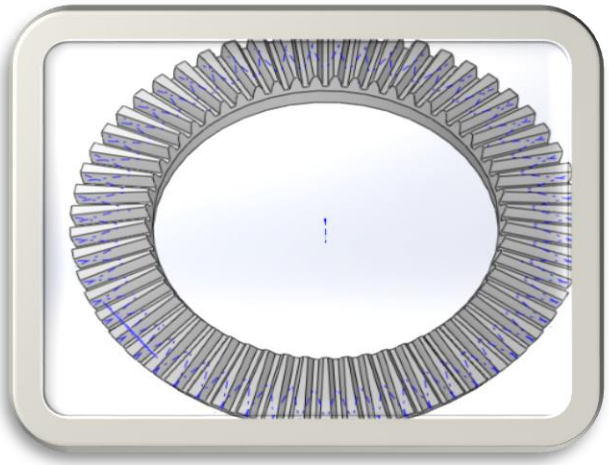
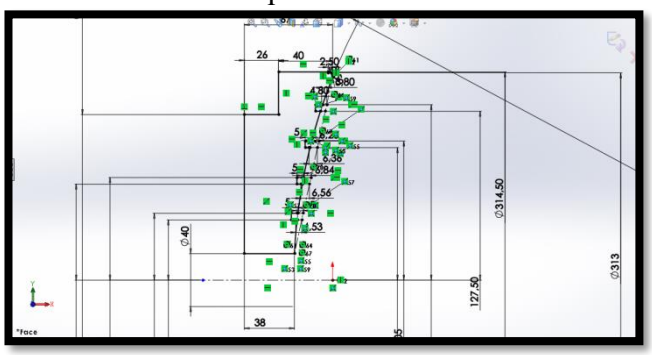


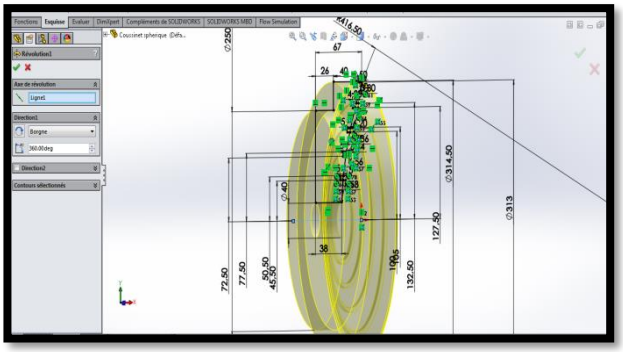
Figure 39 : couronne

2.4 Coussinet sphérique

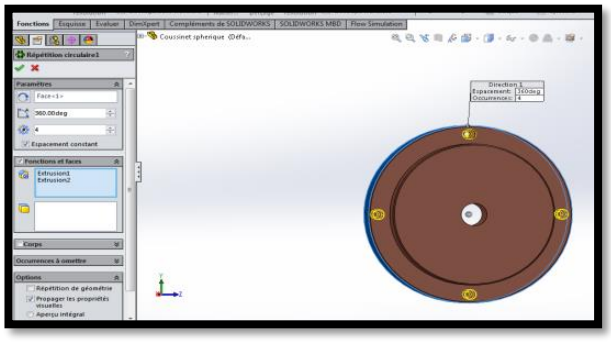
- Sélectionner le plan (xy).
- Réaliser l'esquisse.1 ci-dessous



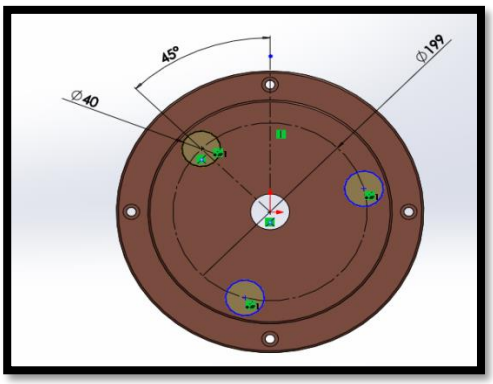
Effectuer une révolution de 360° par rapport à l'axe de construction.



- Faire une répétition circulaire de 4 fois pour les diamètres 17mm.



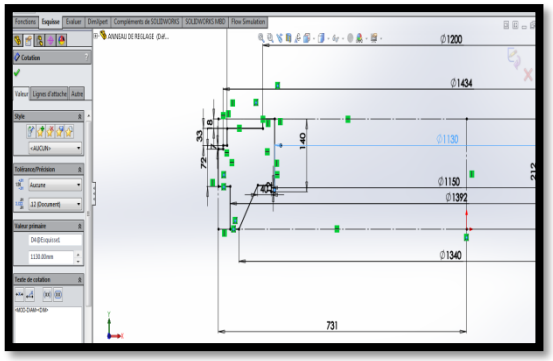
- Définir esquisse suivant avec un angle de 45° entre les deux trous :



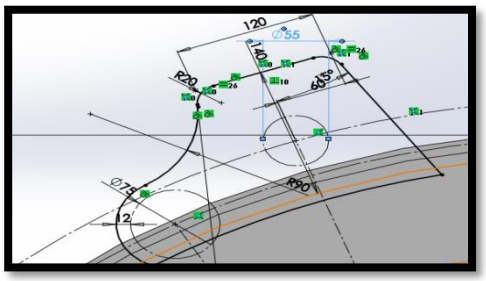
Conséquemment, nous aboutissons à la forme finale de la pièce étudiée.

Figure 40 : Coussinet sphérique

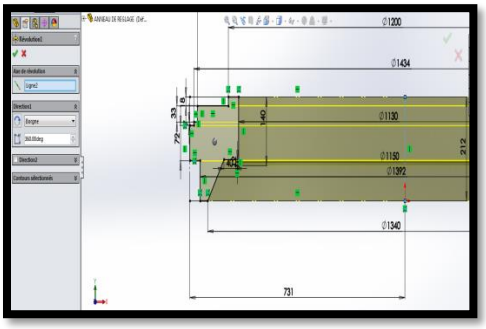
- Sélectionner le plan (xy).
- Réaliser l'esquisse.1 ci-dessous.



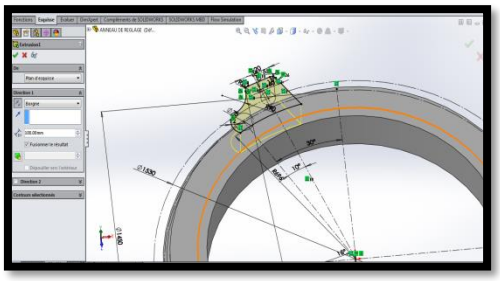
- Définir esquisse suivant :



- Effectuer une révolution de 360° par rapport à l'axe de construction



- Effectuer un enlèvement de matière extrudé de 100mm



2.5 Anneau de réglage :

Enfin nous obtenons la forme finale

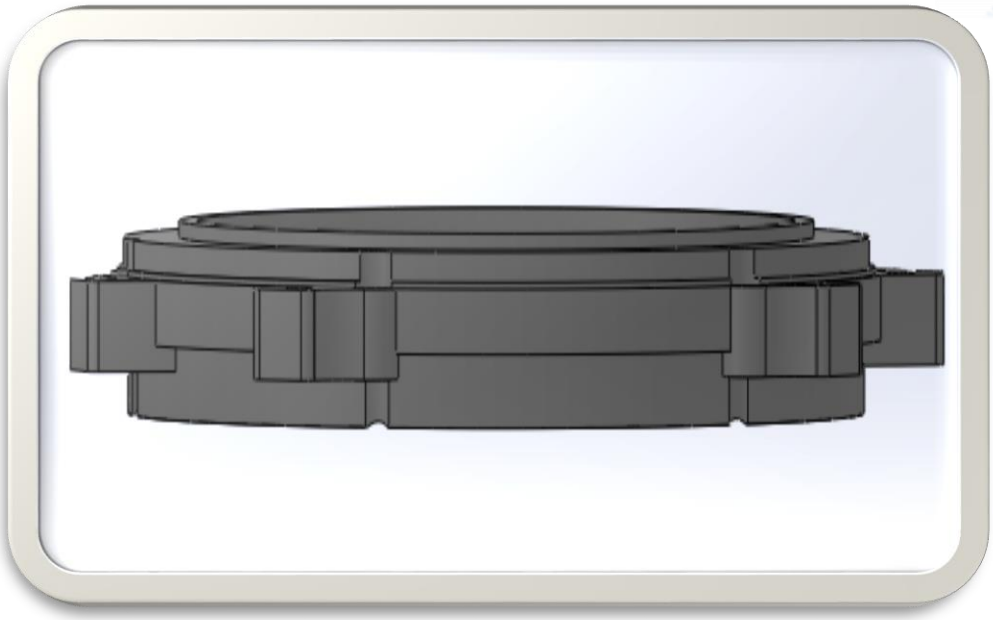
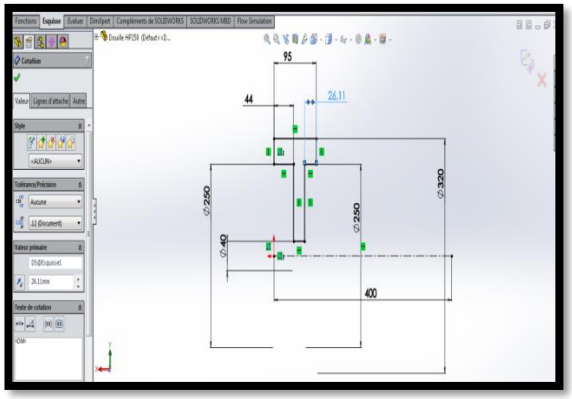
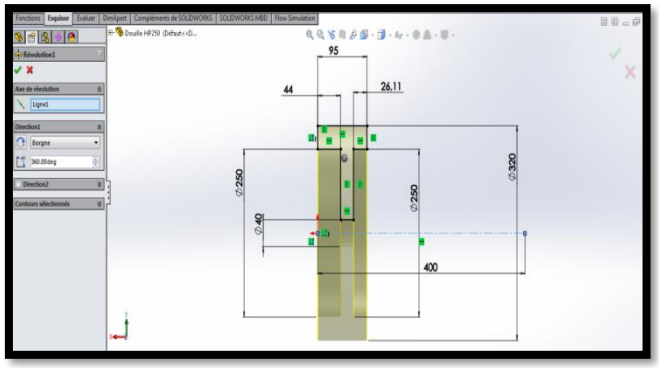


Figure 41 : Anneau de réglage

- Sélectionner le plan (xy).
  Réaliser l'esquisse.1 ci-dessous

- Effectuer une révolution de 360° par rapport à l'axe de construction
  .

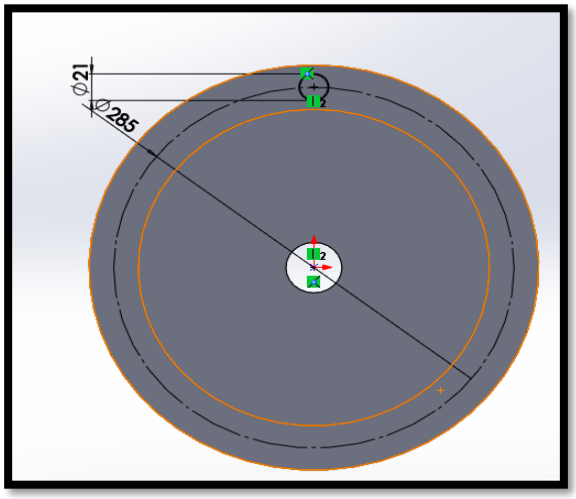


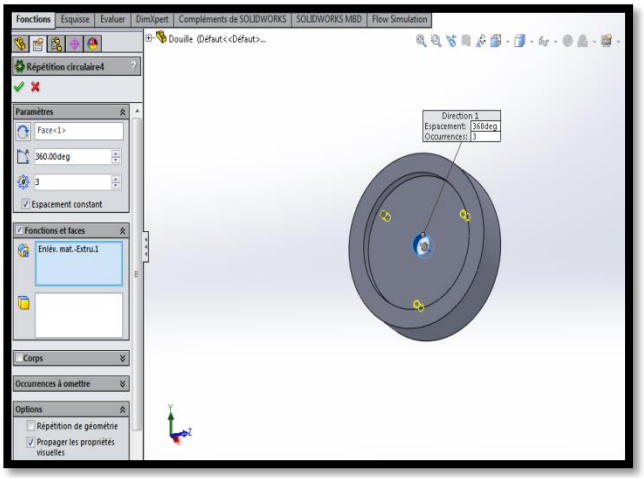


2.6 La douille

- éfinir esquisse suivant

- Faire une répétition circulaire de 24 fois de la fonction l'enlèvement de matière par extrusion.





Conséquemment, nous aboutissons à la forme finale de la pièce étudiée.

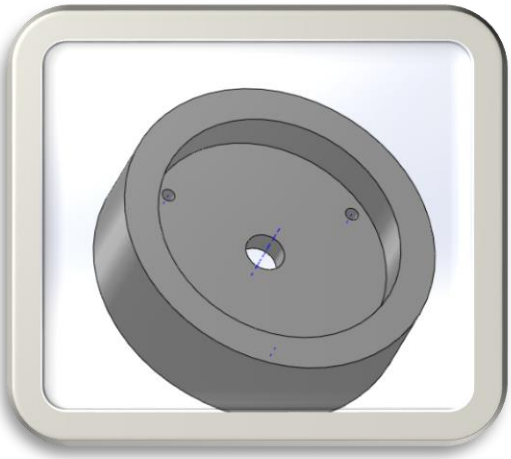
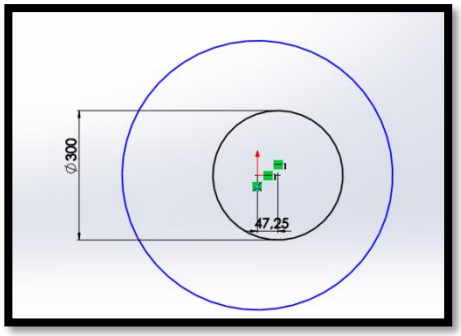


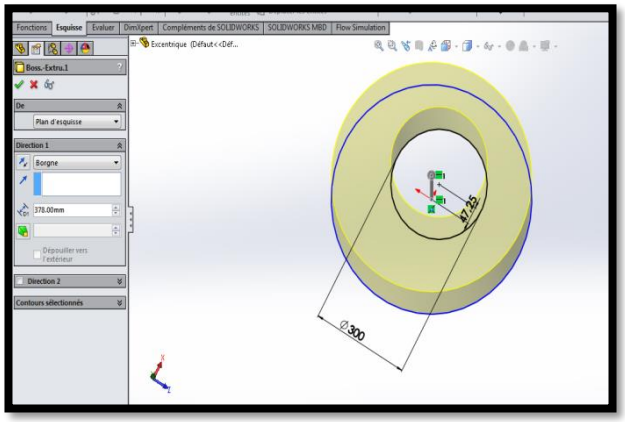
Figure 42 :Douille

2.7 Excentrique

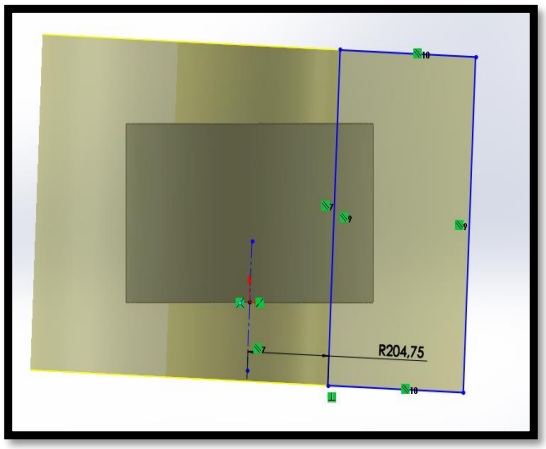
- Sélectionner le plan (xy).
  - Réaliser l'esquisse.1 ci-dessous.

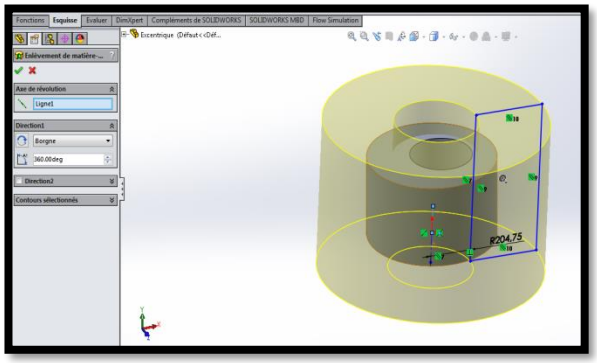


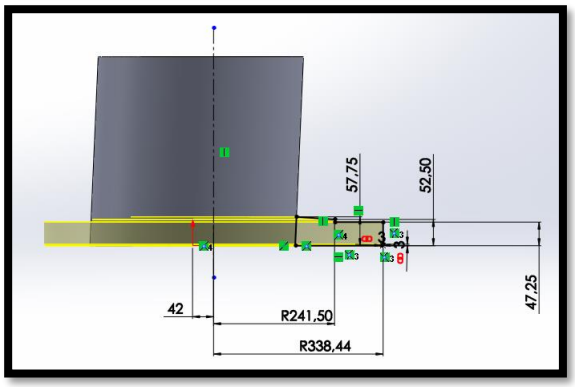
- Réaliser un bossage extrudé de 378m



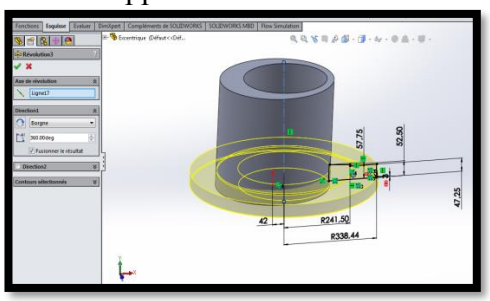
Réaliser un enlèvement de matière par révolution







- Effectuer une révolution de 360° par rapport à l'axe de construction.



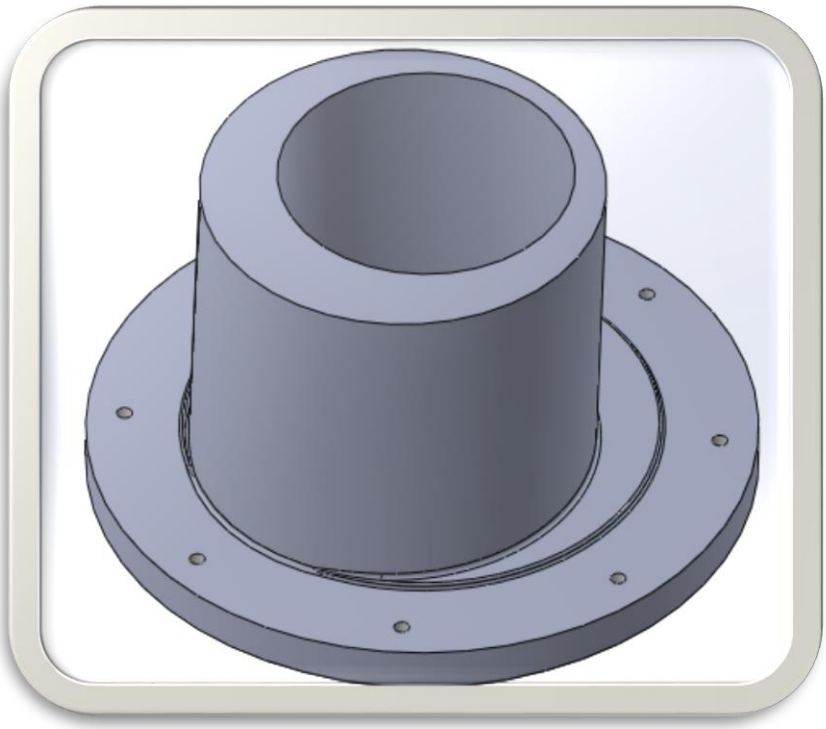
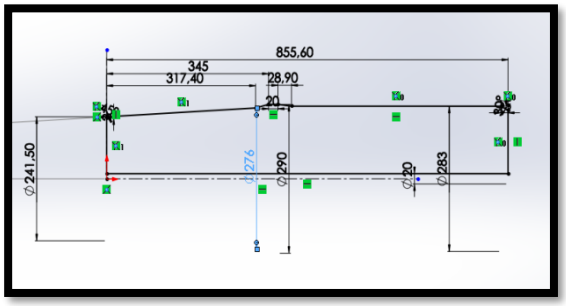


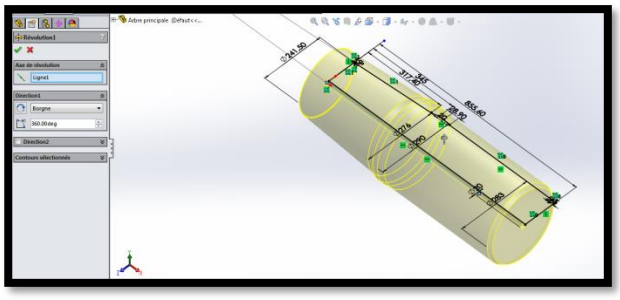
Figure 43 : Excentrique

2.8 Arbre principale

- Sélectionner le plan (xy).
- Réaliser l'esquisse.1 ci-dessous.



- Effectuer une révolution de 360° par rapport à l'axe de construction



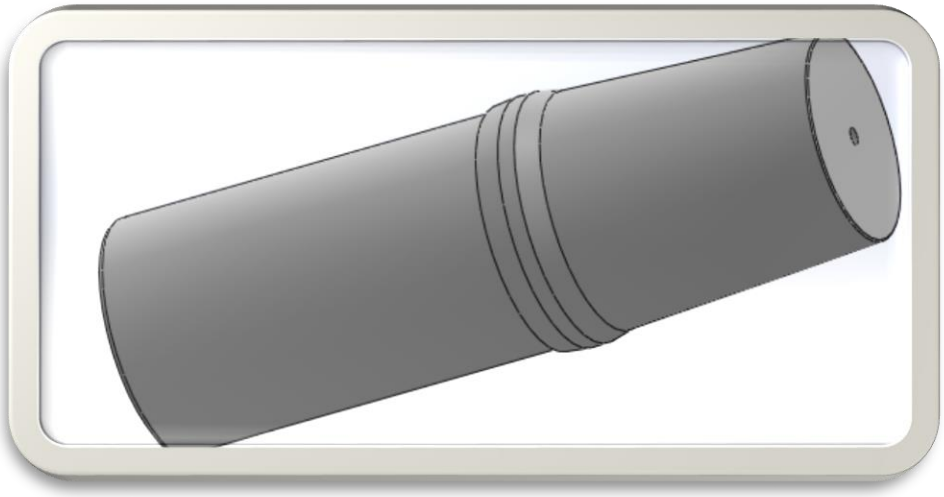
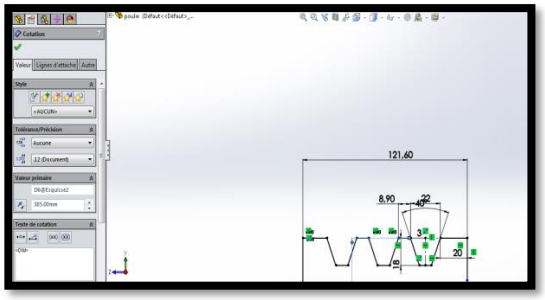
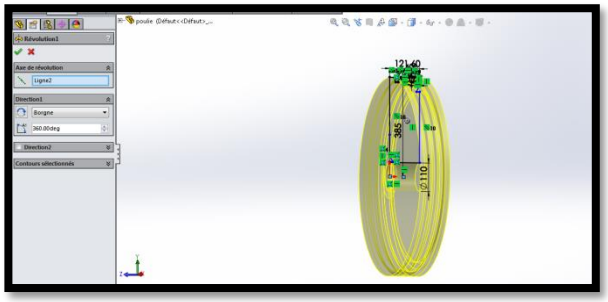
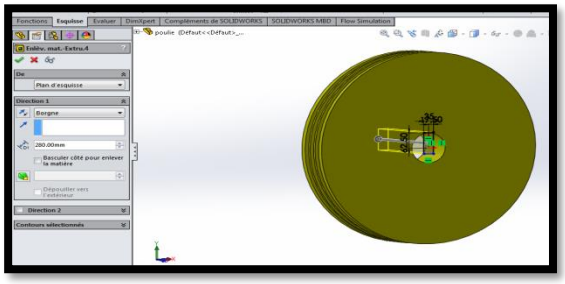
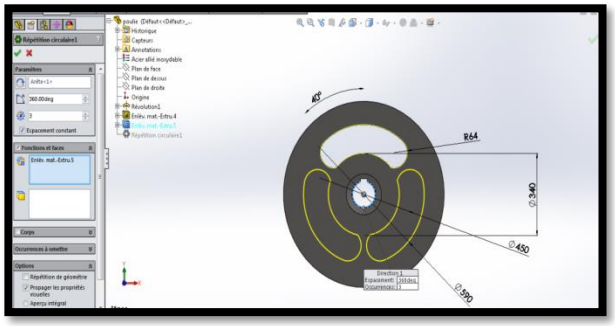


Figure 44 : Arbre Principale

2.9 La poulie :

• Sélectionner le plan. • Réaliser l'esquisse.1 ci-dessous. 	• Effectuer une révolution de 360° par rapport à l'axe de construction 
• Effectuer un enlèvement de matière extrudé de 280 mm vers le haut afin d'obtenir la rainure de la clavette. 	• Faire une répétition circulaire de 3 fois de la fonction l'enlèvement de matière par extrusion. 

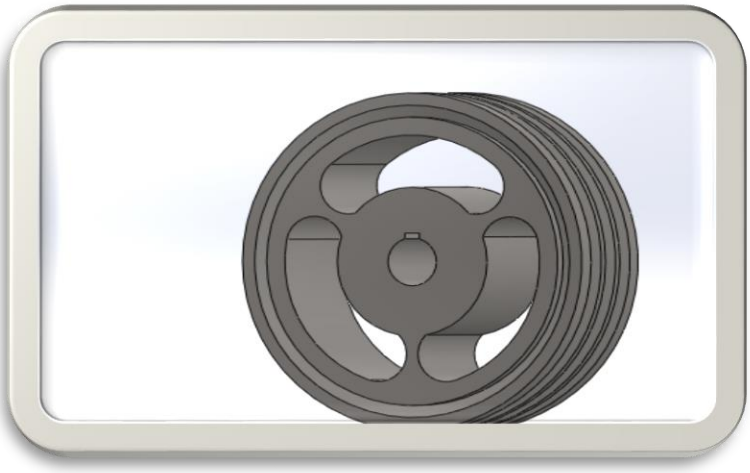


Figure 45 : Poulie

2.10 Bâti giratoire

Est en construction moulée. Ses formes et ses épaisseurs permettent de supporter des charges de broyage maximum.

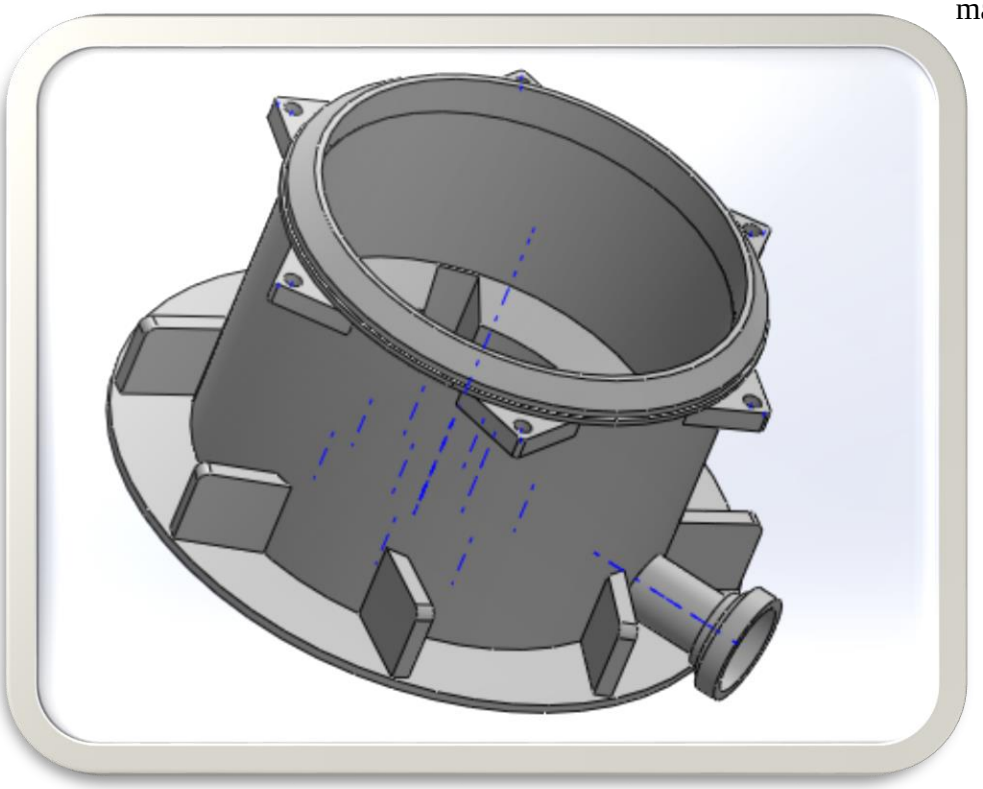


Figure 46 : Bâti giratoire

2.11 Tête

Repose par l'intermédiaire de sa portée sphérique sur la douille, une bague bronze cylindrique sépare la tête et excentrique.

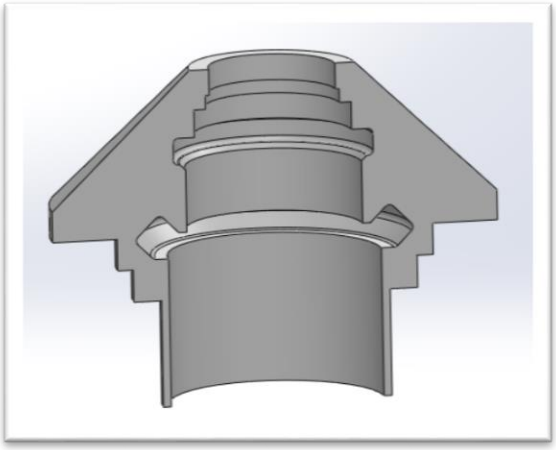


Figure 47: Tête

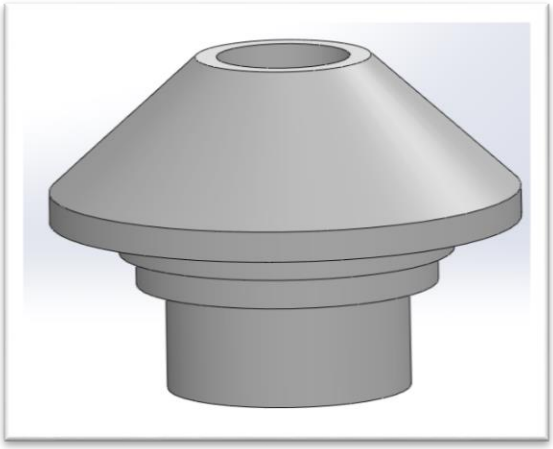
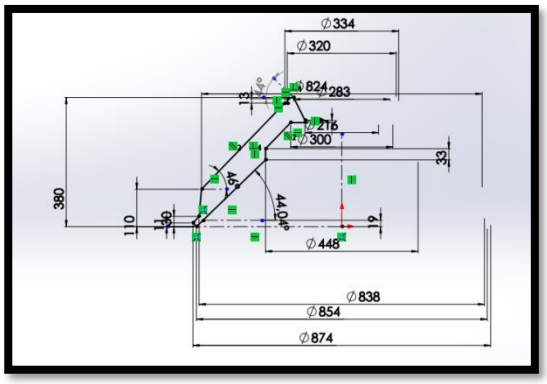


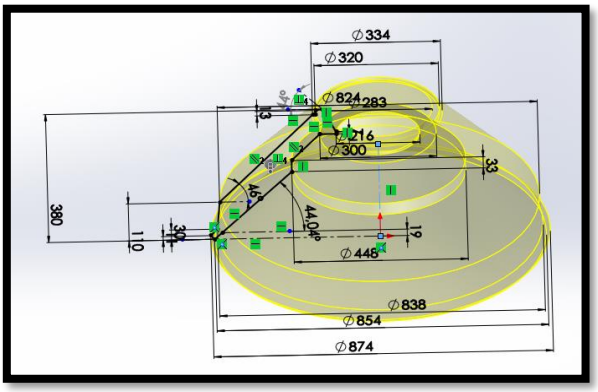
Figure 48 : Vue en coupe

2.12 Cône mobile :

- Sélectionner le plan.
- Réaliser l'esquisse.1 ci-dessous.



- Effectuer une révolution de 360° par rapport à l'axe de construction



Conséquemment, nous aboutissons à la forme finale du cône mobile étudié.

Figure 49 : cône mobile

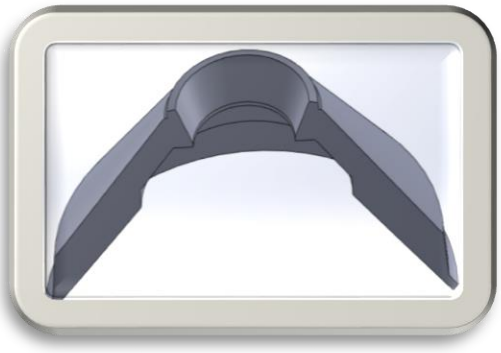
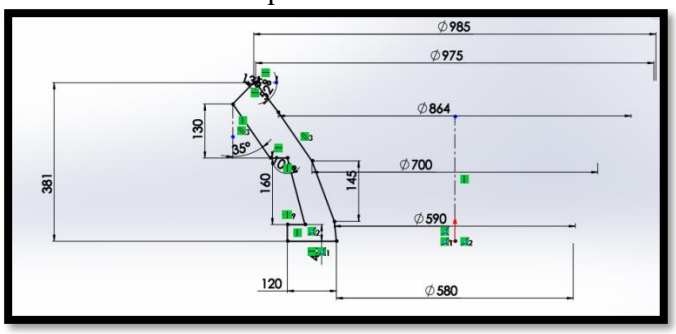


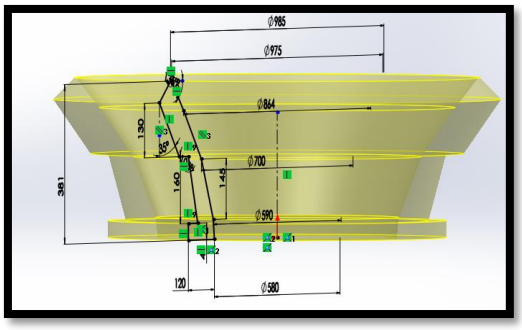
Figure 50: vue en coup

2.13 Cône fixe

- Sélectionner le plan.
- Réaliser l'esquisse ci-dessous.



- Effectuer une révolution de 360° par rapport à l'axe de construction



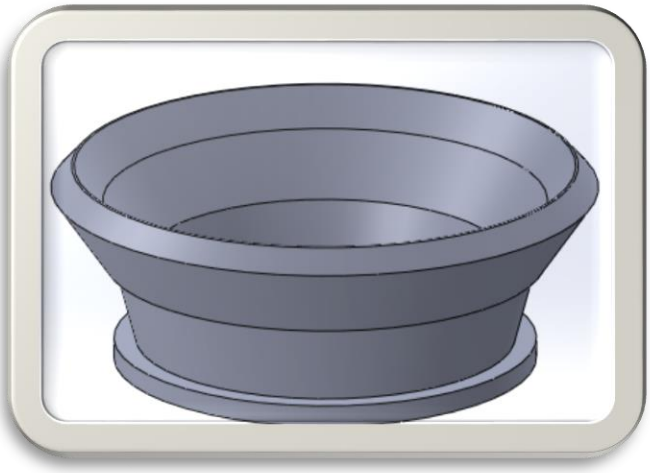


Figure 51: Cône fixe

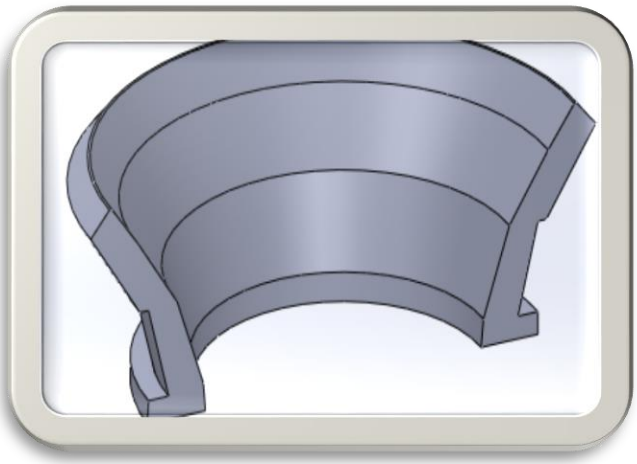
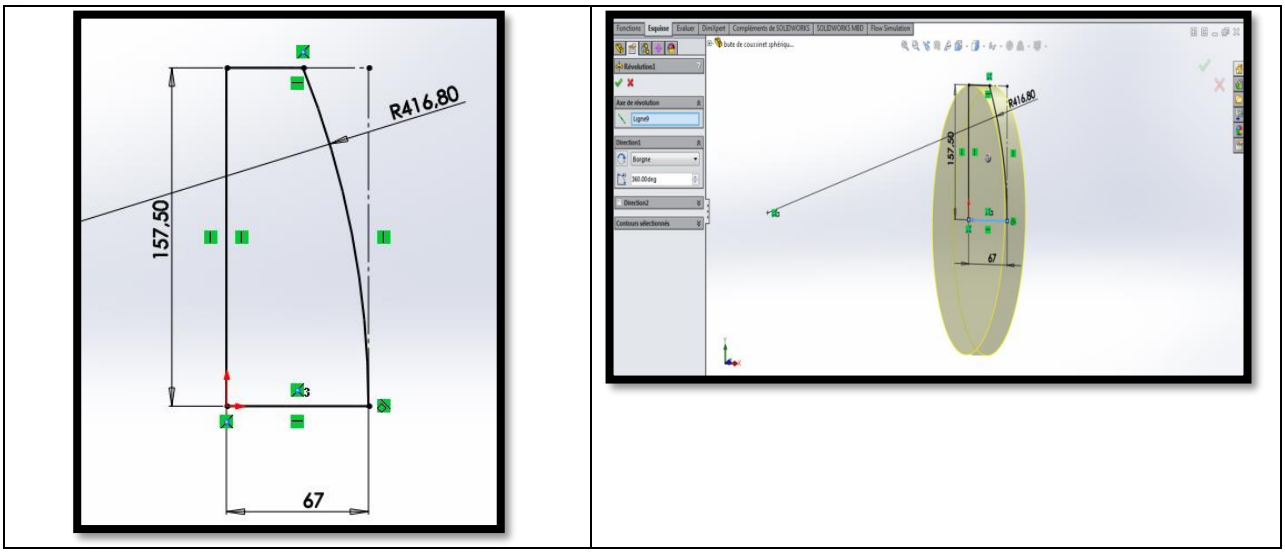


Figure 52: Vue en coup

2.14 Buté de coussinet sphérique

• Sélectionner le plan. • Réaliser l'esquisse ci-dessous.	• Effectuer une révolution de 360° par rapport à l'axe de construction



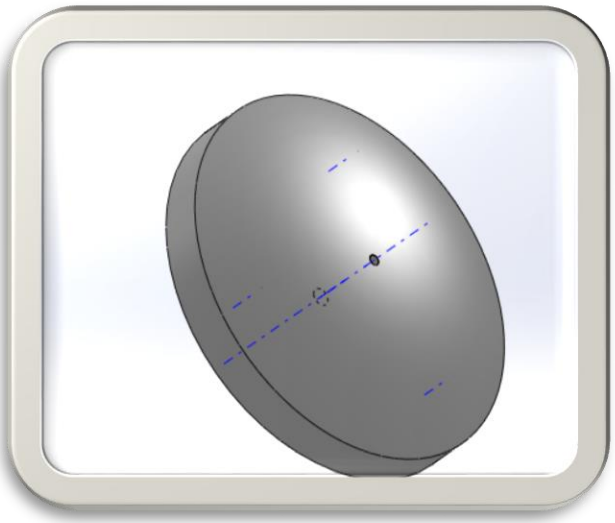
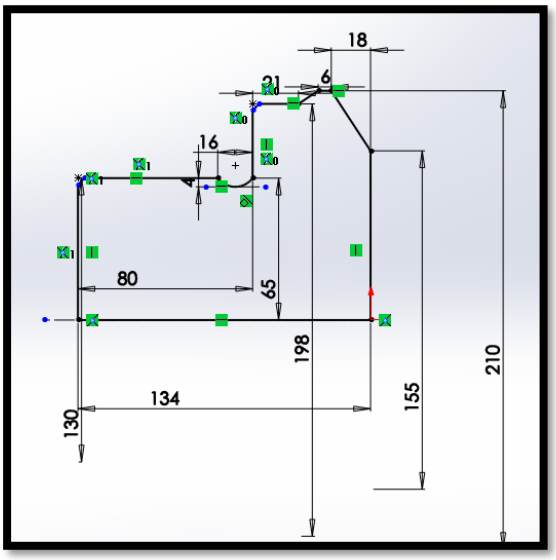


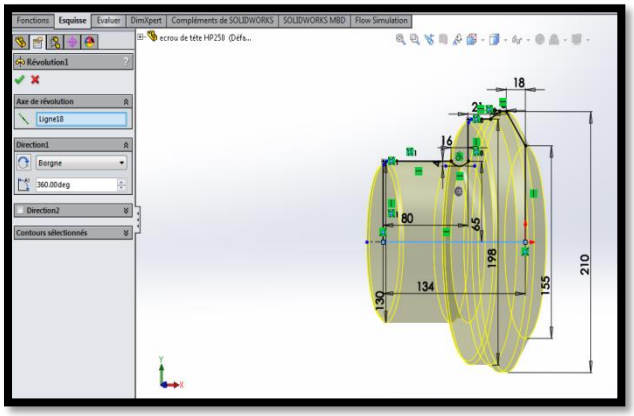
Figure 53 : Butée de coussinet sphérique

2.15 Ecrou de tête :

- Sélectionner le plan.
- Réaliser l’esquisse ci-dessous.

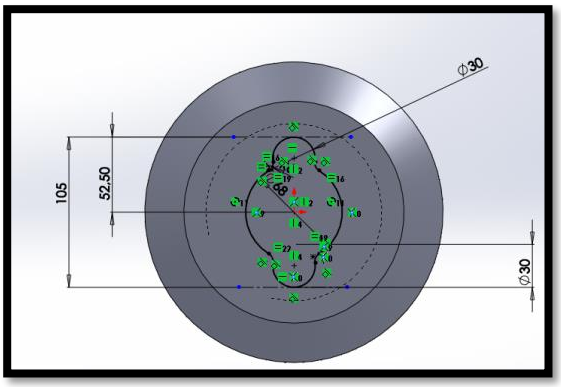


- Effectuer une révolution de 360° par rapport à l’axe de construction

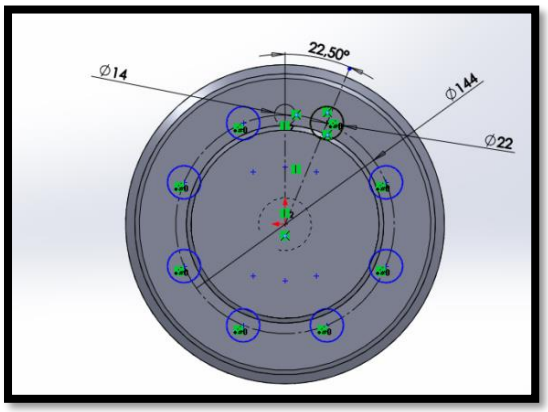


✓ Réaliser un bossage extrudé de 30mm de l’esquisse

.



✓ 8 trous de diamètres ø22.
✓ trous taraudés M14.



Subséquemment, nous visons à donner la forme final

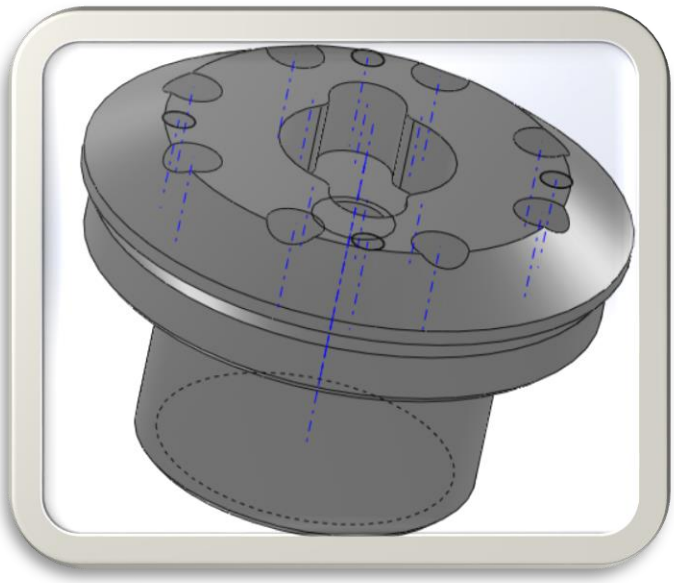


Figure 54 Ecrou de tête

2.16 Bol :

Grace à des anneaux de calage différents, le bol peut être équipé à volante de mâchoires fines

Moyennes ou grosses.

Le réglage par rotation du bol permet l'utilisation régulière.

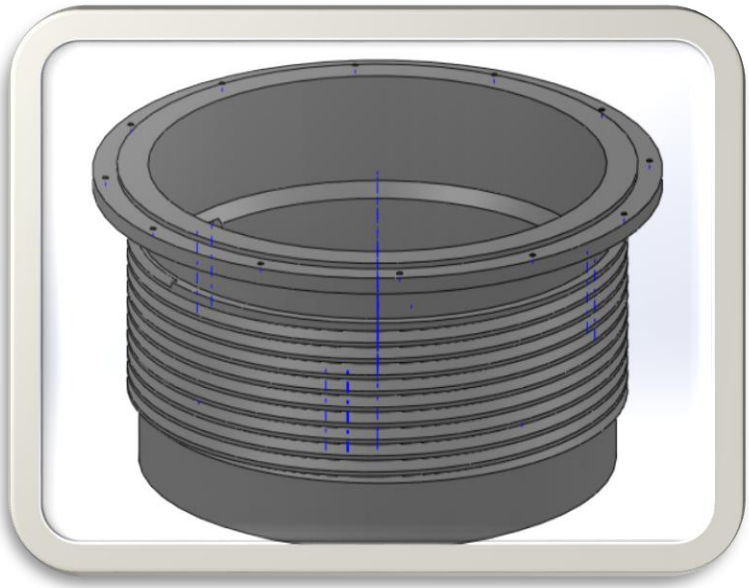


Figure 55 : Bol

2.17 Balourd

Le balourd avec un secteur additionnel, entièrement blindé, permet un équilibre facile et précis du broyeur.

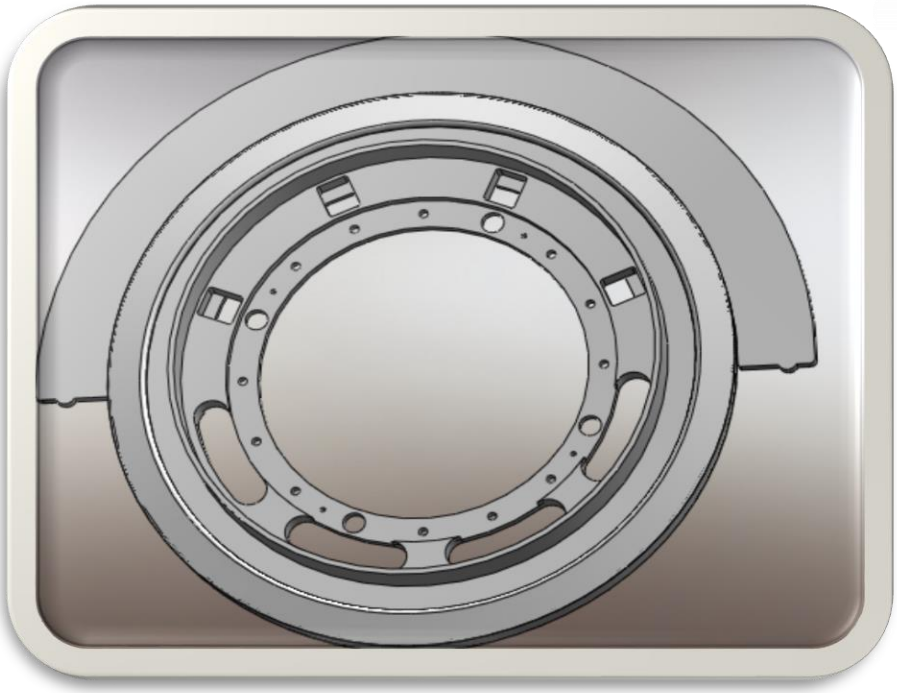


Figure 56 : Balourd

III. Etude par éléments finis

L'objectif de cette partie est l'analyse du comportement des pièces par la méthode des éléments finis en utilisant le logiciel de calcul Solid simulation.

La mise en œuvre d'un problème d'analyse par la méthode des éléments finis nécessite la réalisation des tâches suivantes :

- ✓ Modélisation géométrique de la pièce ;
- ✓ Définition des propriétés mécaniques et physiques du matériau ;
- ✓ Création d'un maillage (discrétisation de la géométrie) ;
- ✓ Mise en place des conditions aux frontières ;
- ✓ Application du chargement ;
- ✓ Exécution de la solution ;
- ✓ Analyse des résultats.

1. Problèmes liés à la machine

L'analyse de la rupture observée montre qu'il existe des sollicitations parasites de flexion.A partir de l'historique des pannes du concasseur nous remarquons qu'il y avait plusieurs desdégradations au niveau des cotes fonctionnelles qui ont entraîné une anomalie, ainsi qu'une flexion visible accompagnée d'un bruit.

- ➢ **Pignon conique et la couronne:**

Le dépassement de la charge nominale entraînant une déformation permanente qui provoque une rupture (traction, flexion, etc.) comme montre la figure 62. Elle résulte généralement d'une fatigue des dents causées par les efforts continuellement répétés après un temps de fonctionnement plus ou moins long. La rupture peut aussi être causée par un fragment de métal introduit accidentellement dans la zone d'engrènement.

Figure 57: Rupture en cisaillement du pignon

- **Les charges appliquées :**

Une force normale Fn apparaît au contact de deux dents. Celle-ci peut être décomposée en trois composantes selon trois directions orthogonales: la force tangentielleF_t, la force radiale $F_r$et la force axiale $F_a$conformément à la figure. On calcule les trois composantes sur le cercle primitif de la roue.

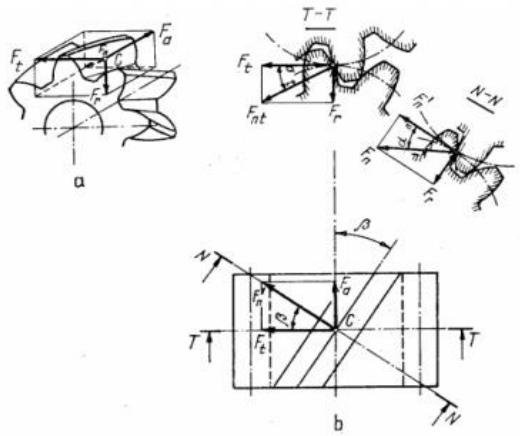


Figure 58: Les forces dans un engrenage

Les relations de calcul des forces :

- Couple : $C = \frac{P}{W}$

- Effort tangentiel : $F_T = \frac{C}{r}$
- Effort axial : $F_A = F_T \, tan\alpha_n . cos\beta$
- Effort radial: $F_{R=} \; F_T . \tan\alpha_n . \sin\beta$
- Effort sur la dent: $F = \frac{F_T}{\cos \alpha_n}$

Avec :α_n: $angle\ de\ pression = 20°$
β: angle primitive
r : le rayon

Application numérique :

- **couronne**

On a : C= 3330 ,3 N.m,β= 68,9°

$F_T = \frac{3330.3}{313.5*10\text{^}-3} = 10623\text{N}$ Avec d=627mm

$F_A = 10623 * tan20 * sin68{,}9$

$$F_A = 3607{,}2N$$

$F_R = 10623 * tan20 * cos68{,}9$

$$F_{R=} = 1392N$$

Effort sur la dent :

$$F = 11304{,}76N$$

- **Pignon :**

Avec β= 21,10°

$F_T = \frac{3330.3}{121*10\text{^}-3} = 27523{,}14\text{N}$

$F_A = 27523.14 * tan20 * sin21{,}10$

$$F_A = 3606{,}3N$$

F_R= 27523,14*tan20*cos21.10=9345,95 N

$$F_{R=}= 29289{,}5\text{N}$$

Effort sur la dent :

$$F = 29289{,}5N$$

Choix de matériau

Le choix de matériau peut se faire de façon globale par l'intermédiaire de cette icône. Le matériau de chaque pièce peut ensuite être modifié dans l'arbre de création qui montre tous les choix.

La bibliothèque disponible permet de réaliser une étude avec un matériau proche du matériau réel. On peut aussi rentrer, et c'est conseillé, les caractéristiques réelles du matériau utilisé.

✓ Propriétés des matériaux aciers 42CD4

Propriété	Valeur	Unités
Module d'élasticité	2.1e+011	N/m^2
Coefficient de Poisson	0.28	S.O.
Module de cisaillement	7.9e+010	N/m^2
Masse volumique	7800	kg/m^3
Limite de traction	399826000	N/m^2
Limite de compression		N/m^2
Limite d'élasticité	220594000	N/m^2
Coefficient de dilatation thermique	1.3e-005	/K
Conductivité thermique	43	W/(m·K)

Tableau 16 : Propriété de matériau

Conditions aux limites en déplacement

Cette icône permet de définir les conditions aux limites en déplacement sur la structure. Il faut que les conditions aux limites en déplacement permettent au logiciel de réaliser l'équilibre statique de la pièce. Il faut que la pièce soit mise en position de façon à éliminer au moins une fois ses six degrés de liberté.

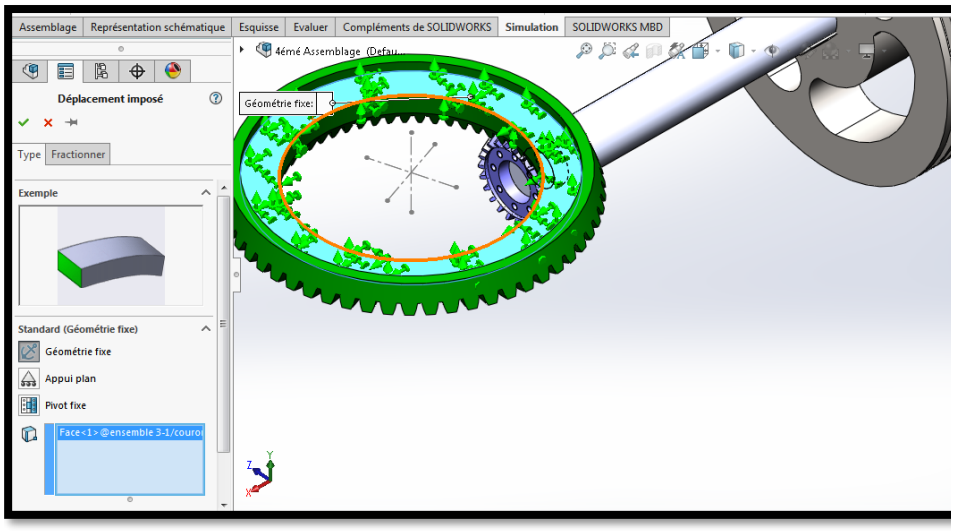


Figure 59: Equilibre statique de l'ensemble

Application des forces calculées.

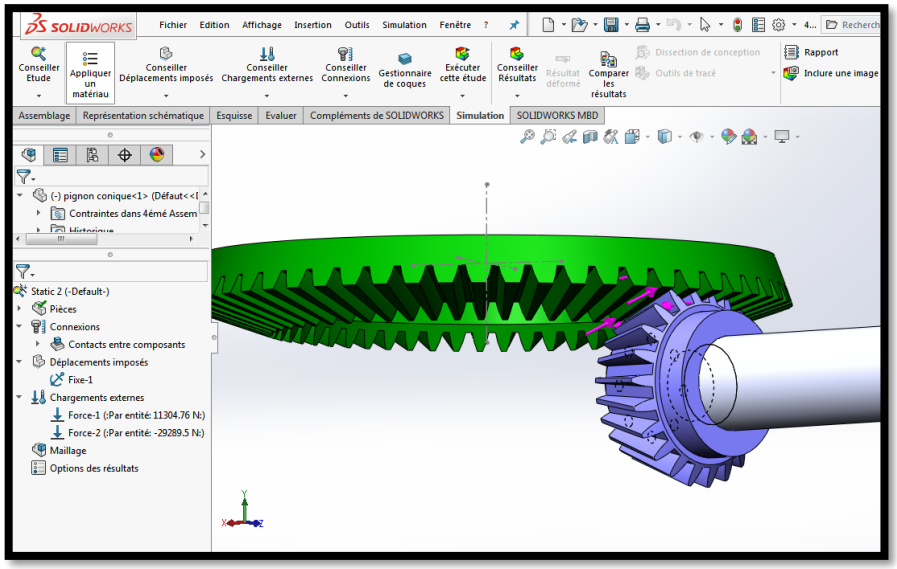


Figure 60 : Forces appliquées

Création des maillages de la couronne

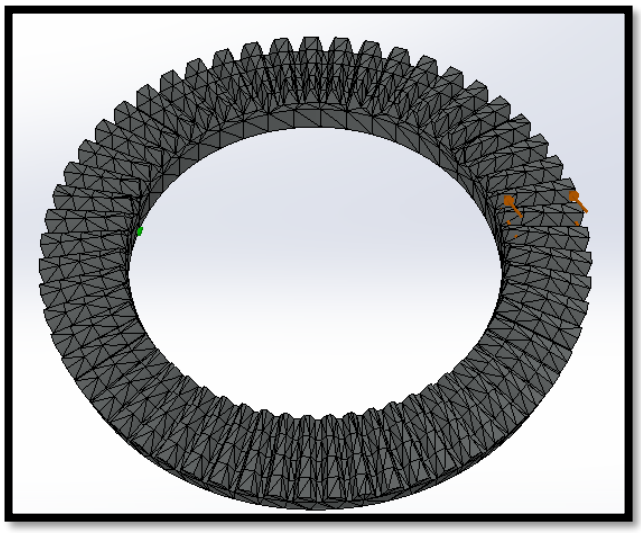


Figure 61 : Maillage de la couronne

Calcul de contraintes de Von Mises

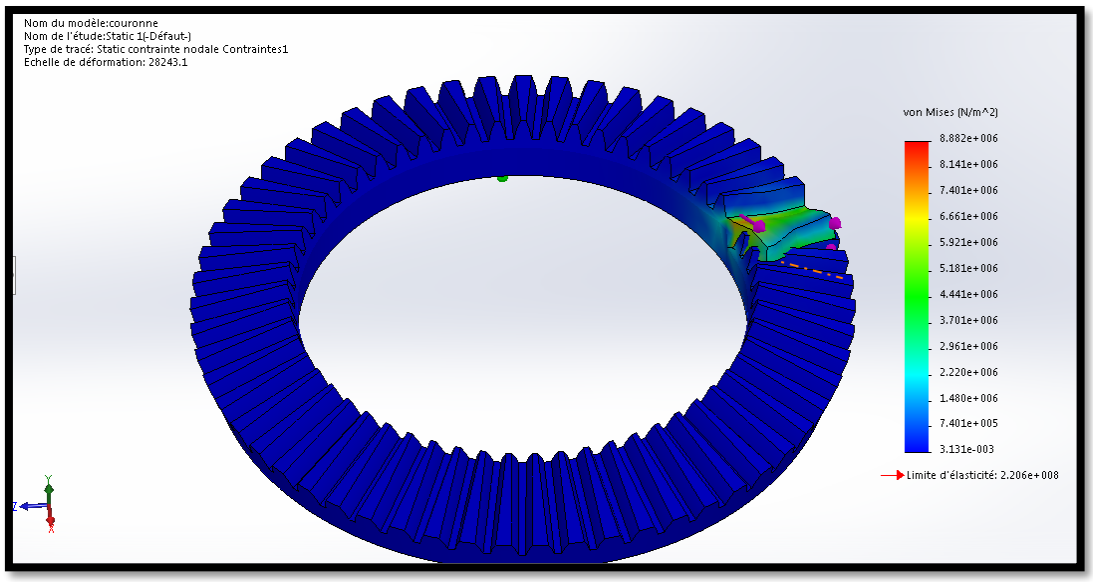


Figure 62 : Contraintes de Von Mises

La contrainte maximale de Von Mises est de l'ordre de$1.039 * 10^7$, la condition de résistance s'écrit : $\sigma_{éq} \leq R_{pe}$.

$$\sigma_{max} = 1.039 * 10^7 < \frac{\sigma e}{s} = \frac{2.2 * 10^8}{s}$$

$avec\ s =\ 21.23$Coefficient de sécurité,

On utilise la contrainte de Von mises :

Sachant que :

$$\frac{\sigma_{Von\ Mises}}{\sigma_{Limit}} < 1$$

Avec$\sigma_{Von\ Mises}$= 1.039*10^7N/m²

$$\sigma_{Limit} = 2.206 * 10^8 N/m^2$$

Alors $\frac{1.039*10\text{^}7}{2.206*10\text{^}8}$= 0.04 < 1la condition est vérifiée.

Calcul de coefficient de sécurité

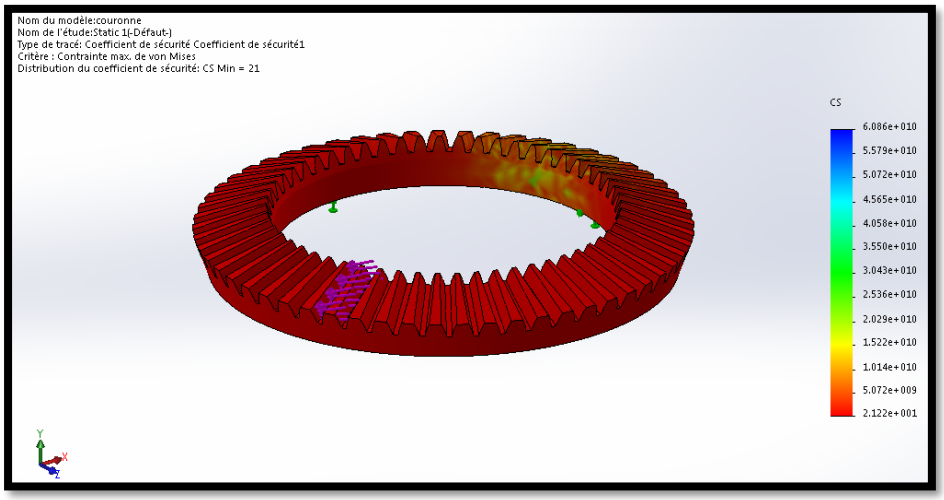


Figure 63: Coefficient de sécurité

Maillage du pignon

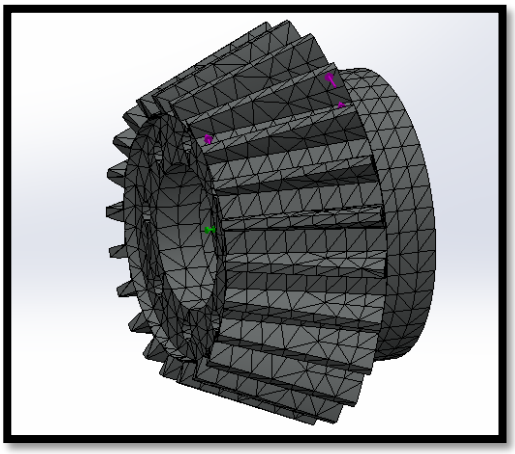


Figure 64: Maillage du pignon

Contrainte de Von Mises

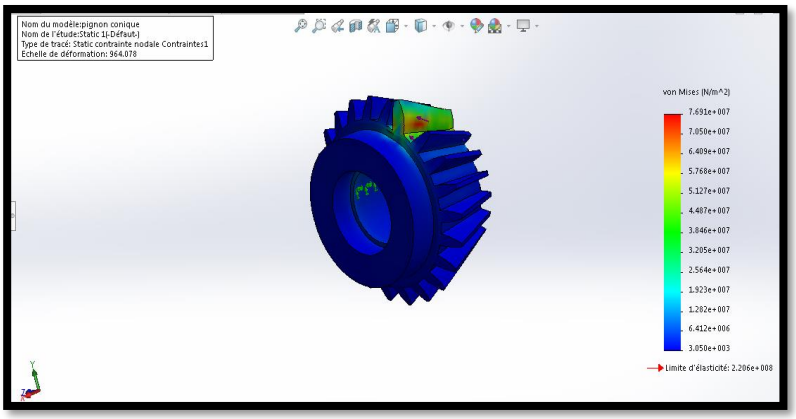


Figure 65 : Contrainte de Von Mises

La contrainte maximal de Von Mises est de l'ordre $1.17*10^8 N/m^2$.

- **Cône fixe :**

Cône fixe solidaire du bâti, en acier de manganèse, est un acier de manganèse avec environ 1-1.2% de carbone et 12-14% de manganèse.

Domaine d'application :

L'acier de manganèse est utilisédans la préparation des roches, croisement ferroviaire, broyeur à cône, concasseurs.

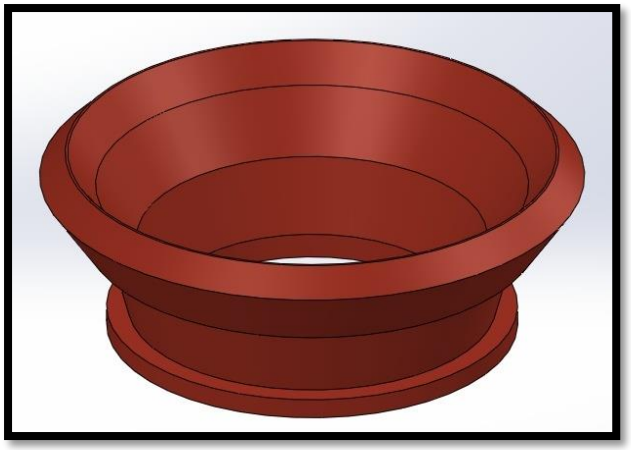


Figure 66 : Cône fixe

Calcul de la force de concassement

$$F = P * S$$

Avec P : pression en bar

S : section du cône en mm²

$S = \pi r * (r + a);$ Avec a=$\sqrt{(r^2 + h^2)}$

Application numérique r= 492.5mm, h=381mm

Alors a= $\sqrt{(492.5^2+381^2)}$ = 622.67mm

Donc $S = 1\,725\,429.36 mm^2$

Et $P = 115\ bar = 115 * 10^5 Pa$

$$F = 19.8 * 10^6 N$$

Propriété de matériau acier de manganèse :

Propriété	Valeur	Unités
Module d'élasticité	1.1e+011	N/m^2
Coefficient de Poisson	0.37	S.O.
Module de cisaillement	3.9e+010	N/m^2
Masse volumique	8300	kg/m^3
Limite de traction	448081000	N/m^2
Limite de compression		N/m^2
Limite d'élasticité	206807000	N/m^2
Coefficient de dilatation thermique	2.2e-005	/K
Conductivité thermique	9.6	W/(m·K)

Tableau 17: Propriétés du manganèse

On réalise un équilibre statique de la pièce. Il faut que la pièce soit mise en position de façon à éliminer au moins une fois ses six degrés de liberté.

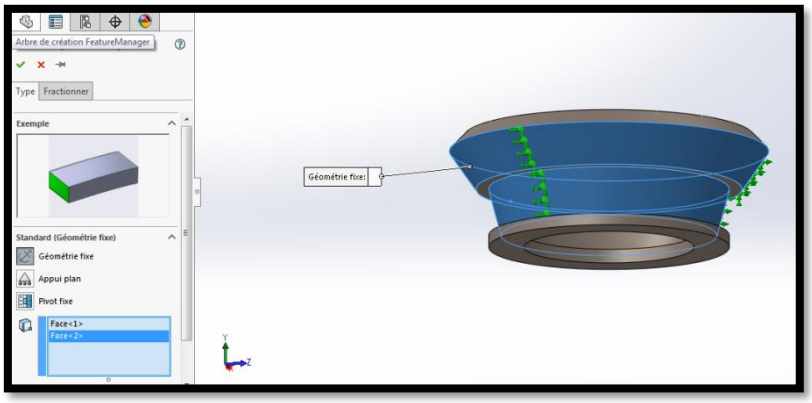


Figure 67: Equilibre statique

Application de la force de concassement

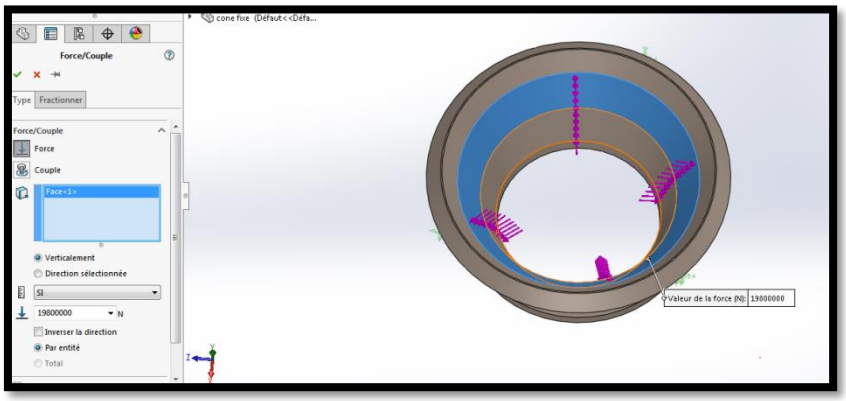


Figure 68: Force appliquée

Définir le maillage

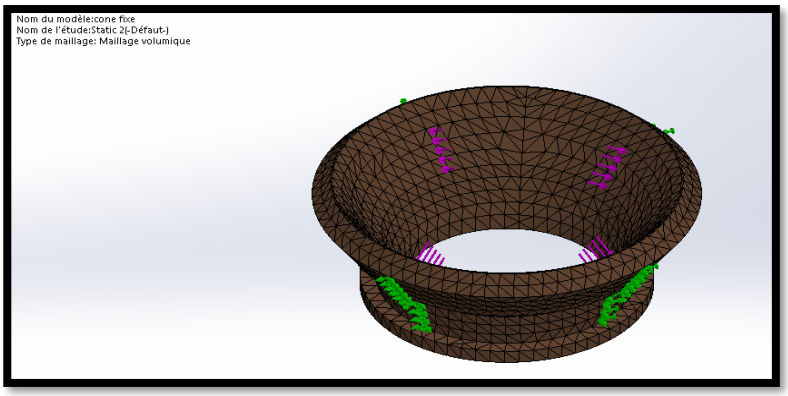


Figure 69: Maillage

Contrainte de Von Mises

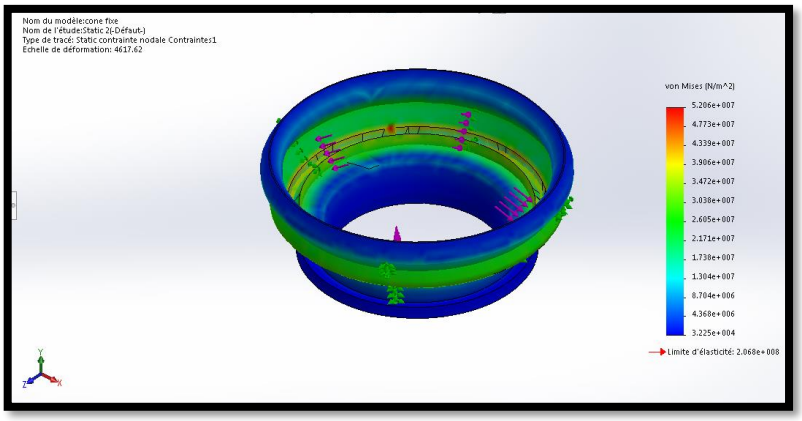


Figure 70 : Contrainte de Von Mises

Calcul de coefficient de sécurité

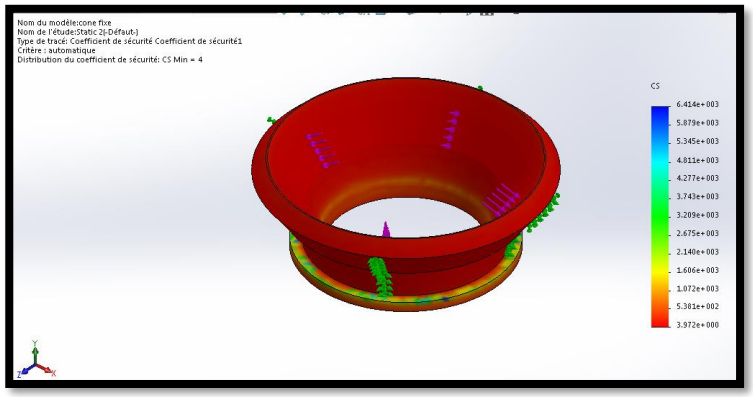


Figure71: Coefficient de sécurité

- **Cône mobile**

Cône mobile monté sur un arbre vertical à excentrique, le mouvement excentrique de l'arbre permet l'éloignement et les rapprochements successifs du cône mobile par rapport à cône fixe.Dépassement de la charge nominale entraînant une déformation permanente ou une rupture (traction, flexion, etc.

Figure 72: Cône usé

Calcul de la force de concassement :

$$F = P * S$$

$S = \pi r * (r + a);$ Avec a=$\sqrt{(r^2 + h^2)}$

R=437 mm et h= 380mm

Alors: $S = \pi * 437 * (437 + 579.11) = 1394993.02mm^2$

F=16.04*10^6N

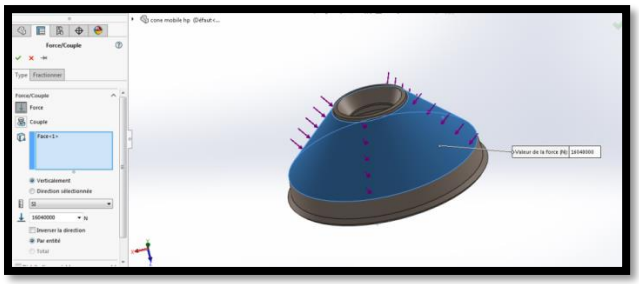


Figure 73: Force appliquée

Définir le maillage :

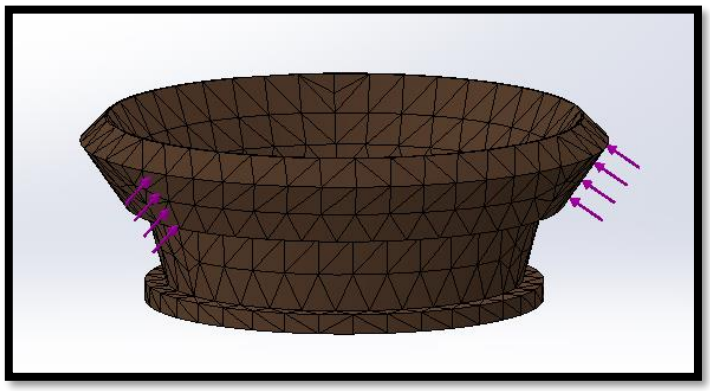


Figure 74: Maillage de cône mobile

Contrainte de Von Mises

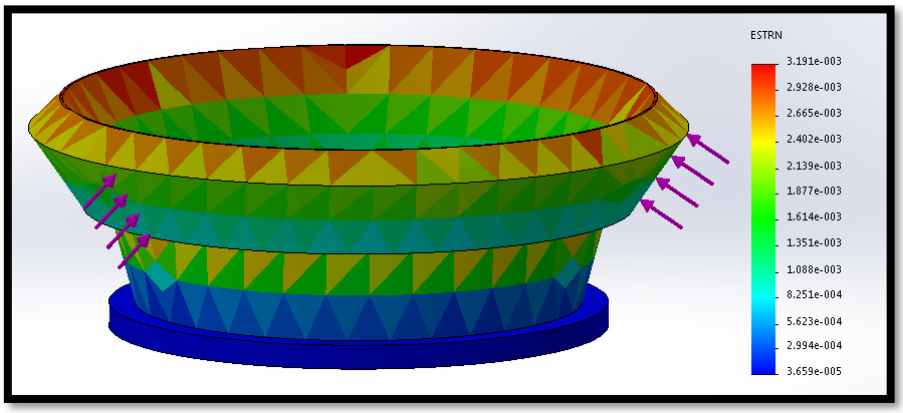


Figure 75: Contrainte de Von mises

Calcul du coefficient de sécurité

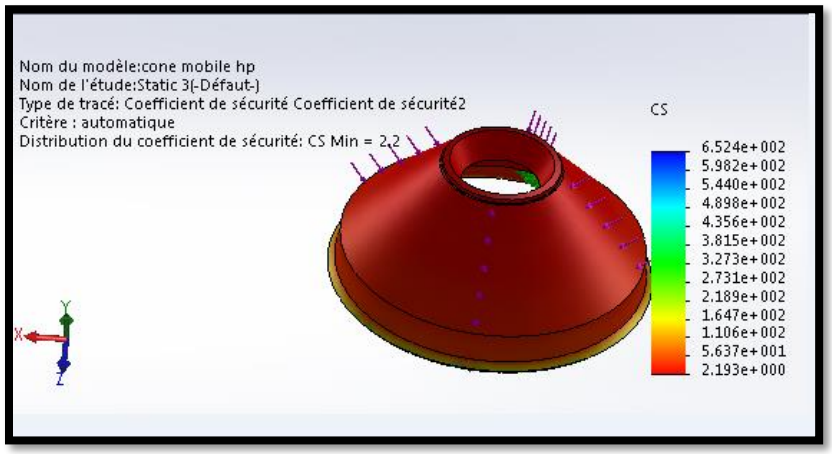


Figure 76 : Coefficient de sécurité

Chapitre 5

Analyse de fabrication et étude technico-économique

Vous trouverez dans ce chapitre deux grandes parties :

ère partie :

- ✓ Les étapes d'assemblage.
- ✓ Gamme de montage et démontage, et le plan d'encombrement

éme partie :

- ✓ Etude technico-économique.

I. Assemblage :

1. Sous ensemble1

Montage la couronne avec excentrique

L'excentrique et la couronne inférieure boulonnée sont montés par le haut sur l'arbre principal.

Une bague bronze cylindrique sépare l'excentrique de l'arbre principale.

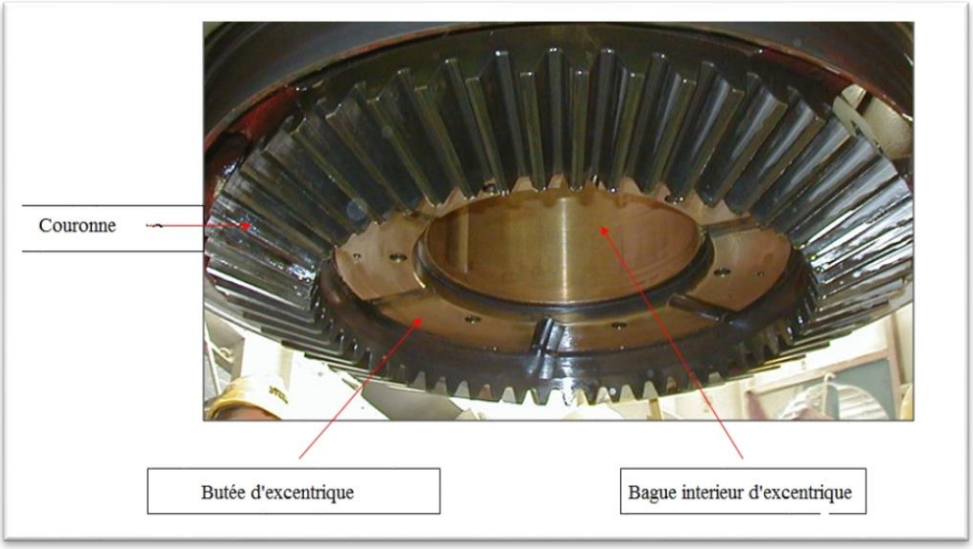


Figure 77: Sous ensemble1

2. Sous ensemble 2 :

Montage de la douille + coussinet sphérique sur arbre conique.

Une douille en acier avec une portée sphérique en bronze est rainurée spécialement pour la lubrification.

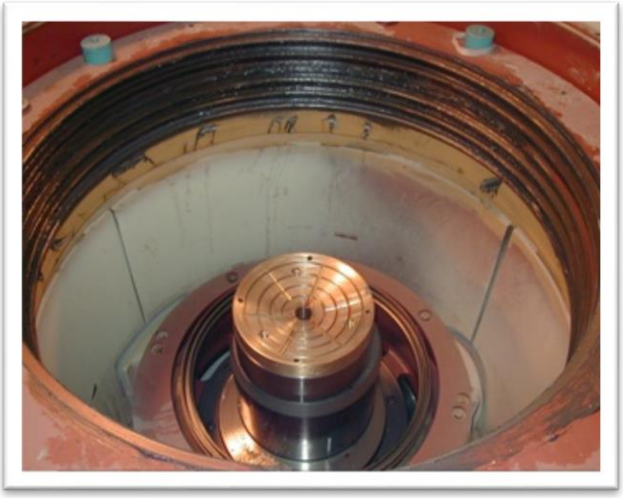


Figure 78 : Sous ensemble

3. Gamme de montage et démontage : voir annexe D :

Lesopérations de démontages et de remontages, doivent être effectuées par une personne-qualifié, dans les conditions de propretés requises.

Avant de procéder au moindre démontage, il est indispensable de nettoyer soigneusement les alentours du concasseur.

Pour le démontage de sous ensemble mécanique, nous recommandons de transporter a sous ensemble à démonter dans un atelier éloigné du chantier, sur une aire de travail nettoyée et préparée.

Démontage complet de concasseur par le haut.

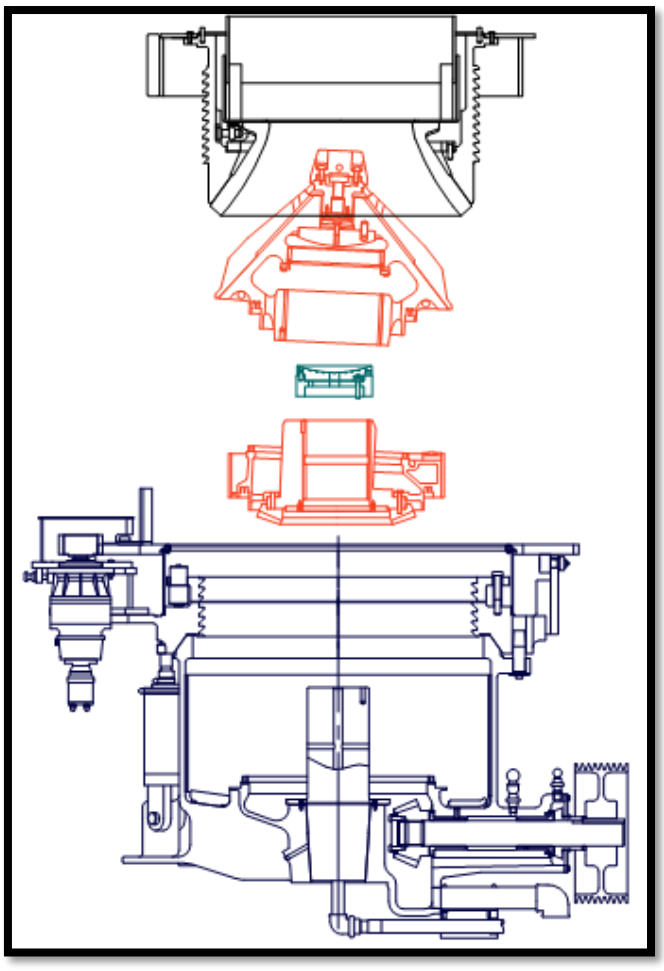


Figure 79: Démontage complet d'un concasseur

Les outils spécifiques nécessaires au démontage sont livrés avec le concasseur :

- Plaques de levage,
- Anneaux de levage,
- Vis d'extraction.

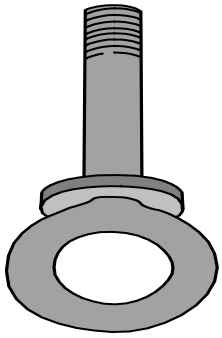


Figure 80 : anneaux de levage

4. Plan d'encombrement :

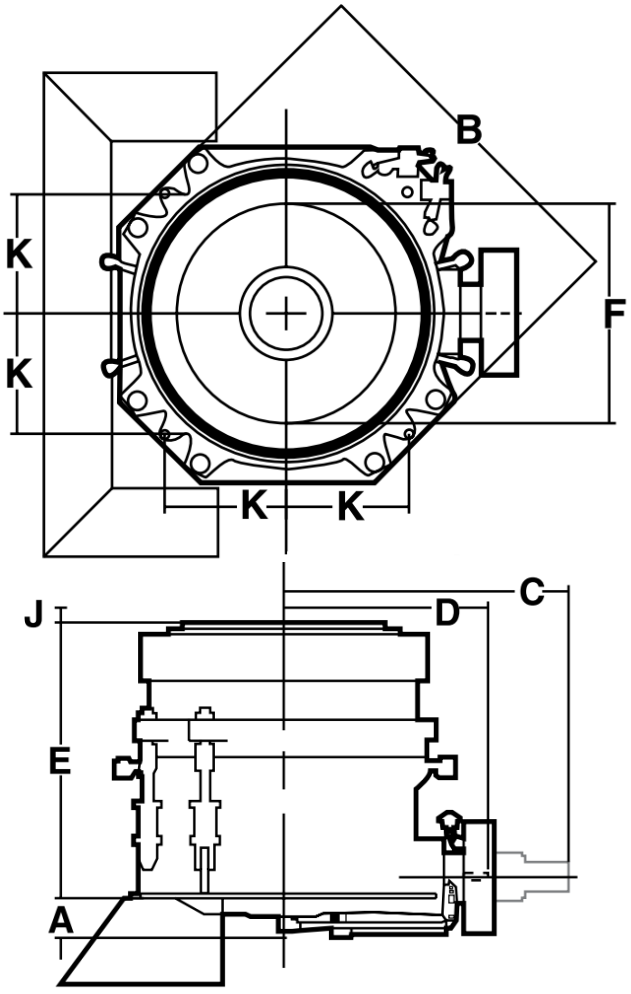


Figure81: Plan d'encombremen

Encombrement	
Taille	*HP250*
A : Distance sous broyeur de la tuyauterie d'huile.	**313**
B : encombrement hors tout maximum de l'anneau de réglage.	**2080**
C : dégagement requis pour l'enlèvement du contre arbre	**1930**
D : distance jusqu'à extrémité de contre arbre.	**1254**
E : Hauteur maximum.	**1748**
F : Diamètre interne de la trémie d'alimentation	**996**
Dégagement requis pour l'enlèvement du bol	**231**
Dégagement requis pour l'enlèvement de la tête.	**2310**
Déplacement de la trémie dû à la course de débourrage	**78**
Diamètre d'évacuation.	**1355**

Tableau 18 : Encombrement

5. Centrale de lubrification :

La fonction de lubrification est assurée par la centrale de lubrification, qui rassemble sur le même châssis les fonctions pour:

- Lubrification des bagues bronze.
- Lubrification du couple conique.
- Refroidissement.

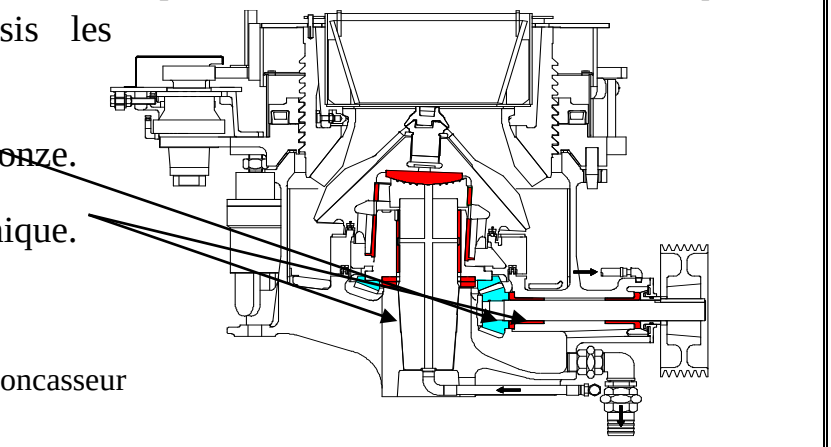


Figure 82 : Lubrification du concasseur

Figure 83 : Centrale de lubrification

II. Etude technico-économique

L'évaluation économique reste la phase la plus délicate dans l'élaboration d'un projet. En effet, le choix des équipements et des installations, se base sur des critères technico-économiques très précis et les études déjà détaillés dans les chapitres précédents. Ces critères doivent prendre en compte entre autres, la complexité de la configuration, la dépendance vis-à-vis des fournisseurs et bien sûr, le facteur coût.

Le changement de conception et dimensionnement de l'unité de concasseur giratoire HP250 de SMEM va présenter plusieurs avantages du point de vue production et amélioration de la taille d'alimentation pour répondre aux exigences des clients:

1. Cout des matières premières

Pour pouvoir réaliser les pièces nous aurons besoin de la matière brute, Le tableau suivant résume les besoin brut nécessaire :

Pièces	Matière	Prix (DH)
Concasseur complet	EN-42CD4	300 000 000 000
Balourd	EN-42CD4	155000
Couronne	EN-42CD4	220000
Pignon	EN-42CD4	50000
Arbre principale	EN-42CD4	400

Tableau 19: Cout de matière première

2. Cout des pièces en bronze

Les pièces			
Prix	**270000**	**190000**	**100000**

Tableau 20 : Cout des pièces en bronze

1. Cout de fabrication

Procédé d'usinage	Cout de machine
Mécano-soudure	100DH/h
Taillage	150DH/h
Tour CN	170DH/h

Tableau 21 : Cout de fabrication

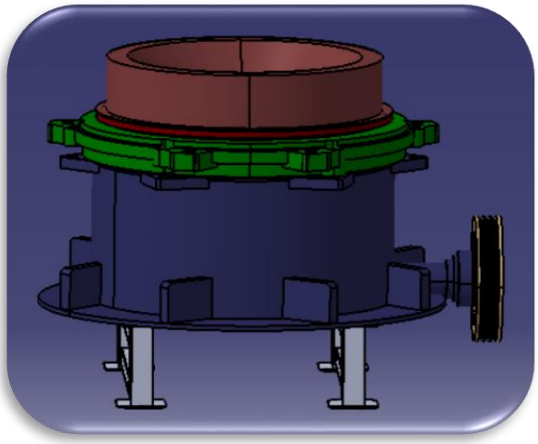
Le cout total d'un concasseur giratoire type HP : 300 millions.

Chapitre 6

Manuel d'utilisation du concasseur giratoire HP 250

Vous trouverez dans ce chapitre :

- Les contrôles quotidiens,
- Programme de maintenance préventive.
- Les principes règles pour utilise le concasseur giratoire HP250.



Les principes règles pour utiliser le concasseur efficacement et au meilleur coût :

I. Ne pas travailler au delà des limites du broyeur

1. Limite de Volume

- Chaque chambre de concassage a un certain volume qui détermine le débit maximum.
- La limite de volume est atteinte quand le concasseur est “gavé”.
- La limite de volume est dépassée quand les matériaux débordent.

Figure 84: Chambre de concassage

Consequences du dépassement:

- Perte de production
- Dégats aux équipements
- Nettoyage indispensable
- Danger pour le personnel

2. Limite de Puissance

Chaque concasseur est dessiné pour une puissance maximale.

La puissance nécessaire augmente si :

- Le debitd’alimentationaugmente.
- Beaucoup de fines dans l’alimentation.

➢ Le réglage diminue

➢ La limite de puissance est dépassée lorsque le moteur absorbe plus de puissance que sa valeur nominale.

Conséquences du dépassement:

➢ Arrêt du broyeur.

➢ Débourrage nécessaire.

➢ Possibilité de dégâts mécaniques.

3. Limited'efforts

➢ Chaque concasseur est dessiné pour une force de concassage maximale.

➢ La force de concassage augmente si :

- Le débit d'alimentation augmente.
- Beaucoup de fines dans l'alimentation.
- Le réglage diminue.

➢ La limite d'effort est dépassée lorsque l'anneau de réglage commence à battre.

Figure85 : Trémie d'alimentation

Conséquences du dépassement :

➢ Dégâts mécaniques (portée d'anneau, vérins de maintien, bâti.)

4. Alimenter au centre du concasseur

- L'alimentation doit tomber verticalement et au centre du concasseur.
- Particulièrement important pour le broyage tertiaire
- L'installation de trémie d'alimentation aide à diriger le flux au centre du concasseur sur le cône distributeur.

II. Contrôles quotidiens :

- A chaque mise en route du concasseur, l'opérateur doit effectuer un contrôle systématique à savoir :
- Niveaud'huilehydraulique.
- Niveau d'huile de lubrification.
- Etat du filtre à huile.
- Conditions d'alimentation du concasseur.
- Surveiller les battements d'anneau de réglage.

III. Programme de maintenance préventive :

- Préparer un programme de maintenance préventive adapté à votre cas
- Préciser à l'avance les dates d'intervention
- Le faire approuver par le responsable de l'installation (pour anticiper les arrêts de production, commander les pièces)
- Aux dates prévues, faire les interventions, quels que soient les besoins de production.

Conclusion générale

Ce travail réalisé à la SMEM a porté sur l'étude et conception d'un concasseur giratoire HP250 en élaborant deux parties essentielles. La première partie a été consacrée au cadre général du projet par le biais d'une présentation de la société, une définition de la problématique et le planning du projet.

Quant à la deuxième, elle a été réservée à la conception détaillée des sous systèmes afin d'assembler l'intégralité duconcasseur en utilisant le logiciel SOLIDWORKS et à l'aide de la gamme de montage. Et par conséquent réaliser un manuel d'utilisation pour faciliter la tâche aux utilisateurs.

Ce stage m'a permis d'avoir une vision détaillée du domaine de travail et d'être plus autonome. En effet, travailler au sein de la société SMEM a pu contribuer à approfondir mes acquits. En fait, chaque projet a des contraintes de temps dont le respect des délais et du planning de travail, constitueune condition nécessaire pour arriver aux résultats attendus.

L'entreprise SMEM qui m'a accueillie pendant ce stage fait face à une période charnière, et je suis fière d'avoir pu contribuer et participer à cette révolution.

Références

Ouvrages et article

- ✓ Guide de destinateur industriel-chevalier
- ✓ Pr. A. ABOUTAJEDDINE, Cours de méthodologies d'innovation en entreprise Filière Conception Mécanique et Innovation
- ✓ Pr. HAKIMI, cours éléments de machines.
- ✓ Catalogue concasseurs à cônes
- ✓ Fournitures de granulats employés à la construction et à l'entretien des chaussées. Fascicule 23. MUL.RILEM, Paris (1985)

Site internet :

- ✓ www.wikipedia.org
- ✓ www.SMEM.ma