



Année Universitaire : 2021-2022



Licence Sciences et Techniques en Génie Industriel

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Licence Sciences et
Techniques

Titre : MISE A NIVEAU D'UN BROUYEUR A BOULETS

Lieu : FES

Référence : 7 /22-LST GI

Présenté par : BAKARIM CHAYMAE

Soutenu Le 05 Juin 2020 devant le jury composé de:

- Mme. BOUCHRA RZINE ...(encadrante)
- Mr. HASSAN ARAB.....(encadrant de société)
- Mr. RAMADANY MOHAMED (examineur)

Remerciements

Je souhaite avant tout remercier mon encadrant de stage Mr. HASSAN ARAB, pour le temps qu'il a consacré à m'apporter les outils méthodologiques indispensables pour cette recherche.

Je remercie en particulier les chefs d'ateliers mécanique et électrique Mr. JAMAL MIFTAH et Mr. ABDELLAH BOUTGHIT, pour m'avoir donné cette occasion extraordinaire de réaliser mon travail sur le terrain.

Un grand merci également à l'équipe technique d'avoir eu la patience de répondre à mes questions.

J'adresse mes sincères remerciements à Mme. BOUCHRA RZINE et Mr. RAMADANY MOHAMED , aussi toute l'équipe pédagogique de l'université sidi Mohamed Ben Abdellah FES (FSTF) , pour leurs grands efforts aussi de me donner l'opportunité de passer cette expérience.

Un grand merci à ma mère ,mon père , mes sœurs et mon frère, pour leur amour, leurs conseils et leur soutien inconditionnel, moral et économique, qui m'a permis de réaliser ce mémoire.

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise et de problématique	2
Introduction.....	3
I.Présentation del'entreprise.....	3
II.Procédé de traitement du minerai.....	5
II.1.La fragmentation.....	5
II.1.1.Concassage.....	5
II.1.2.Criblage.....	5
II.1.3.Broyage.....	6
II.1.3.1 Broyeur à boulets.....	6
II.1.3.2.Hydrocyclone classificateur.....	6
II.2.Unité de flottation.....	7
II.2.1.Principe de fonctionnement.....	7
II.2.2.Flottation du Plomb.....	7
II.2.3.Flottation du Zinc.....	8
II.2.4.Les réactifs de flottation.....	9
II.3. Manipulation des produits.....	9
II.3.1.Filtration.....	9
II.3.2.Séchage et stockage.....	9
III. Problématique.....	9
Conclusion.....	10
Chapitre 2 : Etude d'amélioration de broyeur	11
Introduction.....	12
I.Détermination des aspects de projet.....	12
I.1.Gouvernance de projet.	12
I.2.Besoins de projet.....	12
I.3.Analyse swot.....	13
II .Description de broyeur	14

II.1.Description des éléments du broyeur.....	14
II.2.Avantages ,inconvenients de courroie de transmission.....	15
II.3.Principe de fonctionnement.....	15
II.4.Caractéristiques générales de broyeur.....	16
III.Les causes d'arrêt de broyeur(étude 5M)	17
Conclusion.....	17
Chapitre 3 : Amélioration et mise à niveau de broyeur	18
Introduction	19
I . Description des solutions.....	19
I .1.Analyse des solutions proposées.....	19
I.2. Description théorique de broyeur.....	22
I.2.1.Vitesse de broyeur.....	22
I.2.2.Calcul de la charge de broyeur.....	22
I.2.3.Vérification de capacité (pompes ,hydrocyclone).....	23
I.2.4.La puissance de moteur.....	24
I.2.5.Solution finale	24
II.Réalisation de projet	27
II.1.Construction de massif... ..	27
II.2.Réalisation de montage mécanique et électrique	29
II.3.Réalisation de blindage.....	31
II.4.Suivi des travaux de réalisation.....	31
Conclusion.....	32
Conclusion générale	33
Bibliographie	34

Introduction générale :

CMT est considérée comme l'une des plus grandes entreprises nationales spécialisées dans l'extraction de minerai ,elle connaît une production continue depuis sa création, ce qui nécessite une énorme quantité des machines pour obtenir le produit final : concasseur ,hydrocyclone ,broyeur à boulets etc...

Entre plusieurs sujets, j'ai décidé de travailler sur un nouveau thème ,un mélange entre le pratique et le théorique c'est :la mise à niveau d'un broyeur à boulets .

Le broyeur à boulets est une machine qui joue un rôle nécessaire dans le traitement de travail, il sert à broyer la charge pour qu'elle devienne plus fine et soit prête pour accomplir le traitement.

Le nombre total des broyeurs dans l'entreprise est cinq .Trois d'entre eux ne sont pas utilisés, ils viennent d'être jetés , un grand broyeur de capacité 54t/h qui contribue au processus de production ,alors qu'un autre de capacité 5t/h est ancien, a été réutilisé et exploité dans la nouvelle laverie , mais il s'est arrêté après une courte période de temps.

Dans ce contexte on s'intéresse à étudier le broyeur à boulets de capacité 5t/h, et nous aborderons un certain nombre d'axes principaux à travers 3 chapitres afin d'atteindre notre objectif et redémarrer ce broyeur .

Dans le premier chapitre nous parlerons sur la problématique posée ,concernant le deuxième chapitre ,nous traiterons les causes d'arrêt de ce broyeur après avoir faire la description de ce dernier .

Concernant le troisième chapitre ,on le consacre pour analyser les solutions et la réalisation de ce projet .

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise et problématique

Chapitre 1 :

Introduction

Dans un premier temps, nous porterons notre attention sur des généralités sur l'entreprise en général et sur le procédé de travail afin de comprendre la problématique posée pour la traiter correctement.

I. Présentation de l'entreprise

CMT est une abréviation de la compagnie minière de toussit ,un leader au Maroc dans la production des concentrés de plomb et de zinc . Etablie au départ au Maroc oriental ,puis au Moyen Atlas où elle exploite actuellement la Mine de Tighza qui se situe à 7km à l'ouest de M'rir, cette dernière représente une zone de haute colline. Le climat de la région est rude très arrosé en Hiver et sec en été .

CMT dispose d'un important portefeuille de permis de recherche en métaux dans plusieurs régions du Maroc.

Confortée par la compétence de ses équipes en matière d'exploitation minière et de sa solide position financière, CMT axe sa stratégie de croissance sur la recherche active de nouveaux sujets de développement, tant au Maroc qu'à l'international.

L'entreprise s'efforce toujours à satisfaire les clients et atteindre les objectifs souhaités ,elle a réussi aussi à obtenir une certification d'ISO 9001v2015, qui a prouvé sa grande efficacité et son succès dans le domaine.

L'entreprise s'approvisionne en matière première à partir de trois sièges différentes :

- Siège de SIDI AHMED
- Siège du Signal (AOUAM)
- Siège IGHRM AOUESSAR

Le traitement de production après l'extraction de minerai se fait au sein de l'entreprise avec l'intervention de plusieurs ateliers (mécanique , électrique ,la laverie, chaudronnerie).

Raison social	CMT
Activité	exploitation du plomb et zinc
Régime juridique	société anonyme SA dotée d'un capital de 148.500.00DH
Centre d'exploitation	TIGHZA TOUISSIT

Table 1 : Identification CMT

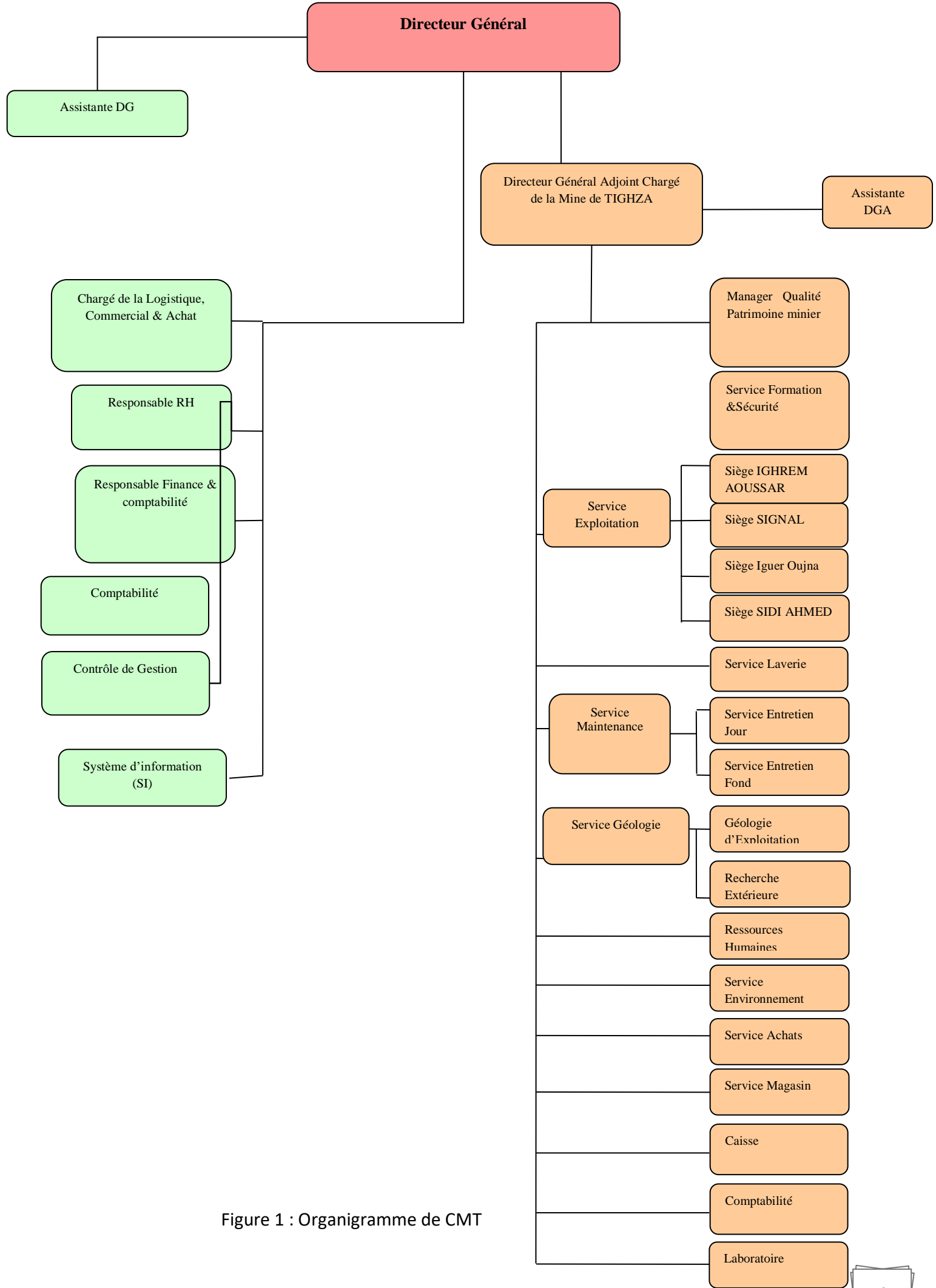


Figure 1 : Organigramme de CMT

L'entreprise adopte un organigramme de type horizontal afin de garantir l'autonomie des employés, la facilité de coordination des efforts et la communication qui s'établit entre eux.

II. Procédé de traitement du minerai

II.1. La fragmentation

La fragmentation est une technique importante qui consiste à réduire la dimension des particules solides dont le but est de faciliter l'opération de séparation granulométrique.

La fragmentation comporte trois opérations principales :

II.1.1. Concassage

Un concasseur est une machine conçue pour réduire les grosses roches, en petites pierres. Les concasseurs des opérations minières sont généralement classés suivant la finesse avec laquelle ils fragmentent le matériau de départ .On distingue trois types:

- *Concassage primaire.*
- *Concassage secondaire.*
- *Concassage tertiaire.*

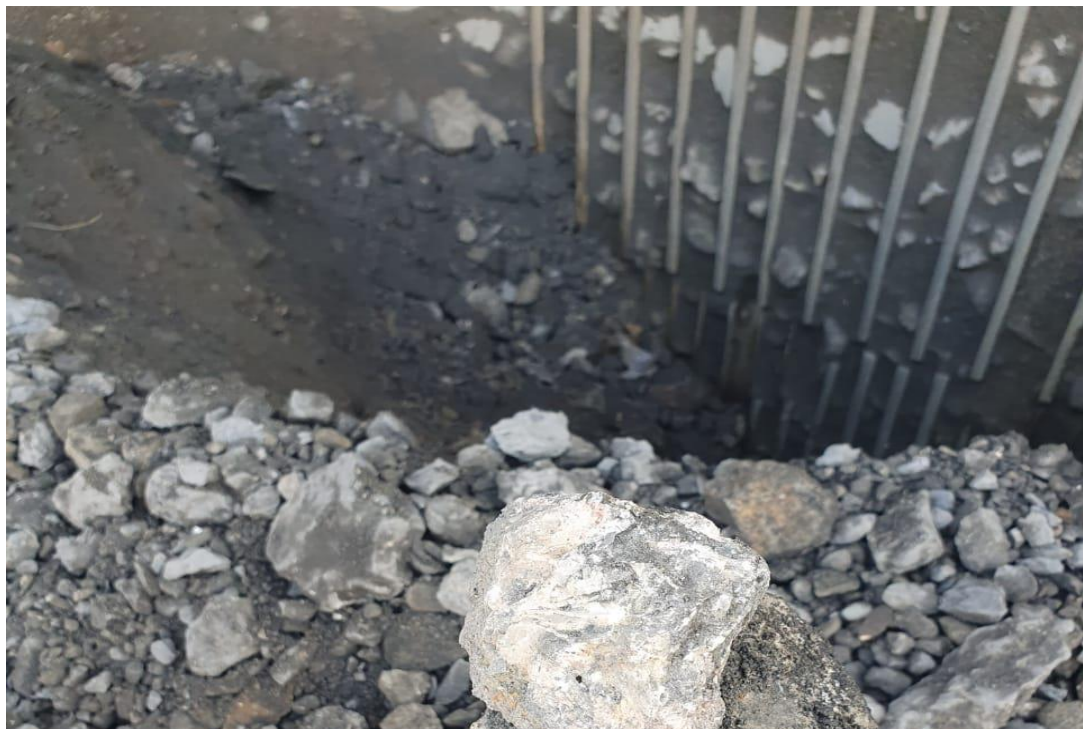


Figure 2 : Minerai avant concassage

II.1.2. Criblage

Le criblage est une opération unitaire qui permet de séparer une population de fragment de matière suivant leur dimension en deux (ou plusieurs parties). Pour ,cela on utilise une surface perforée qui laisse passer les fragments de dimension inférieurs .

II.1.3. Broyage

Le broyeur à boulets est une machine destinée à réduire un matériau en très petits éléments. Il est constitué d'un cylindre en rotation sur son axe horizontal, contenant une charge de boulets. le revêtement intérieur du broyeur est en Caoutchouc (BLINDAGE) pour qu'il supporte les chocs. Le broyage est la première étape de la chaîne du procédé de séparation , le broyage se fait généralement en deux étapes:

- Une étape de fragmentation (avec un broyeur à boulets).
- Une étape de classification (avec un hydrocyclone).

II.1.3.1. Broyeur à boulets

L'objectif du cycle broyage est de réduire la taille du tout venant concassé à une maille de libération susceptible d'être flottées (Pb et Zn) qui ont étaient en état commun avec d'autres éléments inutiles.



Figure 3: Broyeur à boulets

II.1.3.2. Hydrocyclone classificateur

L'hydrocyclone est un appareil de forme cylindro-conique qui permet par centrifugation de séparer les particules , en deux tranches granulométriques :

- Tranche <200 μ m, va vers le circuit de flottation (over flow OF)

- Tranche $>200\mu\text{m}$, retourne au broyeur (Under flow UF) et forme de la charge circulante

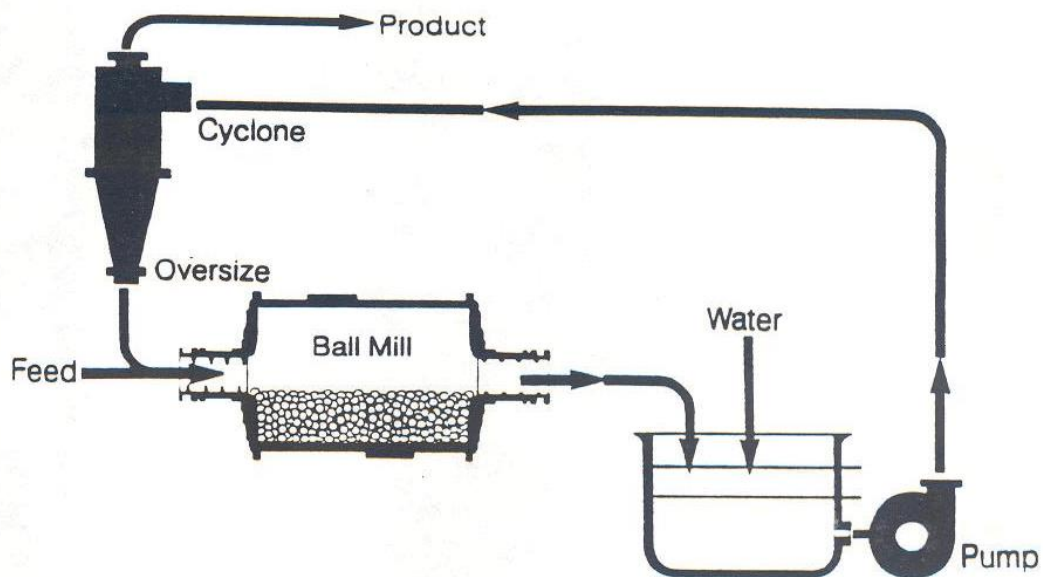


Figure 4 : Cycle de broyage

II.2. Unité de flottation

La flottation commence après la réduction de la maille de minerai de $\geq 400\mu\text{m}$ à une maille de libération de $200\mu\text{m}$ à la sortie du broyeur. Cette procédure permet la séparation physico-chimique des concentrés plomb (Pb) et Zinc (Zn) et l'élimination du stérile.

II.2.1. Principe de fonctionnement

La flottation consiste à séparer les concentrés et le stérile de façon différentielle. Pour cette opération, des réactifs sont ajoutés afin de faciliter la flottation d'un élément en lui rendant plus hydrophobe tandis que d'autres réactifs dépriment l'autre élément pour le rendre hydrophile et le garder dans la solution.

II.2.2. Flottation du Plomb

Le circuit de la flottation du plomb est composé de cellules d'ébauchage, d'épuisement et de relevage. Dans l'ébauchage en ajoute de l'air, l'eau et les réactifs sont injectés (ZnSO_4). Un agitateur rotatoire mélange la solution, les particules de plomb se fixent aux bulles d'air et flottent. L'écume formée et récupérée et passe dans les cellules de relevage tandis que le reste de la solution passe dans le circuit Zinc. Le relevage consiste à éliminer les impuretés ($\text{SiO}_2, \text{BaSO}_4, \text{fer} \dots$) et d'obtenir un concentré avec une teneur de 77,5% Pb.



Figure 5 : Circuit plomb

II.2.3. Flottation du Zinc :

Ce circuit est formé de cellules d'ébauchage et d'épuisement aussi . Afin de flotter le zinc, des réactifs sont ajoutés pour activer les particules et les rendre hydrophobes. Dans le relevage, les écumes titrent 42% à 45% Zn mais à la fin le concentré Zinc relavé titre 52% Zn.



Figure 6 : Circuit zinc

II.2.4. Les réactifs de flottations :

La plupart des réactifs utilisés sont en état solide:

- Les sulfates de Zinc $ZnSO_4$
- Amyle Xanthates de Potassium (KAX)
- Méthyle Iso Butyle Carbunol (MIBC) en état liquide
- Les sulfates de cuivre $CuSO_4$

II.3. Manipulation des produits

II.3.1. Filtration :

La filtration est l'opération qui permet de séparer les constituants d'un mélange liquide-solide par passage à travers un milieu filtrant. Avant l'étape de la filtration, les concentrés subissent un épaissement.

- **L'épaissement:**

Il permet d'éliminer une grande quantité d'eau dont le but est d'augmenter la concentration en solide, cette opération se fait dans des machines appelées épaisseurs.

- **La filtration:**

Une pompe à vide inspire l'air des filtres prolongés dans la pulpe, ce qui permet d'inspirer l'eau et de fixer les particules sur les toiles. En tournant les deux tambours libèrent leur charge en concentré à l'aide d'un compresseur qui souffle de l'air dans les deux filtres et ainsi de suite.

L'ensemble de ces opérations nommé 'FLOW SHEET de l'unité de filtration.'

II.3.2. Séchage et stockage

Le séchage-stockage est l'étape finale du traitement, le concentré zinc est refoulé directement vers l'aire de stockage puisqu'il est expédié quatre fois par an, donc il a suffisamment de temps pour qu'il soit séché. Par contre le concentré plomb est expédié une à deux fois par mois, pour cette raison, il s'est avéré nécessaire de le sécher dans un four sécheur afin d'être stocké .

III. Problématique

Après son arrivée à l'entreprise, le minerai commence le traitement . La première étape c'est le concassage primaire afin d'obtenir une dimension précise et de passer au criblage .Dans l'étape de criblage on distingue 2 cas ,soit la charge va recommencer de nouveau si on n'obtient pas la précision requise ,sinon il va passer vers l'autre étape .Pour arriver à l'étape de broyage ,il faut forcément passer par un

autre concasseur fourni par la charge criblée et stockée dans des trémies ,ce concasseur travaille également à passer la charge vers le broyeur à travers un convoyeur.

L'entreprise reçoit presque 1300 tonnes de matière première chaque jour à partir de trois sièges, avant de commencer le traitement. Chaque siège connaît une activité quotidienne continue. Sachant que la capacité totale de grand broyeur à boulets est seulement 54tonnes /h ,ainsi que le concasseur cesse de fonctionner une fois que les trémies complètement remplis ,cela engendre un stock très important et difficile à gérer ,sa valeur est d'environ neuf milliards DH.

La compagnie CMT s'est retrouvée devant un grand problème ,et elle sera obligée de chercher une solution afin d'optimiser cette grande quantité.

Après avoir mené une série de consultations et étudié le problème en profondeur, compte tenu au budget présenté , l'équipe technique est parvenue à une solution intermédiaire et optimale, qui consiste à augmenter la quantité de production de 1000 t/j à 1200 t/j .

La solution se base sur l'ajout d'un autre broyeur à boulets qui est déjà disponible , sa valeur en prix est nulle, il ne nécessite que l'entretien général ,puisque ce broyeur souffre de plusieurs problèmes .

Il convient de noter que nous sommes devant une situation qui nécessite la résolution d'un ensemble de problèmes partiels pour atteindre l'objectif souhaité :

- Réduire le bruit.
- Obtenir l'équilibre de broyeur.
- Positionner le convoyeur.

Conclusion

Après l'étude de la problématique et les objectifs attendus , dans les chapitres suivants , nous serons capables d'étudier ce broyeur et son principe de fonctionnement et d'analyser les causes d'arrêt , afin d'avancer dans notre projet .

Chapitre 2 : Etude d'amélioration de broyeur

Chapitre 2 :

Introduction

Le deuxième chapitre sera consacré spécialement pour faire une description de broyeur, et comprendre le principe de fonctionnement ,ainsi que les caractéristiques générales de notre broyeur .

Dans un autre coté, on s'intéresse aussi à traiter les causes d'arrêt de ce broyeur à travers l'étude 5M .

I.Détermination des aspects de projet

I.1. Gouvernance de projet

La gouvernance de notre projet inclut la direction de CMT, notamment aux moments de prises de décisions majeures ou validation de budget(pilotage décisionnel). Tant que les autres ateliers prennent la responsabilité de pilotage opérationnel.



Figure 7 : Gouvernance de projet

I.2.Besoins de projet

Afin de bien démarrer le projet, il faut identifier les besoins de base pour assurer l'avancement de projet .L'expression de besoins permet de faire une première évaluation sur :

- **La charge de travail et Matériaux**
- **Les moyens humains** : La première étape dans le processus de mise à niveau ,c'est la détermination des ressources humaines . Le projet sur lequel nous allons travailler ,nécessite un mélange des ouvriers des différents domaines (mécanique ,électrique chaudronnerie...) Depuis le lancement de ce projet , les superviseurs ont travaillé pour nommer les ouvriers les plus efficaces et les plus tendres pour ce type de problème, afin d'obtenir le résultat souhaité . L'équipe a été sélectionnée selon un ensemble de critères, dont les plus importants sont :
 - Compétence scientifique et connaissance approfondie du sujet.
 - Expérience professionnelle.
 - Capacité à gérer différentes situations avec aisance.
- **Le temps** : Après avoir étudié les objectifs et les besoins de base Compte tenu à la nécessité d'accélérer les travaux afin de réduire l'accumulation des stocks ,il a été décidé de limiter la période de travail à une période ne dépasse pas deux mois.
- **Le budget** : Le budget présenté par le comité décisionnaire est déterminé à un montant de vingt millions centime y compris :
 - Les opérations de nettoyage et les coûts matériel et pièces
 - Les déplacements et dépenses de main-d'œuvre

I.3.Analyse swot

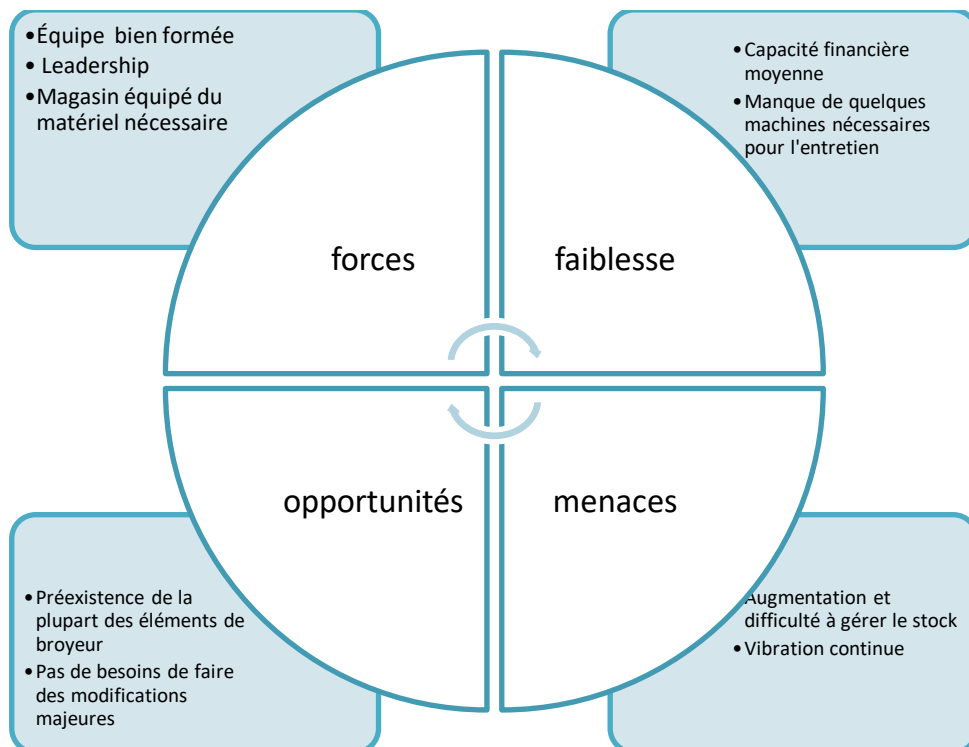


Figure 8 :Analyse swot

II. Description de broyeur



Figure 9 : Broyeur à boulets de capacité 5tonnes/h

II.1. Description des éléments du broyeur

Le broyeur se compose d'un groupe d'éléments qui assurent son fonctionnement :

- **Moteur** : transformer l'énergie électrique en énergie mécanique
- **Virole** : contenir la charge broyée et les boulets
- **Palier** : porter les coussinets
- **Coussinet** : guider la virole en rotation
- **Couronne** : transmettre la puissance de rotation de la virole
- **Bâche de sortie** : collecter la charge
- **Pignon d'attaque**: transmettre la puissance de rotation de poulie
- **Courroie** : transmettre la puissance d'un organe tournant à un autre
- **Blindage** : rallonger la durée de vie de broyeurs et des boulets
- **Poulie**

II.2. Avantages ,inconvénients de courroie de Transmission

Le broyeur étudié travaille avec un système poulie- courroie contrairement à l'autre broyeur qui travaille avec un réducteur.

On distingue plusieurs avantages de ce type de transmission :

- plus flexibles.
- plus silencieuses.
- plus faciles à installer et entretenir.

Par contre on trouve des inconvénients :

- L'accumulation de chaleur.
- La variation de la vitesse en raison du glissement de la courroie.

II.3. Principe de fonctionnement

Après l'arrivée de la charge , de l'eau y est ajoutée pour démarrer le processus de broyage .

La charge entre dans le broyeur par la goulotte(tuyau incliné permettant de guider la descente de matériaux liquides, pâteux...), et broyée par les boulets par impact et friction grâce à une vitesse bien maîtrisée , soit à l'aide d'un réducteur, poulie_courroie

Concernant le principe de fonctionnement de poulie -courroies, il repose sur :

- Le moteur est attaché à la poulie par un système de courroie , il sert à transformer l'énergie électrique en énergie mécanique . La poulie tourne cela implique la rotation de l'arbre ,et donc la rotation de pignon d'attaque et de la couronne de broyeur →broyage.
- Le secret du contrôle de vitesse du broyeur réside également dans le fait que le nombre de dents du pignon d'attaque est inférieur aux dents de la couronne . De sorte que le pignon tourne environ dix fois tandis que la couronne tourne une seule fois . Ce qui conduit à une diminution de vitesse , pour obtenir une charge plus fine.

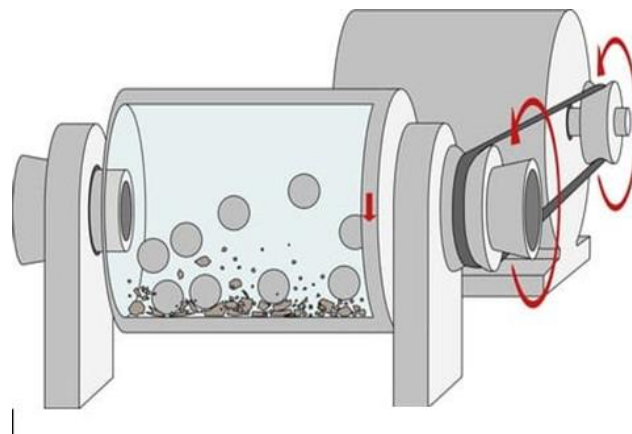


Figure 10 :Broyage

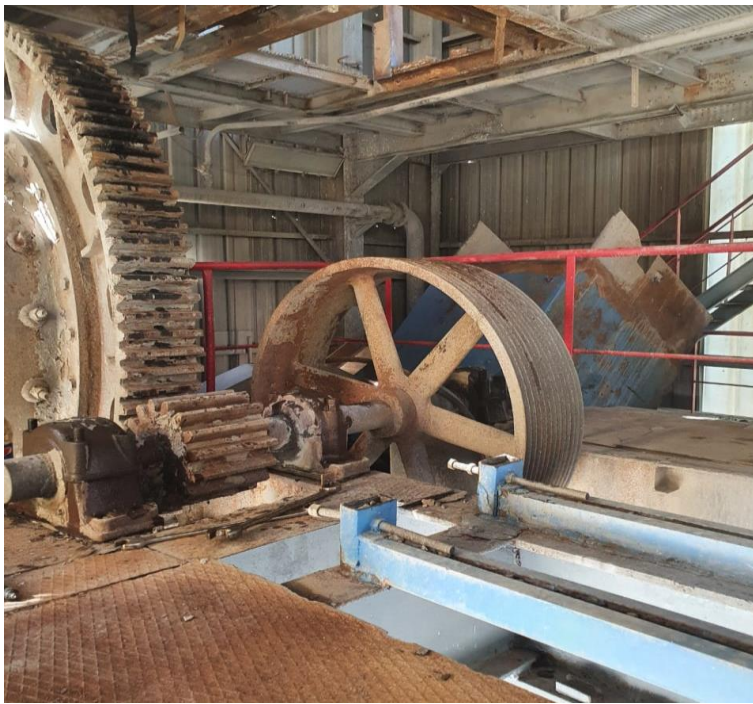


Figure 11 : Mécanisme pignon d'attaque - couronne

II .4.Caractéristiques générales de broyeur

- Diamètre sous virole :2133 ,6mm
- Diamètre utile :2030mm
- Longueur utile du compartiment : 1740mm
- Blindage métallique et trois paliers à roulements
- Puissance du moteur :111KW
- Vitesse de moteur :730tr/min-380V
- Vitesse de rotation de broyeur :23,7tr/min
- Transmission par poulie courroies
- Couronne dentée F3300mm(132dents)
- Pignon denté F368(15dents)



Figure 12 : Vue sur équipements

III .Les causes d'arrêt de broyeur (étude 5M)

A travers le diagramme ISHIKAWA , on a pu identifier les différents types de raisons pour lesquelles ce broyeur a cessé de fonctionner :

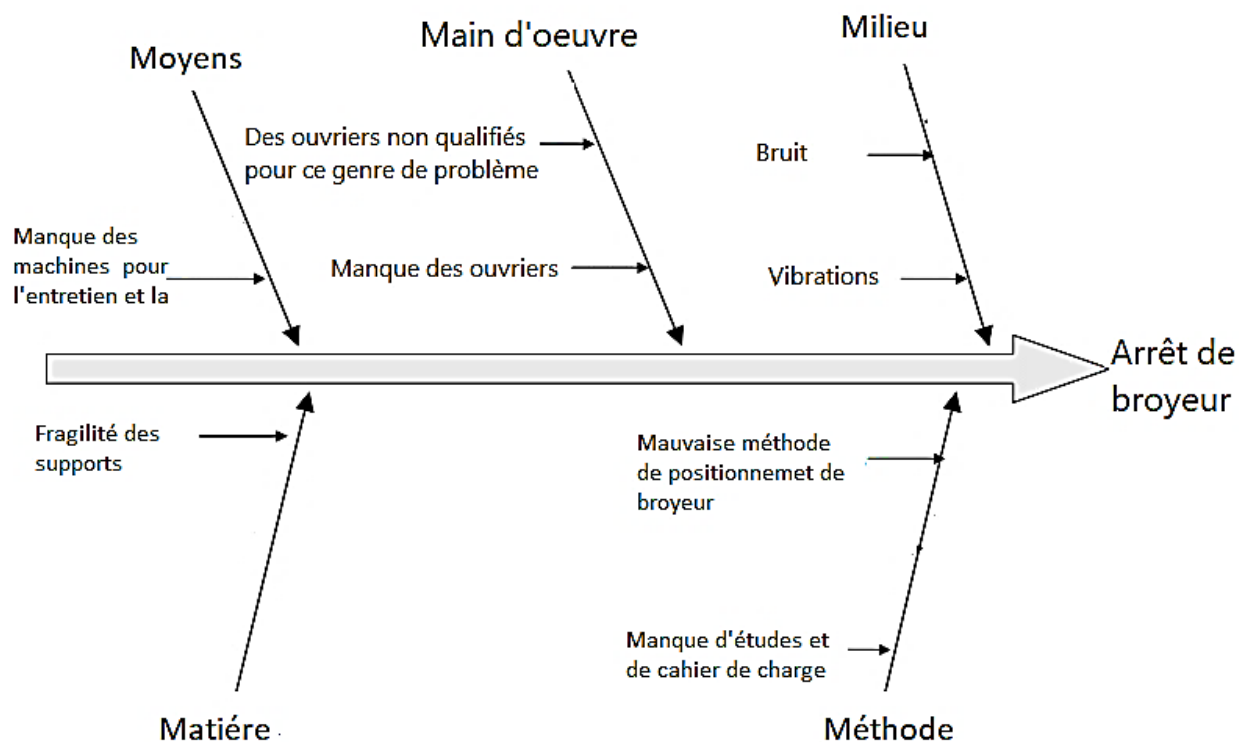


Figure 13 : Diagramme Ishikawa

Conclusion

Après la description des plusieurs raisons d'arrêt de broyeur ,nous sommes d'abord capables d'étudier et de détailler les solutions présentées par le comité décisionnaire et de prendre la décision efficace afin d'atteindre l'objectif .

Chapitre 3 : Amélioration et mise à niveau de broyeur

Chapitre 3 :

Introduction

Dans les chapitres précédents, on a pris connaissance de la problématique posée et du broyeur , aussi on a traité les causes d'arrêt .

Dans le chapitre 3 , le problème sera posé sur le terrain de travail , et nous suivrons de près les étapes de mise à niveau , nous ferons des études théoriques et des recherches et nous discuterons la validité des solutions, pour commencer la réalisation de projet .

I.Description des solutions

I.1 .Analyse des solutions proposées

Nous savons qu' on a des problèmes de positionnement de convoyeur et de broyeur tant qu' avant l'arrêt de broyeur, la destruction de convoyeur a entravée la continuité de la production . L'entreprise a décidé d'utiliser un ancien convoyeur afin d'optimiser les coûts ,mais il était très long ce qui engendre deux propositions soit :

- Mettre le broyeur en haut .
- Diminuer la longueur de convoyeur.

L'entreprise a choisi la première solution aléatoirement sans aucune étude sur l'effet de hauteur sur le fonctionnement, ce qui conduit à la première cause d'arrêt.

C'est pour cela , on a proposé une solution qui consiste à augmenter la quantité de la charge de concasseur , en gardant le même convoyeur du grand broyeur et en ajoutant un autre mini-convoyeur qui mène au petit broyeur à partir de l'original ,afin de garantir la charge pour les deux broyeurs ,d'une façon plus optimisée .

Il y a aussi un problème des vibrations à cause de la fragilité des fondations (poutres IPN) ,aussi leurs réalisation est très complexe et les conséquences peuvent être désastreuses en cas de contre façon ,il faut faire appel à un artisan maçon professionnel et bien qualifié . Mais malheureusement la société a ignoré ces critères .En ajoutant aussi qu'il y a un bruit continu et insupportable à cause de ce mauvais positionnement ce qui entrave le processus de travail et menace la sécurité des ouvriers .

Dans ce cadre, on propose deux solutions différentes :

- Placer Le broyeur à boulets et construire un massif de ciment et de fer .
- Garder le broyeur à la même hauteur en remplissant tout l'espace avec le béton jusqu'en haut.



Figure 14 : Supports de broyeur

Le broyeur travaille avec un système de courroie , mais ce mécanisme possède une négative influence sur l'équilibre ,c'est pour cela ,nous avons décidé de remplacer ce système par un réducteur .

Avant de prendre une décision finale il faut déterminer les caractéristiques de réducteur utilisé.

Cette proposition nous mène vers une configuration initiale .

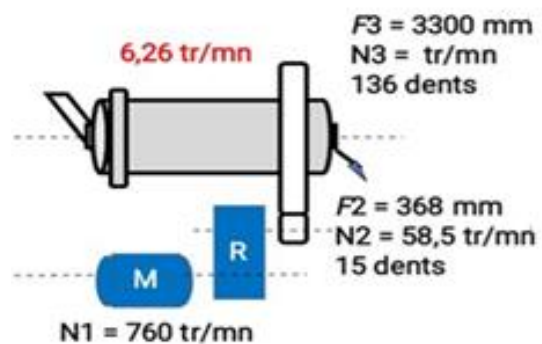


Figure 15 : Configuration initiale

Il faut en premier temps calculé la vitesse de broyeur N3 ,pour vérifier si cette vitesse est convenable pour l'opération de broyage ou non .

La vitesse de moteur est $N1=730\text{tr/min}$.

Le rapport de réduction entre le moteur et pignon d'attaque est :

$$N2=N1 /13=56,15\text{tr/min}$$

En utilisant la relation de rapport de réduction entre la couronne et le pignon d'attaque :

$$R=\frac{N3}{N2}=\frac{F2}{F3} \rightarrow N3=N2.\frac{F2}{F3} \quad (1)$$

Par application numérique on obtient : $N3=6,26\text{tr/min}$

Tant que la vitesse normale de broyeur c' est $23,7\text{tr/min}$

→ Par manque d'autre solution ,on retourne à la transmission par poulie courroies qui permet d'avoir la vitesse adéquate de $23,74\text{tr/min}$.

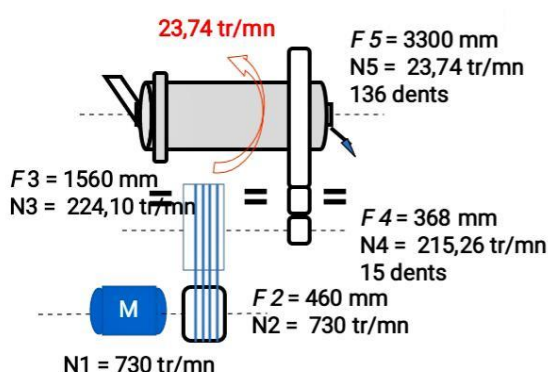


Figure 16 : Configuration finale

L'application et l'intégration continue des instructions des plans de maintenance est très nécessaire pour réaliser ce projet tel qu'on ne possède pas un cahier de charge ou des documentations ,la chose qui engendre une grande difficulté de comprendre leur mode opératoire ,aussi la matière utilisée .Alors il faut toujours faire des entretiens afin d'éviter le risque .

I.2.Description théorique de broyeur

I.2.1.Vitesse de broyeur

Pour qu'il ait le broyage, les boulets ne doivent pas coller à la paroi sous l'effet de la force centrifuge : $m \cdot \left(\frac{2\pi N}{60}\right)^2 \cdot \frac{Du}{2} < m \cdot g$. (2)

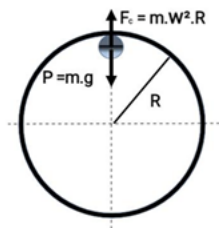


Figure 17 : Forces appliquées sur les boulets

La vitesse critique Ncr est la vitesse à laquelle : $m \cdot \left(\frac{2\pi Ncr}{60}\right)^2 \cdot \frac{Du}{2} = m \cdot g \rightarrow Ncr = \frac{42,3}{\sqrt{Du}}$. (3)

On obtient Ncr=29,69tr/min, sachant que la vitesse normale retenue égale à N=23,74tr/min.

I.2.2. Calcul de la charge de broyeur

- La fragmentation se fait par chocs, compression ou bien frottement.
- Le broyage se fait par trituration, parabole ... selon le mouvement des boulets.

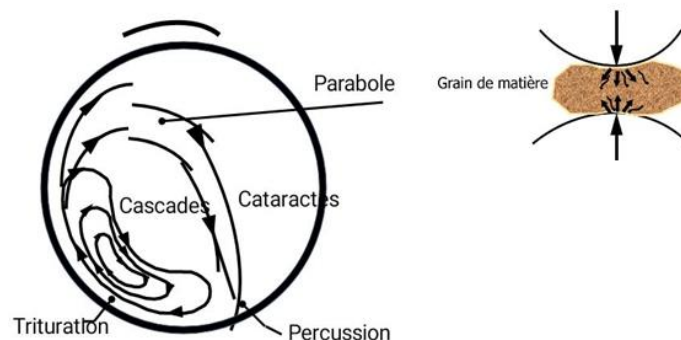


Figure 18 : Types de broyage

- Le Taux de remplissage t : C'est le volume occupée par la charge (Vch) / volume du compartiment (Vc). (4)
- t usuels : 28% à 32%.
- La charge doit être adaptée.
- Le diamètre des boulets de 70mm à 50mm (la densité apparente d est de 4,6/4,72 t/m³. on prend d=4,72t /m³).
- Calcul de la charge C = Vch × d × t. (5)
- Par application numérique : $C = \pi \times \frac{2,03^2}{4} \times 1,74 \times 4,72 \times 0,28 = 7 \text{ tonnes}$

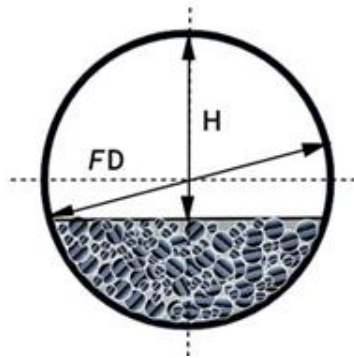


Figure 19 : Taux de remplissage

I.2.3.Vérification capacité (pompes ,hydrocyclone)

Pour vérifier la capacité de système avant de commencer l'installation de broyeur ,on va planifier le flow sheet qui figurent toutes les opérations mise en œuvre dans l'installation, avec les principaux appareils et les conditions opératoires permettant ces opérations. On distingue 2 plans différents , afin de trouver la structure convenable dans notre cas .

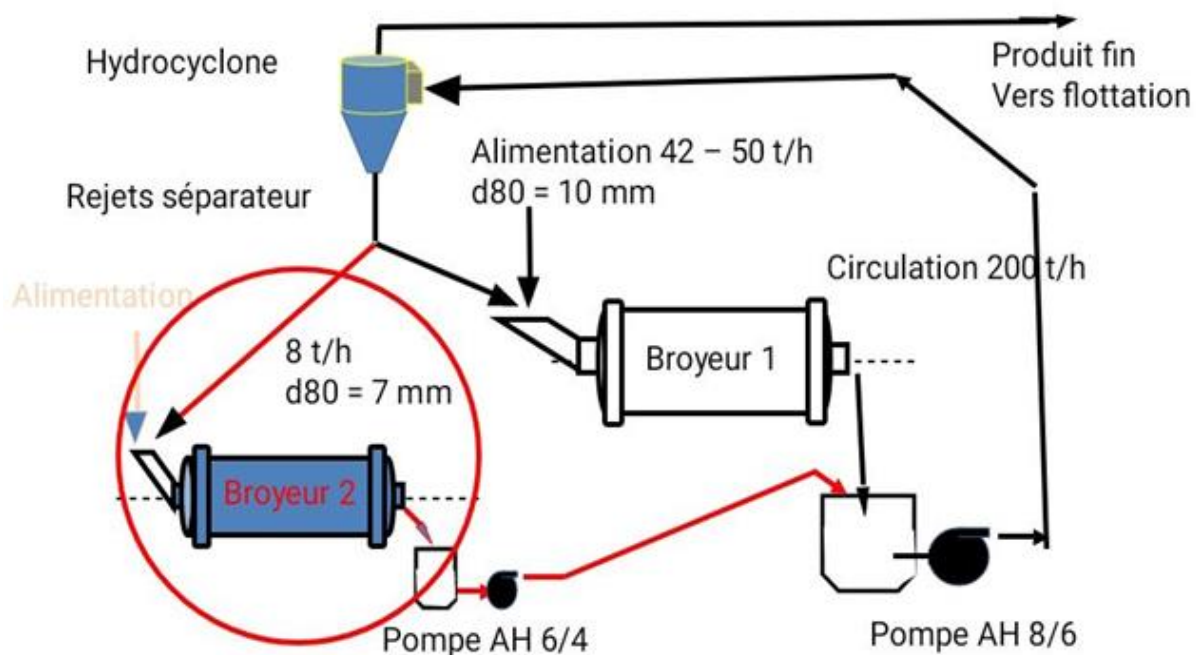


Figure 20 : Flow sheet atelier (plan 1)

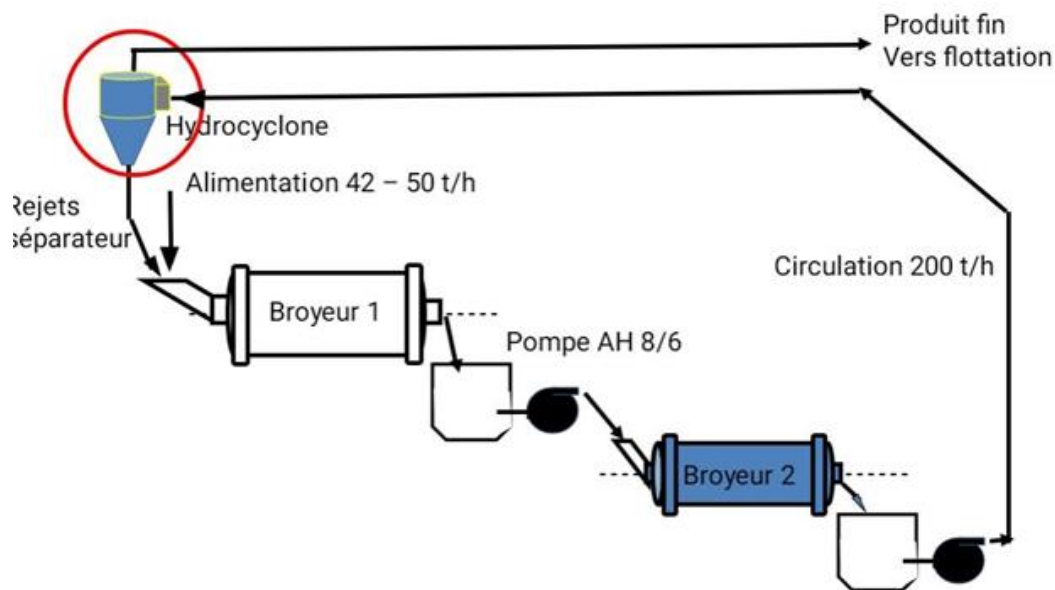


Figure 21 : Flow sheet atelier (plan 2)

I.2.4. La puissance de moteur

- La puissance de moteur de broyeur est 111KW
- Pour ne pas dépasser la puissance du moteur de broyeur, on ne mettra qu'une charge de 6 tonnes de boulets qui ne nécessitera que 95 KW, soit 86% de la capacité du moteur.
- En fonction du résultat des mesures de la puissance absorbée, on ajoutera le complément au fur et à mesure sans dépasser au total 7 tonnes.

I.2.5. Solution finale

Grâce aux différentes études et les calculs que nous avons menés durant cette période, nous avons adapté des solutions qui sont avérées les plus adaptées à l'entreprise et aux caractéristiques de broyeur aussi.

- Nous passerons un autre convoyeur à partir de premier après avoir augmenté la charge.
- Nous allons placer le broyeur au fond et construire un massif soigneusement pour éviter les vibrations et le bruit.
- Nous allons travailler avec un système des courroies, en attendant de trouver le réducteur requis.
- Nous assurons l'intégration et l'application de la maintenance préventive.

DESCRIPTION MAINTENANCE PREVENTIVE

Déroulement du processus			
Logigramme	Responsable	Enregistrement/document	Observations
	Opérateurs EGL Chefs des ateliers		Les visites journalières de la laverie sont effectuées par les opérateurs de l'entretien général de la laverie (EGL) et/ou les chefs de poste ou contremaître de la laverie ou les chefs d'ateliers.
	Responsable maintenance Chefs des ateliers	Programme hebdomadaire de la maintenance préventive mécanique FOR MAI 02 Suivi du graissage des moteurs électriques de la laverie FOR MAI 08 rapport de visite postes FOR MAI 13	Chaque début de semaine, un planning d'interventions préventives est établi sur la base des visites et des rapports de visites antécédents et des plans d'actions en cours Le rapport est différent d'un atelier à un autre
	Responsable maintenance Chefs des ateliers	Demande de Travaux	Une fois le planning établi, le responsable d'atelier procède à la formalisation des demandes de travaux prévus
	Responsable maintenance Responsable de la gestion des approvisionnements	Bon de réparation Demande d'achat (DAU/DAM) Bon de sortie Processus Gestion des approvisionnements PRS GAP	Le processus gestion des approvisionnements se charge de la mise à disposition du sous-traitant et des pièces de rechange PR
	Responsable maintenance Chefs des ateliers Equipe maintenance	Demande de Travaux	
	Chefs des ateliers	Demande de Travaux	Au cours des interventions prévues, une intervention non prévue pourra survenir et demander une correction, alors le circuit de la maintenance corrective est suivi et celui de la préventive est suspendu jusqu'à la clôture de l'intervention corrective

Déroulement du processus			
Logigramme	Responsable	Enregistrement/document	Observations
<pre> graph TD A[Intervention] --> B{Essais concluants?} B -- Non --> A B -- Oui --> C([Clôture DT]) C --> D[Analyse] D --> E[Plan d'action] </pre>	Equipe de maintenance, Chefs des ateliers	Fiche suiveuse matériel mécanique FOR MAI 03	L'intervention est notée dans la fiche suiveuse matériel pour garder l'historique des interventions
	Responsable laverie ou contremaître ou chef de poste Chefs des ateliers	Demande de Travaux Planning hebdomadaire de maintenance préventive FOR MAI 02 Procédure de traitement des non-conformités <u>et des actions</u> PRO MAA 02 - Fiche de non-conformité FOR MAA 04 - Fiche <u>d'action</u> FOR MAA 05	L'efficacité de l'intervention est vérifiée par le demandeur - En cas de satisfaction => il valide les travaux et vise la DT - Si non => l'équipe maintenance intervient encore mais si le problème persiste, une action corrective est engagée et un plan d'action est mis en œuvre
	Responsable Maintenance Chefs des ateliers	Demande de Travail Formulaire de suivi des DT FOR MAI 04 Planning de maintenance préventive annuel FOR MAI 01 Planning hebdomadaire de maintenance préventive FOR MAI 02	A la fin du mois les DT clôturées sont transmises à la comptabilité pour traitement (imputation...)
	Responsable Maintenance Chefs des ateliers	Fiche suiveuse matériel mécanique FOR MAI 03 Fiche suiveuse matériel électrique FOR MAI 09	Une analyse mensuelle est réalisée sur les fiches suiveuses qui peut aboutir à des actions et des plans d'action
	Responsable Maintenance Chefs des ateliers	- Procédure de traitement des non-conformités <u>et des actions</u> PRO MAA 02 - Fiche de non-conformité FOR MAA 04 - Fiche <u>d'action</u> FOR MAA 05	Des fiches de NC et d'action sont formalisées

Risques relatifs à la santé sécurité au travail					
Situation dangereuse	Risque	Personnes exposées	Actions	Information documentée	Mode de contrôle
Electrocution au niveau des postes électriques, câbles électriques non suspendus dans les galeries et les coffrets électriques	- Brulures - Lésions - Décès	Electricien L'ensemble du personnel du fond	<u>Pour les électriciens :</u> - Respecter la consignation et déconsignation électrique lors des interventions - Utiliser les EPI - Respecter les zones d'approche de la moyenne tension - Fermer et consigner les postes - Séparer les câbles électriques sur les conduites métalliques - Suspension des câbles électriques - Faire des boîtes de jonction correctement	- Consignes de sécurité générales sur l'électricité - Affichage de sensibilisation - Registre des transformateurs - Rapport journalier	- Audits - Revues

© Ce document ne doit être ni reproduit ni communiqué sans l'autorisation de CMT.

Figure 22 :Fiche maintenance préventive

II. Réalisation de projet

II.1. Construction de massif

Le plan d'installation commence par la construction d'un plan massif, pour garantir la stabilité de broyeur et réduire les vibrations et le bruit.

Le dessinateur de l'entreprise a posé un dessin et c'est notre référence pour la construction.

Avant de commencer la construction de massif la taille, le type et les caractéristiques de broyeur, le système des courroies ont été pris en considération.

La construction de massif prend environ de vingt jours et une semaine entière pour être prêt pour commencer le travail sur le montage mécanique.



Figure 23 : Construction massif et démarrage de montage mécanique

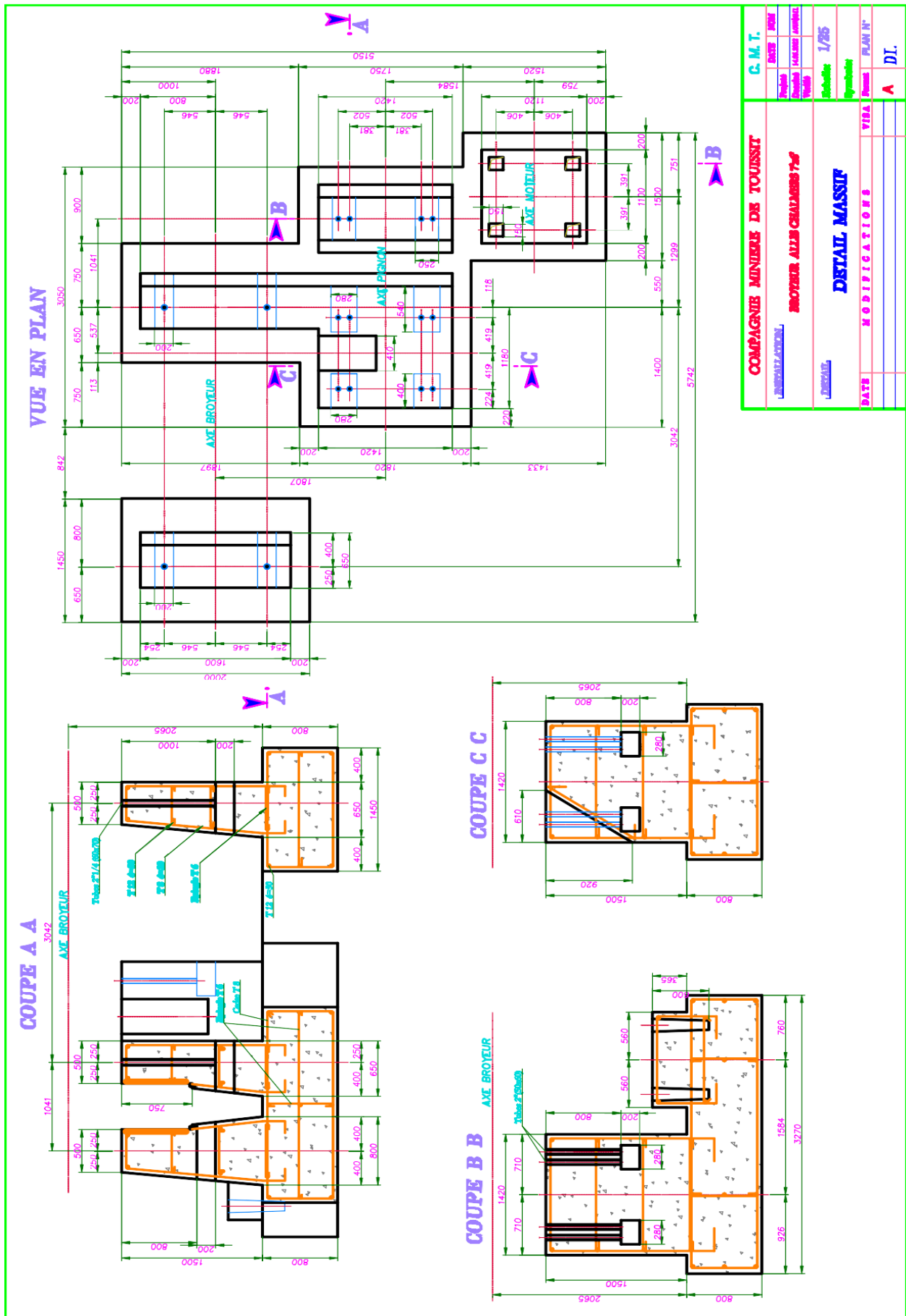


Figure 24 : Dessin de massif

II.2.Réalisation de montage mécanique et électrique

Le montage mécanique consiste à placer le broyeur sur le massif après avoir fait l'ensemble des opérations d'entretien .

Pour que l'équipe technique mette en œuvre cette conception sur le terrain, l'étape de nettoyage a été programmée , avant le lancement d'installation .

Pour éviter les vibrations en services , un soin doit être porté à :

- La réalisation de l'implantation
- La révision des composants mécanique
- L'alignement des composants lors de montage

Le moteur adopté dans ce projet est :moteur avec variateur de vitesse . Ce choix est dû à la nécessité de régler la vitesse d'une manière précise . Cette technique consiste à faire varier la vitesse proportionnellement à la tension.

Nous espérons atteindre un ensemble d'objectifs :

- Précision accrue de la régulation de vitesse .
- Prolongement de la durée de service et du matériel entraîné .



Figure 25: Installation mécanique

Le dessin ci-dessous représente l'enchaînement des éléments mécanique.

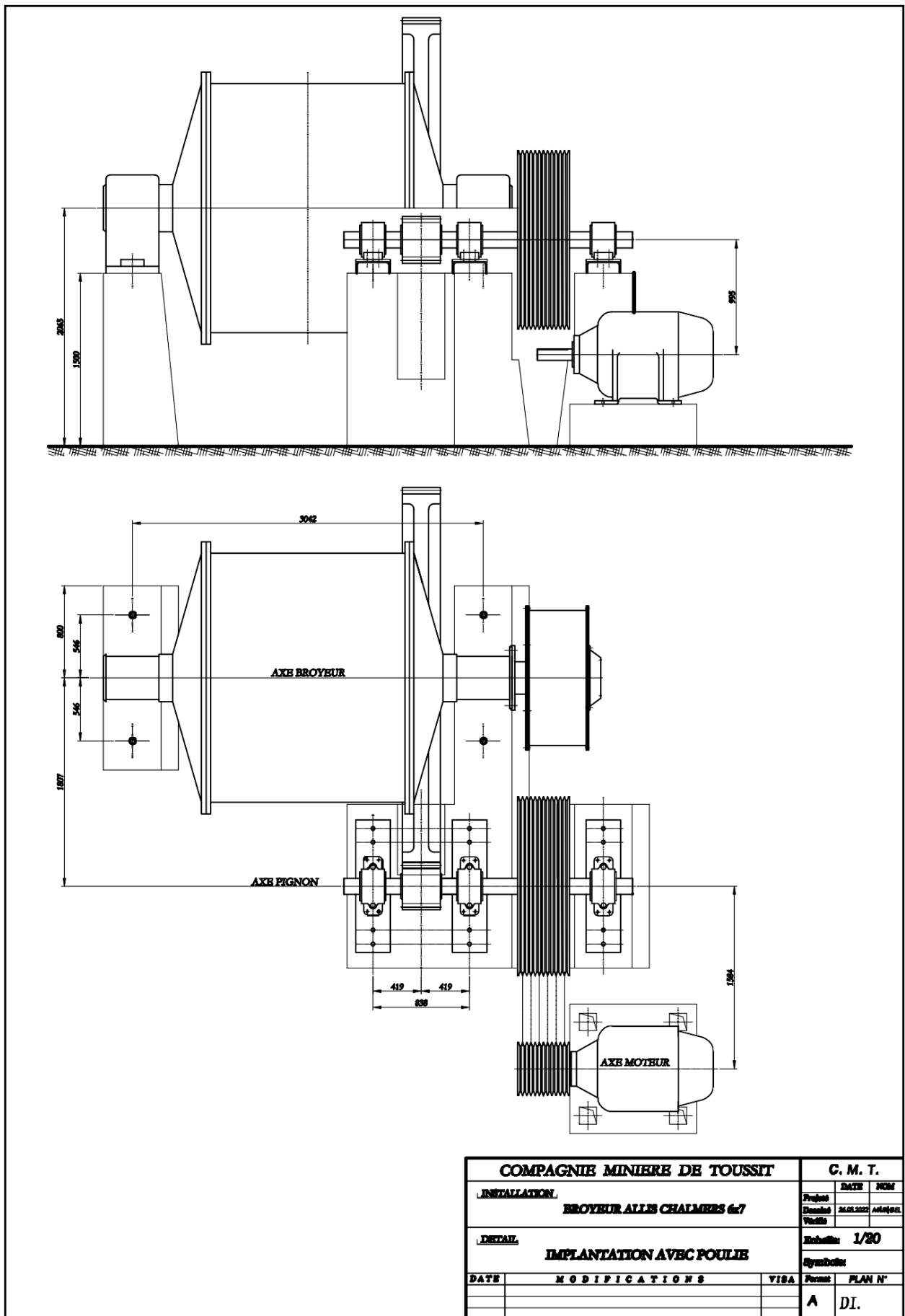


Figure 26 : Plan mécanique

II.3.Réalisation de blindage

Le broyeur ne nécessite pas un autre blindage ,il porte déjà un blindage métallique ,qui sera installé avec la configuration initiale (Poulie –courroie) ,afin d’optimiser les coûts .

NB :le montage des blindages releveurs est fonction du sens de rotation

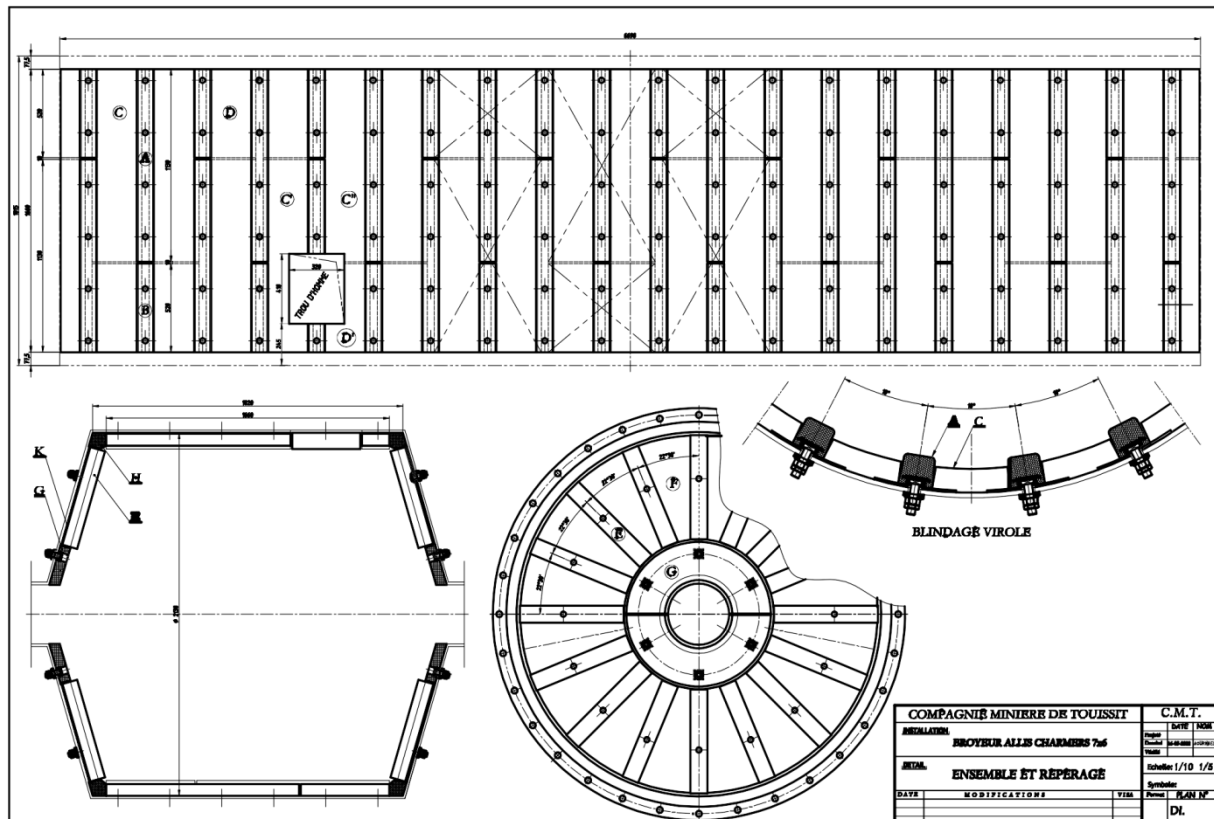


Figure 27 : Dessin de blindage métallique

II.4 . Suivi des travaux de réalisation

Ce processus nécessite un suivi continu et intensif des différentes étapes afin d’assurer que les résultats souhaités sont obtenus avec un peu ou pas de perte.

- Suivre et contrôler l’exécution du CG, les niveaux par la géométrie .
- Rénover toute la partie mécanique et assurer un bon graissage .
- Apporter un grand soin à l’alignement mécanique lors du montage .
- Régler l’engrènement et de la tension des courroies .
- Faire le branchement électrique avec un seuil de sécurité sur l’intensité absorbée par le moteur et sur sa température .

Conclusion

Après l'étude de ce chapitre , nous avons pu affronter la problématique donnée et travailler à trouver des solutions appropriées ainsi l'analyse des différents aspects de ce projet , soit d'un point de vue technique , pratique , ou bien de gestion.

Nous avons également travaillé sur la planification des étapes d' une manière plus précise pour accélérer le processus et obtenir le résultat souhaité dans les meilleurs délais. .

Conclusion générale :

Bref et en guise de bilan :

Le choix de la thématique était parfaitement excellent ,puisqu'elle combine entre plusieurs techniques méthodologiques .

Mon objectif pendant cette durée de stage n'était pas seulement de faire la mise à niveau de ce broyeur , mais aussi de bien traiter et résoudre la problématique d'une manière hiérarchique et logique .

Ce projet a été soigneusement élaboré , nous avons travaillé en premier temps sur l'étude de problématique et de traiter les raisons qui nous ont poussés à travailler sur ce sujet , en abordant plus tard les problèmes et les obstacles qui entravent notre travail. Avant de passer directement à la détermination des solutions appropriées à ce nouveau type de problème.

La partie technique a été consacrée pour l'organisation et la planification de mise à niveau et le suivi de travail .

La diversité de ce sujet nous a ouvert la porte pour discuter et traiter plusieurs axes ,afin d'atteindre l'objectif d'un côté ,et d'enrichir mon bagage aussi d'améliorer mon point de vue technique dans le domaine industriel ,pour s'ouvrir des horizons de recherche approfondie par la suite, afin de consolider mes acquis et explorer la voie du travail dans le même domaine .

Bibliographie

(1) :Cours technologies mécanique S5

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEWj-vJggu9f4AhUWVTABHf9SA6IQFnoECCcQAQ&url=https%3A%2F%2Felearning-deprecated.univannaba.dz%2Fmod%2Fresource%2Fview.php%3Fid%3D25048&usg=AOvVaw09sBKE_0F6n5wIRTV8x1RW

Consulté le 18/06/2022

(2) : https://www.larousse.fr/encyclopedie/animations/Force_centrifuge/1100252

<https://www.toutcalculer.com/mecanique/force-centrifuge.php>

Consulté le 18/06/2022

(3) :http://biblio.univantanarivo.mg/pdfs/razafindrakotovaojanirianar_esp_a_01.pdf

Consulté le 20 /06/2022

(4) : http://biblio.univ-antanarivo.mg/pdfs/razafindrakotovaojanirianar_esp_a_01.pdf

http://ressources.unit.eu/cours/RMDI/RMDI6/res/BROYEURS_A_CHUTE_PARAMETRES.pdf

<https://smart2000.pagesperso-orange.fr/charge%20de%20broyeur.htm>

consulté le 22/06/2022

(5) :http://biblio.univantanarivo.mg/pdfs/razafindrakotovaojanirianar_esp_a_01.pdf

<https://smart2000.pagesperso-orange.fr/charge%20de%20broyeur.htm>

Consulté le 22/06/2022