

Mémoire de projet de fin d'étude pour l'obtention de la

Licence Sciences et Techniques

Spécialité : Conception et Analyse Mécanique

Titre

Résolution des problèmes de l'atelier

Broyeur Cru

LafargeHolcim

Lieu

Meknès

Présenté par :

- Magrane Soufiane
- Fatima-zohra Abdelaoui

Encadré par :

- Fatimi Younes l'encadrant sur place
- JABRI ABDELOUAHHAB de l'encadrant de la faculté

Soutenu le 05/06/2018 devant le jury :

- Pr. Abbass SEDDOUKI
- Pr. Abdelouahhab JABRI

Dédicace

Nous dédions ce modeste travail, comme preuve de reconnaissance, de respect et gratitude à :

Nos chers parents

Qui nous ont comblés de leur soutien et de leurs encouragements ; aucune dédicace ne peut remplacer le respect et la reconnaissance qu'on éprouve envers eux. Que dieu leurs procure une longue vie, pleine de bonheur.

Au personnel de Lafarge Holcim Meknès,

Qui nous ont aidés à améliorer nos connaissances en nous orientant par leurs informations et conseils.

A tous celles et ceux

Qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci infiniment

Remerciement

Nous tenons à travers ce mémoire à exprimer nos sincères remerciements à toute l'équipe pédagogique de la FSTF et les intervenants professionnels responsables de la filière Conception et Analyse Mécanique pour nous avoir assuré une bonne formation.

Nous exprimons notre profonde gratitude ainsi que toute notre reconnaissance à notre encadrant de la FST, le professeur **ABDELOUAHHAB JABRI** qui nous a fait bénéficier de ses conseils appréciables, sa disponibilité, son aide et pour l'intérêt manifeste qu'il a porté à ce projet.

Nos remerciements s'adressent, également, à tout le personnel du bureau des méthodes et particulièrement à **YOUNESS FATIMI** pour sa disponibilité, son aide, ses explications ainsi que pour ses qualités humaines et morales que nous avons toujours appréciées.

Nous tenons à exprimer notre gratitude aux membres de jury qui se sont libérés de leurs obligations pour assister à la soutenance et juger notre travail.

Enfin, à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de ce travail, nous disons merci du fond du cœur.

Résumé

Nous avons effectué notre stage de fin d'études au sein de l'entreprise LafargeHolcim usine de Meknès. Lors de ce stage de deux mois, nous avons pu mettre en pratique nos connaissances théoriques acquises durant toute notre formation universitaire, de plus, nous sommes confrontés aux difficultés réelles du monde de travail et de management d'équipe.

Dans le cadre de notre projet de fin d'études au bureau de méthodes, nous avons réalisé une étude statistique sur les différentes pannes de l'atelier Broyeur Cru.

Le résultat de cette étude a montré que le broyeur est considéré comme la machine la plus critique vu que le broyage du cru est une étape essentielle dans la fabrication du ciment, alors que sa défaillance entraîne un arrêt de la production.

D'après la méthode Pareto nous avons extrait deux grands problèmes qui sont : grippage roulement du galet et rupture bande doseuse. Pour analyser le premier problème nous nous sommes basés sur la méthode des 5P et la méthode AMDEC; ces deux dernières nous montrent que le système d'étanchéité du galet est la cause racine du grippage roulement de ce dernier, c'est pour cela qu'on a proposé la chicane comme solution d'étanchéité.

Pour le deuxième problème nous avons suivi la même démarche et nous avons trouvé que le défaut de jeu entre la clavette et l'arbre à l'intérieur du tambour est la cause principale de la rupture de la bande doseuse, et nous nous sommes basés sur la méthode de Benchmarking pour avoir une nouvelle conception du tambour comme solution.

Table des matières

Introduction générale.....	9
Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise et processus de fabrication du ciment.....	11
I. Introduction :	12
II. Présentation de l'entreprise LafargeHolcim Meknès :	12
1) LAFARGEHOLCIM groupe :	12
2) LAFARGEHOLCIM Maroc :	12
3) Usine de Meknès :	13
4) Dates et chiffres clés :	13
5) Fiche technique de LafargeHolcim Meknès :	14
6) Organigramme de LAFARGEHOLCIM Meknès :	14
7) Présentation des services :	15
a) Service Carrière :	15
b) Service Fabrication :	15
c) Service Electrique et Régulation :	15
d) Service Commercial :	15
e) Service de Sécurité :	15
f) Service de Finance-Gestion :	15
g) Services des Ressources Humaines :	16
h) Service d'Achat :	16
i) Service du Contrôle de Qualité :	16
j) Service Bureau d'Etudes :	16
III. Processus de fabrication du ciment :	17
1) Préparation des matières premières :	17
a) Exploitation de la carrière :	17
b) Concassage :	18
c) Transporteur des matières premières :	18
d) Pré- homogénéisation :	18
e) Broyage cru :	19
f) Dépoussiérage :	19
2) Production du clinker :	19
a) Préchauffage :	19



a) Four rotatif :	20
b) Le refroidisseur :	21
3) Broyage du ciment et expédition :	21
a) Silos de clinker :	21
b) Broyage du ciment :	21
c) Logistique :	22
IV. Description du broyeur vertical LM 27.30 :	23
1) Broyeur LOSCHE LM 27.30 :	23
2) Galet de broyeur :	25
a) Description du galet :	25
b) Description de chambre de lubrification et graissage du galet :	26
c) Principe de fonctionnement de galet :	27
d) Dessin d'ensemble Galet :	28
V. Conclusion :	29
Chapitre 2 : Analyse des problèmes du galet broyeur « LOESCHE LM 27.30 »:	30
I. Introduction :	31
II. Diagramme de Pareto :	32
III. Grippage Roulement Galet :	34
1) Principe 5p :	34
2) Application de la Méthode 5P :	35
3) AMDEC :	36
4) Plan d'action :	38
5) Mode opératoire du système d'étanchéité :	38
6) Gamme de nettoyage de Filtre :	47
7) Gamme de contrôle de Roulement :	47
8) Contrôle d'alignement :	48
IV. Conclusion :	48
Chapitre 3 : Rupture Bande Doseuse	49
I. Introduction :	50
II. Doseuse mélange :	50
1) La bande :	50
2) Le tambour :	51

3) Les rouleaux :	51
4) Tableau AMDEC :	52
5) Etablissement du plan préventif :	53
III. Conclusion :	55
Conclusion générale :	56

LISTES DES FIGURES

Figure 1 : Implantation de LAFARGEHOLCIM au Maroc	12
Figure 2 : Carte général	13
Figure 3 : Fiche technique de LafargeHolcim	14
Figure 4 : Organigramme de LafargeHolcim Meknès	14
Figure 5 : carrière	17
Figure 6 : Concassage	18
Figure 7 : Pré-homogénéisation	18
Figure 8 : Broyeur Cru	19
Figure 9 : Poste de préchauffage	20
Figure 10 : Four rotatif	20
Figure 11 : refroidisseur	21
Figure 12 : Silo de clinker	21
Figure 13 : Machine d'ensachage	22
Figure 14 : Résumé du processus de fabrication du ciment	22
Figure 15 : Broyeur Vertical	24
Figure 16 : Galet	25
Figure 17 : Balancier du Galet	25
Figure 18 : Roulement NU et Conique	25
Figure 19 : Vérin	26
Figure 20 : Chambre de lubrification et graissage du galet	26
Figure 21 : Principe de fonctionnement de galet	27
Figure 22 : Position des meules par rapport à la piste	27
Figure 23 : Diagramme de Pareto	33
Figure 24 : 5 Pourquoi	34
Figure 25 : Méthode 5 Pourquoi (Grippage Roulement)	35
Figure 26 : Conception ancienne sans chicane	38
Figure 27 : fluide de matière broyée et d'air chaud	40
Figure 28 : Circuit de pénétration de la matière	40
Figure 29 : Résumé de Pénétration de la matière dans le galet	41
Figure 30 : Pièce repère 22	41
Figure 31 : Chicane	42
Figure 32 : Flasque/Couvercle	42
Figure 33 : Rondelle	42

Figure 34: Garniture	42
Figure 35: Ressort	43
Figure 36: Bague d'usure.....	43
Figure 37: Modélisation du système d'étanchéité	43
Figure 38: Pièces tournante	44
Figure 39: Pièces Fixes.....	44
Figure 40: Arbre du Galet	45
Figure 41 : Montage du système d'étanchéité dans l'atelier Mécanique	46
Figure 42 : Jeu de cales	47
Figure 43 : Contrôle de roulement.....	47
Figure 44 : Endoscopie.....	47
Figure 45: Vibromètre.....	48
Figure 46: doseur mélange	50
Figure 47 : Composant d'une bande	50
Figure 48 : textile	51
Figure 49 : Bande à carcasse textile	51
Figure 50:Tambour.....	51
Figure 51 : Ancienne Conception du Tambour	54
Figure 52 : Nouvelle Conception du Tambour.....	55

LISTES DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les Incidents durant l'année 2017	31
Tableau 2 : Grille de cotation	36
Tableau 3 : AMDEC DES EQUIPEMENTS DE BROUYEUR CRU	36
Tableau 4 : Plan d'action	38
Tableau 5 : Grille de cotation	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 6 : AMDEC du Doseuse mélange.....	52
Tableau 7 : Plan de maintenance préventive	53

Introduction générale

L'industrie cimentière s'est engagée au cours de ces dernières années dans d'importants investissements de telle sorte à augmenter et à diversifier la production afin de satisfaire le besoin croissant du marché. La volonté de croissance du groupe LAFARGEHOLCIM, s'inscrit dans le cadre d'une stratégie de développement durable ayant pour but de réduire l'impact de la forte concurrence et l'énorme demande des matières de construction.

L'usine de Meknès doit maîtriser son processus de fabrication du ciment, et savoir la démarche du travail de chaque atelier de production afin d'éviter les arrêts non programmés. Et puisque l'entreprise connaît plusieurs problèmes au niveau de l'atelier Broyeur Cru, ce qui cause des arrêts sur incidents et la discontinuité de la chaîne de production, on a abordé notre sujet de projet de fin d'étude sur « Résolution des problèmes de l'atelier Broyeur Cru ».

Pour atteindre les objectifs de notre sujet nous nous sommes basés sur des outils d'amélioration très efficaces qui sont :

- Pareto « visualiser un classement par importance décroissante des causes »
- 5pourquoi « la cinquième pourquoi est la cause racine »
- AMDEC « Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité »
- Benchmarking « se comparer pour s'améliorer »

Les 3 premiers outils permettent d'extraire les causes racines du problème et les optimiser afin de d'établir un plan d'action adéquat ; en ce qui concerne le dernier outil, il a pour objectif de mettre en place une solution qui a montré une efficacité dans d'autres ateliers à l'intérieur de cette cimenterie.

En effet, notre rapport est scindé en 3 chapitres. Après une description générale de l'entreprise, du processus de fabrication du ciment et une description bien détaillé sur le fonctionnement du broyeur cru dans le premier chapitre, le déroulement sera comme suit :

- Extraire les problèmes majeurs de l'atelier broyeur cru durant l'année 2017 par la méthode ABC (Pareto) ;
- Traiter les incidents les plus critiques ;
- Analyser le premier incident « grippage roulement du galet » en cherchant ses causes racines à l'aide de la méthode des 5pourquoi ;
- Etablir un plan d'action et l'analyser en donnant des gammes de contrôles pour chaque organe défaillant.



Ces étapes sont traitées en détail dans le deuxième chapitre de notre rapport, et pour le dernier chapitre on va traiter le deuxième incident qui est présenté comme « rupture de la bande doseuse » en se basant sur la méthode AMDEC. Puis proposer un plan d'action de maintenance préventive et proposer une solution concernant le tambour à l'aide de la méthode Benchmarking. Finalement, en conclusion on rappellera les principaux résultats obtenus dans cette étude.



Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise et processus de fabrication du ciment

I. Introduction :

Ce chapitre dresse une présentation générale de LafargeHolcim de Meknès où nous avons effectué notre stage de 2 mois, puis le processus de fabrication du ciment et enfin une description du broyeur cru.

II. Présentation de l'entreprise LafargeHolcim Meknès :

1) LAFARGEHOLCIM groupe :

LAFARGEHOLCIM est un leader mondial des matériaux de constructions, présent dans plus de 77 pays dans le monde et avec un chiffre d'affaire dépassant 17 Milliard d'Euro, LAFARGE possède plus de 67% du part de marché mondial. Le groupe inscrit sa croissance dans une stratégie de développement durable : son savoir-faire concilie l'efficacité industrielle, la création de valeur, la protection de l'environnement, le respect des hommes et des cultures et l'économie des ressources naturelles et de l'énergie. Les principaux produits sont le ciment, Granulats & Béton, et Plâtre.

2) LAFARGEHOLCIM Maroc :

Leader national de la fabrication des matériaux de construction, Lafarge Maroc est présent à travers ses quatre activités : le ciment, les granulats et béton, le plâtre et la chaux.

❖ Activité et implantation :

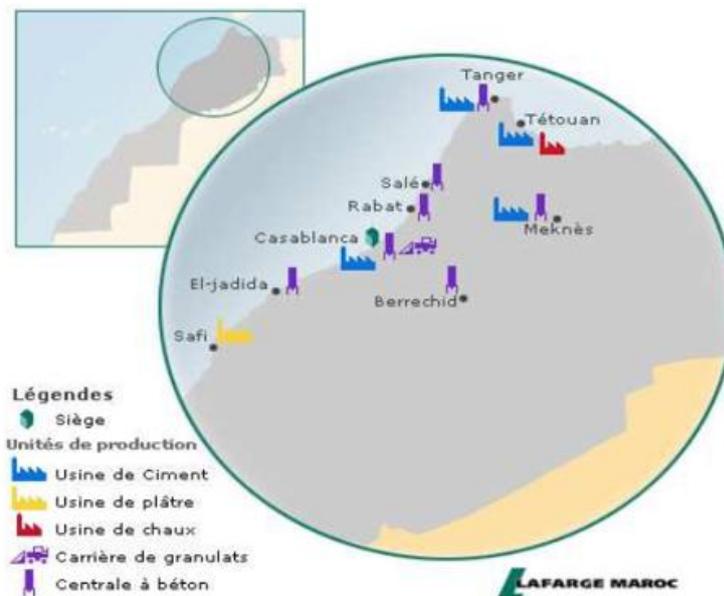


Figure 1 : Implantation de LAFARGEHOLCIM au Maroc

- Ciment : premier cimentier Marocain avec 4 usines à Bouskoura, Meknès, Tanger et Tétouan.
- Chaux : une usine à Tétouan.
- Béton Prêt à l'Emploi : 18 centrales à béton situées à Casablanca, Berrechid, El Jadida, Mohammedia, Rabat, Salé, Meknès, Tanger, Tanger-Med.
- Granulats : une carrière à Khyayta (Berrechid).
- Plâtre : une usine à Safi

3) Usine de Meknès :

Située au nord-est de la ville, LAFARGE-CIMENTS de Meknès qui avait comme nom : CADEM (Ciment artificiel de Meknès), assure la bonne continuité et le leadership du groupe LAFARGE MAROC, Grâce à son potentiel et à son dynamisme, en réalisant des ventes représentant environ 30% des ventes de Lafarge Maroc et 11.78 % du marché national.

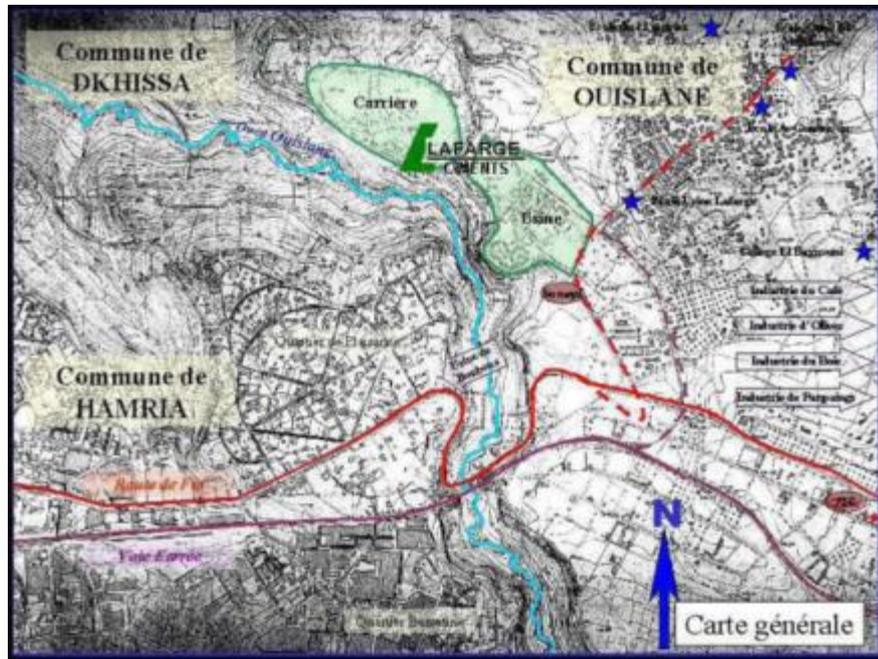


Figure 2 : Carte général

4) Dates et chiffres clés :

- 1953 : Démarrage du premier four, en voie humide, 400 t/j.
- 1971 : Extension des capacités avec l'installation d'un nouveau four de 650 t/j et augmentation de la capacité broyage ciment à 650.000 t.
- 1978 : Nouvelle extension du broyage ciment.
- 1985 : Conversion du four 1 en voie sèche avec installation d'un miniprécalcinateur.
- 1993 : Nouvelle extension avec démarrage d'une seconde ligne de cuisson d'une capacité de 1.200 t/j clinker.
- 1998 : Modification du précalcinateur du four 1.
- 2001 : Installation d'un nouveau broyeur ciment portant la capacité de l'usine à 1.750.000 t.
- 2002 : Certification ISO 14001.
- 2008 : Démarrage d'un nouveau refroidisseur four 1.
- 2014 : Fusion entre HOLCIM et LAFARGE.

5) Fiche technique de LafargeHolcim Meknès :

SIGLE	 LafargeHolcim
RAISON SOCIAL	LAFARGEHOLCIM - Meknès
NATURE JURIDIQUE	Société Anonyme (SA)
CAPITAL	702.138.750 DHS
Produits fabriqués	Ciment portland avec ajout CPJ45 en sac et en vrac Ciment portland avec ajouts CPJ35 en sac
ADRESSE POSTALE	Km 8 Route De Fes Bp:233, Meknes, Fès
TELEPHONE	+212 5355-22644

Figure 3 : Fiche technique de LafargeHolcim

6) Organigramme de LAFARGEHOLCIM Meknès :

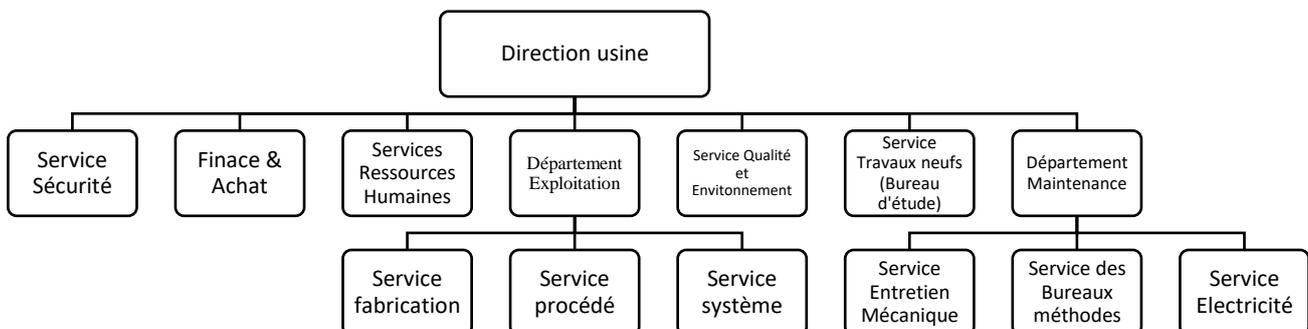


Figure 4 : Organigramme de LafargeHolcim Meknès

7) Présentation des services :

En partant de l'extraction des matières première jusqu'à l'obtention du ciment, ce processus de fabrication nécessite l'existence de plusieurs services s'occupant chacun d'une ou plusieurs tâches.

a) Service Carrière :

Il permet l'approvisionnement en matières premières : Calcaire, argile de la carrière.

Celle-ci sont extraites sur un site à 5 km de l'usine et sont concassées sur un concasseur appelé l'HAZMAG. Les matières sont ensuite acheminées par transporteur de 5 km appelé CURVODUC.

b) Service Fabrication :

Les ateliers composant la fabrication du ciment (concassage de la matière première, pré homogénéisation, broyage cru, cuisson, broyage cuit...) fonctionnent automatiquement, leur suivi se fait à partir d'une salle de contrôle. Le service fabrication est donc composé. Le service fabrication est donc composé de chefs de postes, d'opérateurs et de rondiers qui assurent la production 24h/24h.

c) Service Electrique et Régulation :

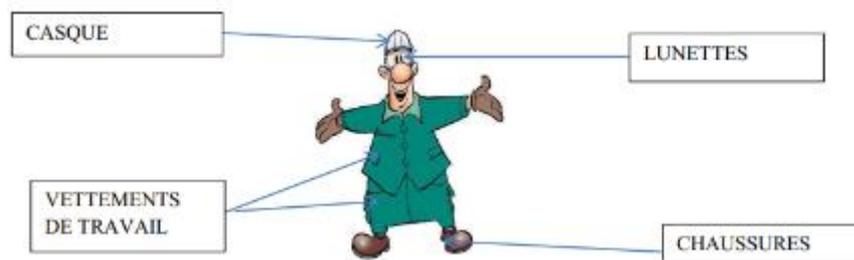
Il intervient à la demande du service fabrication. Il s'occupe de tout ce qui est moteurs électriques, transformateurs, automates, variateurs de vitesses, instrument, régulation permettant de contrôler et d'observer les différents paramètres rentrant en jeu dans la supervision tels que la température, les pressions, les débits...

d) Service Commercial :

Ce service est le plus mouvant car il permet de fixer les objectifs de vente de ciments à une clientèle bien identifiée. Leur travail se base sur la réception des bons de commande et des effets de commerce, la saisie des commandes et des bons de livraison.

e) Service de Sécurité :

Il est le moteur pour la réalisation et l'encadrement de l'effectifs de l'usine pour produire un ciment avec un objectif de zéro accident, il a pour mission l'animation de la sécurité, le soutien de la hiérarchie en matière de sécurité, l'animation d'un comité de sécurité usine, instauration des procédures de sécurité, le reporting sécurité et la gestion du réseau sécurité inter usines.



f) Service de Finance-Gestion :

Ce service a pour mission la gestion de la comptabilité générale et analytique dans le but d'assurer une conformité à la réglementation et la législation. Pour se faire le service assure la gestion des procédures comptables, fiscales et financières, la gestion des processus budgétaires,

la consolidation reporting, l'analyse des coûts ainsi que la gestion du patrimoine foncier avec le siège.

g) Services des Ressources Humaines :

Il se charge de la gestion des ressources humaines, et plus précisément la gestion administrative du personnel non cadre, l'application de la législation du travail, la gestion des relations avec les représentants du personnel, l'instauration d'un bon climat social, l'établissement des plans de formations et l'assurance d'une parfaite communication interne.

h) Service d'Achat :

Il a pour principale mission la gestion des stocks suivant la politique des achats du groupe et le respect des procédures également du marketing-achats, l'homologation des fournisseurs commandes et le suivi des livraisons.

i) Service du Contrôle de Qualité :

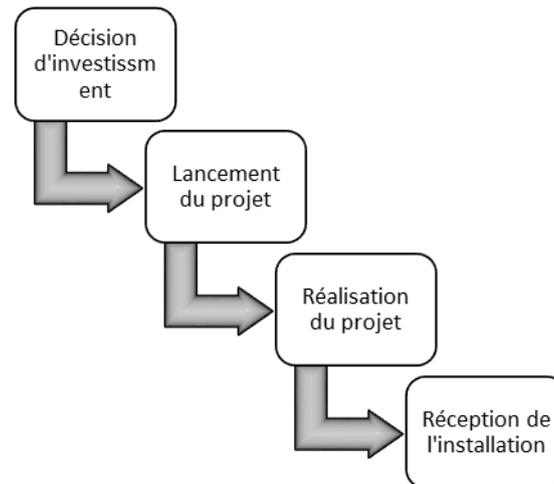
LAFARGEHOLCIM, Usine de Meknès est dotée d'un laboratoire équipé de tous les équipements nécessaires à la réalisation des contrôles depuis la réception des matières premières jusqu'aux expéditions du produit fini et ce conformément aux normes en vigueur et aux besoins de la clientèle. Le personnel de ce laboratoire ayant en charge le contrôle de la qualité est compétent et suit des formations continues en matière de contrôle de qualité et selon un planning de formation préétabli.

Ce laboratoire est divisé en plusieurs départements, agencés de telle sorte à assurer une bonne réception, identification, et conservation des échantillons que la réalisation de tous les essais.

j) Service Bureau d'Etudes :

Présentation du service d'accueil : Travaux Neufs

- Procédure : Création ou modification d'installation MKS (usine de Meknès).
- Objet : Conception et réalisation de nouvelles installations de maintien, progrès, qualité, environnement et sécurité.
- Domaine d'application : usine de Meknès.
- Pilote du processus : Ingénieur travaux neufs usine de Meknès.
- Éléments d'entrée : Fiches d'investissement, cahiers de charges fonctionnels, plan développement usine.
- Éléments de sortie : Installation mise à disposition.
- Inscription budget investissement année suivante, annulation ou autres solutions.



III. Processus de fabrication du ciment :

La fabrication du ciment est un procédé complexe qui exige un savoir-faire, une maîtrise des outils et des techniques de production, et des contrôles rigoureux et continus de la qualité.

1) Préparation des matières premières :

a) Exploitation de la carrière :

La carrière en cimenterie constitue la source en matières premières lesquelles subiront des transformations pour fabriquer le produit ciment.



Figure 5 : carrière

L'extraction des roches se fait par abatage à l'explosif qui consiste à fragmenter le massif exploité, en procédant par :

- Le forage qui est la préparation des trous de mines destinées à recevoir l'explosif.
- La mise en place de l'explosif dans les trous. On procède par chargement de plusieurs trous à la fois selon le plan de tir de façon à provoquer l'arrachement d'un plan de rocher.
- Le sautage, opération qui consiste à faire exploser simultanément toutes les charges explosives, de façon à obtenir l'arrachement de la pierre.

b) Concassage :

En vue d'optimiser et de faciliter le stockage et la manutention des matières premières, les blocs extraits au niveau de la carrière sont introduits au niveau du concasseur afin de réduire leurs dimensions.



Figure 6 : Concassage

c) Transporteur des matières premières :

Le transport et la manutention des matières premières sont assurés par des équipements de manutention et des engins mécaniques. Ceux-ci sont très importants lors des phases d'extraction et d'alimentation du concasseur et pour le transport des ajouts. Quant aux équipements de manutention (bandes, aéroglesseurs, élévateurs...), ils sont utilisés après l'opération de concassage pour transporter les différentes matières entre les installations de l'usine.

d) Pré- homogénéisation :

La pré-homogénéisation des matières premières est une opération qui consiste à assurer une composition chimique régulière du mélange des matières premières. Des échantillons du mélange des matières premières sont prélevés lors de la constitution des tas dans une station d'échantillonnage, ces échantillons sont analysés au niveau du laboratoire de l'usine. Les résultats de ces analyses permettent de définir les corrections nécessaires à apporter au mélange des matières premières, qui seront dénommées en cimenterie par le cru.



Figure 7 : Pré-homogénéisation

e) Broyage cru :

Le broyage du cru est une opération qui consiste à préparer un mélange homogène avec une bonne répartition granulométrique pour assurer les meilleures conditions de cuisson de la farine.

La farine obtenue, qui est une poudre fine, est stockée dans des silos après avoir subi une opération d'homogénéisation afin d'obtenir une composition chimique régulière prête à la cuisson.



Figure 8 : Broyeur Cru

f) Dépoussiérage :

Le transport de la farine cru par des aéroglisteurs risque de générer des poussières. Le système de dépoussiérage consiste alors à éliminer les émissions des poussières par l'utilisation des manches ou des électrofiltres (pour une meilleure protection de l'environnement).

2) Production du clinker :

a) Préchauffage :

Etape incontournable dans les installations de cuisson modernes (voie sèche, semi-sèche et semi-humide), le préchauffage permet essentiellement de préparer la farine du point de vue chimique et thermique. Cette préparation consiste à sécher, déshydrater et décarbonater partiellement la matière crue en réutilisant une partie de l'énergie calorifique évacuée par les gaz d'exhaure du four.



Figure 9 : Poste de préchauffage

a) Four rotatif :

Le four est un tube en acier, légèrement incliné par rapport à son axe (3 à 5%) briqueté intérieurement et pouvant atteindre 200 mètres de longueur et 6 à 7 mètres de diamètre. Dans le four, la matière préparée par l'échangeur amont subit deux transformations chimiques principales :

- La décarbonatation qui commence dans la tour échangeur et qui se complète au début du four.
- La clinkérisation- qui s'effectue à une température voisine de 1450°C quand la matière s'approche de la fin du four.



Figure 10 : Four rotatif

b) Le refroidisseur :

Le rôle des refroidisseurs consiste à garantir la trempe du clinker pour avoir une structure minéralogique et des dimensions de cristaux favorables. Les refroidisseurs permettent aussi de baisser la température du clinker pour faciliter la manutention et le stockage.



Figure 11 : refroidisseur

3) Broyage du ciment et expédition :

a) Silos de clinker :

Le clinker, issu du four, est stocké dans des silos qui d'une part, confèrent à l'atelier de broyage ciment (étape suivante) une autonomie de marche en cas d'arrêt intempestif du four et d'autre part, prémunit le clinker d'une dégradation physico-chimique que causerait un stockage prolongé à l'air libre.



Figure 12 : Silo de clinker

b) Broyage du ciment :

Le clinker et les ajouts, qui sont des matériaux grossiers par rapport à la granulométrie du ciment, sont introduits au niveau du broyeur, dans des proportions prédéfinies, pour subir des efforts mécaniques du broyage et produire ainsi le ciment qui est d'une finesse inférieure à 40 micros. L'atelier de broyage comprend le broyeur, le séparateur (qui sélectionne les particules selon leur grosseur), et le dépoussiéreur du broyeur.

c) Logistique :

Les expéditions comprennent le stockage du ciment, son conditionnement (ensachage) en cas de livraison par sacs et son chargement. C'est l'interface de l'usine avec le client.



Figure 13 : Machine d'ensachage

❖ La figure ci-dessous présente tous les étapes du processus de fabrication du ciment.

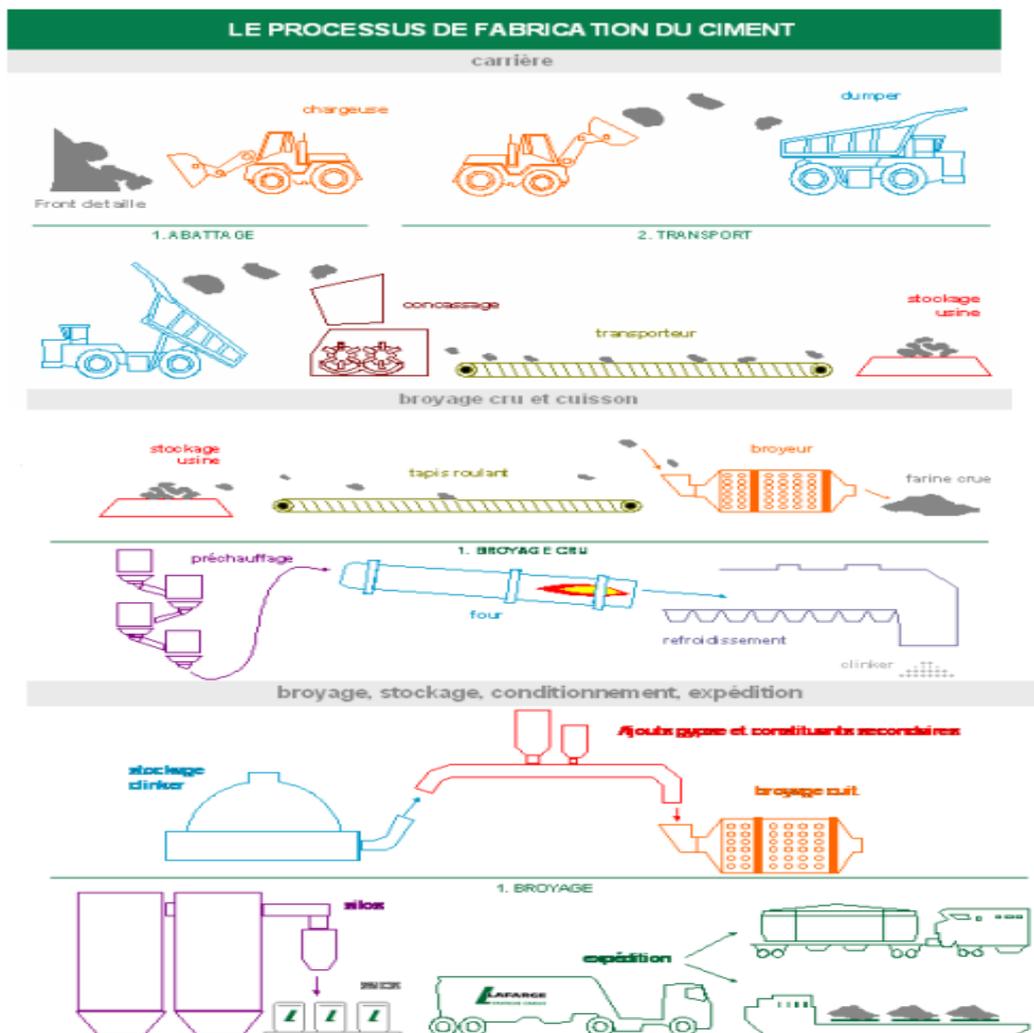


Figure 14 : Résumé du processus de fabrication du ciment

IV. Description du broyeur vertical LM 27.30 :

1) Broyeur LOSCHE LM 27.30 :

Les cimentiers d'expérience disent : « le cru fait l'usine »

Cette simple phrase explique l'importance donnée au Broyage Cru. En effet, quand le cru est irrégulier dans une usine, en général le reste de la production en pâtit nettement ; tant d'un point de vue performances technique que qualité.

Pour fabriquer le meilleur clinker ou ciment possible et dans les meilleures conditions de marche, il faut donc un cru adapté aux objectifs souhaités, et suffisamment régulier pour que la cuisson dans le four soit elle-même stable et régulière.

Fabriquer un bon cru demande la mise en œuvre des moyens et techniques avancés afin d'atteindre les objectifs prévus. Ainsi et pour maîtriser le procédé du Cru, LafargeHolcim MEKNES dispose de deux installations de broyage cru BC1 et BC2 (BC : broyage cru). Ces dernières permettent une production de 175 t/h pour la ligne BC1 et 150 t/h pour la ligne BC2.

Le fonctionnement du Broyeur Cru se déroule comme suit :

- ❖ Au début les matières premières sont introduites dans le broyeur au moyen du sas alvéolaire 1 et sont dirigés par la goulotte 2 sur le centre du plateau de broyage 3.
- ❖ Sur le plateau de broyage, la matière à broyer se déplace vers le bord du plateau sous l'effet de la force centrifuge et parvient dans la zone en rotation en dessous des meules de broyage 4. Le lit de matière est comprimé et écrasé dans les fentes entre le plateau de broyage tournant et les meules tendues par leurs ressorts hydropneumatiques. Les meules 4 entraînées chacune dans un mouvement de rotation par le lit de matière 5 passant en dessous d'elle effectuent chacune en plus des oscillations dans un plan vertical.
- ❖ Après, la force centrifuge produite par le plateau de broyage en rotation déplace la matière écrasée par les meules au-delà du bord extérieur du plateau. Le flux vertical de gaz chaud 9 introduit dans le compartiment de broyage à travers la couronne à aubes 8 entourant le plateau de broyage 3 saisit la matière écrasée, constituée d'un mélange de particules plus ou moins fines et comportant notamment des particules de taille encore trop importante, et le transporte dans le séparateur 10.
- ❖ Ensuite, le séparateur 10 éliminent les grosses particules à partir d'une taille déterminée par son réglage et les retourne en circulation interne 11 sur le plateau de broyage 3, pour un nouveau passage sous les meules. Le produit fini est entraîné par le flux gazeux 12 en dehors du broyeur.
- ❖ Les corps étrangers et des proportions faibles de grosses particules tombent comme rejet à travers la couronne à aubes 8 dans le canal circulaire 16. Les racleurs 17, solidaires du plateau de broyage en rotation transportent les corps étrangers dans la trémie de rejet 18.
- ❖ Les matières premières entrant dans la production du ciment sont extraites des carrières avec des teneurs en humidité variables. Dès que la matière à broyer écrasée par les meules déborde du plateau de broyage au-dessus de la couronne à aube 8, son contenu en humidité

s'évapore spontanément au contact intime avec le flux de gaz chaud. Ainsi la température du mélange de poussières et de gaz souhaitée à la sortie du broyeur, de l'ordre de 80 ° à 110 °C, est déjà atteinte dans le compartiment de broyage.

❖ Le broyeur est entraîné par un moteur électrique 13 par l'intermédiaire d'un accouplement flexible 14 et d'un réducteur de broyeur avec arbre de sortie vertical 15. Un palier de butée à segments dans la partie supérieure du réducteur reprend les forces de broyage. Avant l'enclenchement du moteur du broyeur, les meules de broyage 4 sont soulevées du plateau de broyage par action hydraulique. Ensuite, le broyeur peut être mis en marche avec un couple de démarrage faible, non seulement quand il est à vide, mais aussi à l'état rempli. Le contact métallique entre les meules et le plateau de broyage est évité par des arrêts mécaniques, indépendamment de ce que le broyeur soit vide ou rempli, la figure 12 présente un exemple d'un broyeur vertical.

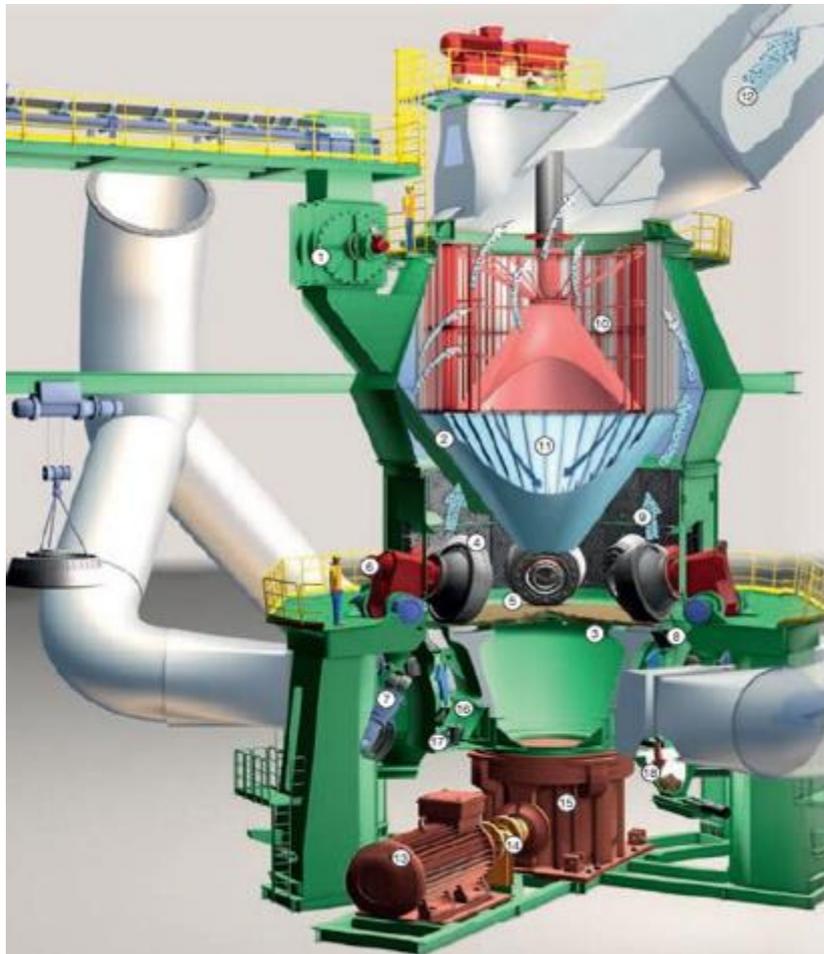


Figure 15 : Broyeur Vertical

Remarque :

Le broyeur vertical LOSCHE LM27.3 est une machine qui fonctionne de manière continue avec des conditions de marche sévères, ce qui cause des pannes influençant directement sur l'installation de broyage et plus généralement sur la production du ciment.

2) Galet de broyeur :

a) Description du galet :

Les galets du broyeur se constituent essentiellement d'un arbre fixe sur un balancier. Cet arbre est logé dans le moyeu du galet qui est assemblé à une semelle d'usure, l'ensemble moyeu et semelle constitue l'élément tournant du galet.



Figure 17 : Balancier du Galet



Figure 16 : Galet

Le guidage en rotation du moyeu sur l'arbre est assuré par deux roulements, un roulement à rouleaux cylindriques de type NU et un roulement à rouleaux coniques à deux rangé. Le galet dispose d'un système d'étanchéité sur l'arbre afin d'assurer la protection des roulements de la matière, et la protection des fuites de l'huile du galet.



Figure 18 : Roulement NU et Conique

Le balancier du galet est fixé sur un levier à bras oscillant par des cônes de fixation. Ce levier est suspendu par un système hydropneumatique qui assure la suspension. La montée et la descente du galet, selon l'épaisseur de la matière, le mouvement oscillatoire est assuré par un palier à roulement du levier avec le bâti. Chaque galet est menu d'un ressort hydropneumatique constitué de deux accumulateurs d'Azote qui permettent l'amortissement des vibrations générés par le système.



Figure 19 : Vérin

b) Description de chambre de lubrification et graissage du galet :

Cette chambre assure la lubrification et le graissage du galet, aussi elle permet le refroidissement, et le filtrage du lubrifiant. Elle est constituée de :

- Trois installations de pompage, refroidissement et filtrage du lubrifiant des trois galets du broyeur.
- Jauges montrant le niveau de l'huile, et autres montrant le niveau de graisse.



Figure 20 : Chambre de lubrification et graissage du galet

c) Principe de fonctionnement de galet :

Le broyeur vertical LM 27.3 est composé de trois galets, chacun d'eux assure la fonction de broyage et d'écrasement de la matière.

En effet, la matière à broyer est écrasée entre le plateau de broyage en rotation et les galets. Le broyage est obtenu essentiellement par les forces de compression, aussi, les forces de cisaillement beaucoup moins importantes aident au décollage de couche cristalline de la matière à broyer.

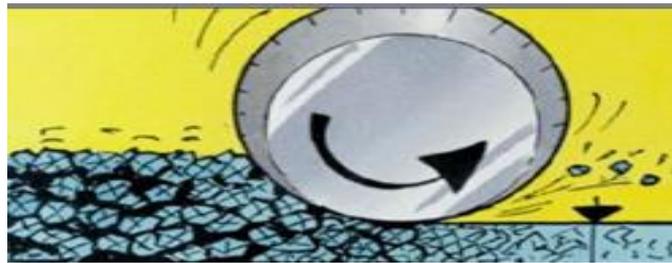


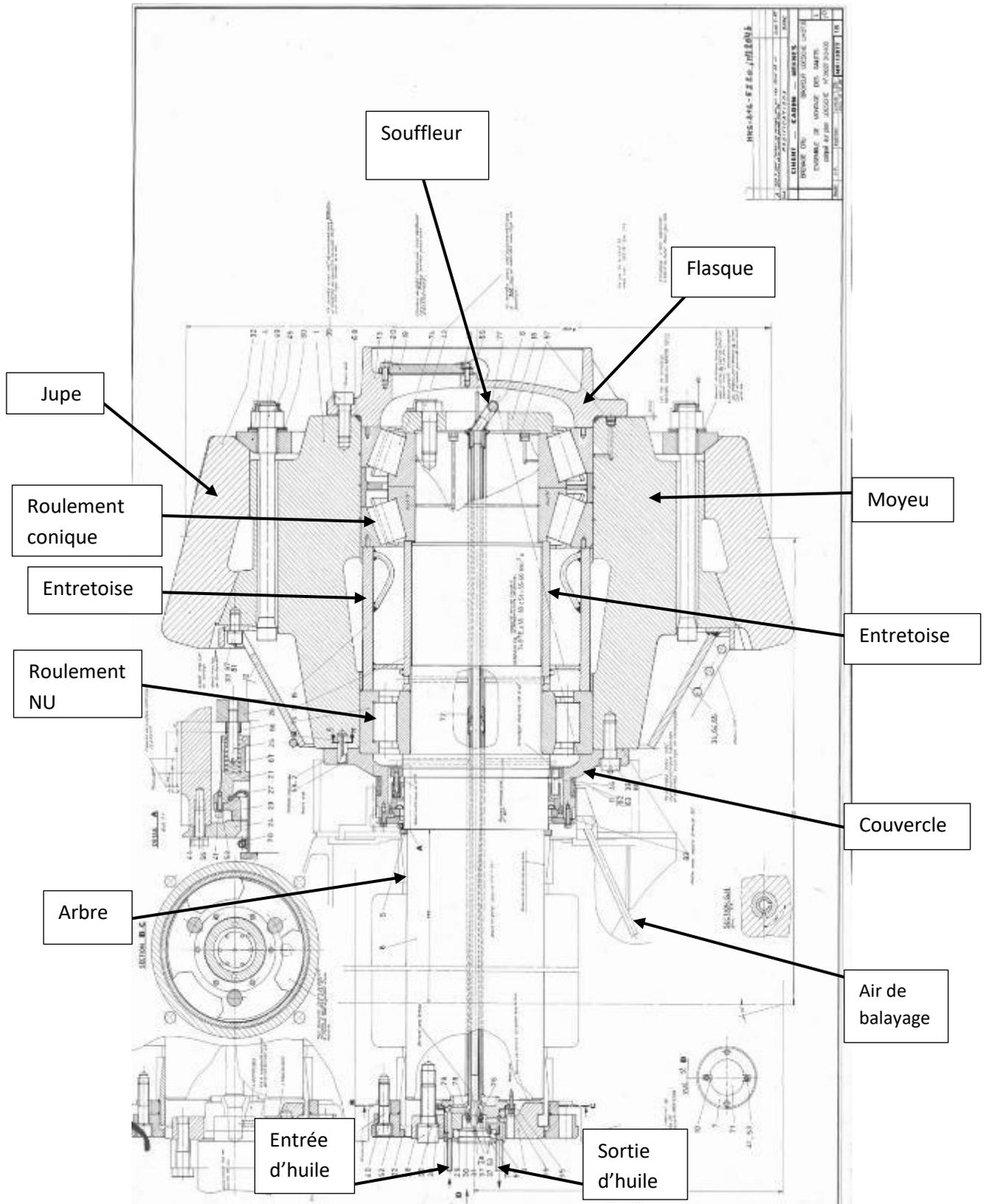
Figure 21 : Principe de fonctionnement de galet

Remarque : L'axe de rotation du galet est incliné par rapport au plateau horizontal d'un angle de 15 degrés.



Figure 22 : Position des meules par rapport à la piste

d) Dessin d'ensemble Galet :



V. Conclusion :

Après avoir présenté l'entreprise et son processus de fabrication du ciment, nous sommes consacrées une grande partie sur le Broyeur Cru afin de savoir son fonctionnement et ses problèmes qui causent un arrêt de production. Pour bien analyser les modes de défaillances du galet Broyeur Cru et proposer des solutions nous nous sommes basés sur des outils d'améliorations et de performances. Ces outils sont bien détaillés dans le chapitre suivant.



Chapitre 2 : Analyse des problèmes du galet broyeur « LOESCHER LM 27.30 »

I. Introduction :

Durant la période de notre stage, on a eu l'autorisation de faire des visites sur le terrain du broyeur cru, et traiter les problèmes de galet, afin de cerner les causes principales d'une part. D'autre part on va mettre en place un plan d'action qui est présenté sous forme des gammes de contrôles.

LafargeHolcim dispose d'un logiciel interne ADAP (Analyse des arrêts de production), qui permet l'accès aux informations des arrêts (programmés, conjoncturels et sur incidents), il mentionne l'heure du début et de la fin des arrêts, et les enregistre dans une base de données, à partir des données saisies. Il élabore ainsi des comptes rendus annuels ou mensuels sur les arrêts survenus pour avoir une vue statistique sur les incidents.

Pour savoir les problèmes les plus critiques durant l'année 2017, on a appliqué la méthode ABC (Pareto).

Tableau 1 : Les Incidents durant l'année 2017

<i>Désignation</i>	<i>Désignation Sous causes</i>	<i>Heures</i>	<i>f cumulée</i>	<i>%cumulée</i>
Arrêt broyeur	Arrêt broyeur suit grippage galet	48,75	48,75	29%
Doseuse CD	Rupture bande doseur	15,17	63,92	38%
Gratteur	Rupture rail chaîne gratteur	8	71,92	43%
Trémie Ferrite	Bouchage trémie	7,5	79,42	48%
Gratteur	Défaut électrique sur gratteur	7,05	86,47	52%
Arrêt broyeur	problème sur pompe graissage galet	7	93,47	56%
Arrêt broyeur	Arrêt suite contamination d'huile graissage galet	6	99,47	60%
Doseuse ferrite	Colmatage parois du doseur	5,83	105,3	63%
Extracteur CD	Bourrage jetée de l'extracteur	5,3	110,6	66%
Aéroglossière sortie élévateur	Bourrage aéro suite toile percée	5,16	115,76	69%
Transporteur à bande R2	Détachement contrepoids	5	120,76	72%
Aéroglossière sortie élévateur	Bouchage aéroglossière	5	125,76	75%
Elévateur BC1	Problème sur arbre GV du coupleur	5	130,76	78%
Transporteur R1	Déport bande	4,24	135	81%
Doseuse CD	Déport bande doseur	3,67	138,67	83%
Doseuse CD	Défaut communication doseur	3,5	142,17	85%
Gratteur	Coincement gratteur au niveau de la jetée	2,92	145,09	87%
Broyeur vertical BC1	Défaut FC galets	2,17	147,26	88%
Doseuse CD	Tarage du doseur	2	149,26	89%
Aéroglossière sortie élévateur	Travaux mécanique sur aéro	2	151,26	91%
Groupe de commande R2	Moteur grillé	1,83	153,09	92%
Elévateur BC1	Déport bande de l'élévateur	1,67	154,76	93%
Transporteur à bande R2	Bourrage jetée du transporteur	1,5	156,26	94%
Triple clapets BC1	Coincement triple clapet à la fermeture	1,42	157,68	94%

Elévateur BC1	Défaut sur CR élévateur	1,42	159,1	95%
Variateur de vitesse ventilateur de tirage BC1	Déclenchement variateur de vitesse	1	160,1	96%
Transporteur à bande R2	Cisaillement boulons de fixation tambour	0,83	160,93	96%
Broyeur vertical BC1	Problème de non maîtrise aéraulique	0,75	161,68	97%
Triple clapets BC1	Bouchage triple clapets	0,75	162,43	97%
Aérogliissière de reprise N°1 BC1	Bouchage aérogliissière	0,75	163,18	98%
Doseuse CD	Défaut sur CR doseur	0,67	163,85	98%
Filtre amont Four 1	Air de mécanisation	0,67	164,52	99%
Triple clapets BC1	Coincement clapet	0,5	165,02	99%
Extracteur CD	Problème sur régulateur	0,5	165,52	99%
Aérogliissière sortie élévateur	Fuite matière	0,5	166,02	99%
Gratteur	Travaux mécaniques sur gratteur	0,25	166,27	100%
Broyeur vertical BC1	Bourrage entrée broyeur	0,25	166,52	100%
Groupe de commande principale broyeur	Rupture doigts d'accouplement	0,25	166,77	100%
Doseuse CD	Coincement doseur par blocs de matière	0,17	166,94	100%

II. Diagramme de Pareto :

C'est un outil qui permet de visualiser un classement par importance décroissante de défauts, de causes, de critères ..., Il repose sur une constatation qui montre qu'en général 80% des effets sont dus à 20% des causes.

Son objectif : La loi dite "loi de Pareto" ou "loi des 80/20" signifie qu'en s'attaquant seulement à quelques problèmes ou à quelques causes soigneusement choisies, on aura le meilleur effet.

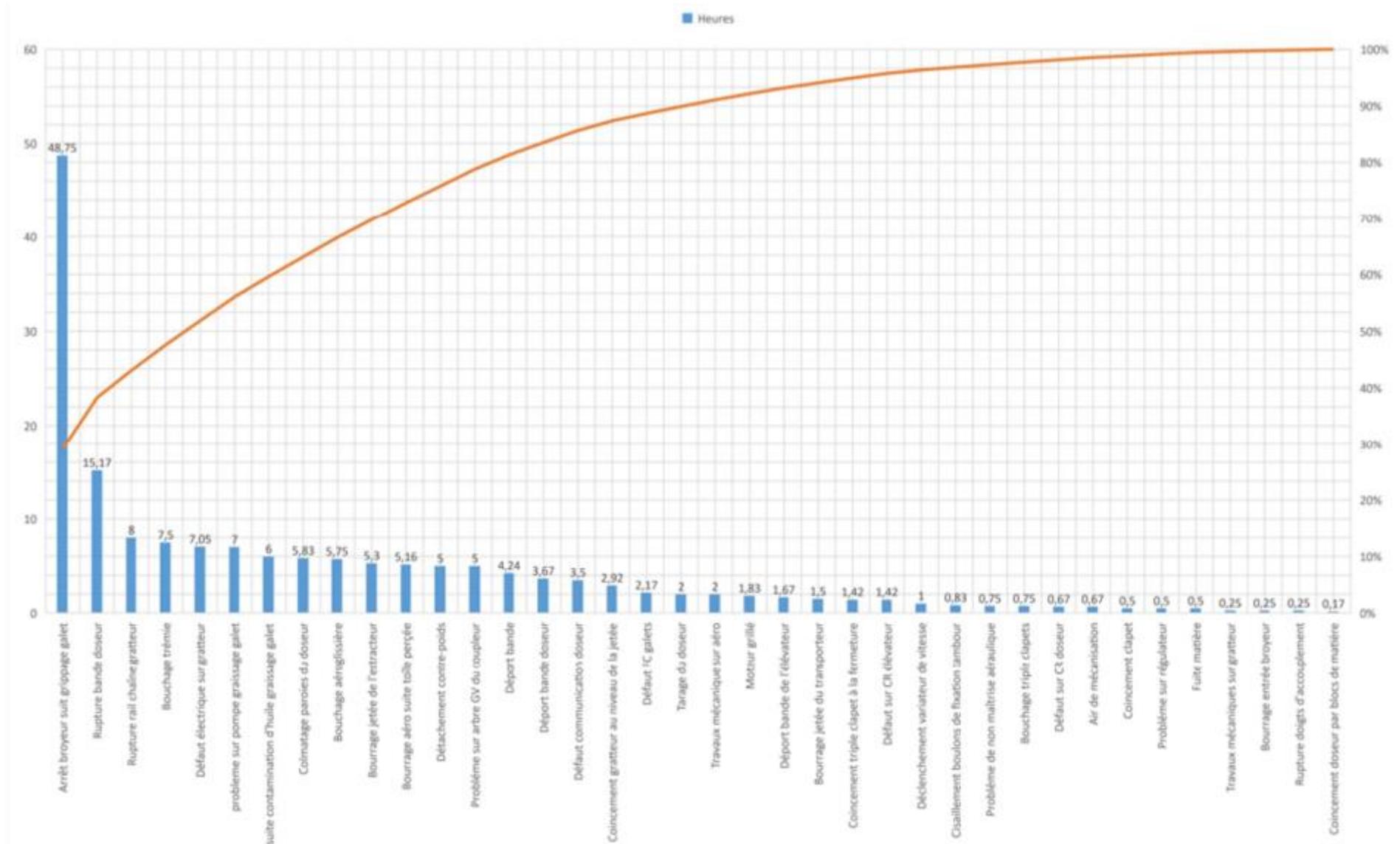


Figure 23 : Diagramme de Pareto

A partir du tableau des incidents et la courbe on peut tirer deux grands problèmes qui vont être soumis à l'analyse :

- Arrêt du broyeur suit au grippage roulement.
- Rupture bande doseur.

III. Grippage Roulement Galet :

Pour étudier et résoudre ce problème, il existe une méthode très efficace pour rechercher rapidement les causes racines. Un processus simple à mettre en œuvre. Il s'agit de la méthode des 5 pourquoi.

1) Principe 5p :

Les 5 « pourquoi » se pratiquent dans le cadre d'un groupe de travail. C'est un outil de questionnement systématique qui permet de remonter aux causes premières d'un dysfonctionnement ou d'une situation observée. Le nombre 5 est symbolique, ce peut être plus ou moins. L'important est de mener une investigation le plus en profondeur possible. Il faut cesser de se poser la question « pourquoi », dès lors que le groupe n'est plus en mesure d'agir sur la cause proposée.

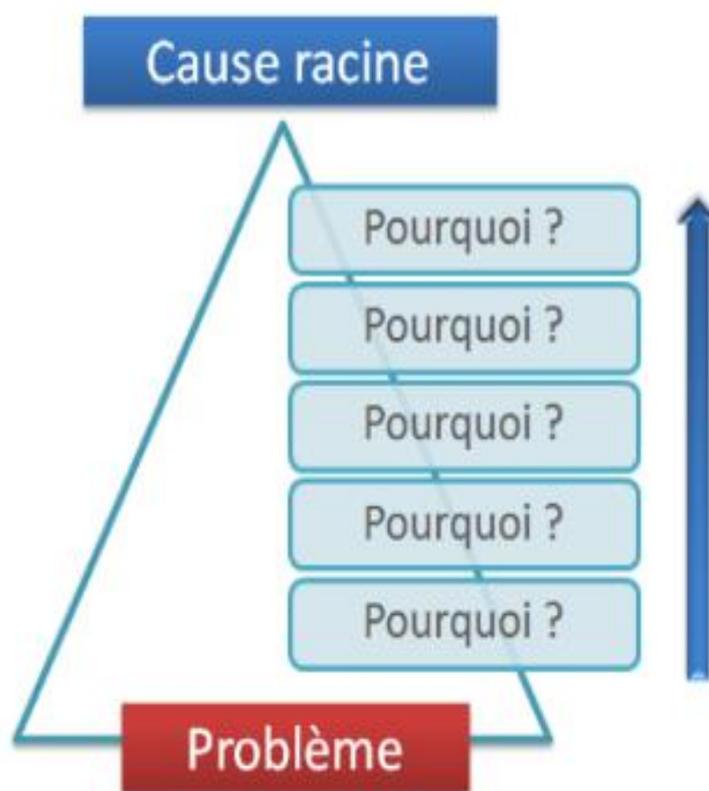


Figure 24 : 5 Pourquoi

2) Application de la Méthode 5P :

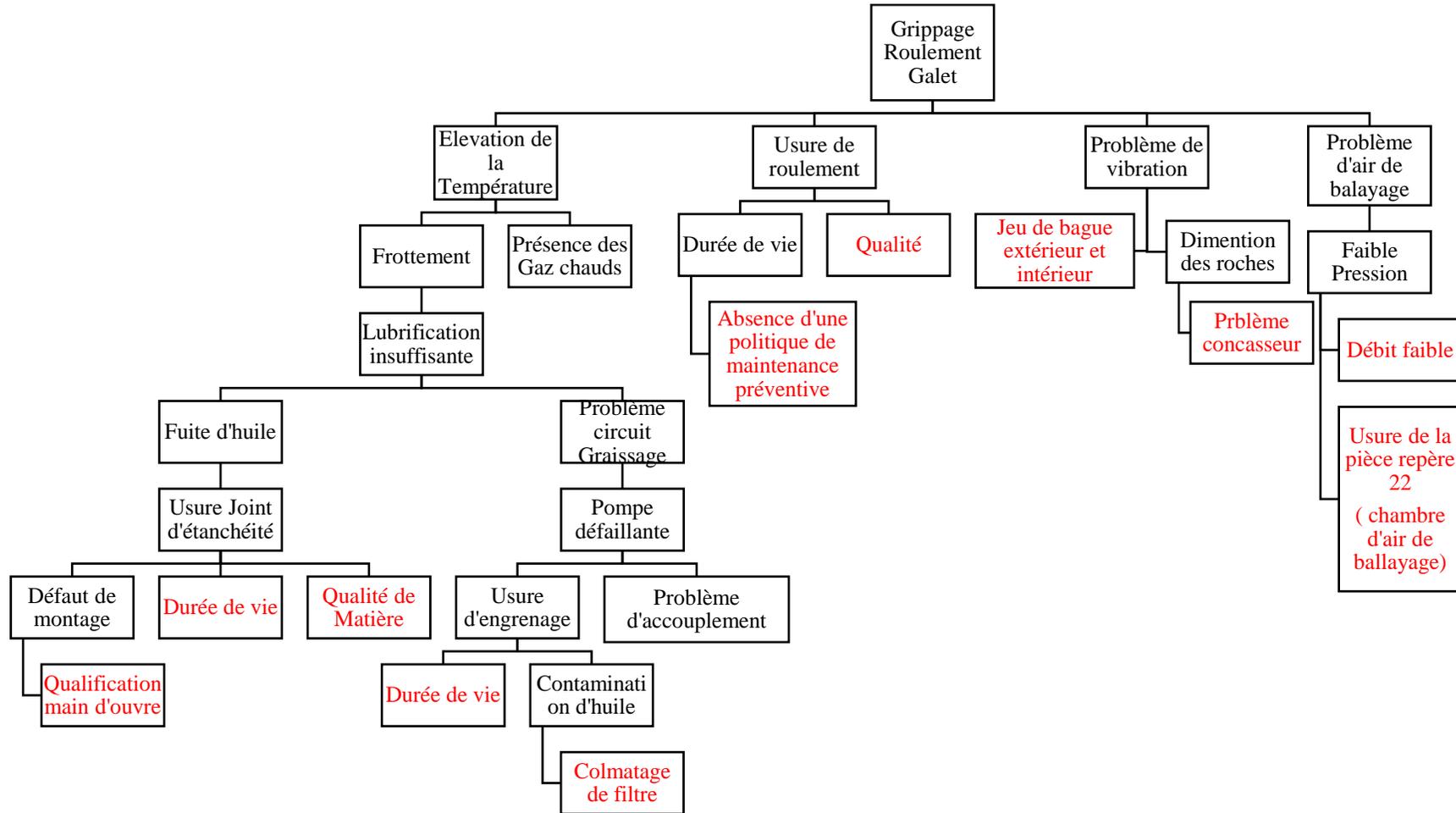


Figure 25: Méthode 5 Pourquoi (Grippage Roulement)

D'après cette analyse, on a pu relever les causes principales de grippage roulement du galet. Pour savoir l'élément principal qui cause ce problème on a décidé d'appliquer la méthode AMDEC.

3) AMDEC :

❖ Définition :

L'AMDEC est l'Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité, consiste à prévoir tout ce qui pourrait ne pas fonctionner dans le système, d'en déterminer les causes probables de défaillances et à prendre des actions À PRIORI.

❖ Grille de cotation :

L'indice de criticité est calculé pour chaque défaillance, à partir de la combinaison des trois critères précédents, par la multiplication de leurs notes respectives : $C = F \times G \times D$

Avec :

- La fréquence d'apparition de la défaillance (indice F) ;
- La gravité des conséquences que la défaillance génère (indice G)
- La non-détection de l'apparition de la défaillance, avant que cette dernière ne produise les conséquences non désirées (indice D).

Chacun de ces critères sera évalué avec une table de cotation établie sur 4 niveaux, pour le critère de gravité, pour le critère de fréquence et de non-détection. Le tableau ci-dessous présente le barème de cotation de la criticité utilisée.

Tableau 2 : Grille de cotation

NON-Détection D		Gravité G		Fréquence F	
Note	Critère	Note	Critère	Note	Critère
1	Visuelle	1	Déf. Mineure (arrêt de production < 1h)	1	Moins de 1 Déf. Par an
2	Visuelle après l'action	2	Déf. Significatif (1h < arrêt ≤ 8h)	2	Moins de 1 Déf. Par trimestre
3	Détection difficile	3	Déf. Moyenne (8h < arrêt ≤ 48h)	3	Moins de 1 Déf. Par mois
4	Indétectable	4	Déf. Majeure (2j < arrêt < 7j)	4	Plusieurs Déf. Par semaine
		5	Déf catastrophique (arrêt > 7j)		

Tableau 3 : AMDEC DES EQUIPEMENTS DE BROYEUR CRU

Equipement	Composant	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet sur système	Criticité			
						F	G	D	C
Galet	Roulement	Mouvement du galet	Grippage	-Problème de vibrations -Elévation de Température -Problème d'air de balayage	Arrêt du broyeur	2	3	2	12
	Jupe	Protéger le corps du galet	Fissure	Matière abrasive	Diminution du débit de la matière broyée	1	3	3	9
	Joint	Assurer l'étanchéité	Déchire	-Défaut de montage -durée de vie -qualité de la matière	Fuite d'huile Contamination d'huile	2	3	3	18
Centrale hydraulique	Moteur	Alimentation de la pompe	Moteur défaillant	Problème d'alimentation	Arrêt du moteur	1	3	2	6
	Pompe	Aspirer et refouler l'huile	Pompe défaillante	-Problème d'accouplement -Usure des engrenages	Grippage d'engrenage	2	2	2	8
	Filtre	Filtrage d'huile contre les impuretés	Bouchage des mailles	Contamination d'huile	Arrêt du broyeur	1	2	2	4
	Accouplement	Assurer la transmission du mouvement entre le réducteur et le moteur	Fissure	Alignement	Mauvaise liaison	1	2	2	4
Balancier	Pièce repère 22 (chambre d'air de balayage)	Assurer l'étanchéité	Usure	-Problème d'air de balayage -faible pression	Blocage du galet	2	3	3	18

4) Plan d'action :

Taches	Actions préventive	Les taches à traiter
Qualification main d'œuvre	-Mode opératoire du système d'étanchéité -Formation	-Mode opératoire du système d'étanchéité
Qualité de Joint d'étanchéité	-Achat des joints de grands épaisseurs	
Durée de vie de joint	-Instaurer une gamme de suivie -Changement périodique réglementaire	
Colmatage de filtre	Gamme de nettoyage de filtre	-Gamme de nettoyage de filtre
Jeu de Bague extérieure et intérieur	Gamme de contrôle de roulements	-Gamme de contrôle de roulements
Usure Rotex-Flector	-Contrôle de la température du Flector. -Contrôle d'alignement	-Contrôle d'alignement

5) Mode opératoire du système d'étanchéité :

❖ Fonctionnement du système d'étanchéité :

L'étanchéité du galet est assurée par un système d'étanchéité qui est essentiellement composé d'un joint en caoutchouc et un joint glace.

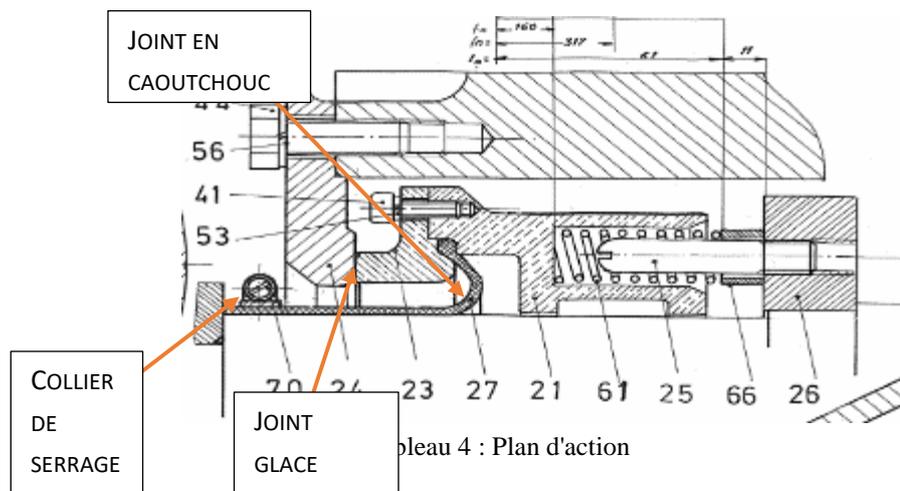


Figure 26 : Conception ancienne sans chicane

Le système d'étanchéité joue un rôle primordial au niveau du galet, la marche ou la défaillance dépende généralement de ce système.

En effet, pour assurer la fonction du broyage, les galets doivent écraser la matière et donner une certaine finesse au produit, qui va constituer ensuite le milieu de fonctionnement, ce qui rend les galets plus sollicités à l'abrasion, donc ils doivent avoir un système d'étanchéité pertinent pour protéger les roulements de l'usure, et empêcher les fuites d'huile.

❖ Etude de la défaillance du système d'étanchéité :

Le système d'étanchéité a pour rôle d'assurer la protection des roulements et empêcher les fuites d'huile pour garantir la lubrification des roulements, cela se fait essentiellement par le joint qui constitue le composant principale qui assure cette fonction.

D'après les rapports des pannes des galets du broyeur, les anomalies citées de la mauvaise étanchéité, s'illustrent généralement par la déchirure du joint, cette déchirure signifie que les roulements ne sont pas protégés, et que ces derniers sont face à la fuite d'huile s'explique la perte lubrifiant.

En revanche, la méthode de 5P montrent l'apparition de la matière au niveau de l'huile de lubrification et au niveau de système d'étanchéité ce qui génère le grippage des roulements. Donc la pénétration de la matière, constitue la cause principale de dégradation du système d'étanchéité et le joint en particulier.

Dans le but de déterminer la source de la pénétration de matière, on a fait une évaluation du système d'étanchéité existant, pour détecter les causes probables de la pénétration de la matière.

❖ Scénario de pénétration de la matière :

La matière à broyer entre depuis une goulotte qui mène la matière jusqu'au centre de la piste. Cette dernière tourne, ce qui engendre la distribution de la matière et son broyage par les galets. La farine à broyer contient un taux d'humidité qui est diminué par l'air chaud qui entre à travers la couronne à aubes entourant le périmètre de la piste.

Lorsque l'air chaud est introduit au sein du broyeur, il amène de la matière dans son chemin. Le flux composé de matière et air chaud est en contact direct avec les galets du broyeur, dans ce cas des pièces d'usure sont utilisées au tour du galet pour le protéger. Mais, dans certains cas, la matière arrive à s'infiltrer par un jeu qui existe entre la partie mobile et celle fixe du galet.

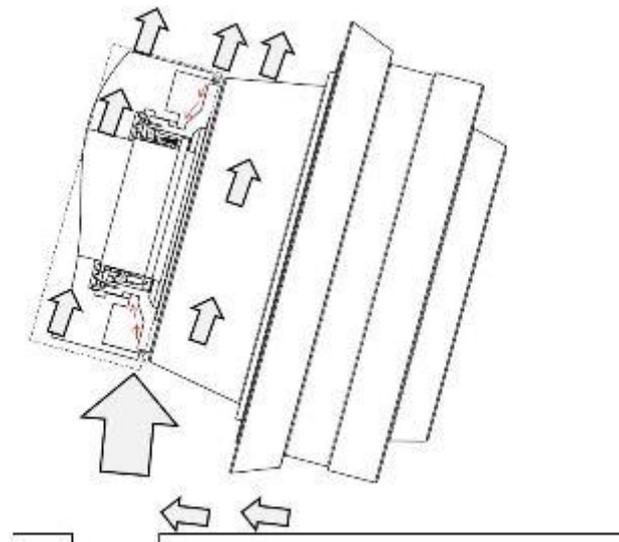


Figure 27: fluide de matière broyée et d'air chaud.

Quand la matière pénètre dans cette zone, elle pénètre par un autre jeu entre le corps et le couvercle, avant d'arriver directement sur le système d'étanchéité du galet. Le constructeur a introduit un autre flux dans l'autre sens, qui est l'air de barrage, pour empêcher l'entrée de la matière vers le système d'étanchéité.

Cependant, la matière arrive à entrer vers le système d'étanchéité par son accumulation et par l'augmentation de l'épaisseur des jeux par l'usure. Au début, elle entre par le niveau de l'extrémité du labyrinthe de la chicane, sachant que ce dernier est graissé, la graisse dans ce cas représente le moyen de transport de la matière jusqu'à son dépôt sur le joint. Une répétition de ce phénomène cause l'usure du joint, et engendre la fuite d'huile et l'endommagement des roulements par les composants à aspect abrasif dans la matière.



Figure 28: Circuit de pénétration de la matière

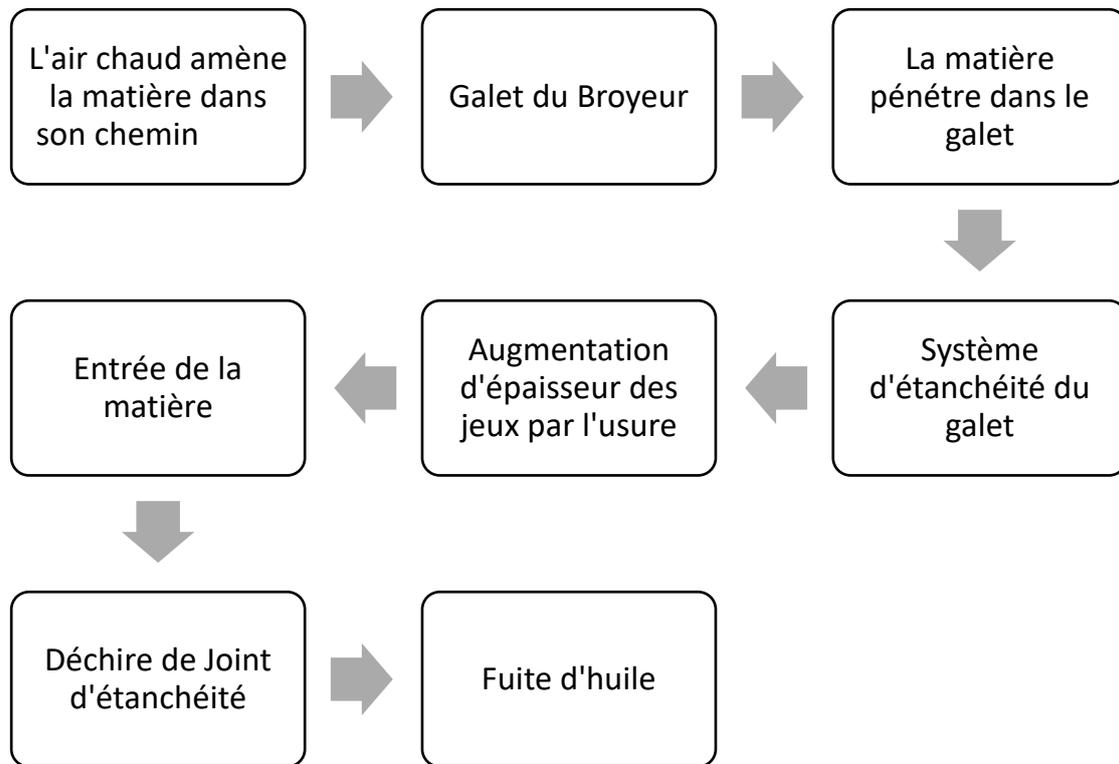


Figure 29 : Résumé du Pénétration de la matière dans le galet

On a assisté à un démontage du galet dans jeudi 21 avril 2018 car le galet s'est bloqué, ce problème est venu à la suite d'usure de pièce repère 22 (chambre d'air de balayage) et en rappelant que cette pièce se trouve dans le balancier, cela implique l'entrée de la matière.



Figure 30: Pièce repère 22

❖ Les composants du système d'étanchéité :



Figure 31: Chicane



Figure 32: Flasque/Couvercle



Figure 33: Rondelle



Figure 34: Logement des ressorts



Figure 35: Ressort



Figure 36: Bague d'usure

❖ Système d'étanchéité :

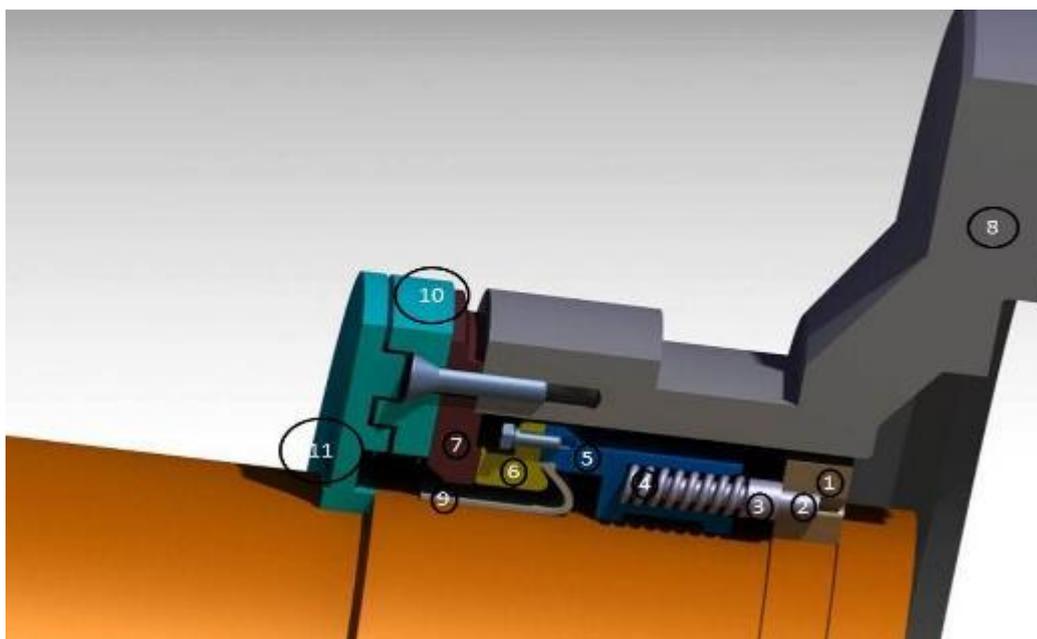


Figure 37: Modélisation du système d'étanchéité

La garniture mécanique a pour rôle de protéger les roulements du galet contre la pénétration de la matière et d'empêcher la fuite d'huile du galet. Elle est composée de :

- Une bague (1) sur laquelle sont montés des jeux de tiges (2), ces tiges sont utilisées pour centrer les ressorts (4) et les cales de réglage (3) de ces derniers. Les six ressorts permettent de garder le contact entre les deux pièces (6) et (7) de la garniture afin d'empêcher la pénétration de la poussière à l'intérieur de la chambre de cette dernière.
- Une pièce (5) qui présente un logement des ressorts.
- Une bague d'usure fixe (6) liée à la pièce (5) par des vis de type CHC (M6).
- Une rondelle de fixation (7) liée au couvercle (8) qui est encastré sur le galet par des vis de type CHC (M12).
- Un Joint (9) en caoutchouc serrée sur l'arbre du galet par l'intermédiaire d'un collier à vis.

De plus, pour garantir une double protection contre la pénétration de matière, LAFAGREHOLCIM Meknès a abouti à une amélioration de système d'étanchéité, cette amélioration est faite au sein de l'atelier de fabrication mécanique de l'usine.

Cette solution est basée sur l'étanchéité par chicane, elle est composée comme suit :

- Une pièce tournante (10) composée d'une rainure circulaire et un épaulement, et montée sur le couvercle par des vis à tête fraisée à six pans creux.
- Une pièce fixe (11) composée d'une rainure circulaire et un épaulement, et montée avec serrage à chaud sur l'arbre.



Figure 39: Pièces tournante



Figure 38: Pièces Fixes

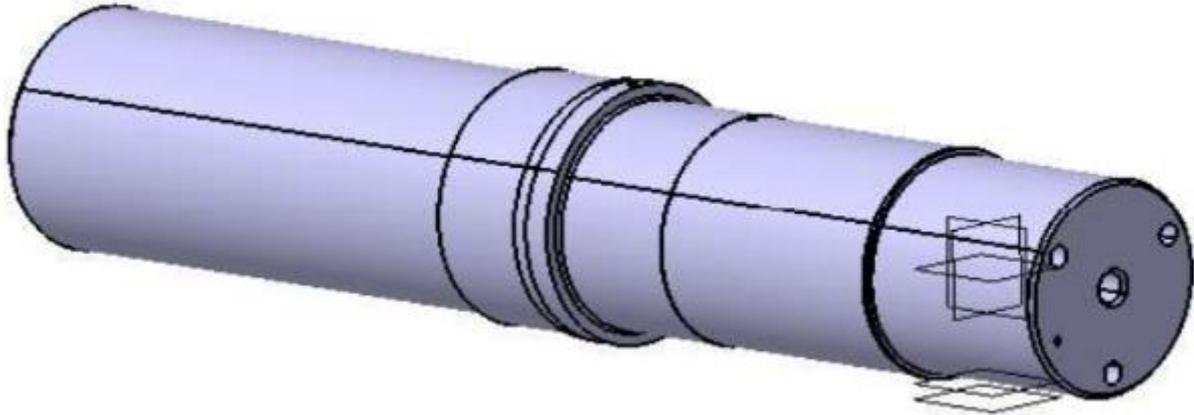
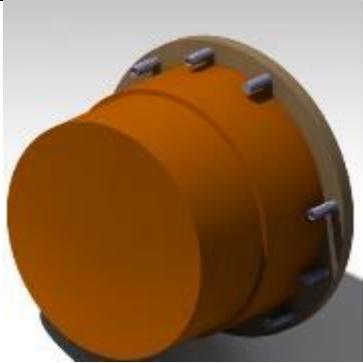
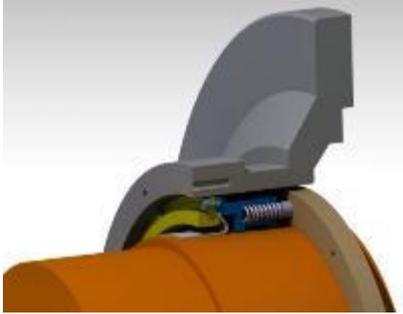
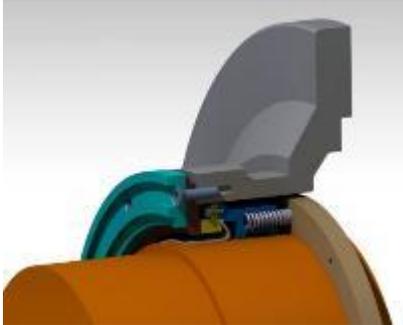
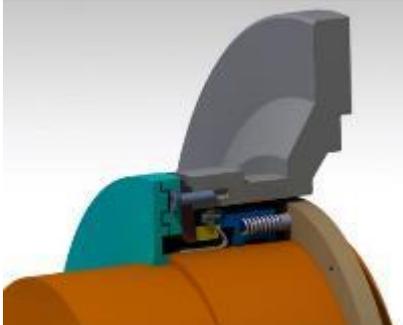


Figure 40: Arbre du Galet

❖ Montage du système d'étanchéité :

Le montage du système d'étanchéité suit les étapes suivantes :

Etapes	Description	Illustrations
Etape 1	On commence par monter la bague avec les jeux de tiges et les ressorts dessus.	
Etape 2	Assemblage du bloque comportant le joint, le port ressort, et la pièce d'usure.	

<p>Etape 3</p>	<p>Montage du couvercle sur le galet.</p>	
<p>Etape 4</p>	<p>Montage du et de la chicane femelle sur le couvercle avec des vis à six pans creux.</p>	
<p>Etape 5</p>	<p>Montage de la chicane mâle serré à chaud sur l'arbre.</p>	

Dans l'atelier mécanique de LafargeHolcim Meknès on a fait le montage de ces pièces pour avoir une idée générale sur le montage de ce système d'étanchéité.



Figure 41 : Montage du système d'étanchéité dans l'atelier Mécanique

6) Gamme de nettoyage de Filtre :

Nettoyage mensuelle à l'arrêt du filtre à huile :

- ✓ Contrôler l'état et nettoyer l'élément filtrant au gasoil.
- ✓ Nettoyer la cuve en démontant le bouchon inférieur.

7) Gamme de contrôle de Roulement :

- Avec le jeu de cales on contrôle le jeu radial de roulement, ce jeu de roulement donné par le catalogue des roulements.



Figure 42 : Jeu de cales



Figure 43 : Contrôle de roulement

- Avec l'endoscopie industrielle on contrôle l'intérieur de roulement.

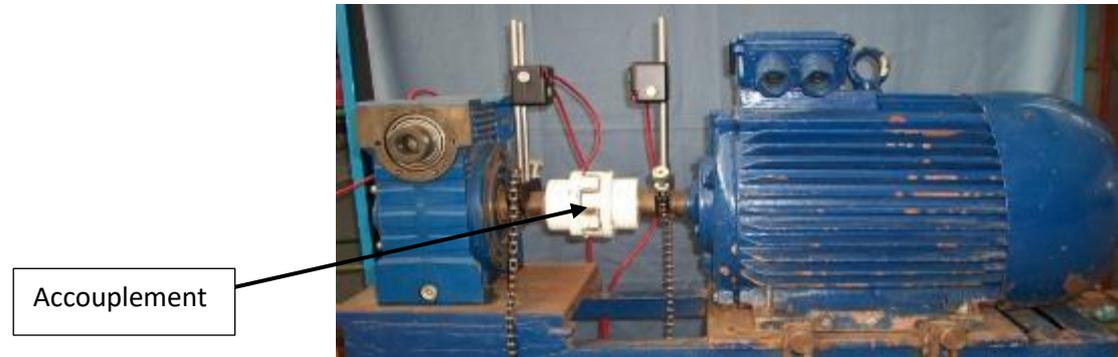


Figure 44 : Endoscopie

Un endoscope est un instrument vidéo permettant la réalisation d'une inspection visuelle ou simplement de contrôle.

8) Contrôle d'alignement :

- L'alignement doit assurer la coïncidence des axes de rotations de deux arbres tournant.



- On contrôle l'alignement avec Le Vibromètre.



Figure 45: Vibromètre

IV. Conclusion :

Dans ce chapitre, le grippage roulement du galet a plusieurs causes racines et d'après une étude adéquate, nous avons trouvé que le système d'étanchéité du galet est la cause majeure de ce problème. Nous avons proposé comme solution du problème un mode opératoire de ce système avec une nouvelle amélioration de la conception du système d'étanchéité.



Chapitre 3 : Rupture Bande Doseuse

I. Introduction :

Dans ce dernier chapitre on va analyser les modes de défaillances de la bande doseuse et donnant leurs criticités par la méthode d'AMDEC et proposer un plan de maintenance préventive.

II. Doseuse mélange :



Figure 46: doseur mélange

1) La bande :

L'un des principaux composants du doseur mélange est la bande dont la fonction est double :

- Recevoir le produit
- Déplacer la charge

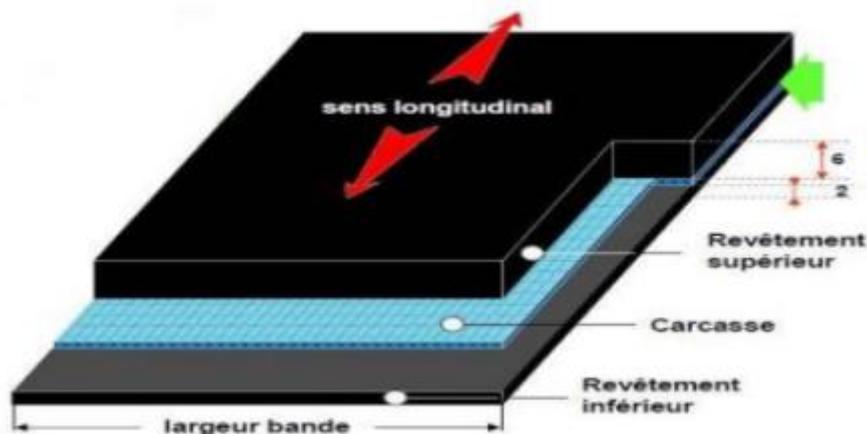


Figure 47 : Composant d'une bande

- ✚ La carcasse a pour rôle d'assurer la résistance de la bande aux efforts de traction, et à sa tenue dans le sens transversal, et aussi d'absorber les impacts provoqués lors du chargement du produit et lors du passage de la bande chargée sur les rouleaux porteurs.

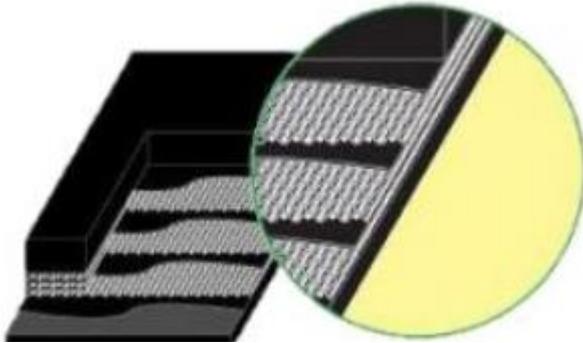


Figure 49 : Bande à carcasse textile



Figure 48 : textile

- ✚ Le revêtement a pour rôle de protéger la carcasse de certains effets néfastes comme
 - Le contact du matériau transporté avec la bande.
 - Les frottements de la bande contre les tambours, les rouleaux...

2) Le tambour :

Les tambours utilisés dans les doseuses mélanges ont pour fonction d'entraîner la bande ou l'amener à changer de direction.

Les tambours peuvent être recouverts d'un revêtement afin d'augmenter le coefficient de frottement entre la bande et le tambour, de réduire l'usure par abrasion de ce dernier ou de créer un effet auto nettoyant.



Figure 50: Tambour

3) Les rouleaux :

Les rouleaux soutiennent la bande et tournent librement et facilement tout en réduisant la résistance au mouvement de la bande chargée.

Ce sont les composants les plus importants de la doseuse mélange et ils représentent une part considérable de l'investissement total. Il est fondamental de les dimensionner correctement pour garantir les performances de l'installation et une exploitation économique.

4) Tableau AMDEC :

Tableau 5 : AMDEC du Doseuse mélange

Equipement	Composant		Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet sur système	Criticité			
							F	G	D	C
Doseur mélange	Commande	Moteur	Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique	-Pas de rotation -Rotation lente -Echauffement -Blocage -Vibration	-Défaut d'alimentation -Surcharge thermique -Desserrage des boulons -défaut d'alignement	-Arrêt moteur	1	3	3	9
		Réducteur	Réduire la vitesse d'entrée et augmenter le couple	-Défaut d'engrènement -Fuite d'huile	-Flexion de l'arbre d'entraînement -Desserrage des boulons de fixation -Blocage -Arrêt d'huile	-Bruit -Vibration -Chute de niveau d'huile	1	4	2	8
	Tambour commande et queue	Arbre	Transmettre le mouvement de rotation au tambour	-Usure au niveau du contact avec les roulements -Cassure, fissure -Mauvaise liaison avec la clavette	-Manchon de roulement desserré -bague intérieur du roulement usée -Mauvais montage -Qualité du matériau de l'arbre -Usure rainure -Usure clavette	-Mauvaise transmission -Pas de transmission	2	3	2	12
		Paliers	Guider l'arbre en rotation	-Usure -Cassure	-Manque d'étanchéité -Mauvais montage -Manque de graissage -Fatigue	-Bruit -Arbre bloquée	2	2	2	8
		Revêtement	Augmenter le coefficient de frottement entre la bande et le tambour	Usure	-Surcharge -Frottement -Présence de corps étrangers entre le tambour et la bande	-Défaut d'alignement de la bande	1	3	2	6
	Bande	Bande	Transmettre la force nécessaire pour déplacer la matière	Rupture	-Bourrage -Passage corps étranger -Déport bande -Un jeu à l'intérieur du tambour -Fatigue bande	-Arrêt du broyeur	2	3	3	18

	Rouleaux Support	Virole	Facilite le glissement	Usure	-durée de vie -coincement de roulement	Arrêt de la bande	2	2	2	8
		Roulement	Guidage de rotation	Grippage	-durée de vie -manque de graissage	Arrêt de la bande	2	2	2	8
	Système de pesage	Rouleaux de pesage	L'image de débit d'alimentation broyeur	Blocage	-Grippage roulement -Coincement par un corps étranger	Perturbation du broyeur	2	3	2	12
		Système de pesage	Transmettre le poids à un signal électrique	déréglage		Perturbation de la marche broyeur	1	3	3	9

5) Etablissement du plan préventif :

À partir des résultats de la démarche AMDEC réalisée sur le doseur mélange, et en traitant les défaillances ayant une note de criticité entre 12 et 18, nous avons établi un plan de maintenance préventive qui est illustré dans le tableau ci-dessous :

Tableau 6 : Plan de maintenance préventive

Plan de maintenance préventive										
Liste des interventions	Marche	Arrêt	Périodicité						Interventions	Plan d'action
			Journalière	Hebdomadaire	Par 15 jours	Mensuelle	Trimestrielle	Semestrielle		
Bande	*		*							-Contrôler état et tension de la bande. -Contrôler état des organes de roulements. -Contrôler état et fixation du racleur en V. -Contrôler étanchéité et état des bavettes.
Tambour de commande et de queue	*		*							-Contrôler température, vibration, fixation et bruit anormal des paliers. -Contrôler fissures sur les flasques du tambour. -Contrôler état et fixation du carter de protection du tambour. -Contrôler état, fixation et fuite sur goulotte de jetée. -Contrôler état des tiges de tension du tambour de queue. -Contrôler état et fixation des marteaux du système de réglage de hauteur de couche.

		*					*				-Contrôler état des tambours (soudure des flasques, usure du tambour et clavetage)
Rouleaux de pesage	*			*							-Contrôler la rotation des rouleaux
		*				*					-Nettoyage des rouleaux.

La doseuse mélange fait partie des équipements stratégique. D'après l'analyse faite par la méthode AMDEC, nous avons trouvé un défaut de jeu entre la clavette et l'axe, à l'intérieur du tambour.

Pour pouvoir résoudre ce problème, nous nous sommes basés sur la méthode du BENCHMARKING. Cette méthodologie consiste à rechercher en permanence les meilleures pratiques afin d'adopter, ou d'adapter leurs aspects positifs et de les mettre en œuvre pour progresser et évoluer une situation actuelle, susceptible d'être améliorée vers une situation plus compétitive.

La conception alors adoptée est déjà faite dans le doseur mélange du broyeur clinker BK5 et vu la fiabilité et la rentabilité de celle-ci, alors nous avons vivement opté à l'appliquer pour le doseur mélange du Broyeur cru BC.

✓ Ancienne Conception du Tambour :

Cette conception s'est basée sur un système de clavetage qui a pour but de rendre solidaire en rotation 2 pièces coaxiales (l'arbre et la virole). Un arrêt en translation doit être ajouté obligatoirement pour constituer une liaison d'encastrement, pour cela l'entreprise a fait une méthode de soudure à l'extrémité du l'arbre avec la virole.

Cette solution prothétique cause toujours de problème de jeu.

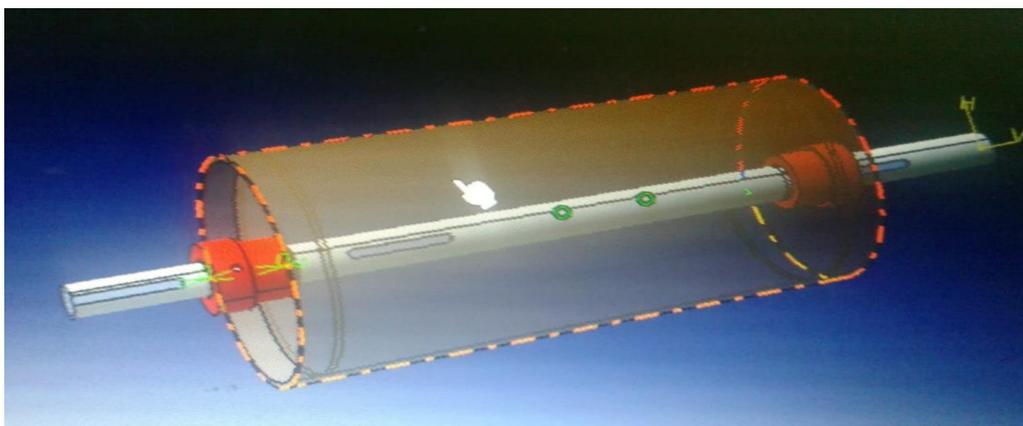


Figure 51 : Ancienne Conception du Tambour

✓ Nouvelle Conception de Tambour pour remplacer la clavette par un autre élément de serrage (dynamobloc) :

Les éléments de serrage sont destinés au blocage de tous les types de moyeux sur arbres et ils remplacent les liaisons traditionnelles frettes, par clavette, cannelures etc... parmi ces éléments un dynamobloc.

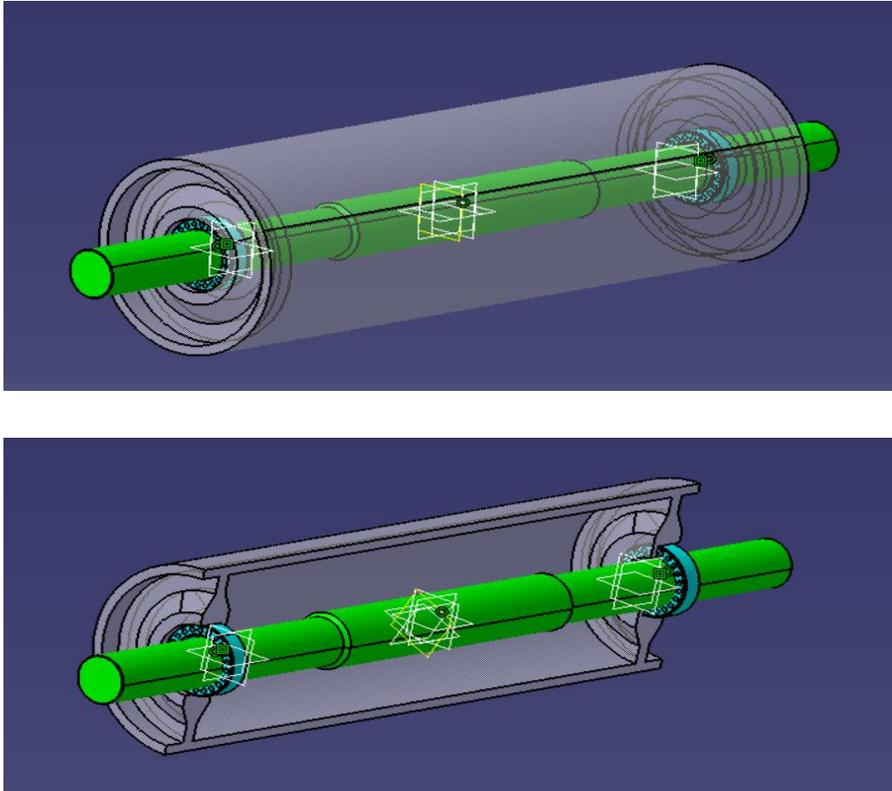


Figure 52 : Nouvelle Conception du Tambour

III. Conclusion :

Dans ce chapitre, on a étudié la machine doseuse mélange et les différents composants qu'ils constituent, ensuite on a utilisé la méthode AMDEC pour analyser les problèmes qui ont une grande criticité puis on a donné un plan d'action de maintenance préventive et d'après la méthode de BENCHMARKING, nous avons trouvé une nouvelle conception du tambour en se basant sur un élément de serrage qui est présenté sous forme de dynamobloc.

Conclusion générale :

L'amélioration du rendement des ateliers de productions est devenue actuellement une nécessité pour atteindre la fiabilité à LAFARGEHOLCIM du Meknès, sachant que les problèmes d'indisponibilité des équipements engendrent d'énormes pertes dues aux arrêts de production.

Ce travail a pour objectif d'apporter des éléments de réflexions, à évoluer en fonction du retour d'expérience afin de mener une étude de bien, qui doit servir de base à l'évaluation des problèmes associés aux équipements. Et donc proposer des solutions et des actions de prévention pouvant d'éviter les pannes sur incidents et augmenter la durée de vie des équipements.

L'acquisition des données et des informations contenues dans ce rapport s'appuie sur des réflexions de groupe, l'exploitation de la période en entreprise donc, se construit essentiellement autour du développement de savoir-faire communicationnelle.

Dans la période de notre stage on a limité notre étude aux équipements de l'atelier broyeur cru car il connaît beaucoup des problèmes et cause un arrêt de production.

Donc, au terme de notre projet de fin d'étude dont l'intitulé est « **Résolution des problèmes de l'atelier Broyeur Cru** », on a amené une étude pour détecter les problèmes de l'atelier BC à l'aide des outils d'amélioration afin de mettre en place des actions de préventions et une nouvelle conception.

Pour ce faire, dans le présent rapport on a suivi la démarche suivante :

- Donner une présentation générale sur l'entreprise et son processus de fabrication puis expliquer en détail le fonctionnement du broyeur cru et citer leurs composants.
- Utiliser Pareto et optimiser notre étude sur deux incidents majeurs qui sont présentés sous formes : Grippage roulement du galet et rupture de la bande doseuse
- Relever les causes racines du problème du grippage roulement du galet et proposer un plan d'action et approfondir le premier chapitre sur l'amélioration du système d'étanchéité du galet broyeur cru en donnant un mode opératoire bien précis sur ce système.
- Analyser le problème de la bande doseuse en se basant sur la méthode AMDEC, et puis donner un plan de maintenance préventive.
- Améliorer l'ancienne conception du tambour de doseuse mélange à l'aide de la méthode Benchmarking.

Certes, ce présent projet a présenté un certain nombre de résultats parmi eux on peut citer

- La maîtrise du savoir-faire de la société ;
- La réduction des risques en évitant les improvisations ;
- La diminution du temps d'arrêts des équipements à maintenir ;
- L'amélioration du rendement des équipements.

