

Faculté des Sciences et Techniques de Fès



Département de Génie Industriel



LST de Génie Industriel

Sujet : Mise en place d'un plan de maintenance préventif du broyeur ciment BK4

Lieu: LafargeHolcim-Site de production du ciment de Fès

Référence: 18/17 GI

Préparé par:

- Boussaden Karim
- Chamli Haytam

Soutenu le 8 Juin 2017 devant le jury composé de:

- Pr. F. Belmajdoub
- Pr. M. Rjeb
- Pr.L'H.Hamedi

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 LafargeHolcim Ram,

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 et ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci infiniment

Remerciement

Il nous a été donné de constater la nécessité de reconnaître les efforts de toute personne ayant participé en général à la réalisation de ce travail. En particulier, à cette occasion nous serions que fière pour présenter nos vifs remerciements et nos gratitude à l'ensemble des professeurs de la Faculté des Sciences et Techniques de la ville de Fès, avec nos respects que nous leur devons, aussi bien pour leurs qualités humaines que pour la qualité et l'efficacité de la formation.

Ladite formation nous a permis d'acquérir un ensemble de bases et de connaissances pour accompagner et réaliser notre projet de fin d'études et notamment Mr.Belmejdoub qui nous a jamais manquant sa disponibilité et ses consignes précieuses que nous considérons de valeur et d'une grande aide tout au long de notre période de stage. Avec reconnaissance, nous remercions également la direction de la société LafargeHolcim de leur soutien et de leur acceptation pour réaliser ce stage de fin d'étude sans oublier Mr.Kassaoui pour son aide et le temps qui nous a accordé en dehors de ses préoccupations et ses engagements professionnels.

Nos vifs remerciements s'adressent aussi à tout le personnel de la société y compris les chefs d'équipe qui ont participé et contribué à la réalisation de ce stage et l'élaboration de ce rapport.

Nous nous ne doutons point sur la faveur et la contribution considérable que toutes ces personnes nous ont octroyés, pour réussir notre travail dans des conditions favorables.

Liste des figures

Figure	Page
Figure 1 : Implantation de LafargeHolcim dans le monde	6
Figure 2: Composition du ciment	10
Figure 3 : Procédé de fabrication du ciment	13
Figure 4: Extraction de la matière première	13
Figure 5: Broyage cru	14
Figure 6: Tour de préchauffage	15
Figure 7 : Four rotatif	15
Figure 8: Les étapes de cuisson du clinker	16
Figure 9: Refroidisseur à grille	16
Figure 10: Atelier du broyage ciment	17
Figure 11: Cycle broyage et Expédition	17
Figure 12: Broyeur ciment à galets BK4	21
Figure 13: La matière en broyage	22
Figure 14: Levier oscillant en position de travail	23
Figure 15: Ressorts Hydropneumatiques	23
Figure 16: Galets	24
Figure 17: Corps étrangers de la carrière/Additifs externes	26
Figure 18: Diagramme de Pareto de durée	28
Figure 19: Diagramme Pareto de fréquence	29
Figure 20: Descriptif AMDEC	33

Liste des tableaux

Tableau	Page
Tableau 1: Fiche signalétique de LafargeHolcim	6
Tableau 2: Constituants de ciment CPJ 35	9
Tableau 3: Constituants de ciment CPJ 45	9
Tableau 4: Constituants de ciment CPJ 55	10
Tableau 5: La composition du ciment	10
Tableau 6: Durée de panes du broyeur BK4	28
Tableau 7: Nombre de fréquence de panes du broyeur BK4	29
Tableau 8: Plan d'actions	31
Tableau 9 : Tableau de cotation AMDEC	35
Tableau 10: Grille AMDEC de la partie commande du broyeur	38
Tableau 11: Grille AMDEC de la partie Hydraulique du broyeur	39
Tableau 12: Grille AMDEC de la partie corps du broyeur	40
Tableau 13: Tableau historique d'arrêts du broyeur d'année 2016	42

Table de matières

Introduction générale :	1
<u>Chapitre 1 :</u> Présentation de L'entreprise Et description du processus de fabrication ciment :	
I. Présentation de LafargeHolcim	3
1. Historique de LafargeHolcim.....	4
2. Fiche signalétique.....	6
3. Repartition de LafargeHolcim dans le monde	6
4. Organigramme de la société.....	7
5. L'activité principale LafargeHolcim.....	7
6. LafargeHolcim «Ras El Ma ».....	8
7. Sécurité à l'usine : procédures et règles cardinales	8
8. Les types de ciments produits par LafargeHolcim-REM	8
II. Généralités sur le ciment :	
1. Définition	10
2. Composition du ciment	11
III. Les différentes voies de production du ciment :.....	12
IV. Procédé de Fabrication du ciment :	
1. Extraction et Concassage	13
2. Broyage cru.....	14
3. Homogénéisation.....	14
4. Préchauffage.....	15
5. Cuisson	15
6. Refroidissement.....	16
7. Broyage ciment.....	16
8. Ensachage et Expédition.....	17
Cahier de charges	18
<u>Chapitre 2 :</u> Présentation Analytique du broyeur BK4 et étude de ses anomalies :	
I. Description du broyeur BK4	

1. Introduction	20
2. Circuit de broyage.....	20
3. Présentation du broyeur BK4.....	21
a) Principe de fonctionnement	22
b) Structure du broyeur BK4	22
II. Etude critique de la disponibilité du broyeur BK4.....	24
1) Diagramme causes/effets	25
2) Analyse des causes	25
III. Analyse des anomalies du broyeur BK4.....	27
1. Diagramme Pareto	28
2. Plan d'actions.....	30
 Chapitre 3 : Mise en place d'un plan de maintenance préventif du broyeur ciment BK4 à partir d'une analyse AMDEC :	
I. Introduction	33
II. AMDEC :	
1- Décomposition du broyeur	35
2- Actions préventives	37
Conclusion	42
Bibliographie.....	43
Annexes.....	44

Introduction Générale

Face à l'augmentation de la population, les besoins en produits cimentiers pour la construction des bâtiments et des infrastructures de communication sont devenus très considérables, ceci d'une part, d'autre part, l'économie du marché mondial astreint les industriels à rester toujours plus compétitifs pour la survie de leurs activités. Ceci implique en partie de développer et d'assurer des moyens de production performants et économiquement viables.

Pour produire le ciment, qui est un produit de base ayant un prix de vente assez faible, l'industrie cimentière a dû optimiser son processus de fabrication, notamment le procédé de fabrication au niveau du broyeur, qui est une étape primordiale.

Dans ce cadre, dans notre stage de fin d'étude à LafargeHolcim, il nous a été confié comme tâche principale de proposer des actions permettant d'assurer le bon fonctionnement et la disponibilité d'une machine nommée BROYEUR CIMENT, appelé aussi entre les membres de la société Broyeur BK4.

Après un diagnostic général de la problématique, notre démarche de travail s'est basée essentiellement sur les axes suivants :

- Etude critique de la disponibilité du broyeur (Diagramme Ishikawa) ;
- Analyse des anomalies (Diagramme Pareto) et plan d'actions ;
- Recensement des causes des indisponibilités et proposition des actions préventives (AMDEC).

Dans ce rapport nous allons présenter dans le premier chapitre l'entreprise, son environnement de travail ainsi qu'une description du procédé de fabrication du ciment.

Dans le deuxième chapitre, nous allons donner une présentation analytique du broyeur BK4 et étudier ses anomalies par l'élaboration d'un diagramme ISHIKAWA pour recenser les causes fréquentes d'arrêts, par la suite nous allons réaliser un diagramme de Pareto en se basant sur l'historique des arrêts de l'année 2016, ce dernier nous permettrait d'analyser les anomalies et de proposer des actions d'amélioration.

Le troisième chapitre est consacré à l'élaboration d'un plan de maintenance préventif (AMDEC) pour le broyeur BK4.

Chapitre 1 :

Présentation de l'entreprise et description du processus de fabrication ciment

I. Présentation de LafargeHolcim Maroc :

a) L'origine de la société Holcim :

La société Holcim Ltd remonte à Holderbank, petit village suisse sous le nom de « Financière Glaris Ltd » en 1912, un peu plus tard , précisément en 1920, la société a commencé à investir dans des affaires de ciment dans d'autres pays européens, africains et au Moyen-Orient, ensuite dans les années d'après-guerre et particulièrement dans les années cinquante et les années soixante, un réseau de holdings a commencé à se développer au Nord et en Amérique Latine, dans les années 1970, l'entreprise s'étend vers les marchés émergents de l'Asie-Pacifique. Holcim continue à s'étendre vers de nouveaux marchés en 1980, Holcim devient alors leader au niveau mondial.

Le nom du groupe Financière Glaris Ltd « Holderbank » a été échangé en « Holcim Ltd » en mai 2001. Aujourd'hui, la présence internationale de Holcim consiste en un mélange équilibré de sociétés dans des marchés émergents et industrialisés. En plus le groupe Holcim Ltd compte 90 000 employés et est présent dans plus de 70 pays à travers le monde.

b) La fusion Lafarge et Holcim :

La vision de Lafarge-Holcim est de créer un groupe à l'avant-garde de l'industrie des matériaux de construction. Ce rapprochement créera la meilleure plateforme de croissance du secteur à travers une présence mondiale et équilibrée. Elle permettra à Lafarge-Holcim de délivrer une performance opérationnelle de premier plan, augmentée par l'effet des synergies. Cette opération transformera radicalement le secteur. Il positionnera Lafarge-Holcim idéalement pour répondre aux évolutions des besoins du marché en apportant des solutions à plus forte valeur pour répondre aux exigences des clients et mieux répondre au défi de l'urbanisation, tout en étant la référence incontestée en matière de responsabilité sociale de l'entreprise, notamment en matière de développement durable et de lutte contre le changement climatique. Le rationnel stratégique de cette opération a été conforté par les travaux préparatoires d'intégration entrepris depuis l'annonce de l'opération. Le nouvel ensemble est officiellement lancé le 15 Juillet 2015 et a pris le nom « LafargeHolcim ».

1. Historique de LafargeHolcim :

En 1972 : les gouvernements marocain et algérien décident de construire une cimenterie à Oujda, sous le nom de la cimenterie Maghrébine (CIMA). Son capital social est de 75 millions de dirhams, réparti à égalité entre l'Office pour le Développement Industriel (ODI) et la SNMC, organismes représentant respectivement le Maroc et l'Algérie. Le projet CIMA fut mis en veilleuse et placé sous administration provisoire à cause du retrait algérien de l'opération en 1975.

En 1976 : L'ODI crée une société nouvelle dénommée Cimenterie de L'oriental (CIOR) qui reprend les actifs de la CIMA avec objet la réalisation d'une cimenterie dans la région d'Oujda.

En 1979 : Holcim Maroc, 30 ans au service de la construction du Maroc. AR Mise en service de l'usine d'Oujda qui démarre avec une capacité de production de 1,2 millions de tonnes/ an.

En 1980 : Installation à Fès d'un centre d'ensilage d'une capacité de 500 000 tonnes par an.

En 1982 : Installation à Casablanca d'un centre d'ensilage d'une capacité de 350 000 tonnes par an.

En 1985 : Création de ciments Blanc du Maroc à Casablanca.

En 1989 : Installation d'un centre de broyage à Fès d'une capacité de 350 000 tonnes par an.

En 1990 : Début des travaux pour la réalisation d'une ligne complète de production de clinker à Fès et lancement de l'activité BPE avec l'installation d'une première centrale à béton à Fès.

En 1993 : Démarrage de l'unité de Fès portant la capacité de production globale à 1,9 million de tonnes par an. Prise de contrôle majoritaire du capital de la CIOR par Holcim Ltd dans le cadre du programme de privatisation.

En 1997 : Installation d'une centrale à béton à Rabat et d'une autre à Casablanca.

En 1999 : Construction d'une seconde centrale à béton à Casablanca. Mise en service d'un centre de broyage et d'ensilage à Nador. Mise en service des installations de valorisation de combustibles de substitution à l'usine de Fès Ras El Ma, d'une troisième centrale à béton à Casablanca et d'une autre à Nador.

En 2001 : Certification ISO 9001 et ISO 14 001 de la cimenterie de Fès.

En 2002 : Changement de l'identité visuelle : CIOR devient Holcim Maroc. Démarrage de la nouvelle activité granulats (Benslimane). Début des investissements relatifs à la rationalisation du dispositif industriel de Fès.

Certification ISO 9001 et ISO 14001 de la cimenterie d'Oujda.

En 2004:Extension de la cimenterie de Fès.

En 2005 :Démarrage du centre d'ensachage et de distribution de Settât.

En 2006 : Extension du centre de Nador

En 2007 : Démarrage de la cimenterie de Settât et de la Plateforme de prétraitement de déchets Ecoval.

En 2008 :Lancement du projet de doublement de capacité de production de l'usine de Fès.

Certification ISO 9001 et ISO 14 001 du centre de Nador.

En 2009 : création du premier réseau de distribution des matériaux de construction au Maroc : BatiproDistribution.

Certification ISO 9001 et ISO 14 001 du centre de distribution de Casablanca, de la cimenterie de Settât et de la plateforme de traitement de déchets Ecoval.

En 2010 : Lancement du projet de doublement de la capacité de production de clinker de la cimenterie de Fès.

En 2012 : Doublement de la capacité de production clinker de l'usine de Fès.

En 2015 : Fusion de Holcim et Lafarge.

2. Fiche signalétique :

Raison Social	Lafarge Holcim
Forme juridique	Société anonyme de droit privé marocain
Date de création	1976 pour une durée de 99 ans
Capital Social	421 000 000 DH
Activité sociale	Production et commercialisation du ciment
Capacité de production	2 000 000 tonne/an
Effectif	200 personnes

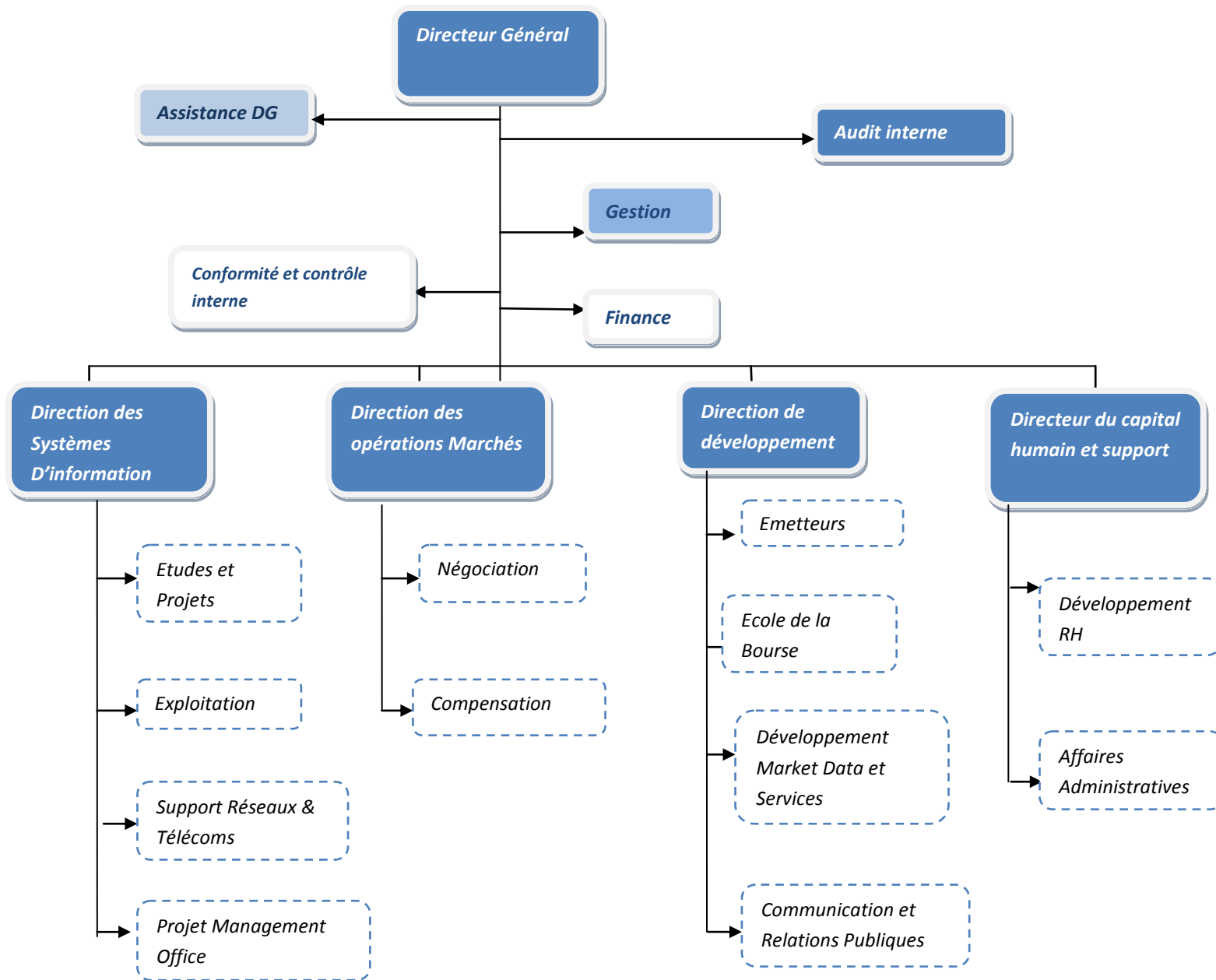
Tableau 1 : Fiche signalétique de LafargeHolcim

3. Répartition du groupe LafargeHolcim dans le monde :



Figure 1 : Implantation de LafargeHolcim dans le monde

4. Organigramme :



5. L'activité principale de LafargeHolcim :

Le ciment est l'une des activités principales de LafargeHolcim-Maroc. Les ciments produits sont certifiés NM (Norme Marocaine des ciments). La norme classe les ciments suivant leurs résistances normales à 28 jours. Ces classes sont fondées sur la résistance à la compression d'éprouvettes du mortier de ciment, conservées et essayées selon un processus d'essai défini.

Trois classes principales sont fixées et désignées par leur résistance moyenne à 28 jours : 35, 45 et 55 Méga pascals. Les classes de résistance sont caractérisées par leurs limites inférieures et supérieures de 10 Méga pascals par rapport à la valeur nominale moyenne.

6. LafargeHolcim «Ras El Ma » :

Placée au centre du royaume, LafargeHolcim REM a démarré en 1993 en vue de renforcer la présence de LafargeHolcim au Maroc et répondre aux besoins grandissants en ciment dans une région où le marché de construction ne cesse de s'étendre. L'usine est située à 25Km au sud de Fès, avec une superficie de 230 ha.

7. Sécurité à l'usine : procédures et règles cardinales :

Depuis le 1 janvier 2007 le groupe Holcim a évolué une nouvelle politique santé au travail du groupe par l'établissement et application des cinq règles cardinales.

Ils ont pour objectif de contribuer à prévenir la majorité des accidents dans les différents métiers. Ces règles doivent être appliquées et suivies à la lettre, à tout moment et sans compromis de quelque nature qu'il soit.

TOLERANCE = ZERO

Le non-respect de l'une des cinq règles conduit à des sanctions disciplinaires.

Les cinq règles cardinales de sécurité du groupe :

- ✘ Nul ne peut enfreindre ou faire entrave à une disposition relatives à la sécurité, ni laisser quelqu'un d'autre le faire.
- ✘ Les règles relatives aux équipements de protection individuelle (EPI) applicables à une tâche donnée doivent être respectées à tout moment.
- ✘ Les procédures de consignation doivent toujours être suivies
- ✘ Il est interdit de travailler sous l'influence de l'alcool ou de drogues.
- ✘ Tous les accidents et incidents doivent faire l'objet d'un rapport à la hiérarchie.

8. Les types de ciment produits par LafargeHolcim Ras El Ma :

Il y a trois types de ciments produits par LafargeHolcim :

CPJ35 : Ciment portland composé avec ajouts :

Le **CPJ 35** est un ciment portland composé, dont les constituants principaux sont le Clinker et le Gypse. La classe de résistance du **CPJ 35** a fait un produit particulièrement adapté à la

fabrication des mortiers et des enduits pour la maçonnerie, ainsi que les bétons non armés peu sollicités et à résistance mécanique peu élevée. Le **CPJ 35** est également utilisable dans le domaine routier pour la stabilisation des sols et des couches des chaussées.

Les constituants de ciment				
Type de ciment	Clinker	Pouzzolane+calcaire	Cendres volantes	Gypse
CPJ 35	63%	30%	-----	7%

Tableau 2 : Constituants de ciment CPJ 35

CPJ 45 : Ciment portland composé avec ajouts :

Le **CPJ 45** est un ciment portland composé dont les constituants principaux sont le Clinker et le Gypse. La classe de résistance de **CPJ 45** lui confère l'aptitude à être utilisé pour les bétons armés, fortement sollicités et à résistances mécaniques élevées. Les résistances élevées à jeune âge du **CPJ 45** permettent d'obtenir un décoffrage rapide des éléments de structure et des produits préfabriqués.

Les constituants de ciment				
Type de ciment	Clinker	Pouzzolane+calcaire	Cendres Volantes	Gypse
CPJ 45	67%	18%	8%	7%

Tableau 3 : Constituants de ciment CPJ 45

CPJ 55 : Ciment Portland artificiel :

Le ciment **CPJ 55** est un ciment portland artificiel composé essentiellement de Clinker et de Gypse. Sa teneur en Gypse est limitée à 3 %. La classe de résistance de 55 MPA et les résistances élevées à jeune âge du **CPJ 55** lui confèrent l'aptitude à être utilisé pour des applications spécifiques telles que les bétons armés fortement sollicités, les bétons précontraints et les bétons à haute performance. Le **CPJ 55** est adapté aux applications de la préfabrication nécessitant un décoffrage rapide et un durcissement accéléré.

Les constituants de ciment				
Type de ciment	Clinker	Pouzzolane+calcaire	Cendres Volantes	Gypse
CPA 55	90%	3%	-----	7%

Tableau 4 : Constituants de ciment CPJ 55

II. Généralités sur le ciment :

1. Définition :

Le ciment est un lien hydraulique constitué d'une poudre minérale, d'aspect grisâtre, obtenue par broyage et cuisson à 1450 °C, d'un mélange de calcaire et d'argile. Le produit de la cuisson, appelé clinker, forme une combinaison de chaux, de silice, d'alumine et d'oxyde ferrique comme indique le tableau :

Nom	Symbole chimique	Notation Cimentière	Masse molaire
Oxyde de Calcium ou Chaux vive	CaO	C	56
Oxyde de silice ou silice	SiO ₂	S	60
Oxyde d'Aluminium ou Alumine	Al ₂ O ₃	A	102
Oxyde de Fer	Fe ₂ O ₃	F	160

Tableau 5: La composition du ciment

Le ciment résulte du broyage de clinker et de sulfate de calcium ajouté généralement sous forme de gypse. Il forme avec l'eau une pâte plastique faisant prise et durcissant progressivement, même à l'abri de l'air, notamment sous l'eau. Les constituants anhydres, présents sous forme de cristaux polygonaux assez réguliers et homogènes, se combinent à l'eau et se décomposent. En s'hydratant, ils recristallisent, prenant des formes très variées : Aiguilles, bâtonnet, prismes, divers... Ces cristaux adhèrent aux adjuvants granuleux du béton : sable, gravier, cailloux...c'est l'hydratation qui constitue le ciment. La figure suivante résume les éléments qui entre dans la constitution du ciment :



Figure 2: composition du ciment

2. Composition du ciment :

Malheureusement, on ne rencontre qu'exceptionnellement dans la nature un matériau possédant une composition chimique adéquate pour la fabrication du ciment. La plupart du temps, le cimentier doit mélanger deux ou plusieurs matières premières pour obtenir après cuisson un produit ayant les caractéristiques du clinker naturel. Les matières premières principales sont extraites des carrières situées à proximité de la cimenterie afin de réduire les coûts de transport.

- a) **Carrière du calcaire** : LafargeHolcim n'est pas installée aléatoirement à Ras El Ma, mais c'est à cause de la richesse de cette région en calcaire. Le calcaire est utilisé dans le cru à un taux moyen de (78%). La carrière de calcaire est située à proximité de l'atelier de concassage de l'usine. Son exploitation se fait par abattage à l'explosif sous forme de deux gradins.
- b) **Fer** : Le fer intervient pour combler le manque en Fe_2O_3 , c'est un minéral correcteur responsable de l'abaissement de la température de clinkérisation.
- c) **Matière de correction**: Les matières de correction sont ajoutées à la matière crue avec des proportions peu importantes, leurs coûts sont très élevés. On ajoute ces matières de correction pour enrichir le mélange (calcaire + schiste) en silice et en fer.
- d) **Schistes** : Ce sont des schistes purs et homogènes provenant d'une carrière qui se trouve dans la région de Séfrou «Bhalil». Les schistes arrivent sous forme de roches feuilletées puis stockées dans un grand hall avant de les concasser. Les schistes sont utilisés dans le cru à un taux de (16%) au moins.
- e) **Gypse** : Le gypse est utilisé comme régulateur de prise dans le ciment à cause de la présence du sulfate de calcium, il est ajouté en faible quantité aux autres constituants du ciment au cours de sa fabrication.
- f) **Fluorine** : La fluorine est un additif utilisé par HOLCIM uniquement, et celle de RAS EL MA est l'une des trois cimenteries au monde de cette chaîne qui utilise la fluorine pour diminuer le coût de fabrication du ciment en abaissant la proportion du clinker dans le produit fini.

- g) **Pouzzolane** : Une matière siliceuse possédant en elle-même peu de propriétés de prise mais, qui finement divisée et en présence de chaux, réagit avec l'hydroxyde de chaux à la température ordinaire pour former un composé ayant les propriétés d'un ciment. La pouzzolane est d'origine volcanique, elle améliore la qualité hydraulique des ciments.

III. Les différentes voies de production de ciment :

On distingue 4 principaux procédés de fabrication du ciment qui diffèrent entre eux par la nature du traitement thermique utilisé.

- **La voie humide** : la matière première, après son concassage est délavée dans l'eau puis broyée en humide. La pâte obtenue est homogénéisée, puis alimente le four. Cette méthode est abandonnée pour des raisons d'économie d'énergie.
- **La voie semi humide** : La matière est préparée en voie humide, puis séchée avant le four.
- **La voie semi sèche** : La farine crue, sèche, passe d'abord dans un gradateur où elle est humidifiée.
- **La Voie sèche** : C'est la plus utilisée et la plus économique. La matière première, un foie concassé, est broyée à sec, homogénéisée, et avant l'entrée au four, elle se chauffe à travers des cyclones (type DOPOL). A l'entrée du four rotatif, la farine est sous une température de 900 à 1000 °C. Autrement dit, cette voie est plus rentable et plus optimale au niveau énergétique.

Le procédé de fabrication du ciment utilisé à l'usine de Ras El Ma est la voie sèche

IV. Procédé de fabrication de ciment

Introduction :

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

Le procédé de fabrication ciment à l'usine Ras El Ma est la voie sèche. Elle est répartie en plusieurs étapes de production (figure 3).

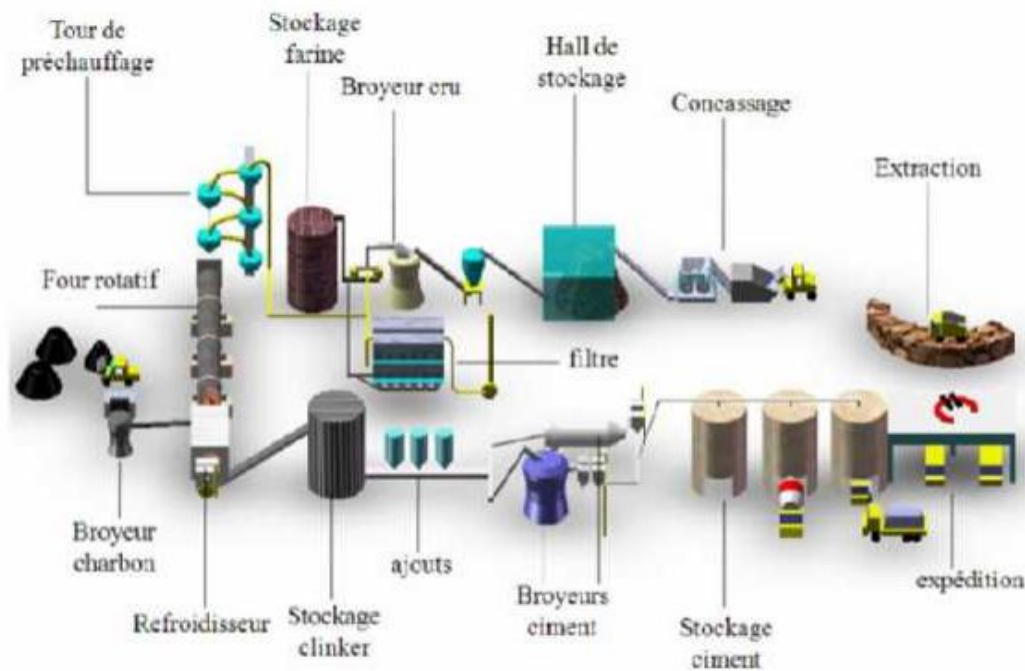


Figure 3 : Procédé de fabrication du ciment

1- Extraction et concassage :

L'emplacement de LafargeHolcim n'a pas été le fruit du hasard. Une cimenterie doit nécessairement être située près d'une carrière de calcaire d'une durée de vie d'au moins 99 ans, car il est considéré comme étant l'un des composants principaux du Clinker.

En plus du calcaire, d'autres matières premières entrent dans la composition du cru à savoir l'argile, le sable, le schiste et le minerai de fer, et qui sont généralement transportés par voie ferroviaire.

A l'exception du sable dont la granulométrie est adéquate, toutes ces matières sont concassées séparément par un concasseur à marteau situé en amont de la ligne de cuisson. En effet la matière amenée par une bande navette doit passer entre deux rotors, tournant en sens inverse où les matières sont accrochées et percutent les blocs.



Figure 4 : Extraction de la matière première

2- Broyage cru :

Le broyage cru (**Figure 5**) est nécessairement précédé par le dosage des matières premières ; pour ce faire on dispose de quatre trémies de deux bandes navettes. Selon son sens de rotation, chaque bande navette est conçue pour alimenter deux trémies :

- La première permet suivant la consigne appliquée de remplir la trémie de calcaire ou de schiste.
- La seconde remplit la trémie de sable ou de minerai de fer.

Le calcaire est majoritaire dans la constitution du clinker, il peut atteindre 80% le schiste peut aller jusqu'à 14 % tandis que le sable et le minerai de fer (dites de correction) sont utilisés à hauteur de 4% et 1,8% respectivement.

Une fois le dosage est terminé, matière est conduite vers le broyeur par une bande transporteuse. Afin d'assurer la finesse requise pour la cuisson, ces matières premières doivent être broyées. Cette opération est réalisée grâce à un broyeur constitué de deux paires de galets qui écrasent la matière contre une table rotative ainsi les particules fines entraînées par le ventilateur sont acheminées vers le séparateur, les autres sont recyclés dans le broyeur.

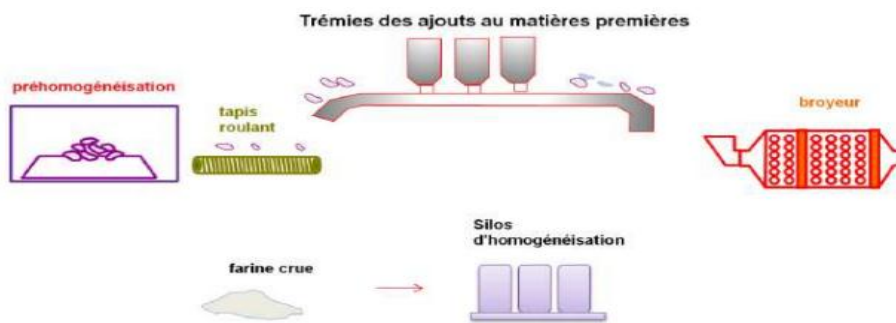


Figure 5 : Broyage cru

3- Homogénéisation :

La farine produit sec obtenu suite au broyage et à la séparation, doit passer une étape cruciale qui est homogénéisation. Cette dernière s'effectue dans un silo de capacité de 4000t équipé par des conduites à l'intérieur desquelles de l'air sous pression est soufflé assurant ainsi l'homogénéisation de la matière.

4- Préchauffage :

Dans le but de préparer la farine pour le cuisson , elle passe par la tour DOPOL (**Figure 6**), celle-ci est constituées de 5 cyclones et d'un ventilateur situé dans sa partie inférieure qui sert à tirer les gaz chauds du four vers les cyclones , la farine est ensuite introduite dans sa partie supérieure par un élévateur à godets , par conséquent la farine est déshumidifiée et est prête pour la cuisson .



Figure 6 : Tour de préchauffage (Tour DOPOL)

5- Cuisson :

Le four rotatif (**figure 7**)est un cylindre en acier reposant sur trois stations de roulement. Il est garni intérieurement par des produits réfractaires. La rotation du four est assurée par un pignon qui agit sur une couronne solidaire au four.



Figure 7: Four rotatif

Durant la cuisson(**figure 9**), le four est animé d'un mouvement de rotation, sa disposition en pente permet le transport de la matière, introduite à l'autre extrémité par rapport aux flammes.

A l'entrée du four, la matière est à la température de 900°C, en avançant dans le four sa température s'élève jusqu'à atteindre la température de clinkerisation.

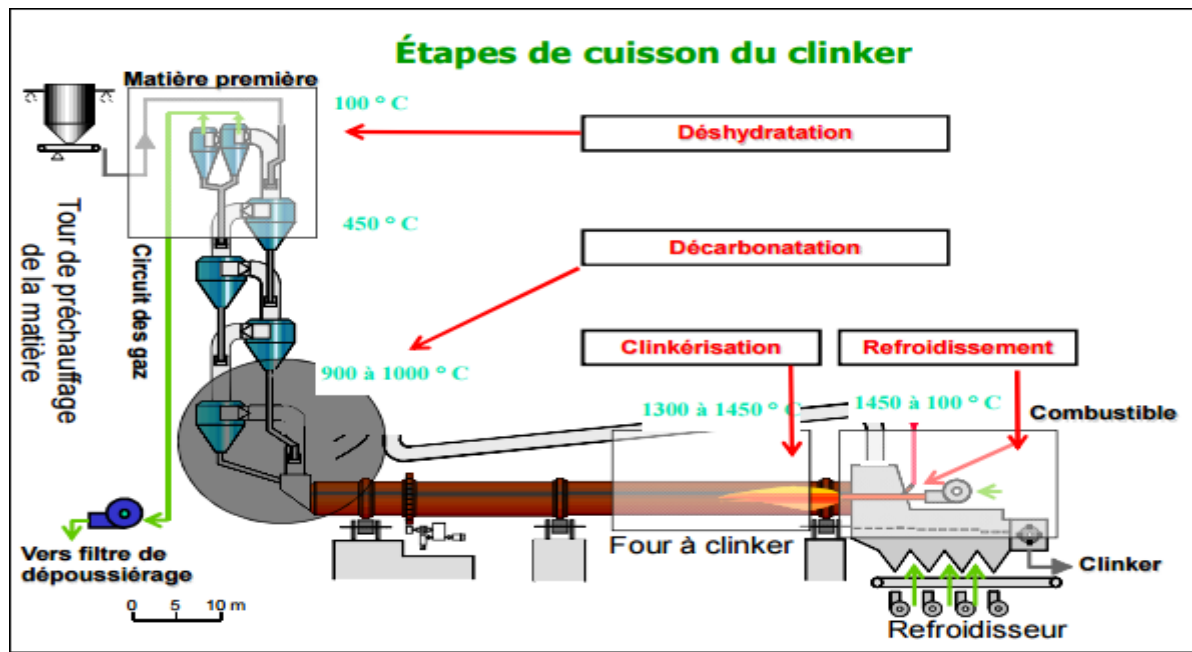


Figure 8 : Les étapes de cuisson du clinker

6- Refroidissement :

Le clinker sorti du four est refroidi par un refroidisseur à grille (figure 9), ce dernier est équipé par 5 ventilateurs qui propulsent de l'air en vue de refroidir le clinker progressivement.

Cette étape a pour objectif de faciliter le stockage et la manutention du clinker. Une fois le refroidissement terminé, les blocs de clinker dont la granulométrie est supérieure à 30m sont concassés puis transportés vers le silo stockage clinker.



Figure 9 : Refroidisseur à grille

7- Broyage ciment :

Le broyeur à ciment (figure 10) fait partie de la famille des broyeurs verticaux à galets. Avant le broyage du clinker on ajoute du gypse et d'autres constituants secondaires qui donnent au

ciment les propriétés spécifiques correspondant aux différentes qualités. Les ajouts utilisés sont :

- Les cendres volantes : récupération des poussières des centrales thermiques au charbon.
- Les pouzzolanes : roches d'origines volcaniques.

Le broyeur utilisé est un broyeur vertical à galets : ce type de broyeur est constitué d'une piste rotative, un galet maître et deux galets esclaves, il a un débit nominal de 150 tonnes par heure.



Figure 10 : Atelier du Broyage ciment

8- Ensachage et expédition :

a) Ensachage :

L'ensachage du ciment se fait par fluidisation à l'aide de compresseurs au niveau des silos de stockage. Le ciment est ensuite transporté par des aéroglesseurs et des élévateurs à godets puis passe par des cribles pour l'élimination des corps étrangers.

b) Expédition :

L'expédition des différents types de ciment se fait en sacs de 50 Kg et en vrac soit par route soit par voie ferrée. Le chargement des camions en sacs se fait manuellement. Le chargement des wagons en sac est assuré par des chargeurs de wagons. L'expédition du ciment en vrac par camion ou wagons citernes se fait directement à partir des silos de stockage.



Figure11 :Expédition à travers des wagons citernes

Cahier de charges

L'indisponibilité du broyeur a un impact direct successivement sur la production et sur les coûts de production et de la maintenance, ce qui augmente les charges de la société qui constituent des pertes.

Dans ce contexte, au cours de la période de notre stage, il nous a été proposé par notre encadrant **Mr.Kassaoui** de faire une étude sur la mise en place d'un plan de maintenance préventif du broyeur ciment BK4 de la cimenterie LafargeHolcim Fès, dont l'objectif est de faire :

- Une étude critique de la disponibilité du broyeur
- Analyse des anomalies et actions d'améliorations
- Recensement des causes des indisponibilités
- Propositions des actions préventives

Pour mener à bien notre projet, nous avons procédé comme suit :

- Identification de toutes les causes possibles de l'arrêt du broyeur sous le vocable « 5 M », (Milieu, Matériel, Méthodes, Main d'œuvre, Matière)
- Analyse et étude des causes
- Recommandations & solutions

Chapitre 2 :

Présentation Analytique du broyeur BK4 et étude de ses anomalies

I. Description du broyeur BK4 :

1. Introduction :

Le broyeur à galet de type vertical est un équipement adéquat pour le broyage et le séchage des matériaux humides tel que le ciment. Le broyage et le séchage peuvent être réalisés de manière très efficace avec une seule machine. Plusieurs matériaux peuvent être broyés dans les broyeurs verticaux à galets :

- ✎ Ciment
- ✎ Cru
- ✎ Charbon
- ✎ Pouzzolane

Le broyeur à galets de type vertical réalise 4 fonctions principales dans une seule machine :

- ✎ Le broyage
- ✎ Le séchage
- ✎ La séparation
- ✎ Le transport

2. Circuit de broyage :

Le circuit de broyage est composé successivement des éléments principaux suivants :

- 1- Des trémies recevant les matières à broyer (clinker, gypse, calcaire, pouzzolane)
- 2- Des doseurs pour le dosage des proportions de matière qui vont composer le ciment spécifique (CPJ35, CPJ45, CPJ55)
- 3- Un broyeur vertical pour le broyage des matières entrantes
- 4- Un filtre pour la récupération du ciment
- 5- Un ventilateur pour la génération d'air pour la circulation de la matière à l'intérieur du circuit du broyage
- 6- Un générateur de gaz chaud pour le séchage de matière

3. Présentation du broyeur BK4 :

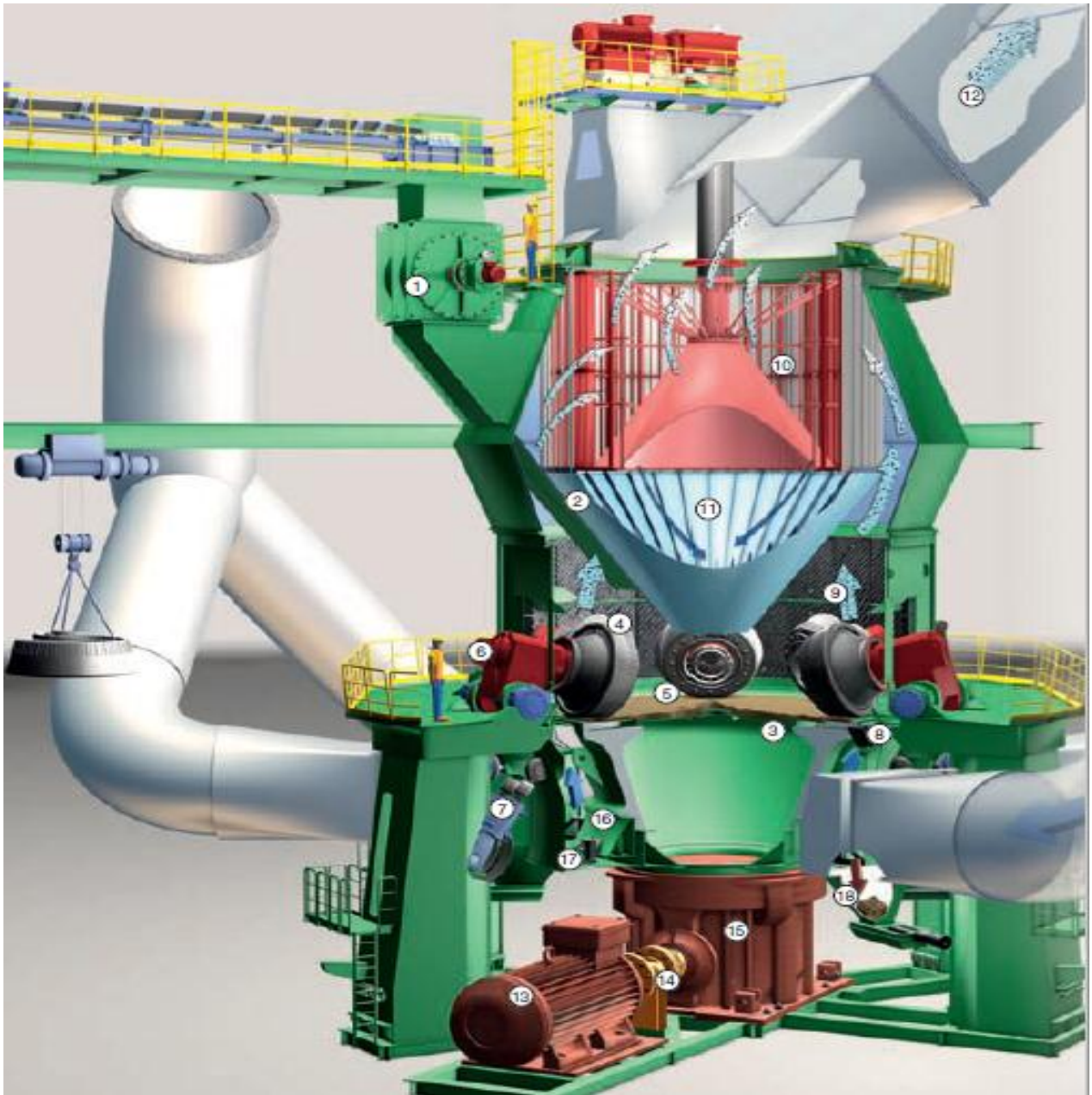


Figure 12: Broyeur ciment à galets BK4

1.Sas Alvéolaire 2.Goulotte 3.Plateau de broyage 4.Les galets de broyage 5.Le lit de matière 6.Le levier oscillant 7.Les vérins 8.La couronne à aubes 9.Le flux vertical de gaz chaud 10.Séparateur 11.Les grosses Particules retournées en recirculation interne 12.Produit fini entraîné par le flux gazeux en dehors du broyeur 13.Moteur électrique 14.Accouplement 15.Réducteur 16. Canal circulaire 17.Racleurs 18.Trémie de Rejet

a) Principe de fonctionnement :

Dans le broyeur, la matière à broyer est écrasée entre le plateau de broyage en rotation et les galets de broyage stationnaires.

Le broyage est effectué en premier lieu par les forces de compression. Des forces de cisaillement, beaucoup moins importantes, aident au décollage de couches cristallines dans la matière à broyer. Cet effet est obtenu par des galets coniques dont les axes de rotation sont inclinés de 15° par rapport au plateau de broyage horizontal. Des essais comparatifs effectués déjà au cours des années 30 du 20ème siècle ont montré que cette configuration produit un effet de broyage optimal tout en réduisant l'usure au minimum. La pression de broyage appliquée est plus élevée que pour le broyage du charbon.

Des gaz chauds sont utilisés pour l'évaporation de l'humidité contenue dans la matière à broyer et à sécher. Les principales sources de gaz chauds sont les rejets de four tournant. Des échangeurs de chaleur et des refroidisseurs de clinker. Aux cas où ces gaz de rejet ne sont pas disponibles ou que leur contenu en chaleur est insuffisant, des générateurs de gaz chaud sont utilisés. Le séparateur installé au-dessus de la chambre de broyage du broyeur élimine les particules de taille très importante du flux gazeux entraînant les particules fine en-dehors du broyeur et les renvoie sur la table de broyage.

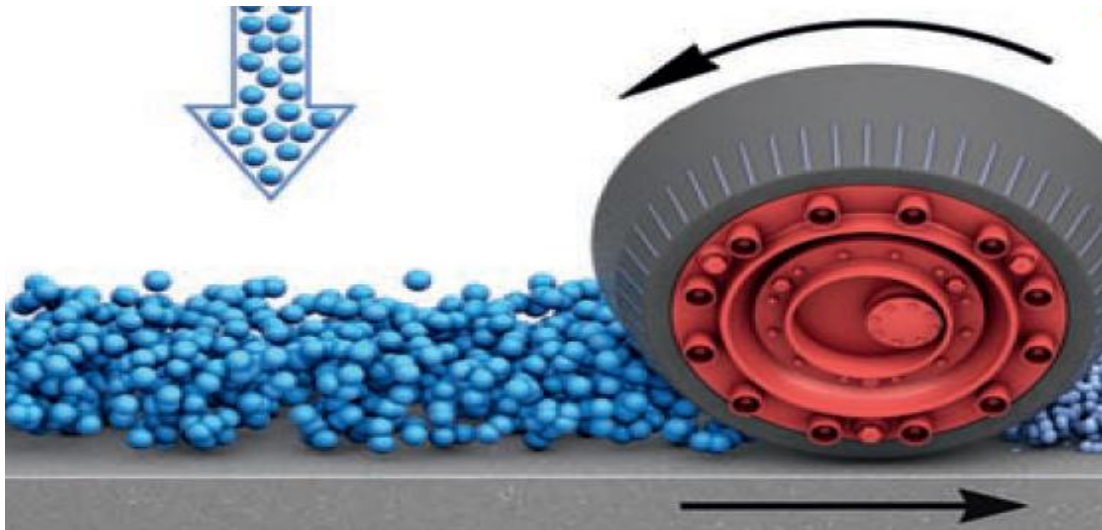


Figure 13 : La matière en broyage

b) Structure du broyeur BK4 :

- Les particularités suivantes caractérisent la technique du broyeur BK4 :
- Chaque galet est porté par un levier oscillant (figure 14) à fixation stationnaire



Figure 14 : Levier oscillant en position de travail

- Le support et le guidage précis de l'ensemble galet et levier oscillant sont réalisés à l'aide de paliers à roulements fixés sur un montant, dans lequel sont intégrés les tendeurs à ressorts hydropneumatiques.



Figure 15 : Ressorts hydropneumatiques

- Les tendeurs à ressorts hydropneumatiques comme montre (**Figure 15**) permettent également de soulever les galets, ce qui facilite le démarrage avec plateau de broyage (La piste) encombré de matière.
- Les galets comme montre (**Figure 16**) sont reliés deux à deux à des unités hydrauliques (sauf pour les broyeurs à 3 galets).



Figure 16: Galets

→ Un espace à largeur de fente pratiquement uniforme est maintenu entre les galets et le plateau de broyage sur toute la durée de vie des outils de broyage.

II. Etude critique de la disponibilité du broyeur BK :

Suite à l'historique d'arrêts du broyeur ciment de l'année 2016, nous constatons que le nombre des arrêts est **considérable**. Il est indispensable de remonter aux causes grâce à **un diagramme d'Ishikawa** qui illustre une représentation bien structurée de l'ensemble des causes qui entraînent l'arrêt du broyeur.

▪ Présentation du diagramme d'Ishikawa

Le diagramme ISHIKAWA permet de visualiser les causes réelles et supposées, pouvant provoquer un effet que l'on cherche. La construction de ce diagramme passe par plusieurs phases :

- ✓ Identification de l'**effet** considéré
- ✓ Recensement de toutes les **causes** possibles.
- ✓ Regroupement par **famille des causes** (usuellement 5 à 6). Dans l'analyse d'un procédé, les causes fondamentales sont regroupées sous le vocable « 5M » : Matériel, Matière, Milieu, Main d'œuvre, Méthode

1) Diagramme ISHIKAWA:

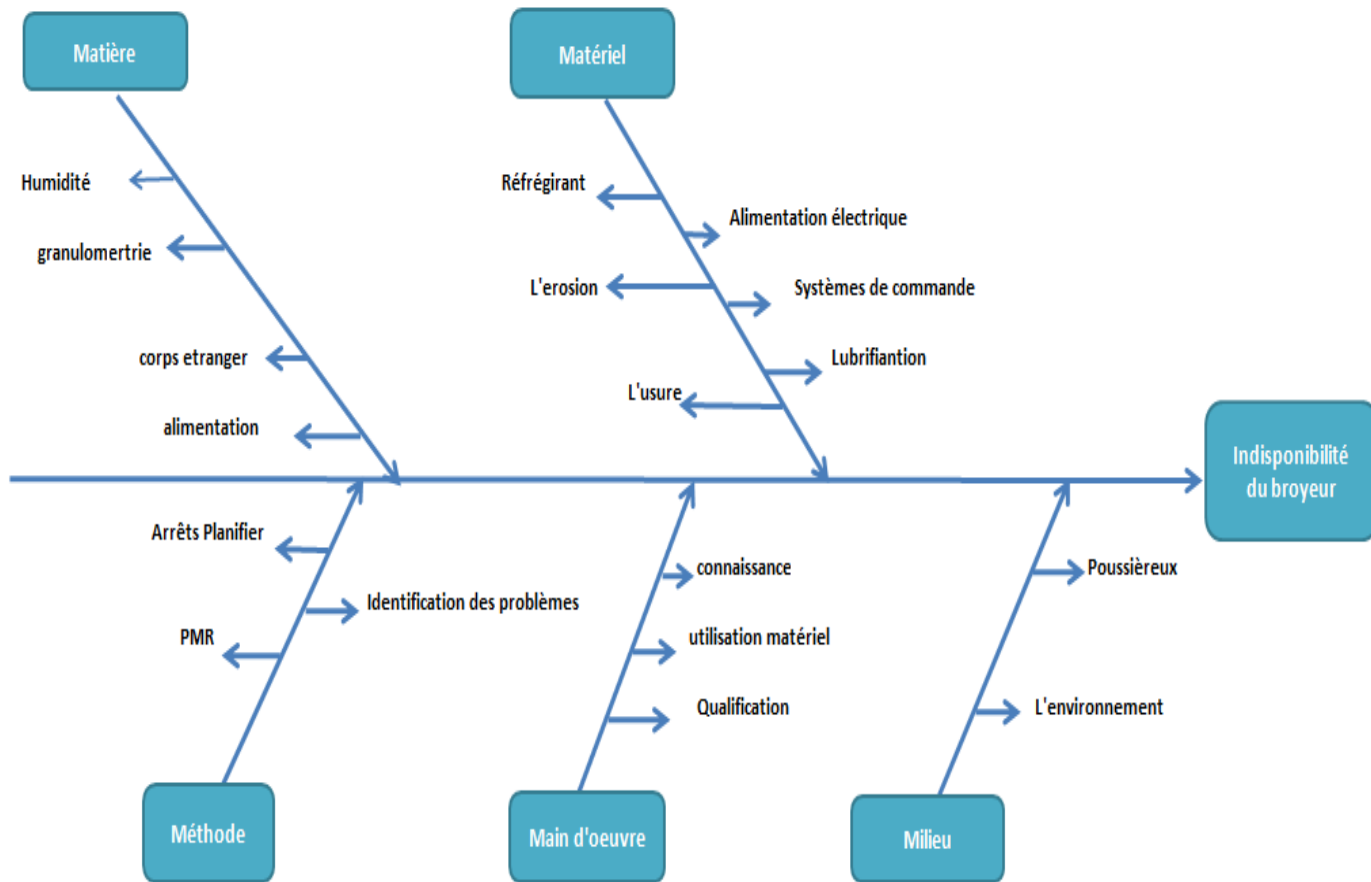


Diagramme d'Ishikawa des causes de défaillance du broyeur ciment

2) Analyse des causes :

Le diagramme nous a donné une vision détaillée de l'ensemble des causes de l'indisponibilité du broyeur en les regroupant suivant 5 catégories :

☞ **Milieu :** L'environnement du broyeur est influencé par plusieurs facteurs :

- Existence d'une grande quantité de poussière qui se dégage.
- Température élevée.

☞ **Main d'oeuvre :**

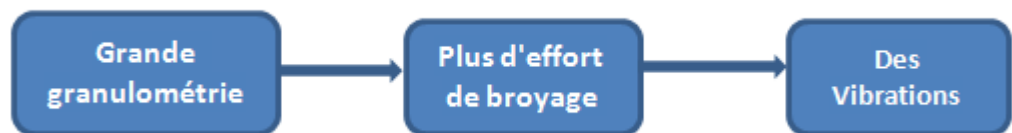
- Utilisation du broyeur par des opérateurs non-qualifiés.
- Peu de connaissances et d'expériences.

☞ Matières :

☞ Humidité :

Matière	Calcaire	Gypse	Pouzzolane
%Humidité	7%	5.5%	20%

☞ Granulométrie : Le diamètre d'ajouts ne doit pas dépasser 35mm et le diamètre du clinker ne doit pas dépasser 80mm



☞ Corps étrangers : fiabilité de détecteur de métaux /déferrailleur



Figure 17: Corps étrangers de la carrière / Additifs externes

☞ Grindabilité : dureté de la matière.

☞ Matériel :

Le broyeur est l'une des machines les plus importantes dans le processus de fabrication de ciment et qui est très sensible car il peut avoir des défaillances mécaniques ainsi qu'électriques:

○ Partie mécanique :

▪ équipements de broyage :

- Piste
- Galets
- Verins
- Pompe hydraulique

▪ Réducteur :

- Lubrification
- Engrenage
- Roulement
- Patins

○ Partie électrique :

- Moteur : Alimentation électrique : câble de commande, cellule moyenne tension, bobines
- Démarreur : liquide (l'électrolyte), électrodes
- Roulement
- Refroidissement moteur : Ventilateur
- Ballais

☞ Méthodes :

- Planification
- PMR (visite, contrôle de température ou thermographie et contrôle vibratoire)

III. Analyse des anomalies du broyeur BK4 :

1. Diagramme Pareto :

Présentation Pareto : C'est un outil de visualisation de la fréquence (coût) des causes, des sources de variation, des problèmes de qualité, etc.

Principe : La loi de Pareto aussi appelée règle du 80/20.

80% de la variabilité est expliquée par 20% des causes. Donc si 20% des causes produisent 80% des effets, il suffit de travailler sur ces 20% la pour influencer fortement le phénomène.

Application : Notre analyse Pareto se portera sur l'année 2016. Nous jugeons qu'une analyse bien élaborée de cette année est nécessaire pour donner une vue d'ensemble sur le travail qu'on veut réaliser dans notre projet.

Equipement	Durée Totale (h)	%	% Cumulés
Doseur clinker	21,06	21,90	21,9
Moteur	14,2	14,77	36,67
Redler	13,7	14,25	50,92
Filtre process	12,2	12,69	63,61
Salle P4	6,1	6,34	69,95
Pompe hydraulique	6,05	6,29	76,24
Doseur Gypse	5,45	5,67	81,91
Elevateur ciment	4,53	4,71	86,62
Chaîne refus	3,73	3,88	90,5
By pass	3,57	3,71	93,76
Redler filtre process	1,7	1,77	95,53
Bande BT4	1,55	1,61	97,14
Ventilateur final	1,07	1,11	98,25
Bande BT5	0,7	0,73	98,98
Separateur	0,49	0,51	99,49
Elevateur Ajout	0,45	0,47	99,96
Bande BT2	0,35	0,36	100,32
Bande BT1	0,34	0,35	100,67
Elevateur refus	0,32	0,33	101
Master groupe	0,1	0,10	101,1
Chaîne refus	0,04	0,04	101,14
Total	97,7	100,00	1675,16

Tableau 6: Tableau récapitulatif des données pour l'élaboration du diagramme de Pareto des arrêts 2016 de BK4

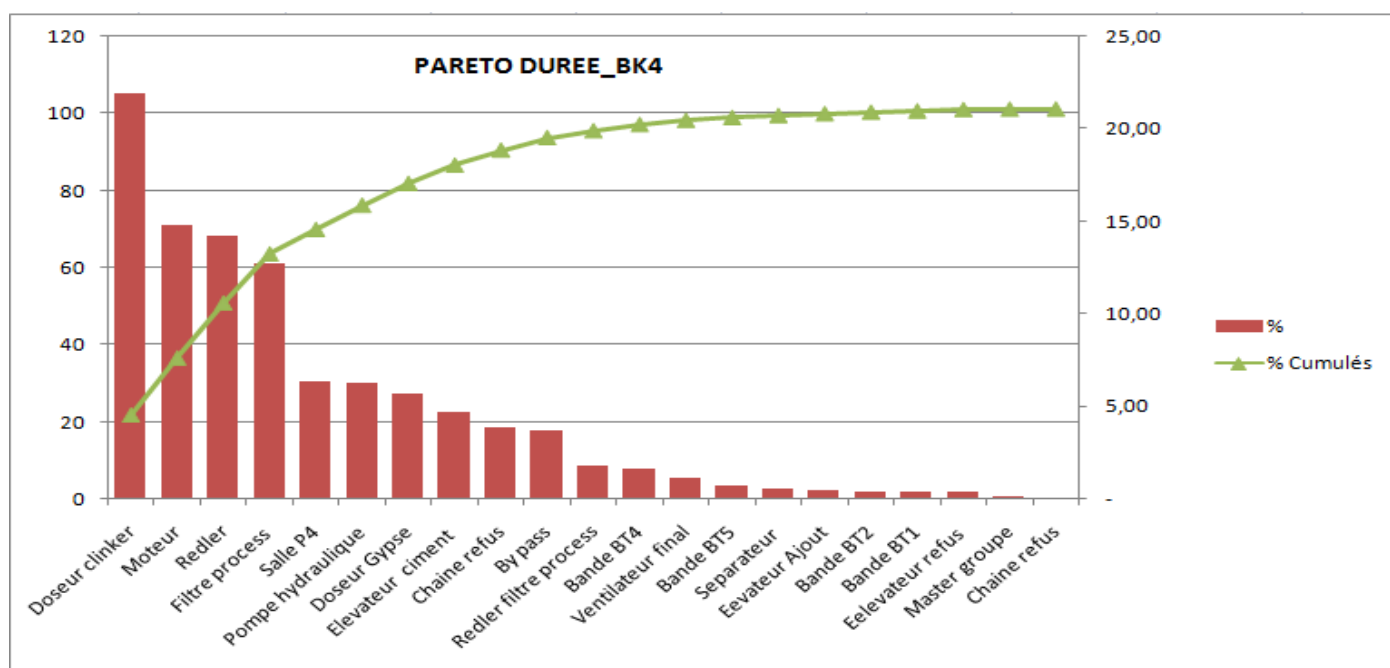


Figure 18 : Diagramme de Pareto de durée des arrêts 2016 du broyeur BK4

Equipement	Fréquence	%	% cumulés
Moteur	75	41,21	41,21
Doseur clinker	17	9,34	50,55
Filtre process	14	7,69	58,24
Elevateur ciment	13	7,14	65,38
By pass	12	6,59	71,97
Pompe hydraulique	9	4,95	76,92
Redler	6	3,30	80,22
Bande BT1	6	3,30	83,52
Ventilateur final	5	2,75	86,27
Bande BT4	4	2,20	88,47
Bande BT5	4	2,20	90,67
Elevateur Ajout	4	2,20	92,87
Redler filtre process	3	1,65	94,52
Separateur	3	1,65	96,17
Doseur Gypse	2	1,10	97,27
Salle P4	1	0,55	97,82
Bande BT2	1	0,55	98,37
Elevateur refus	1	0,55	98,92
Master groupe	1	0,55	99,47
Chaîne refus	1	0,55	100,02
Total	182	100,00	1668,85

Tableau 7 : Tableau récapitulatif des données pour l'élaboration du diagramme de Pareto des arrêts 2016 du broyeur BK4

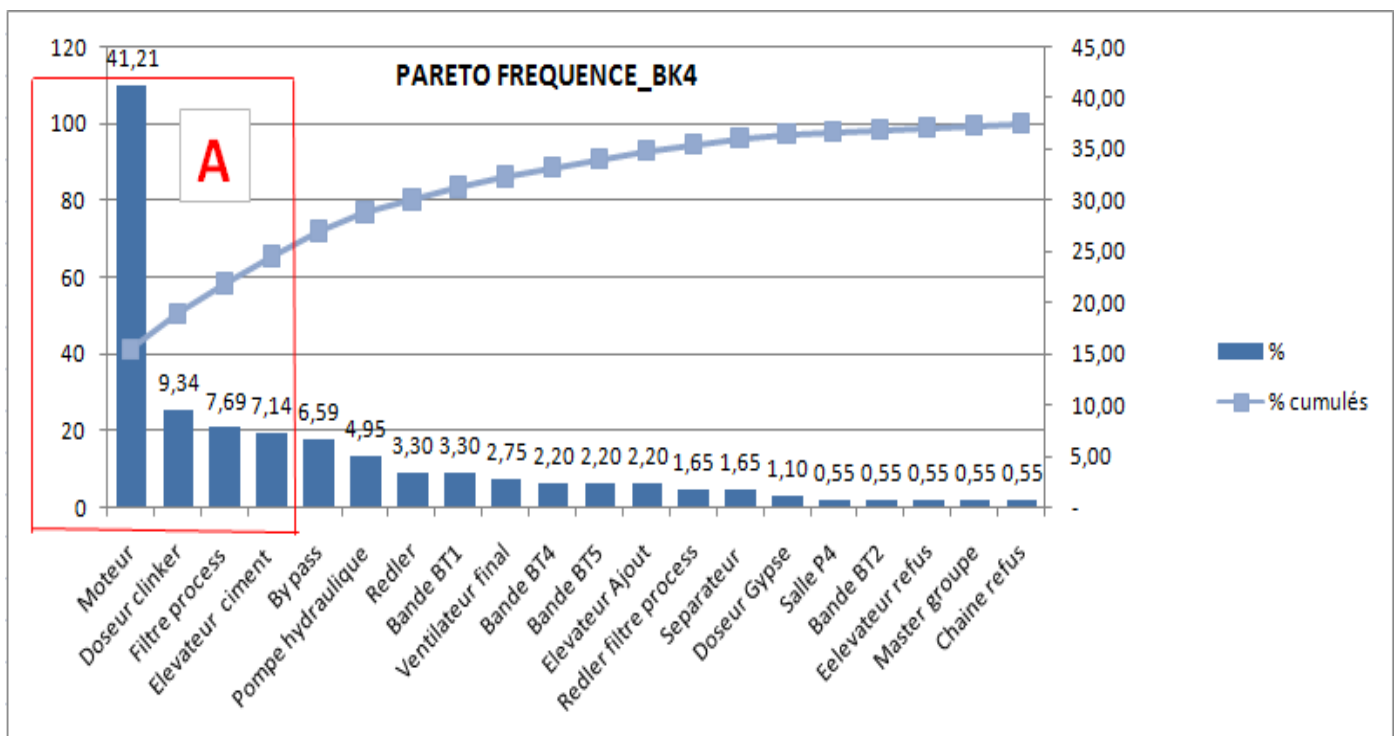


Figure 19 : Diagramme de Pareto de fréquence des arrêts du broyeur BK4

2) Interprétation Pareto : D'après le diagramme (D'après la Figure 19) on remarque clairement qu'il y'a quatre équipements (moteur, doseur clinker, filtre process et l'élévateur ciment) qui ont causé 80% des arrêts soit 97.7h d'arrêt dans le broyeur BK4. C'est pour cette raison qu'on va s'intéresser sur ces principaux équipements qui ont eu la plus grande fréquence de pannes comme suit :

Equipement	Causes	Type de panne	Actions
Moteur	Vibration(Réducteur)	Production	-Contrôle de la taille de la matière à broyer -Séchage de la matière
	Microcoupure	Électrique (Problème de réseau de l'ONEE)	-Système générateur / Transformateur
	puissance élevée	Electrique	-Contrôle de densité de la matière
	défauldémarreur	Mécanique (L'électrolyte : le liquide qui sert au démarrage)	-Contrôle de l'électrolyte
Doseur clinker	Bourrage	mécanique	-Contrôle de l'état de la goulotte
	Surcharge	Mécanique (coincement tambour ou bande) production (Une charge supplémentaire sur la bande)	-Contrôle de la quantité de la matière - Contrôle état de la bande (frottement) -Contrôle déviation de la bande
	Disponibilité	Mécanique, Electrique	-Elimination de pannes -Assurer le bon fonctionnement des équipements
	Deport Bande	Mécanique	-Contrôle de la bande et centrage -Détection déport bande -Contrôle état du rouleaux -Contrôle état du tambour
	Palier	Mécanique	-Contrôle de l'état roulement -Contrôle graissage
	DéfautAffichage	Electrique	-Contrôle de debit de la matière
	Bourrage	Mécanique Production	-Contrôle de l'état de goulotte - Contrôle du

Elévateur ciment			fonctionnement détecteur de bourrage
	Déport bande	Electrique Mécanique	-Détection déport bande, maintenance préventive -Centrage bande - Contrôle de l'état de revêtement du tambour
	Contrôle rotation	Electrique Mécanique	-Contrôle de la fiabilité du détecteur rotation -Contrôle des godets
Filtre process	Bourrage	Electrique	-Contrôle régulier des manches -Contrôle du battage (secouage) (opération du filtre pour décolmater les manches)
	Pression élevée	Electrique	- Vérification des battages
	Disponibilité	Mécanique et électrique	-Contrôle de l'état des manches -Contrôle des membranes -Contrôle de la pression d'air -Elimination des entrées d'air
	Chute pression	Electrique / mécanique	-Contrôle de l'état des compresseurs

Tableau 8 : Plan d'actions

Ce sont les actions qu'on propose aux différents services de maintenance pour les modes de défaillance les plus critiques.

L'application de ces actions permettra de résoudre la grande majorité des arrêts –à savoir les plus critiques- présents dans l'année 2016, ce qui représente théoriquement une baisse de 80% des arrêts , vu que le plan d'action est destiné aux arrêts qui représentent une grande partie des pourcentages cumulés d'arrêts dans l'analyse Pareto.

Tout ceci engendrera une amélioration au niveau de la disponibilité du broyeur.

Chapitre 3 :

Mise en place d'un plan de maintenance préventif du broyeur ciment BK4 à partir d'une analyse AMDEC

I. Introduction :

Afin de réduire les arrêts et améliorer la disponibilité du broyeur, il est indispensable de minimiser les anomalies et les pannes imprévues.

Dans l'axe qui a précédé (Analyse des anomalies), nous avons présenté les différents arrêts qui ont eu lieu durant l'année 2016. Et après avoir fait une analyse Pareto, il est nécessaire de chercher les causes d'arrêts et de proposer des actions préventives et correctives.

Pour ce faire, nous avons optés pour une analyse AMDEC des arrêts de l'année 2016.

II. AMDEC : Introduction à l'AMDEC :

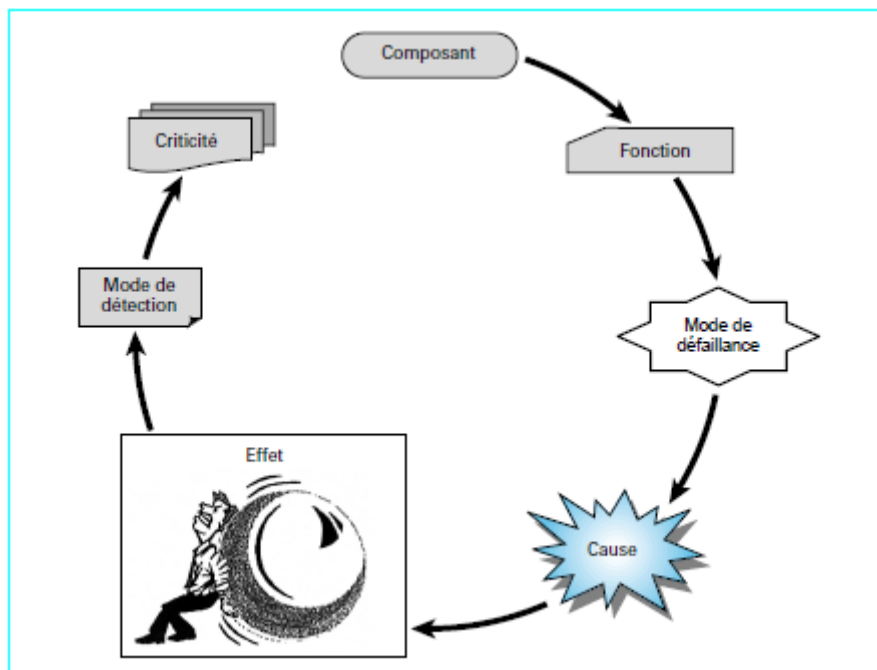


Figure 20 : Descriptif AMDEC

AMDEC : Analyse des Modes de Défaillance et de leurs Effets et de leur Criticité selon les objectifs visés. Plusieurs types d'AMDEC sont utilisés lors des phases successives de développement d'un produit:

- **AMDEC Produit** : analyse de la conception d'un produit pour améliorer la qualité et la fiabilité de celui-ci.

- **AMDEC processus** : analyse des opérations de production pour améliorer la qualité de fabrication du produit.
- **AMDEC machine** : analyse de la conception et / ou de l'exploitation d'un moyen ou d'un équipement de production pour améliorer la **sûreté de fonctionnement** (sécurité, disponibilité, fiabilité, maintenabilité) de celui-ci.

L'AMDEC est une technique d'analyse qui a pour but d'évaluer et de garantir la sûreté de fonctionnement des machines par la maîtrise des défaillances. Elle a pour objectif final l'obtention, au meilleur coût, du rendement global maximum des machines de production et équipements industriels.

Son rôle n'est pas de remettre en cause les fonctions de la machine mais plutôt d'analyser dans quelle mesure ces fonctions ne peuvent plus être assurées correctement.

L'étude de l'AMDEC machine vise à :

- **Réduire le nombre de défaillances**
 - Prévention des pannes
 - Fiabilisation de la conception
 - Amélioration de la fabrication, du montage, de l'installation
 - Optimisation de l'utilisation et de la conduite
 - Amélioration de la surveillance et des tests
 - Amélioration de la maintenance préventive
 - Détection précoce des dégradations
- **Réduire le temps d'indisponibilité après défaillance**
 - Prise en compte de la maintenabilité dès la conception
 - Amélioration de la testabilité
 - Aide au diagnostic
 - Amélioration de la maintenance corrective
- **Améliorer la sécurité**

La criticité est calculée selon le produit de 3 critères : Fréquence, Gravité et Non Détection.

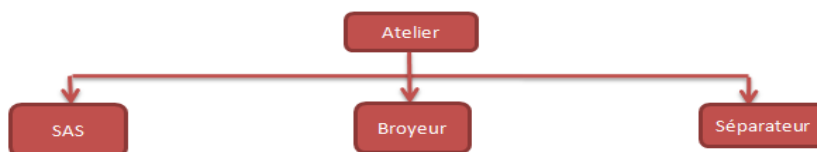
Chaque critère bénéficie d'une note selon la défaillance en question comme suit :

Fréquence F		Gravité G		Non détection N	
Cotation	Définition	Cotation	Définition	Cotation	Définition
1	Défaillance moins d'une fois par mois	1	Pas d'arrêt de la production	1	Signe évident de défaillance
2	Défaillance moins d'une fois par quinzaine	2	Arrêt \leq 1 heure	2	Facile à détecter, mais nécessite une action particulière
3	Défaillance moins d'une fois par semaine	3	1 heure $<$ Arrêt \leq 1 jour	3	Détection difficile
4	Défaillance plus d'une fois par semaine	4	Arrêt $>$ 1 jour	4	Indécelable

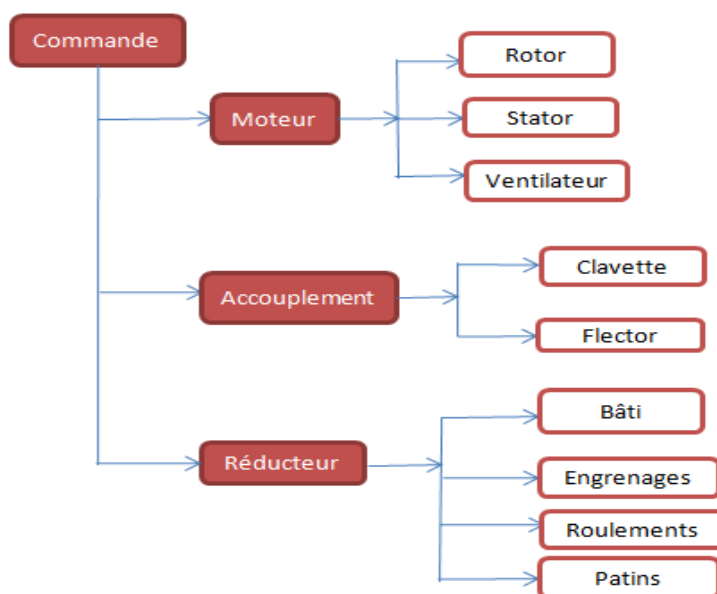
Tableau 9: Table de cotation AMDEC

III. Actions préventives :

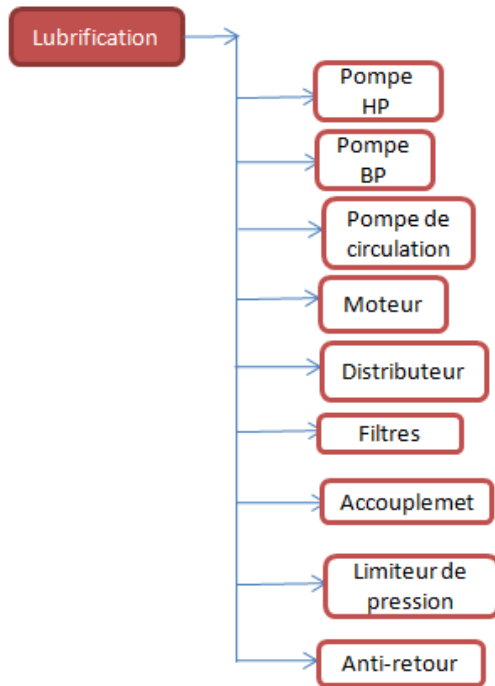
1) Décomposition du Broyeur ciment BK4



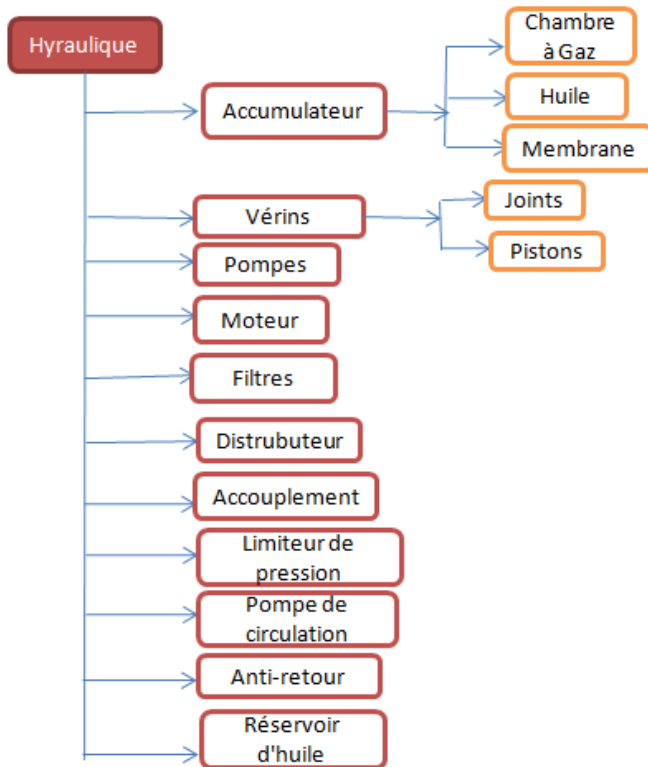
Partie commande :



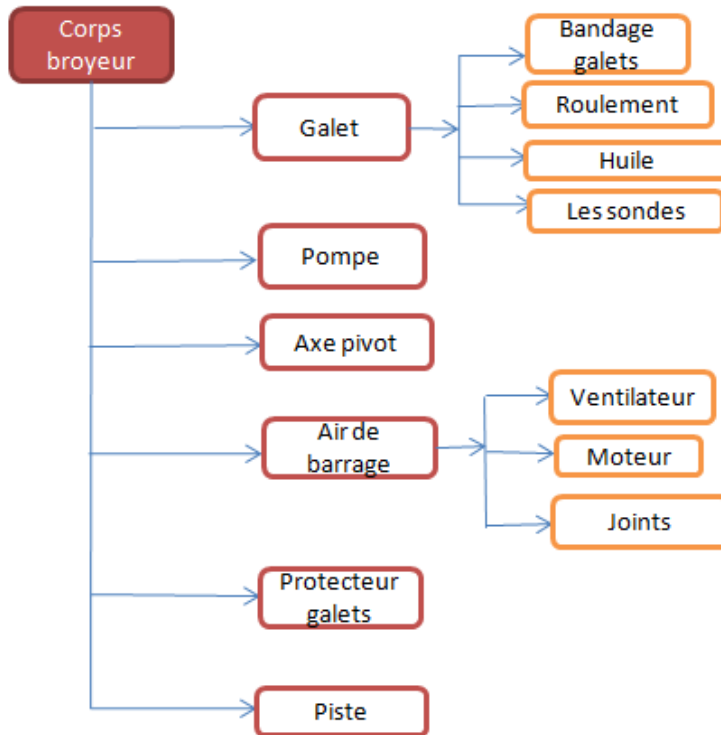
- Lubrification réducteur :



- La partie Hydraulique :



✚ La partie corps du broyeur :



2) Tableau AMDEC :

On a recensé les différents arrêts qui ont eu lieu lors de l'année précédemment citée en analysant les différentes causes susceptibles de causer ces arrêts ainsi que leur effet sur les différents composants du circuit de broyage ciment, en prenant soin d'attribuer les notes de **Fréquence**, **Gravité**, et **Non détection** à chaque arrêt afin d'évaluer leur criticité et proposer par la suite des actions exploitables.

Le résultat est le suivant :

Donc comme on peut le remarquer à partir du tableau AMDEC, on a répertorié chaque mode de défaillance de chaque sous élément du broyeur ciment, ayant attribué une note de criticité à chaque défaillance à partir de la cotation du (**Tableau 10**).

NB : Certains modes de défaillance peuvent ne pas concorder avec l'analyse Pareto du fait que l'AMDEC on prend en compte aussi des facteurs de non-détection et l'intervalle de temps étudié.

Conclusion :

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude, l'enjeu crucial que représente la disponibilité du broyeur et les arrêts dans l'industrie cimentière, nous a amené à faire un suivi des pannes ainsi que les arrêts du broyeur BK4, à analyser les données et à présenter les principales causes de l'indisponibilité du broyeur.

Durant notre période de stage ayant pour but l'amélioration de la disponibilité du broyeur ciment BK4, nous avons proposés des recommandations et solutions afin de réduire les arrêts et augmentant la disponibilité du broyeur en exploitant un ensemble d'outils à savoir faire le diagramme d'ISHIKAWA, le diagramme PARETO, et l'analyse AMDEC afin d'atteindre notre objectif.

Tous les services que ce soit production, maintenance, électrique... doivent travailler en collaboration pour une bonne disponibilité du broyeur, pour cela nous proposons :

- ❖ Faire des check liste pour relever toutes les anomalies du broyeur
- ❖ Améliorer la MTBF du broyeur par un plan de maintenance préventive
- ❖ L'utilisation de la méthode TPM

Finalement nous jugeons que notre période de stage a été bénéfique pour nous sur le plan professionnel et pratique.

Bibliographie

- Rapports PFE et Documentation interne de LafargeHolcim
- Loesche mills for cement raw material_F
- *www.wikipedia.com*
- *www.LafargeHolcim.ma*
- *Mr. Chafi : Cours de gestion de la maintenance LST GI*

Annexes

Date	Equipement	Code HAC	Causes d'arrêts	Durée	Fréq.
17-janv.-16	Moteur	564-EP1	vibration	0,07	1
18-janv.-16	Moteur	564EP1	vibration	0,05	1
25-janv.-16	Moteur	564EP1	vibration	1,08	1
7-févr.-16	Moteur	564EP1	vibration	1,18	1
14-févr.-16	Elevateur	564-EG1	relais choc	3,73	1
29-févr.-16	Elevateur	59A-EG1	dépord bande	1,45	1
3-mars-16	moteur	564-EP1	vibration	0,25	3
5-mars-16	moteur	564-EP1	microcoupure	0,2	1
7-mars-16	moteur	564-EP1	puissance elevee	0,08	1
14-mars-16	pompe hyd		signal erreur	0,57	6
15-mars-16	pompe hyd		signal erreur	0,08	1
15-mars-16	redler	594 TS1	bourrage	5,2	1
15-mars-16	elevateur	59A-EG2	depord bande	1,1	1
16-mars-16	elevateur	59A-EG1	depord bande	0,28	1
17-mars-16	Moteur	564-EP1	vibration	0,25	1
19-mars-16	salle P4		declenchement onduleurs	6,1	1
19-mars-16	bande	534-BT5	arret a cable	0,1	1
22-mars-16	pompe hyd		erreur signal	2,3	1
24-mars-16	Moteur	564-EP1	vibration	1,14	2
24-mars-16	by pass		coincement	0,1	1
2-avr.-16	Elevateur ajout	564EG1	relais choc	0,1	1
4-avr.-16	Chaine refus	564TS1	surcharge	0,04	1
5-avr.-16	Moteur	564EP1	vibration	0,15	1
5-avr.-16	Moteur	564EP1	vibration	0,13	1
6-avr.-16	Moteur	564EP1	vibration	0,02	1
7-avr.-16	Moteur	564EP1	vibration	1,15	1
9-avr.-16	Elevateur	59AEG1	bourage	0,05	1
9-avr.-16	Elevateur	59AEG1	bourage	0,07	1
10-avr.-16	Moteur	564EP1	vibration	0,08	1
10-avr.-16	Master groupe		erreur	0,1	1
11-avr.-16	Elevateur	59AEG2	bourage	0,06	1
11-avr.-16	Elevateur	59AEG2	deport de bande	0,14	1
13-avr.-16	Moteur	564EP1	vibration	0,15	1

14-avr.-16	Elevateur	59AEG1	bourage	0,08	1
14-avr.-16	Elevateur	59AEG1	contrôle de rotation	0,55	1
15-avr.-16	Moteur	564EP1	vibration	0,05	1
17-avr.-16	Moteur	564EP1	vibration	0,3	1
17-avr.-16	Separateur	564SR1	microcoupure	0,24	1
21-avr.-16	Moteur	564EP1	vibration	0,04	1
23-avr.-16	Redler	594TS1	disponibilité	0,4	1
24-avr.-16	Moteur	564EP1	vibration	0,12	1
1-mai-16	Moteur	564EP1	vibration	0,1	1
2-mai-16	Moteur	564EP1	vibration	0,06	1
	Moteur	564EP1	microcoupure	0,25	1
3-mai-16	Doseur clinker		disponibilite	0,25	1
	Moteur	564EP1	vibration	0,05	1
4-mai-16	Moteur	564EP1	vibration	0,3	1
	Filtre process	564FT1	disponibilite	0,46	2
5-mai-16	Filtre process	564FT1	disponibilite	1,3	1
	Doseur clinker		deport bande	0,45	1
7-mai-16	Filtre process	564FT1	disponibilite	0,15	1
9-mai-16	Redler	594TS1	surcharge	4	1
10-mai-16	Filtre process	564FT1	chute de pression air	2	1
12-mai-16	Moteur	564EP1	vibration	0,06	1
25-juin-16	separateur	564SR1	microcoupure	0,15	1
24-juin-16	Redler	594TS1	surcharge	0,15	1
23-juin-16	Moteur	564EP1	vibration	0,07	1
22-juin-16	Moteur	564EP1	vibration	1,15	1
20-juin-16	Moteur	564EP1	vibration	0,1	1
12-juin-16	Moteur	564EP1	vibration	0,04	1
12-juin-16	Bande	534 BT 5	contole de rotation	0,05	1
11-juin-16	Bande	534 BT 5	depord bande	0,3	1
6-juin-16	Moteur	564EP1	vibration	0,1	1
5-juin-16	separateur	564SR1	microcoupure	0,1	1
4-juin-16	Moteur	564EP1	vibration	0,04	1
27-juin-16	Redler	594TS1	surcharge	2,63	1
14-juil.-16	Bande BT5	534BT5	depord bande	0,25	1
15-juil.-16	Elevateur ajout		bourrage	0,1	1
15-juil.-16	BandeBT4	534BT4	depord de bande	0,12	1
15-juil.-16	Doseur gypse		defaut armoire (temperature armoire elevee)	5,37	1
16-juil.-16	Doseur clinker		depord bande	1,2	1
16-juil.-16	Doseur gypse		defautdisponibilite	0,08	1
19-juil.-16	Ventilateur final	564ve1	disponibilite	0,35	1

20-juil.-16	By pass		erreur position	0,12	1
19-août-16	Moteur	564EP1	vibration	0,1	1
19-août-16	Filtre process	564FT1	pression elevee	3,4	1
20-août-16	Filtre process	564FT1	pression elevee	0,15	1
20-août-16	Moteur	564EP1	vibration	0,1	1
20-août-16	Moteur	564EP1	defautdemareur	0,1	1
22-août-16	doseur clinker		changement palier	3,5	1
22-août-16	doseur clinker		depord bande	4,5	1
23-août-16	Filtre process	564FT1	pression elevee	0,1	1
23-août-16	Moteur	564EP1	vibration	0,2	1
24-août-16	doseur clinker		defaut affichage de debit	0,3	1
24-août-16	bande BT2		accouplement defectueux	0,35	1
25-août-16	Moteur	564EP1	vibration	0,15	1
27-août-16	Filtre process	564FT1	pression elevee	0,24	1
28-août-16	Filtre process	564FT1	pression elevee	0,2	1
28-août-16	pompe hyd		ajout d'huile	3,1	1
29-août-16	Filtre process	564FT1	pression elevee	3,15	1
	doseur clinker		Perte de la disponibilité du doseur CK	8,37	4
	Moteur		Vibration	2,3	17
	bypass		Coincement By-Pass	2,12	6
	redler filtre process		Surcharge Redler sous filtre	1,25	1
	bande BT4		Dépord bande de la bande d'alimentation du Broyeur	1,2	1
	Moteur		Puissance moteur élevée	0,57	4
	doseur clinker		Déport bande du doseur CK	0,49	2
	redler filtre process		Bourrage de l'aero	0,45	2
	bande BT1		Arret à cable bande d'alimentation BT1 (chute de bloc)	0,34	6
	elevateur ajout		Déclenchement du relais de choc suite à un blocage de l'élevateur des ajouts	0,25	2
	ventilateur broyeur		Déclenchement du variateur ventilateur de tirage	0,2	1
	filtre process	564FT1	Bourrage du filtre processDp élevée	0,15	1
	Elevateur	59AEG2	Déport bande elevateur (Transport ciment)	0,11	1
	bande BT4		Contrôle de rotation de la bande BT4	0,05	1
01-nov	Moteur		vibration	0,15	1
04-nov	moteur		vibration	0,15	1
10-nov	moteur		vibration	0,06	1
10-nov	bypass		Coincement By-Pass	0,46	1
13-nov	moteur		vibration	0,15	1
14-nov	Filtre process		pression elevee	0,2	1
15-nov	bypass		Coincement By-Pass	0,05	1
17-nov	bande BT4		arret a cable	0,18	1

18-nov	bypass		Coincement By-Pass	0,17	1
22-nov	Filtre process		pression elevee	0,3	1
23-nov	Elevateur	59AEG2	bourrage	0,19	1
24-nov	Elevateur	59AEG2	bourrage	0,13	1
29-nov	Moteur		vibration	0,1	1
30-nov	Filtre process		pression elevee	0,35	1
04-déc	doseur clinker		bourrage goulotte	0,3	1
06-déc	moteur		vibration	0,57	2
	elevateur ciment		bourrage goulotte	0,32	1
07-déc	doseur clinker		bourrage goulotte	0,1	1
08-déc	moteur		vibration	0,35	6
11-déc	Redler	594TS1	surcharge	1,32	1
12-déc	moteur		vibration	0,23	2
14-déc	ventilateur final		disponibilité	0,25	1
15-déc	ventilateur final		disponibilité	0,2	1
17-déc	doseur clinker		bourrage goulotte	1,53	1
19-déc	doseur clinker		bourrage goulotte	0,08	1
	ventilateur final		disponibilité	0,13	1
20-déc	doseur clinker		bourrage goulotte	0,09	1
25-déc	bypass		Coincement By-Pass	0,55	1

Tableau 13 : Historique d'arrêts du broyeur de l'année 2016

(Données exploitées pour l'analyse multicritère et l'élaboration du diagramme Pareto)