



LST Genie Industriel
Faculté des Sciences et Techniques de Fès



Département de Génie Industriel



LST de Génie Industriel

Projet de Fin d'Etudes

Optimisation des stocks clinker stock comptable, stock physique

Lieu : HOLCIM Fès

Référence : 04/11GI

Préparé par :

- BEKKALI NIDAL**
- GUIRI MANAL**

Soutenu le 14 Juin 2011 devant le jury composé de :

- Pr .F.Kaghat (Encadrant FST)**
- Pr .M.EL Hammoumi (Examinateur)**
- Pr. H.Kabbaj (Examinateur)**

- Mr.M.Abid (Encadrant Société)

Dedicace

On a le grand plaisir de
dédier ce travail à :

- nos parents :

Pour toute l'affectation et l'encouragement qu'ils nous ont prodigués malgré leurs lourdes responsabilités, rien ne pourrait compenser ces sacrifices sauf les sentiments d'autosatisfaction et le bonheur de voir les efforts récompensés par nos réussites.

- nos frères et sœurs:

En témoignage des liens solides et intimes qui nous unissent tout en vous souhaitant un avenir plein de succès et de bonheur.

- Tous nos amis et collègues et particulièrement les plus intimes en témoignage des moments inoubliables, des sentiments purs, et des liens solides qui nous unissent.
- Aux enseignants de notre faculté qu'ils nous ont jamais cessé de nous faciliter la tâche du travail ainsi pour leurs encouragements sincères.

Veillez accepter mes meilleurs vœux de réussite et de prospérité.

Remerciement

On tient à remercier tous le personnel de Holcim pour leur gentillesse, leur coopération et leur encouragement continu surtout Mr. ABID Mostapha, Mr.Rouijal Hamid et Mr. Rabhi Hamid sans oublier notre encadrant à la Faculté des Sciences et des Techniques qui ont fait tout leur possible dans le but de nous faciliter la tache durant notre durée de stage.

Aussi, On tient à présenter nos remerciements munis d'expression de reconnaissance et de considération à Monsieur le Doyen de la Faculté des Sciences et des Techniques- Fès, ainsi que tous les professeurs du département Génie Industriel.

Egalement, On présente nos vifs remerciements les plus signifiants à tous ceux qui ont contribué et facilité l'élaboration de ce rapport de prés ou de loin.

Sommaire

Introduction.....page 5		
Chapitre 1 :	présentation		de
Holcim.....page 2		
I. Présentation Générale :page 7		
1. Le ciment.....page 8		
2. Historique de Holcim Maroc.....page 9		

3. Organigramme de l'entreprise.....	page 11
II. Les différents services de Holcim REM:.....	page 12
III. Activités principales :.....	page 14
IV. Vision-mission :.....	page 15
Chapitre 2 : Processus de fabrication :	Page 16
Etape 1 : Préparation des matières premières :	Page 17
- Carrière :.....	page18
- Concasseur :.....	page 18
- Transport des matières premières :.....	page 19
Etape 2 : Homogénéisation et cuisson :	page 19
-Pré homogénéisation :.....	page 19
-Broyage du crû :.....	page 20
-Dépoussiérage :.....	Page 21
Etape 3 : Production du clinker :	Page 21
-Préchauffage :.....	page 21
-Four rotatif :.....	page 22
-Refroidisseur à clinker :.....	page 23
Etape 4 : Mouture du ciment et expédition :	page 23
-Silo à clinker :.....	page24
-Broyage du ciment :.....	page 24
-Ensachage et expédition :.....	page 25
Chapitre 3 : Présentation du sujet :	page 26
I. Définitions et méthodes de calcul :.....	page 27
1. Clinker :.....	page 27
2. Stock physique :.....	page 27
3. Stock comptable :.....	page 28
II. Présentation du sujet :.....	page 30

1. Problématique :.....page 30

2. Objectif :.....page 33

III. Plan de travail :.....page 33

Chapitre 4 : Etude et traitement du sujet :.....page 34

I. Les circuits du clinker au sein de l'usine :.....page 35

1. Cartographie :.....page 35

II. Identification des points critiques :.....page 37

1. Transport de la matière :.....page 37

2. Zones de stockage :.....page38

3. Chaîne de production :.....page 39

III. Analyses des points critiques :.....page 39

1. Transport de la matière :.....page 39

2. Zones de stockage :.....page 41

3. Chaîne de production :.....page 42

IV. Plans d'action :.....page 46

1. Plan d'action pour les problèmes du transport de la matière :.....page 46

2. Plan d'action pour les problèmes des zones de stockage :.....page48

3. Plan d'action pour les problèmes de la chaîne de production :.....page49

• Plan d'action :.....page 49

Conclusion :.....page 51

Annexe :.....page 52

Bibliographie :.....page 60

Introduction

Ces dernières années, notre pays est devenu un grand chantier ouvert. De nombreux projets de construction économiques et sociaux ont été construits, d'autres sont en cours de réalisation, ce qui justifie la forte demande sur le ciment.

Pour répondre à cette demande qui est en perpétuelle augmentation, la maîtrise du processus de fabrication du ciment est indispensable. Ce processus intègre des technologies diverses dans un environnement en perpétuelle concurrence.

Le Maroc est aujourd'hui l'un des pays qui possède cette matière (ciment) depuis 1913. L'industrie cimentière au Maroc a vite rattrapé son retard par la création de nombreuses unités de production, ce qui a amené à une croissance importante au cours des années 70 et 80 grâce au développement de la construction de l'infrastructure du pays. De nos jours, le Maroc dispose de 8 cimenteries localisées dans toutes les régions du pays.

Le 1^{er} jour de notre stage ils nous ont proposé un thème sur l'optimisation du stock du clinker vu à l'importance du clinker au sein de la société et aussi par ce que le travail d'un lauréat de la filière **Génie Industriel** est d'optimiser, rendre mieux, réduire les pertes et maximiser le rendement (argents, matières...) en utilisant le grand nombre d'information qu'on a pris durant notre formation dans tous les domaines (gestion des stocks, instrumentation, machines, maintenance industriel, automatique, gestion des entreprises et Qualité, électronique, MDF, RDM, informatique ..)

On a commencé notre travail par une maîtrise du procédé de fabrication du ciment. Ensuite, on a cherché les différents circuits du clinker au sein de l'usine en dessinant une cartographie montrant les chemins du clinker.

En se basant sur la cartographie du circuit du clinker, on a pu identifier les points critiques où il se pose le problème de la perte de la matière. Avec une analyse de ces points critiques, on a détecté les différents problèmes causant cette perte de la matière.

Finalement, on a proposé des plans d'action pour remédier aux problèmes détectés.

Chapitre 1 :

Présentation de

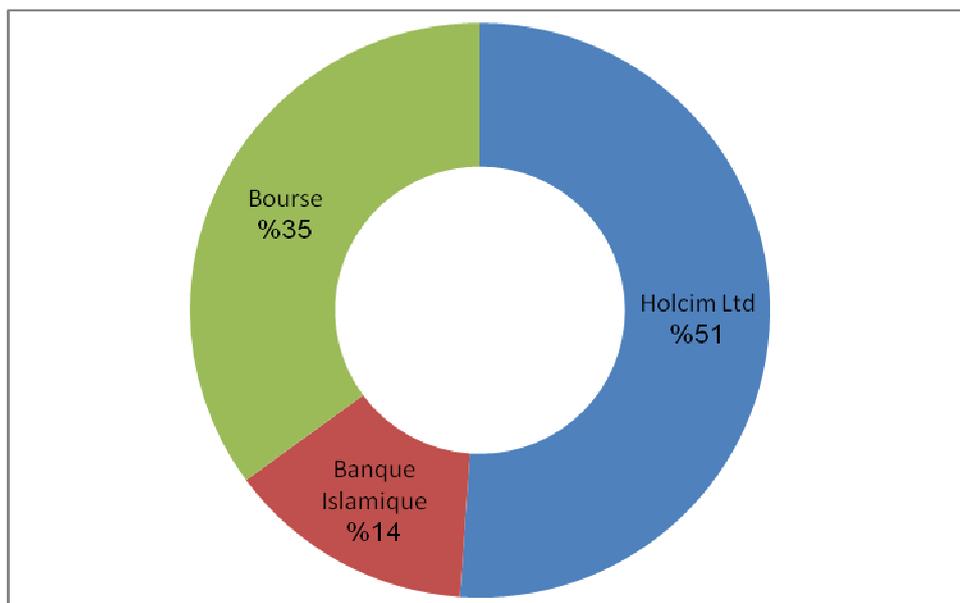
Holcim

I. Présentation Générale :

Fondée en 1912, Holcim Ltd est un groupe suisse leader dans les produits des matériaux de construction pour un usage varié.

Présent dans plus de 70 pays à travers le monde, le groupe est actif dans les secteurs du ciment, des granulats, tels que sable et gravier, ainsi que du béton. Il compte plus de 90000 employés à travers le monde.

Participant à la construction de la cimenterie d'Oujda en 1978, Le groupe Holcim Ltd détient depuis 1993 51% du capital de Holcim Maroc, la banque islamique pour le développement est le second actionnaire avec près de 14%, le reste, soit 35%, constitue le flottant en bourse. Son capitale sociale est de 91.000.000 MAD.



Répartition du capital de HOLCIM Maroc

Aujourd'hui HOLCIM est présente dans différentes régions du Maroc et dispose d'une capacité annuelle de production de 3,9 millions de tonnes par an, elle exploite trois cimenteries à Oujda, Fès et Settat, un centre de broyage, d'ensachage et de distribution à Nador, ainsi qu'un centre de distribution à Casablanca.

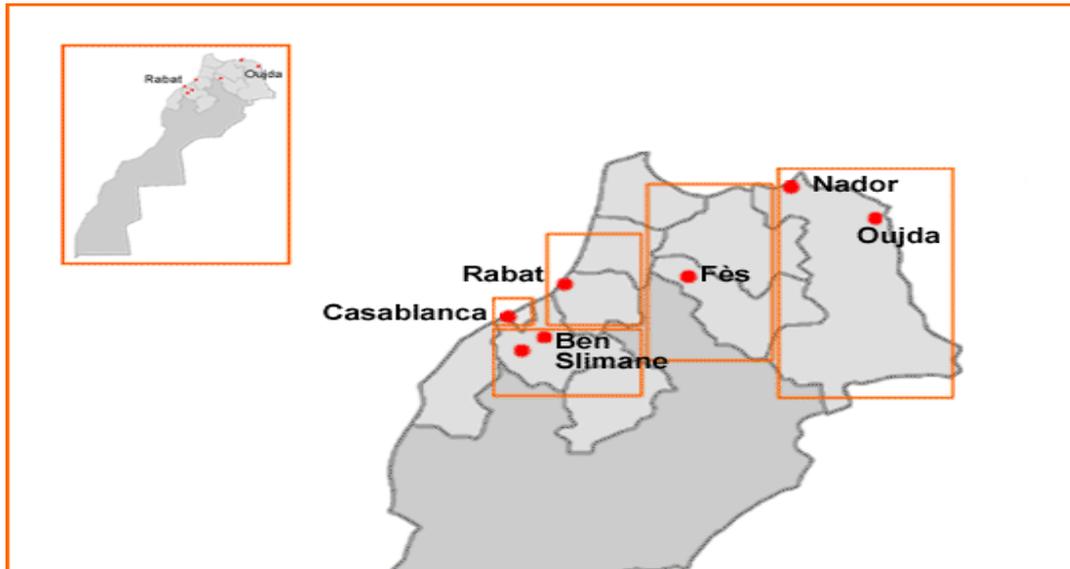


Figure1 : Les différents sites de HOLCIM-MAROC

1. Le Ciment :

Le ciment est un liant hydraulique, c'est à dire un composé chimique qui en présence d'eau réagit pour former un nouveau corps chimique capable de développer des résistances mécaniques élevées.

Pendant la préhistoire et au début de l'antiquité, on utilisait l'argile comme liant pour maçonner les pierres. Lors de la construction des pyramides, les égyptiens utilisaient un plâtre obtenu par cuisson d'un gypse. Plus tard ; les Grecs puis les romains se servirent de la chaux produite par la cuisson du calcaire dans leurs constructions. A partir du premier siècle avant J-C, ils améliorèrent le liant en y ajoutant des pouzzolanes, qui sont des particules très fines d'origine naturelle (cendres volcaniques) ou artificielle (poussière de briques broyées).

2. Historique de Holcim Maroc:

1972 : Les gouvernements marocain et algérien décident de construire une cimenterie à Oujda, dénommée la cimenterie maghrébine (C.I.M.A). Son capital social est de MAD 75 millions, réparti à égalité entre l'Office pour le Développement Industriel (O.D.I) et la S.N.M.C, organismes représentant respectivement le Maroc et l'Algérie. Dès le début du lancement des opérations de

consultation pour la réalisation de l'unité, la partie algérienne se retire et le projet C.I.M.A est mis en Veilleuse et placé sous administration provisoire.

1976 : L'O.D.I crée une société anonyme, la Cimenterie de l'Oriental (CIOR) avec pour Objet la réalisation d'une cimenterie dans la région d'Oujda.

1979 : Mise en service de l'usine d'Oujda qui démarre avec une capacité de production de 1, 2 millions de tonnes par an.

1980-1982 : Installation à Fès et à Casablanca de deux centres d'ensachage de capacité Respective de 500 000 tonnes par an et 350 000 tonnes par an.

1989 : Installation d'un centre de broyage à Fès d'une capacité de 350.000 tonnes par an.

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 centrale à béton à Fès.

1993 : Démarrage de l'unité de Fès, portant la capacité de production globale de CIOR à 1, 9 millions de tonnes par an. Puis privatisation qui s'est traduite par la cession de 51% de son capital social au groupe Suisse HOLCIM Ltd (ex-HOLDERBANK), et introduction en bourse au cours de MAD 230.

1997 : Installation d'une centrale à béton à Rabat.

1998 : Installation d'une centrale à béton à Casablanca.

1999 : Construction d'une seconde centrale a béton à Casablanca et mise en service d'un Centre de broyage et d'ensachage à Nador, et démarrage de l'activité AFR (valorisation des déchets en cimenteries).

2001 : Certifications ISO 9001 et ISO 14001 de la cimenterie d'Oujda.



2002 : CIOR change de nom et d'identité visuelle et devient HOLCIM Maroc. Démarrage de HOLCIM Granulats.

2004 : Extension de la cimenterie de Fès.

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

2006 : Extension du centre de Nador.

2007 : Démarrage de la cimenterie de Settat.

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.

3. Organigramme de l'entreprise:

Direction générale de Rabat



LST Génie Industriel



II. Les différents services de HOLCIM REM:

❖ Service des ressources humaines :

Ce service s'occupe des opérations suivantes :

- Recrutement : embauche, immatriculation à la CNSS et affiliation à la caisse de retraite.
- Assurance maladie, décès et invalidité.
- Gestion sociale : remboursement des frais médicaux et déclaration d'accidents de travail.
- Gestion des congés
- Le suivi de carrière
- La paie du personnel
- La gestion de la formation.

❖ Service gestion des stocks :

Il recouvre deux aspects:

- Gestion des achats.
- Gestion des stocks.

Pour une bonne réalisation d'approvisionnement, la direction de ce service adopte une politique d'achats qui s'articule autour de deux grands axes :

- L'achat des pièces demandées en fonction des coûts et des compétences techniques requises.
- La diversification des sources d'approvisionnement tout en diminuant la dépendance vis à vis des fournisseurs.
- La gestion de l'état des stocks en ce qui concerne la matière première et le clinker.

❖ Service comptabilité:

Sa fonction reside dans:

- Réalisation de l'équilibre financier de l'entreprise
- Choix des meilleures sources de financement respectant les objectifs de la solvabilité et de rentabilité.
- Enregistrement des opérations comptables de la société

- Le règlement des opérations effectuées en espèce.

❖ **Service contrôle et qualité:**

L'organisation de ce service est assurée par :

- ☞ Un laboratoire de contrôle de qualité équipé d'une panoplie d'appareillages modernes et systèmes d'analyse permettant non seulement d'améliorer le produit mais aussi de réduire les risques de mise en marché de produits défectueux :

Depuis la carrière jusqu'à l'expédition, certains essais sont effectués pour assurer la bonne qualité du ciment ceci suivant des normes standards et sur des échantillons pris depuis le silo homo, par exemple :

- Essai de flexion
- Essai de prise
- Essai d'extension
- Essai de blinde

☞ AFR :

C'est un laboratoire au sein de HOCIM (RAS EL MA) équipé d'appareils modernes. IL a pour mission analyser tous les déchets reçus par le centre et autoriser leur utilisation comme combustibles au niveau du four s'ils ne présentent bien entendu aucun danger ni pour le ciment au cours de sa fabrication ni pour l'environnement : Même les anciennes pièces d'argent peuvent servir d'alimentation pour le four ; HOLCIM est payée pour se procurer ces déchets exploitables.

❖ **service production:**

Il présente une grande importance au sein de la société et s'occupe de l'amélioration de la productivité en matière de coût et de qualité ainsi que de la détermination des délais de livraison. Il est subdivisé en trois secteurs liés entre eux :

- **Secteur I** : à pour rôle d'exploiter la carrière et de concasser les quatre matières « cliquer, schiste, minerais de fer, gypse ».
- **Secteur II** : s'occupe du broyage cru, broyage du combustible et la fabrication du cliquer.

- **Secteur III** : chargé du broyage ciment et de l'expédition ciment « en vrac 25 T, en sac 50 kg ».

Ces différents Secteurs sont surveillés en permanence à partir d'une salle dite de contrôle :

La salle de contrôle

La conduite de l'usine est automatisée grâce à un système de contrôle et de commande d'installations assistée par un ordinateur appelé LINKMAN. Ce système de contrôle fonctionne sur une base cyclique, l'ordinateur envoie périodiquement un signal de lecture au contrôleur pour obtenir la valeur clé.

❖ **SERVICE MAINTENANCE :**

Le service maintenance de HOLCIM est placé très haut dans la hiérarchie de l'usine ce qui prouve l'importance de ce département dans l'entreprise. Il assure la disponibilité des machines afin de produire le maximum de produit dans de bonnes conditions de qualité, de sécurité et avec un coût optimal.

III. Activités principales:

Les activités principales sont le ciment, le béton et les granulats.

❖ **Ciment:**

Holcim (Maroc) S.A. exploite 3 cimenteries (Oujda, Fès et Settat), un centre de broyage, d'ensachage et de distribution (Nador) et un centre d'ensachage et de distribution (Casablanca).

❖ **Bétons:**

Holcim Bétons, filiale à 100% de Holcim (Maroc) S.A., est présente sur le marché de l'oriental, du centre et du centre nord avec 7 centrales dont six fixes (Fès, Salé, Nador et 3 à Casablanca) et un mobile.

Holcim Bétons propose une gamme de bétons répondant aux attentes de ses clients (bétons normalisés et bétons spéciaux). Nous proposons aussi un éventail de service allant de la livraison, au pompage ainsi que l'assistance technique dans le choix du béton, le dimensionnement et la mise en œuvre.

❖ **Granulats:**

Holcim (Maroc) S.A. démarre en 2002 l'activité granulats avec la filiale Holcim Granulats qui exploite une carrière dans la région de Benslimane.

IV. Vision- mission:

Holcim (Maroc) S.A. est un groupe cimentier national, filiale de Holcim Ltd, l'un des leaders mondiaux du secteur. Sa Vision est de contribuer à construire les fondations de la société de demain, et d'être la société la plus respectée et la plus attractive de notre industrie et de créer de la valeur pour l'ensemble de ses partenaires.

❖ **Portrait:**

L'usine, qui a été mise en service en 1993, utilise le procédé de fabrication à voie sèche intégrale. Située à 25 Km au sud de Fès, elle a été conçue avec une possibilité de doublement de capacité si les besoins du marché le justifient. Elle s'étend sur 230 hectares et produit actuellement trois type de ciment : le CPJ 45, CPJ 35 et CPA55.



Figure 2 : les différents types de ciments.

Chapitre 2 :

Processus de fabrication

La fabrication du ciment est un processus très complexe dans lequel les matières premières subissent des transformations physico-chimiques successives jusqu'à l'obtention du produit fini. Ce procédé comprend deux phases essentielles :

La première phase du procédé comprend la fabrication du clinker suite à la cuisson d'un mélange cru (ou farine). Cette farine est composée en grande proportion de calcaire (80%), de schiste et argile (15%) et des matières de correction (ou ajouts) sous forme de minerai de fer et de sable (5%). Le clinker constitue en quelque sorte le ciment dans son état pur.

La deuxième phase est le broyage du clinker mélangé à des matières de correction (ajouts) constitués, dans le cas de l'unité de Ras EL Mas, de gypse et de calcaire. Dans certains cas, le calcaire peut être remplacé par la pouzzolane. Suivant les qualités du ciment souhaité, le clinker est plus ou moins dilué.

Il existe plusieurs qualités du ciment qui sont régies par des normes internationales de qualité sur les liants hydrauliques. Suivant le taux de dilution du clinker dans la composition finale

du ciment, la résistance du ciment à la flexion et à la composition varie. Chaque catégorie du ciment est destinée à un usage particulier.

Etape 1 : Préparation des matières premières

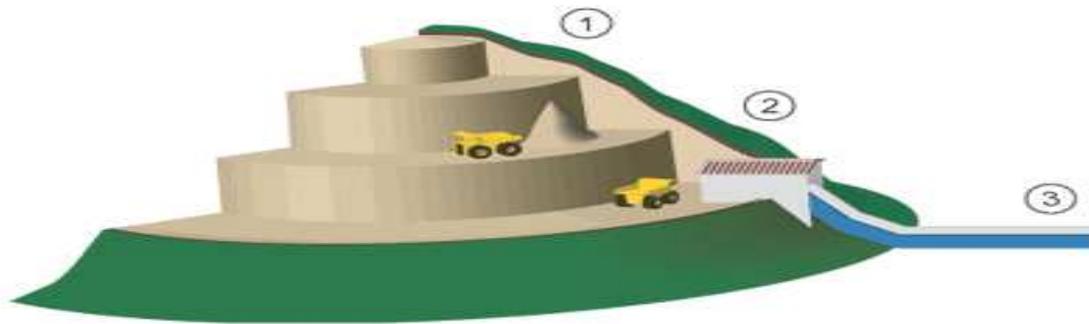


Figure 3: Préparation des matières premières

*** Carrière**

La carrière en cimenterie constitue la source en matières premières lesquelles subiront des transformations pour fabriquer le produit ciment. Les matières premières doivent contenir certains éléments chimiques (Carbonate de calcium, oxyde de fer, Alumine et silice) et sont le calcaire, l'argile, schiste, minerai de fer et le sable, elles sont extraites au niveau de la carrière sous forme de blocs de dimensions très variées (~ 1 m³).

*** Concasseur:**

En vue d'optimiser et faciliter le stockage et la manutention des matières premières, les blocs extraits au niveau de la carrière sont introduits au niveau du concasseur pour réduire leur dimensions (~10-5cm). Pour réduire la taille des blocs, le concassage consiste à soumettre les matières premières à des efforts d'impact, d'attrition, de cisaillement ou de compression. Le type



du concasseur est choisi en fonction du procédé de concassage adopté par la cimenterie et la granulométrie dispositionnelle et l'état hydrique des matières premières.

La machine est un concasseur à marteaux à double rotor série DUO convenant pour le concassage primaire ou secondaire de toutes matières friables ou Semi-dures. La matière fragmentée est transportée vers le stockage.

Figure 4: Concasseur.

✳ **Transport des matières premières:**

Le transport et la manutention des matières premières est assuré par des engins mécaniques (pelles mécaniques, chenilles, camions bennes, chargeuses, ...) et des équipements de manutention. Les engins mécaniques sont utilisés lors des phases d'extraction et d'alimentation du concasseur et pour le transport des ajouts. Les équipements de manutention (bandes, aéroglisseurs, élévateurs, ...) sont utilisés après l'opération de concassage pour transporter les différentes matières entre les installations de l'usine.

Etape 2 : Homogénéisation et cuisson

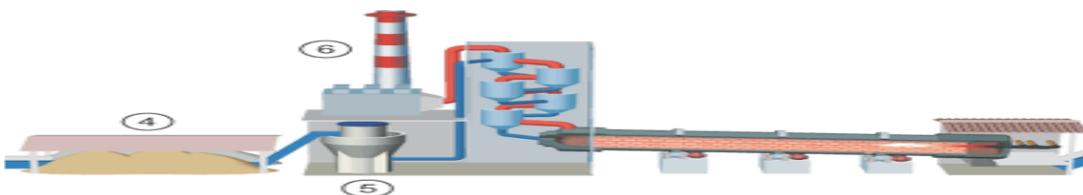


Figure 5 : homogénéisation et cuisson

✳ **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, ce mélange est dénommé en cimenterie par le crû.

Figure 6 : Atelier de dosage

*** broyage du crû:**

Le broyage du crû 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. Le broyage du crû consiste à l'introduire dans le broyeur à crû dans lequel il subit des actions mécaniques pour l'obtention de la farine. La farine obtenue (qui est une poudre fine) est stockée dans un silo (appelé silo Farine) après avoir subi une opération d'homogénéisation pour obtenir une composition chimique régulière des matières premières qui seront introduites dans le four pour cuisson.



Figure 7 : Broyeur Cru

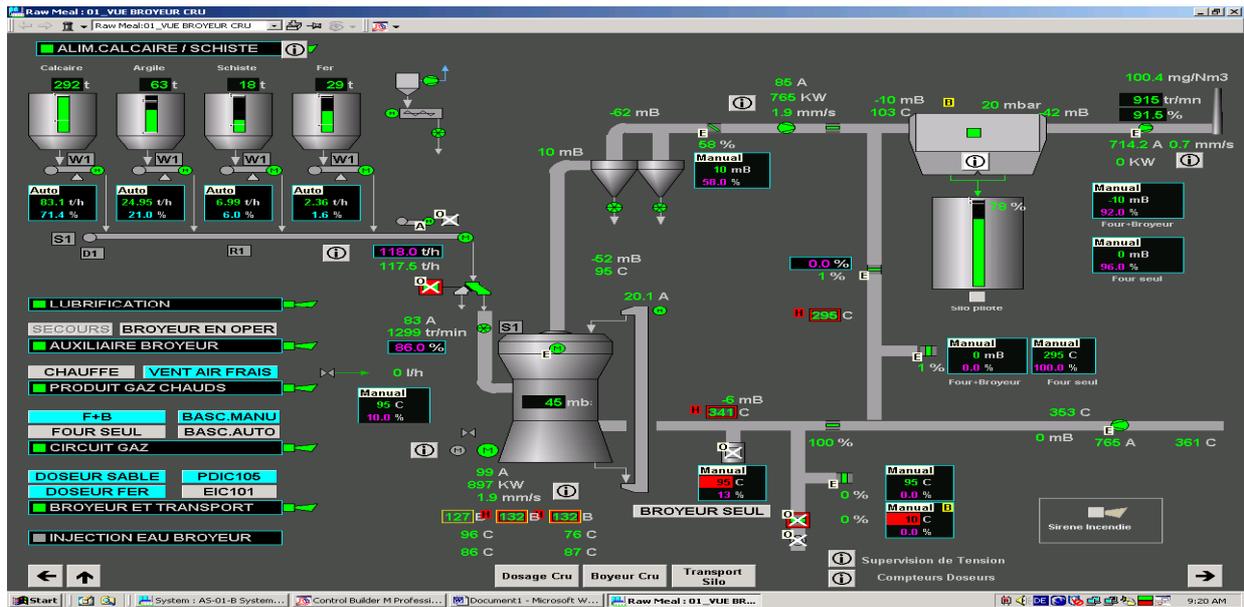


Figure 8: Display d'atelier Broyage Cru

★ Dépoussiérage

Le transport de la farine du crû par des aéroglistisseurs risque de générer des poussières. Le système de dépoussiérage consiste à éliminer les émissions des poussières par l'utilisation de filtres à manches ou d'électrofiltres pour une meilleure protection de l'environnement. A noter que le dépoussiérage n'est pas une opération spécifique à la farine, d'autres ateliers (le broyage du ciment par exemple) comportent des systèmes de dépoussiérage.



Figure 9: Atelier Dépoussiérage

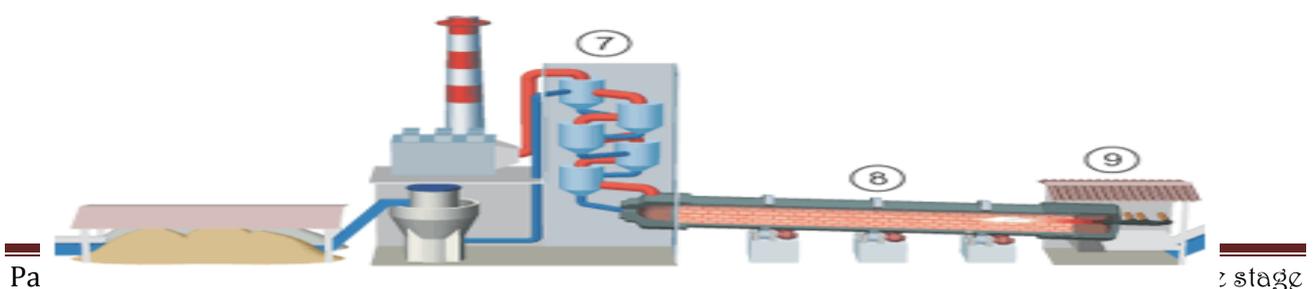


Figure 10 : Production du clinker*** Préchauffage**

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. Quelque soient les technologies utilisées (préchauffeurs à cyclones, grilles, Lepol...), les préchauffeurs améliorent donc le rendement thermique global de l'installation de cuisson.

**Figure 11: Silo farine et la tour de préchauffage***** Four rotatif**

Les systèmes des fours sont conçus en cimenterie pour répondre aux exigences chimiques du procédé durant lequel la matière crue est transformée en clinker. Le four rotatif est un cylindre en acier reposant sur



des stations de roulement, il est garni intérieurement par des produits réfractaires. Durant la cuisson, le four rotatif est animé d'un mouvement de rotation, la disposition en pente du four permet le mouvement de la matière première qui est injectée de l'autre extrémité par rapport à la flamme de chauffe. Durant ce déplacement, la matière se transforme par cuisson tout en avançant de son état initial jusqu'à ce qu'elle devienne « clinkérisée » à la température de 1450°C.

Figure 12:

Four rotatif

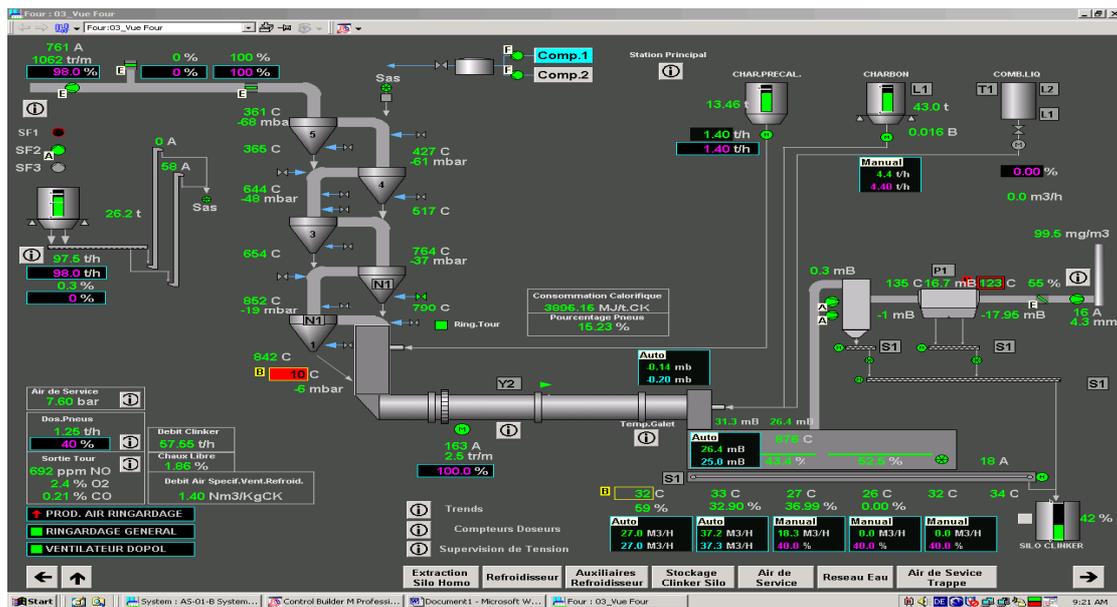


Figure 13: Display du four plus la tour

★ Refroidisseur à clinker

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. Pour cela on pulse de l'air tiré de l'atmosphère à travers la grille du refroidisseur sur laquelle passe le clinker. Ce même air alimentera le four en oxygène.

Il existe plusieurs types de refroidisseurs (refroidisseurs à grilles, refroidisseurs rotatifs, refroidisseurs planétaires, ...).

Etape 4 : Mouture du ciment et expédition



Figure 14 : Mouture du ciment et expédition

* Silos à clinker

Le clinker issu du four est stocké dans le silo clinker ou ailleurs dans les zones de stockages 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, prémunissent le clinker d'une dégradation physico-chimique que causerait un stockage prolongé à l'air libre.



Figure 15: Silo clinker plus trémie des incuits

* 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 microns. L'atelier



de broyage comprend le broyeur, le séparateur (qui sélectionne les particules selon leur grosseur), le dépoussiéreur du broyeur et accessoirement la presse à rouleaux.

Figure 16: Broyeur
ciment BK4

Les ajouts utilisés sont :

- ☞ **Le gypse** : c'est un retardateur de prise.
- ☞ **Calcaire**.
- ☞ **Cendre volante** : récupération des poussières des centrales thermiques au charbon.
- ☞ **Les pouzzolanes** : roches d'origines volcaniques.

Les broyeurs utilisés sont :

- ☞ **Un broyeur vertical à galets** : ce type de broyeur est constitué d'une piste rotative, deux galets masters et deux galets esclaves, il a un débit nominal de 120 tonnes par heure.
- ☞ **Un broyeur horizontal à boulets** : ce broyeur a la forme d'un gros cylindre d'un diamètre de 2.8m. Ce type de broyeur peut broyer jusqu'à 25 tonnes par heure.

★ **Ensachage et expédition :**

◆ **Ensachage :**

L'ensachage du ciment se fait par fluidisation à l'aide de supprimeurs 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.

L'installation d'ensachage a été rénovée récemment et comporte trois ensacheuses automatiques.

◆ **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.

Chapitre 3 :

Présentation du sujet

I. Définitions et Méthodes de calcul:

1. Clinker:

☞ L'élément le plus important dans la chaîne de production, il est aussi l'élément principal des composants du ciment.

☞ Les secteurs 1 et 2 de la chaîne de production sont en marche pour la fabrication du Clinker et dans le secteur 3 on ajoute au Clinker des ajouts pour obtenir du ciment.

☞ Quand la température du four n'est pas suffisante on obtient un **clinker incuit**.



Figure17 : Le Clinker

2. Stock Physique :

C'est le stock réel dans les zones de stockage, il est pesé et connu.

★

stock physique:

Méthode de Calcul du

On a effectué le calcul du stock physique pour la période du 1^{er} avril au 30 avril 2011.
Nous présentons ci-dessous une partie de ce calcul correspondant aux dix premiers jours du mois d'avril.

CLINKER	Ck 1	Stock Zone Oujda	Trémie CK	Silo CK	Stock Zone C INCUITS	wagons non déchargés	Ck 2	Ck 3	Stock Zone Settat	Total stock physique
			BK3&BK4							45124
01/04/2011	2697	4804	501	1010	2448	0	9683	1725	22274	45142
02/04/2011	2375	4804	501	950	2448	0	9683	1725	22274	44760
03/04/2011	2121	4804	501	550	2448	0	9683	1725	22274	44106
04/04/2011	1978	4804	501	1530	2448	0	9683	1725	22274	44943
05/04/2011	1783	4804	501	1575	2448	0	9683	1725	22274	44793
06/04/2011	1860	4804	501	1225	2448	0	9683	1725	22274	44520
07/04/2011	1599	4804	501	1160	2448	0	9683	1725	22274	44194
08/04/2011	1752	4804	384	835	2448	0	9683	1725	22274	43905
09/04/2011	1465	4804	339	1235	2448	0	9683	1725	22274	43973
10/04/2011	1055	4804	391	935	2448	0	9683	1725	22274	43315

Figure 18 : suivi du stock physique des 10 premiers jours du mois avril .
Les valeurs présentées sont en tonnes.

Légende du tableau :

Ck 1 : Zone de stockage n°1 pour le clinker produit à Fès.

Ck 2 : Zone de stockage n°2 pour le clinker produit à Fès.

Ck 3 : Zone de stockage n°3 pour le clinker produit à Fès.

Trémie CK : La trémie du Clinker.

Silo CK : Le silo du Clinker.

Stock zone Oujda : zone du stockage du clinker qui vient d'Oujda.

Stock zone Settat : zone du stockage du clinker qui vient de Settat.

Le stock physique est égal à la somme des quantités du clinker dans les zones de stockage, les trémies et le silo du clinker.

3. Stock Comptable:

Ce stock est calculé en se basant sur la formule suivante :

$$\text{Stock Comptable} = \text{Stock initial} + \text{Production} + \text{Réceptions} - \text{Consommations}$$



*
pour la période du 1^{er} avril au 30 avril 2011.

Méthode de calcul : On a effectué le calcul du stock Comptable

☞
aux dix premiers jours du mois d'avril.

Nous présentons ci-dessous une partie de ce calcul correspondant

SERVICE DE PRODUCTION			Période du 01/04/2011 au 10/04/2011							PERTE AU FEU : 0,59					
			HUMIDITE FARINE FRAICHE :				7,323								
			HUMIDITE FARINE SECHE :				0,610								
			FACTEUR DE SECHAGE :				0,932								
DATE	TONNAGE CALCAIRE CONSOM	TONNAGE SCHISTES CONSOM	TONNAGE FER CONSOM	TONNAGE FLUORINE CONSOM	TONNAGE Sable CONSOM	TONNAGE ARGILE CONSOM	TOTAL MATIERE CONSOM	TONNAGE FARINE PRODUITE	STOCK	FARINE CONSOM	PRODUCTION CLINKER	RECEPTION	CONSOMATION CLINKER	STOCK COMPTABLE CLINKER	
									5815						54066
01/04/2011	1253,74	42,69	4,01	5,99	0,00	252,57	1559,00	1453,70	5406,40	1862,30	1098,76	0,00	1173	53992	
02/04/2011	1768,43	47,66	4,01	9,05	0,00	399,32	2228,46	2077,95	5652,34	1832,01	1080,88	0,00	1514	53559	
03/04/2011	1958,36	76,45	9,01	9,09	0,00	396,33	2449,24	2283,81	5835,14	2101,01	1239,60	0,00	1564	53234	
04/04/2011	1991,82	63,55	1,00	9,78	0,00	447,24	2513,38	2343,62	5814,75	2364,01	1394,77	0,00	368,00	54261	
05/04/2011	1480,09	44,68	8,01	7,43	0,00	280,52	1820,73	1697,75	5175,49	2337,01	1378,84	0,00	1189,00	54451	
06/04/2011	2290,00	96,31	14,02	10,73	0,00	446,24	2857,30	2664,31	5563,80	2276,00	1342,84	0,00	1851,00	53943	
07/04/2011	1694,62	33,76	1,00	7,91	0,00	328,44	2065,73	1926,21	5293,00	2197,01	1296,23	0,00	1855,00	53384	
08/04/2011	1508,63	46,67	0,00	6,85	0,00	287,51	1849,66	1724,73	4741,72	2276,01	1342,84	0,00	1670,00	53057	
09/04/2011	2304,76	60,57	0,00	10,58	0,00	425,28	2801,18	2611,99	5057,70	2296,01	1354,64	0,00	1748,00	52663	
10/04/2011	1830,43	66,52	1,00	8,85	0,00	366,38	2273,18	2119,65	4855,33	2322,02	1369,99	0,00	1540,00	52493	

Figure 19 : suivi stock comptable des 10 premiers jours du mois d'avril.

Pour calculer le stock comptable d'une journée, on ajoute le stock initial (stock comptable du jour d'avant) à la quantité produite du clinker à cette journée plus les réceptions du clinker (clinker Oujda/Settat) moins les consommations des broyeurs BK3 et BK4.

Pour calculer la quantité produite du clinker, on multiplie la somme des matières premières consommées par un facteur de séchage (coefficient de perte au niveau du broyeur cru) pour trouver la quantité de farine produite, l'écart entre cette dernière et la quantité de farine au silo d'homogénéisation nous donne la quantité de la farine consommée. En multipliant cette dernière par le coefficient de perte au feu (coefficient de perte au niveau de la tour et du four, égal à 0,59) on trouve finalement la quantité produite du clinker à cette journée.

II.

Présentation du

Sujet:

Parmi les objectifs fixés récemment par Holcim:

La maîtrise des stocks, surtout qu'un grand problème se pose à ce niveau et plus précisément le stock du clinker vu qu'il est l'élément le plus important et le plus cher dans la société.

Notre travail consiste à maîtriser, gérer et surtout optimiser ce stock du clinker en agissant sur les stocks physiques et les stocks comptables, de cette façon la société gagnera une quantité très importante de matière, est généralement toujours perdue à cause de la mauvaise gestion de stock.

1.

Problématique:

Le problème qui se pose au niveau du stock clinker est l'écart qui existe toujours entre le stock physique (stock réel) et le stock comptable (c.à.d. le stock calculé). On a alors toujours une quantité de clinker perdue qui est comptée, mais qu'il ne l'a pas en réalité.

Dans le tableau qui suit on va vous montrer l'importance de cet écart à l'aide du suivi du stock clinker (stock comptable et stock physique) pendant un mois (du 01/04/2011 au 30/04/2011) en montrant l'écart de chaque jour et en traduisant cet écart en matière d'argent (1 tonne du Clinker = 400 DH).

Après avoir effectué cette opération, on a calculé l'écart net du mois en soustrayant l'écart du 31 mars de celui du 30 avril.

L'usine a fait une correction des stocks en 01/01/2008, c'est-à-dire qu'à cette date le stock physique du clinker a été égal au stock comptable, d'autre part l'écart indiquée à la fin du mois d'avril 2011 c'est le cumul des écarts depuis janvier 2008 (cumul de 40 mois), en divisant cet

écart sur les 40 mois on aura la moyenne des tonnes perdu pendant un mois. Après effectué ce calcul, la moyenne de perte d'un mois est 225 tonne correspondante à 89990 DH de perte chaque Mois.

avr.-11				
CLINKER	Stock comptable en tonne	Total stock physique en tonne	Ecart en tonne	
	54066	45124	-8942	
01/04/2011	53993	45142	-8851	
02/04/2011	53560	44760	-8800	
03/04/2011	53236	44106	-9130	
04/04/2011	54263	44943	-9320	
05/04/2011	54452	44793	-9659	
06/04/2011	53944	44520	-9424	
07/04/2011	53386	44194	-9192	
08/04/2011	53058	43905	-9153	
09/04/2011	52665	43973	-8692	
10/04/2011	52495	43315	-9180	
11/04/2011	52528	43230	-9298	
12/04/2011	52760	43788	-8972	
13/04/2011	52906	43812	-9094	
14/04/2011	52700	44089	-8611	
15/04/2011	52566	43253	-9313	
16/04/2011	52175	42554	-9621	
17/04/2011	51760	42626	-9134	
18/04/2011	52354	43155	-9199	
19/04/2011	51620	42578	-9042	
20/04/2011	51146	42037	-9109	
21/04/2011	51793	42630	-9163	
22/04/2011	51532	42474	-9058	
23/04/2011	50972	41687	-9285	
24/04/2011	50895	42008	-8887	
25/04/2011	50687	41651	-9036	
26/04/2011	50394	41381	-9013	
27/04/2011	51455	42417	-9038	
28/04/2011	51184	42594	-8590	
29/04/2011	51552	42214	-9338	Perte d'argent en DH
30/04/2011	51184	42185	-8999	-3599600
		Ecart Moi net	-57	-22800

Figure 20 : suivi écart (stock physique, stock comptable)

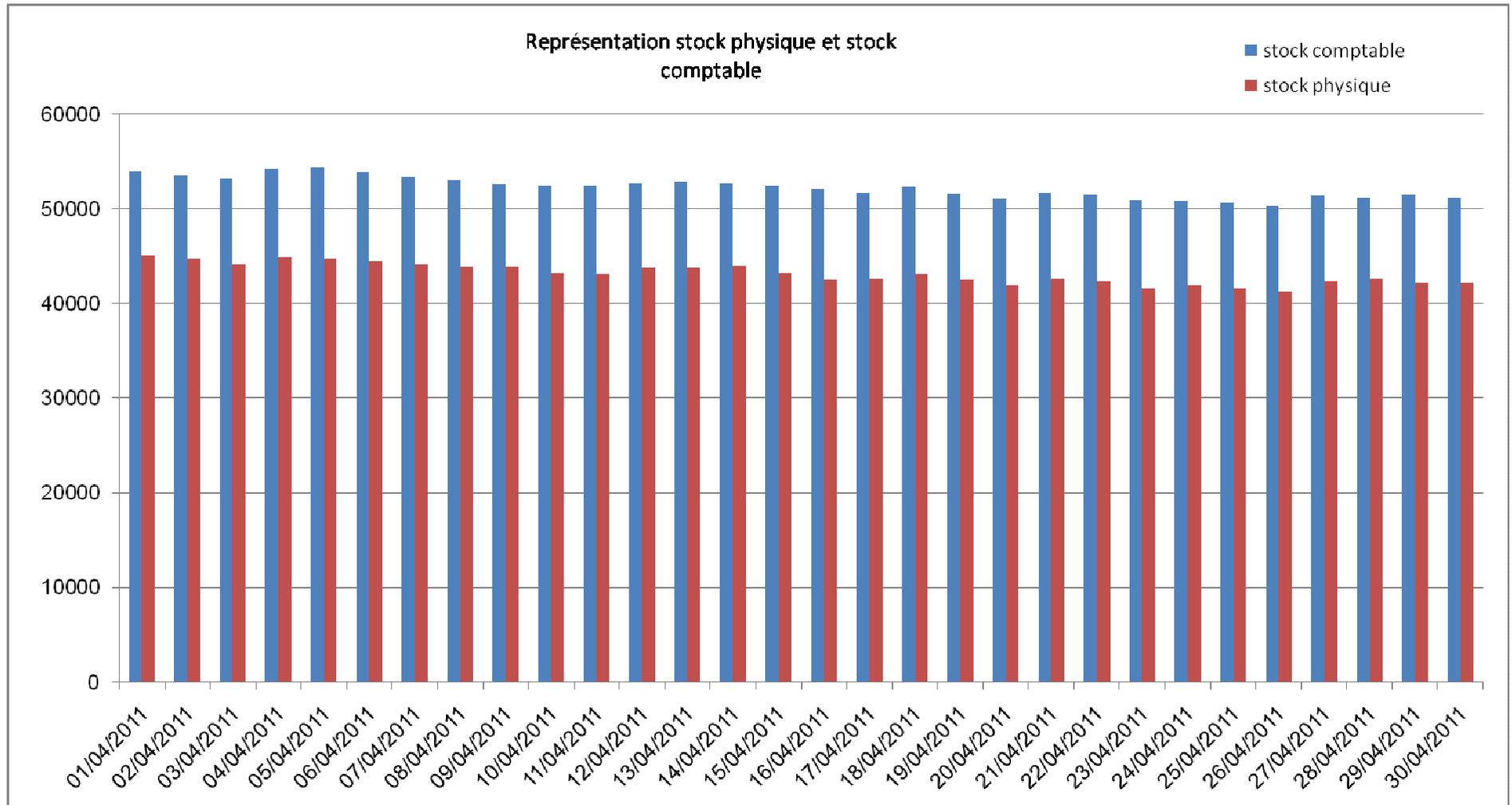


Figure 21 : Graphe représentant l'écart entre le stock physique et le stock comptable

2.

Objectif:

Notre objectif consiste à optimiser le stock du clinker en réduisant l'écart entre le stock physique et le stock comptable en agissant sur les points critiques qui causent cet écart et en proposant des plans d'action pour résoudre ce problème.

III.

Plan de travail :

Tout travail nécessite un plan, c'est à dire une méthodologie et une organisation du travail. Il aide à décomposer le travail à des tâches et à faciliter le comportement avec le milieu et le problème trouvé et nous mène directement vers les bonnes destinations pour bien résoudre les différents problèmes.

Ce plan de travail choisi est le suivant :

- ★ au sein de la société (Cartographie). Parcours **Clinker**
- ★ points critiques. Identification des
- ★ points critiques L'analyse des
- ★ Plan d'action

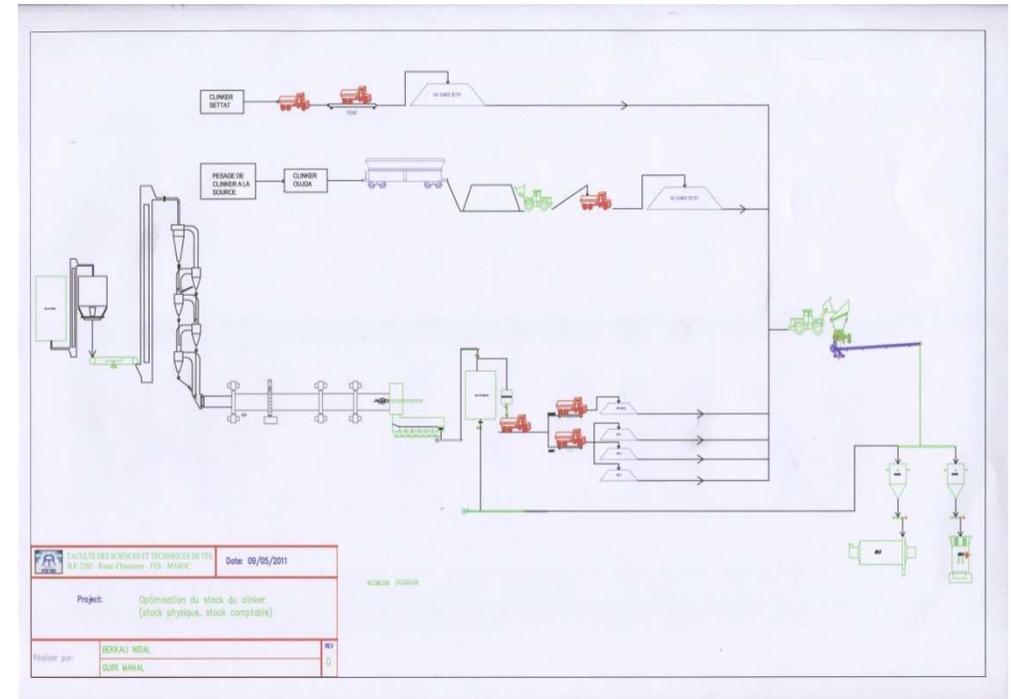
Chapitre 4 :
Etude et traitement du
sujet

I. Les circuits du Clinker au sein de l'usine :

1. Cartographie :

Afin de maîtriser et d'optimiser le stock du clinker, il faut d'abord bien connaître ses différents chemins et trajets en incluant la chaîne de production et les réceptions. Nous avons alors choisi de faire une cartographie montrant tous les circuits du clinker.

Figure 23 : Cartographie du parcours du clinker.



D'après la cartographie, on a plusieurs trajets du clinker qui sont :

- * Clinker produit à l'usine de Settat, son transport vers l'usine de Fès est assuré par des camions. Il est pesé à l'entrée de l'usine (à l'aide d'une balance), et ensuite mis dans une zone de stockage appelée **zone Clinker Settat**.
- * Clinker produit à l'usine de Oujda, son transport vers l'usine de Fès est assuré par des wagons, il est pesé à la source (Oujda), ensuite il est mis dans une zone de stockage appelée: **Zone Clinker Oujda**.
- * Clinker qui sort du four, il se refroidit (à l'aide d'un refroidisseur), ensuite, on le transporte par des convoyeurs vers le silo Clinker (stockage). On le transmet ensuite à l'aide des bandes Métalliques (à cause de la haute température du clinker) vers Les trémies du BK3 et BK4.
- * Si le silo clinker est rempli, on inverse l'alimentation vers la trémie des incuits, après on le vide dans des camions et on le pèse dans la balance. On le met ensuite dans une zone de stockage parmi les trois zones réservées au clinker Fès (zone 1 Fès, Zone 2 Fès, zone 3 Fès).
- * Si la température du four n'est pas bonne on obtient un clinker de mauvaise qualité (clinker incuit). On inverse l'alimentation alors vers la trémie incuit et on fait la même opération qu'avant en le stockant dans une zone de stockage appelée **zone des incuits**.
- * Quand il n'y a pas une quantité suffisante du clinker au niveau du silo clinker pour alimenter les trémies des broyeurs BK3 et BK4, on utilise le clinker des zones de stockage, ce dernier est transporté à l'aide des chargeuses vers la trémie d'alimentation qui alimente les trémies des broyeurs Bk3 et Bk4.
- * Après l'arrivée du clinker au trémies des broyeurs BK3 et BK4, il est emmené aux broyeurs en passant par les doseurs afin de maîtriser la quantité entré aux broyeurs.

II. Identification des points critiques :

En traitant le parcours du clinker, on a pu identifier et faire apparaître les zones et les points critiques où on a des problèmes qui ont une influence sur l'écart entre le stock physique et le stock comptable.

Ces points critiques sont traités ci-dessous :

1. Transport de la Matière :

Le transport de la matière est l'un des grands problèmes pouvant induire un écart entre le stock physique et le stock comptable. Vu que la matière est transportée à l'aide des chargeuses, ce qui peut conduire à une perte de cette matière.

Des problèmes liés à la main d'œuvre peuvent également conduire à un écart entre les stocks physiques et les stocks comptables.

Définition :

La chargeuse est un moyen de transport de matières à l'intérieur de l'usine, elle charge les matières dans son godet des zones de stockage vers les trémies de réception.

Le godet est la pièce avec laquelle la chargeuse charge les matières ; le poids qu'il peut charger un godet se change avec le type de la chargeuse.

Le godet est considéré comme une unité de comptage, Ex (charger 4 godets ou 6 godets).

Les types de chargeuses utilisées à l'usine sont :

- Chargeuse de type 938 : elle peut charger jusqu'à 2,3 tonne/godet.
- Chargeuse de type 966 : elle peut charger jusqu'à 3,7 tonne/godet.
- Chargeuse de type 950 : elle peut charger jusqu'à 2,9 tonne/godet.



Figure 24 : Image indiquant une chargeuse avec son godet.

Holcim a donné ce domaine de manutention et de transport de matière à une soutraintance appelé : Matimex.

Matimex est une société des grands chantiers: carrière, chargeuses..., elle s'occupe de toutes exploitations concernant le four, la trémie, le transport...

Matimex dispose de quatre chargeuses : une de type 938 pour la carrière, une de type 966 pour le transport de la matière première, une de type 950 pour le transport du clinker et des ajouts et une de type 938 pour les réserves en cas de panne.

Matimex dispose aussi des camions dont le nombre est fixé par une demande chaque Mois.

2. Zones de stockage :

Les zones de stockage peuvent causer des écarts entre le stock physique et le stock comptable du clinker. En fait, les grandes quantités du clinker stockées sur le terrain sont difficiles à maîtriser. De plus, le clinker stocké dans les différentes zones n'est pas couvert.

Définition :

Hall de stockage : une installation vaste avec une couverture en haut ; dont on stocke les matières surtout les matières qui ont un taux d'humidité élevé (argile).



Figure 25 : Hall de stockage.

Holcim dispose d'un hall de stockage des matières premières et le gypse.

3. Chaîne de production :

Toute perte de matière ou erreur de calcul ou problème de machines dans la chaîne de production influence immédiatement sur l'écart entre les stocks physiques et comptables, surtout sur le stock comptable vu qu'on se base dans le calcul sur la production, en plus des autres paramètres.

III. Analyse des points Critiques :

Dans cette partie, Nous analysons les différents points critiques en montrant les problèmes détectés au niveau de chaque point.

1. Transport de la matière :

On va traiter chaque moyen de transport tout seul avec ses problèmes :

Au niveau de la chargeuse :

Les conducteurs reçoivent les consignes de la salle de contrôle pour commencer à charger les matières une par une et ça dépend de la quantité de chacune aux trémies qui alimentent les broyeurs.

A chaque trémie de réception des broyeurs ; il y a deux niveaux : niveau bas et niveau haut. Quand le niveau de la trémie atteint le niveau bas, la salle du contrôle allume un feu vert dans la trémie de réception pour que les conducteurs commencent à charger la matière demandée et après avoir atteint le niveau haut, le feu rouge s'allume indiquant l'arrêt de la trémie de réception, à la

fin de cette opération , les conducteurs déclarent le nombre de godets transportés en indiquant le type de chargeuse utilisée et les problèmes qui se posent à ce niveau sont :

- ✓ Les conducteurs des chargeuses ne donnent pas le nombre exact des godets transportés (l'oubli, l'indifférence....).
- ✓ Les conducteurs ne déclarent pas le changement éventuel de type de la chargeuse (si la chargeuse utilisée tombe en panne, le conducteur la change avec la chargeuse de la réserve).
- ✓ Perte de la matière par transport (matière qui s'écoule tout au long du trajet de la chargeuse).



Figure 26 : Un tas de matières perdu par transport.

- ✓ Tarage des godets par demande et non pas d'une façon systématique (chaque jour ou chaque mois).
- ✓ Il y a de la matière collée sur les Godets (diminution de la quantité transportée par les chargeuses).



Figure 27 : Image montrant le collage de la matière sur le godet.

- ✓ La grande distance entre les zones de stockage et les trémies d'alimentation ce qui augmente le pourcentage des matières perdues par transport.

Au niveau des camions :

L'usine utilise les camions pour ramener le clinker de Settat, ainsi que pour transporter le clinker cuit ou incuit de la trémie des incuits vers les zones de stockages après les avoir peser à l'aide de la balance.

Les problèmes qui se posent à ce niveau sont :

- ✓ Les conducteurs des camions notent eux même le poids du clinker transporté en lisant ce poids sur l'afficheur de la balance. Parfois ils ne le notent pas sur place à cause de l'oubli ou de l'indifférence, et quand ils donnent les fiches de pesage aux responsables, ils notent des valeurs aléatoires.
- ✓ Certains conducteurs confondent entre le clinker cuit et du clinker incuit. Parfois ils posent le clinker cuit à la place incuit ou font l'inverse.

2. Zones de stockage :

Quand on parle des zones de stockage, on parle de tout l'espace réservé au stockage des matières de la zone de stockage de chaque matière toute seule. Les problèmes qui se posent à ce niveau sont :

- * Mauvaise implantation des zones de stockages ; la plupart des matières sont loin des trémies de réception.
- * Plate forme d'Holcim petite et n'est pas suffisante.
- * Stock non maîtrisé ; c'est-à-dire qu'on ne sait pas exactement les quantités de matières dans les stocks. Dans la société on estime la plupart des fois ce stock.
- * Les zones de stockage du clinker ne sont pas couvertes par un hall de stockage, ce qui cause un changement d'état du clinker (calcification, mouillement...) avec le changement du climat. Ceci rendre son utilisation difficile.

3. Chaine de Production :

Définition :

Le capteur de niveau est un appareil qui indique le niveau d'un liquide ou d'une matière dans un réservoir ou installation contenant des matières comme les trémies et les silos.

Le doseur est une machine installée à chaque sortie trémie (sauf les trémies de réception et la trémie des incuits), ses principales fonctions sont :

- L'alimentation des broyeurs avec des pourcentages précis de matières précises (80% calcaire, 15% argile..., etc.). Ce choix des pourcentages dépend de la quantité voulue.
- Le comptage des quantités de matières qui passent dans le doseur. Ceci se fait à l'aide de ses capteurs de poids et de vitesse.



Figure 28 : Le doseur.

Trémie est un moyen de stockage intermédiaire, elle reçoit de la matière par les trémies de réception ou par les Silos. Elle alimente les broyeurs .Sa partie supérieure a la forme d'un cylindre et sa partie inférieure à la forme d'un entonnoir pour faciliter le passage de la matière.

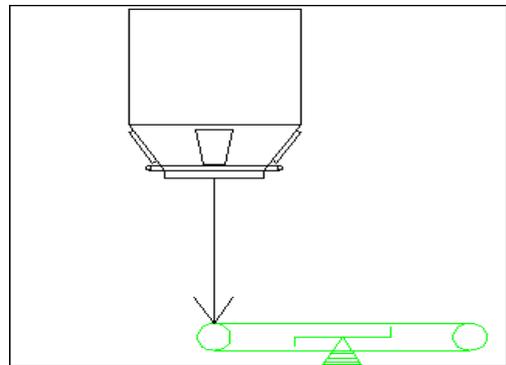


Figure 29 : Image trémie.

Trémie pesée : Son rôle est le même que les autres (stockage et alimentation des broyeurs). Elle se différencie des autres par des pesons (capteur du poids) situés en bas indiquant le poids de la matière dans les trémies.

Holcim utilise ces trémies pour les matières les plus utilisées (calcaire, clinker, argile, gypse). Pour les autres matières elle utilise des trémies avec des capteurs de niveau pour indiquer le poids de la matière dans ces trémies.

Trémie de réception : elle a la même forme que les autres sauf, qu'elle est plus petite et son rôle est d'alimenter les trémies des broyeurs et d'éliminer le passage solides à travers la grille dont elle dispose.



Figure 30 : La trémie de réception

Silo : Une installation sous forme d'un grand réservoir cylindrique, son rôle principal est le stockage de la matière.

Il existe deux silos à l'usine :

- Silo Clinker d'une capacité 5000 tonnes.
- Silo Farine d'une capacité 5000 tonnes.

Après avoir abordé les problèmes du transport de matière et des zones de stockage, on va traiter maintenant les problèmes qui causent l'écart entre le stock physique et le stock comptable au niveau de la chaîne de production.

Problèmes liés à la chaîne de production :

- ✓ Perte de matière première à cause du transport par les chargeuses des zones de stockage vers les trémies de réception.
- ✓ Colmatage de la matière première sur les parois des trémies dans l'atelier du dosage.
- ✓ L'accumulation de la matière et des poussières sur les trémies pesées, ce qui donne un poids plus grand que le poids réel.
- ✓ Fiabilité des trémies pesées : Les trémies pesées ne donnent pas toujours des valeurs exactes. Le contrôle des pesons se fait par le service électrique sur demande de la salle de contrôle en cas de doute sur les valeurs données par les trémies pesées.

- ✓ Fiabilité des doseurs : (l'élément le plus critique) les doseurs aussi peuvent donner des valeurs erronées des quantités de matières consommées et alimentées vers les broyeurs.

Le contrôle des doseurs se fait par le service électrique quatre fois par an et, aussi, sur demande en cas de doute. Le contrôle se fait avec des pesées et l'intervention se fait après un tarage.

Tarage : cette opération nécessite un arrêt de la machine et de l'installation concerné. Il se fait à deux phases :

1ère phase : un tarage à zéro dont on nettoie le doseur de la matière et on le rend à zéro.

2ème phase : tarage avec matière, après le vidage de la trémie et le nettoyage du doseur, on fait passer une quantité connue de la matière au doseur, après le passage de toute la matière on compare la quantité déclarée par le doseur et la valeur réelle et on fait l'intervention, on refait cette opération pas mal de fois jusqu'à atteindre zéro d'erreur.

Pesée : cette opération ne nécessite pas un arrêt de la machine, son principe est de récupérer la matière qui sort du doseur pendant une durée précise et la pesée dans la balance, puis on compare le cumule de tonnage indiqué par le doseur avec celui de la pesée. S'il y a une marge d'erreur on passe à un tarage sinon on ne fait aucune intervention.

Le service électrique admet jusqu'à 2% d'erreur au niveau des doseurs ; ils ne font pas d'intervention à cette marge d'erreur.

- ✓ Fiabilité des capteurs de niveau :

Les capteurs de niveau peuvent aussi donner des valeurs erronées surtout les capteurs de niveau du silo clinker et silo farine qui sont les plus critiques à cause de la grande quantité qu'ils contiennent.

Chaque silo contient un capteur de niveau placé en haut à gauche.

L'usine utilise des capteurs de niveau à ruban dont le fonctionnement : le capteur déplacé fait écouler une sonde verticalement jusqu'au contact avec la matière. Le capteur enregistre la hauteur vide au silo puis il donne le niveau du silo à la salle du contrôle.

Le problème qui se pose ici c'est que le silo contient de la matière, le niveau n'est pas alors stable et ceci donne un grand écart.

Le contrôle des capteurs de niveau se fait sur demande en cas de doute.

Procédure de contrôle: Méthode de la corde : On met une pièce lourde à une corde et on la lance dans le silo, la pièce s'écoule jusqu' au fond du silo. On note le niveau donné par la corde et on le compare avec la valeur donnée par le capteur de niveau.

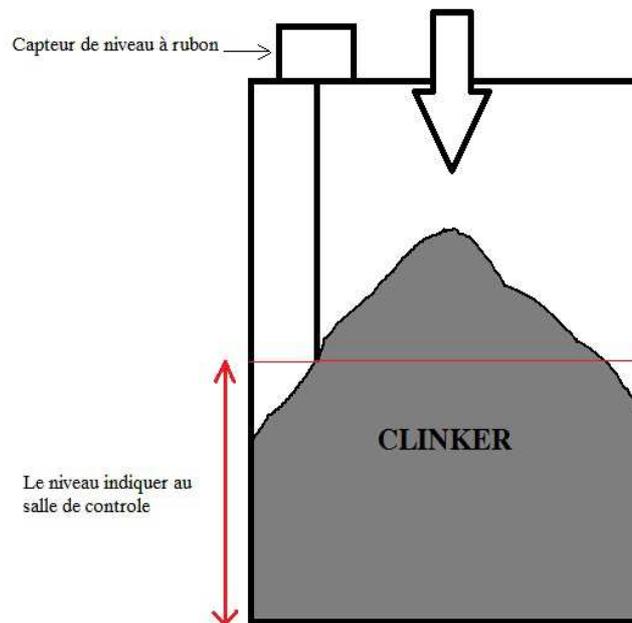


Figure 31: Principe de fonctionnement d'un capteur de niveau.

IV. Plans d'action :

Après avoir étudié les problèmes détectés, on a proposé un plan d'action pour chaque point critique :

1. Plan d'action pour le transport de la matière :

Au niveau du Camion :

<u>LES ACTIONS</u>	<u>QUI</u>	<u>QUAND</u>	<u>COMENTAIRES</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Ticket de pesé après chaque pesage. 	Mr. AMEAARID	Fin du Mois Avril	<ul style="list-style-type: none"> • Ticket de pesée avec le poids exacte plus toutes informations concernant cette opération (matricule camion, nom du conducteur, numéro d'opération)
<ul style="list-style-type: none"> • Formation des conducteurs sur l'aspect visuel du clinker (différence entre le cuit et l'incuit) • Impliquer les chefs de poste et les rendis. 	Direction	Après chaque recrutement	<ul style="list-style-type: none"> • Eviter la confusion du clinker transporté.

Au niveau de la chargeuse :

<u>LES ACTIONS</u>	<u>QUI</u>	<u>QUAND</u>	<u>COMMENTAIRES</u>
<ul style="list-style-type: none"> Description du poste. 	Mr. Hicham	Début du Mois Mai	<ul style="list-style-type: none"> Les conducteurs vont assumer leurs Responsabilités.
<ul style="list-style-type: none"> Formation des conducteurs sur l'impact de leurs comportements concernant l'écart de matière. 	Direction	Chaque recrutement	<ul style="list-style-type: none"> Sensibilisation des conducteurs.
<ul style="list-style-type: none"> . Nettoyage des godets chaque jour. 	Conducteur	Mois prochain A 6h du Matin	<ul style="list-style-type: none"> Conservation du tarage du Godet
<ul style="list-style-type: none"> Nettoyage de la grille sur la trémie. 	Mr.Hmidouch	Après chaque blocage	<ul style="list-style-type: none"> Circulation fluide du Clinker
<ul style="list-style-type: none"> Effectuer un tarage chaque 15 jour des godets. 	Mr. AMEAARID	Chaque Samedi	<ul style="list-style-type: none"> Préciser Le Poids exact des godets.
<ul style="list-style-type: none"> Mettre à chaque chargeuse un compteur pour le comptage du nombre des godets. 	Mr. Hicham Matimex	Nouveau Contrat	<ul style="list-style-type: none"> Il Y a 4 chargeuse ; 100dh pour chaque compteur : $4*100 = 400DH$

LES ACTIONS	QUI	QUAND	COMMENTAIRES
<ul style="list-style-type: none"> Utiliser des chargeuses du type 966 (3,7 Tonnes par Godet). 	Mr. Hicham Matimex	En étude	<ul style="list-style-type: none"> Les conducteurs vont travailler moins et la vitesse du transport va diminuer.
<ul style="list-style-type: none"> Rapprocher les zones de stockage des trémies de réception correspondantes. 	Mr. HMIDOUCH	En étude	<ul style="list-style-type: none"> Diminuer le taux de perte de matière par transport. On peut récupérer les matières tombées sur terre facilement sans les mélanger avec d'autres.

2. Plan d'action pour les zones de stockage:

<ul style="list-style-type: none">• Utiliser un stock rotatif c'est-à-dire pour chaque matière on a trois tas, un en consommation et un en attente et un en construction.	Mr AMEARID	En étude	<ul style="list-style-type: none">• Quantité de matière au stock connu est maîtrisé.• Eviter le problème de la consommation et la construction du même tas au même temps.
<ul style="list-style-type: none">• Faire appeler un géomètre chaque fin du mois, pour qu'il puisse donner une estimation plus précise des quantités au stock.	Mr. AMEARID	A partir du Mois octobre 2011	<ul style="list-style-type: none">• Quantité de matière au stock connue est maîtrisée.
<ul style="list-style-type: none">• Utiliser un petit hall de stockage pour le clinker afin d'éviter sa transformation à l'état solide.	Mr. HMIDOUCH	En étude	<ul style="list-style-type: none">• Eviter le mélange du clinker avec les autres matières tombées à son entourage.• Eviter le Collage du clinker avec la terre.• On aura du clinker prêt à utiliser en cas de besoin.



3. Plan d'action pour la chaine de production :

<u>LES ACTIONS</u>	<u>QUI</u>	<u>QUAND</u>	<u>COMMENTAIRES</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Appliquer les mêmes actions proposées pour le transport de Matière. 	Mr. Abid	Nouveau contrat	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuer l'écart entre les stocks physiques et les stocks comptables des matières premières consommées.
<ul style="list-style-type: none"> • Frapper les trémies par des chocs d'air comprimées Pour les trémies pour faire tomber les matières colmatées sur les parois 	Mr.Yahya	Fait le début du mois de Mai	<ul style="list-style-type: none"> • Récupérer toute la matière colmatée.
<ul style="list-style-type: none"> • Couvrir les parois des trémies par un anti - colmatant. 	Mr.Yahya	En étude	<ul style="list-style-type: none"> • Fiabiliser le tonnage indiqué par la trémie pesée.
<ul style="list-style-type: none"> • Nettoyage des trémies pesées. 	Superviseur Mr.Brihmat	A partir du Mois de Mai	<ul style="list-style-type: none"> • Fiabiliser le tonnage indiqué par la trémie pesée.
<ul style="list-style-type: none"> • Effectuer un tarage des doseurs chaque semaine. • Effectuer un tarage des trémies pesées chaque semaine. 	Mr. Zidane	En étude	<ul style="list-style-type: none"> • Pendant les heures de pointe, c'est-à-dire du 19h à 00h. Il est nécessaire d'ajouter des heures supplémentaires (environ 1500 DH par semaine). • Pendant les arrêts programmés.
<ul style="list-style-type: none"> • Faire une pesée chaque semaine des doseurs [Farine, clinker et calcaire]. 	Mr. Rabhi	En étude	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôler le bon fonctionnement des doseurs

- Utiliser le capteur de niveau acoustique au lieu de capteur de niveau à ruban.

Service
électrique

En étude

- Ajouter un autre capteur de niveau à Ruban au silo clinker et silo farine et faire une moyenne des deux niveaux indiqués par les deux capteurs.

Service
électrique

En étude

- Garder toujours les silos presque pleins.

Opérateur
salle de
contrôle

Fait depuis la
2^{ème} semaine
de Mai

- Maitriser et préciser les niveaux des silos.

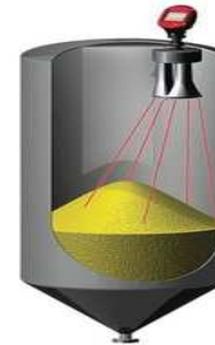


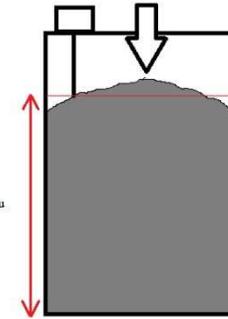
Figure 32 : Capteur de niveau acoustique

- Réduire l'erreur faite par les capteurs de niveau. Un capteur de niveau à ruban coute 20000 DH

- Diminuer l'erreur faite par le capteur de niveau.

Figure 33: Le silo du clinker presque plein.

ndiquer au
salle de controle



Conclusion

Nous avons travaillé, au cours de ce projet de fin d'étude, sur l'Optimisation du stock du clinker à Holcim-Fès. Nous avons alors essayé de maîtriser l'écart entre le stock physique et le stock comptable en proposant des plans d'action et des solutions.

Les points critiques conduisant à des écarts entre le stock physique et le stock comptable ont été détectés. Ils se présentent comme suit:

- ☞ Le transport des matières.
- ☞ La zone de stockage.
- ☞ La chaîne de production

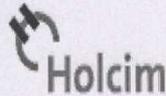
L'analyse de ces points critiques nous a permis de proposer des plans d'action pour chaque point critique.

Certaines des solutions proposées ont été déjà mises en œuvre. D'autres sont en phase d'étude.

Enfin, ce stage nous a permis d'acquérir un esprit analytique, et de prendre conscience de l'importance du travail en équipe.



Annexe



PROCEDURE DE TARAGE ET ETALONNAGE DOSEUR FARINE

TRVAUX DE PREPARATION :

temps estimé est $\geq 20mn$

1. Aviser la salle de contrôle
2. Vidange du doseur et entretien général avec l'air comprimé
3. Inspection et contrôle des équipements du doseur : pesons, rouleaux du pond du dosage, moteur, déport de bande et détecteur de proximité.
4. Connecter le PC s'il est disponible

• **REMISE A ZERO**

temps estimé est $\geq 10mn$

Cette fonction détecte sur un ou plusieurs tours complets de bande, le point zéro de la bascule sur bande du doseur et n'accepte que des valeurs qui sont dans des limites bien définies par rapport a la tare de base si ces limites sont dépassées il faut reprendre le tarage.

Procédure

1. Choisir le mode de marche volumétrique
2. Sélectionner le répartiteur de fonctions avec la touche « menu »
3. Choisir la fonction >0< remise a zéro avec les touches curseur
4. Valider la fonction avec la touche < return >
5. Prendre en compte la valeur indiquée avec la touche return dans le paramètre P09.05

N.B : si l'écart est supérieur à 20% il y a de grandes chances pour qu'une **erreur mécanique** existe au niveau du tablier de pesage du doseur

• **TARAGE DU ZERO**

temps estimé est $\geq 10mn$

Fonction TW tarage est seulement utilisée lors de la mise en route ou après des modifications ou pour contrôle du doseur.

Si la bande est remplacée il faut faire la fonction = LB : impulsion bande=

Pour faire cette fonction il faut démarrer la bande et mesurer avec précision le temps Nécessaire à un tour de bande et l'introduire dans le paramètre P09.02

Procédure pour le tarage du zéro

1. Sélectionner le mode volumétrique
 2. Mètre l'alimentateur à l'arrêt
 3. Démarrer le doseur
 4. Sélectionner le programme d'ajustage (TW tarage) dans le menu « fonction d'ajustage avec les touches curseur. Et le mot de passe « 7353 »
 5. Démarrer le programme d'ajustage avec la touche return
 6. Attendre jusqu'à ce que la nouvelle valeur de la tare soit indiquée
- Le résultat du programme est pris en compte dans le paramètre P09.04 (tare de base) et le paramètre P09.05 correction tare est placé sur zéro

- **FONCTION "CW : CONTROLE POIDS ETALON "** temps estimé est \geq 20mn

Cette fonction permet de contrôler l'échelle

Procédure pour l'étalonnage Poids Etalon:

1. Marche en volumétrique mode OP
2. Consigne différent de l'ordre de 90% du débit nominal
3. Contrôle de la bande si elle est vide
4. Faire entrer le poids de la barre multiplier par 2 dans le paramètre P09.03 pour le doseur avec un capteur
5. Positionnement de la barre
6. Démarrage du doseur
7. Sélectionner le programme CW → entrer
8. A la fin la valeur affichée doit être entré dans le paramètre P09.01

Et pour remettre le doseur disponible

- Remettre le doseur en gravimétrique
- Remettre l'alimentateur en service « Faire partir l'alimentateur »

Fait par Mr brihmat

Visa : Mr Fahli



Date: 13/04/11

Note : Canevas pesée clinker:

Objet :

On procède à des pesées de clinker afin de mesurer le débit four réel.

Responsabilité :

Le chef de poste est le responsable sur :

- La préparation de la pesée (le circuit vide et nettoyé) ;
- La fiabilité des compteurs et des mesures (suivi du conducteur+salle de contrôle);
- La communication des résultats via le fichier « pesée clinker.xls : ordinateur sal ctrl » ;

Fréquence :

Une fois par semaine (démarrage chaque lundi entre 6h et 8h du matin) ;

Durée :

Sur 10h ;

Stockage du clinker pesé :

Voir croquis ci-joint ;

Etapas :

Etape 1 (préparation):

- Le convoyeur clinker (L0101) vers silo clinker ;
- Vidange de la trémie des incuits ;

Etape 2 (déroulement de la pesée) :

- Le passage vers la trémie des incuits durant les 10h ;
- Prise des compteurs salle de ctrl au début (compteur farine entrée four) ;
- Pesée clinker : renseigner le tableau « pesée clinker : bascule » ;
- Contrôle de la fiabilité des chiffres (contrôle du conducteur camion+communication avec l'agent de la bascule) ;

Etape 3 (fin pesée):

- Arrêt pesée clinker : basculement vers silos clinker et prise des compteurs (compteur farine entrée four) ;
- Vidange de la trémie des incuits ;

Etape 4 (Résultat):

- Renseigner le tableau « pesée clinker : bascule » dans le fichier « pesée clinker.xls » ainsi que les compteurs et la durée ;

Valable : jusqu'à nouvel ordre

Signé : E.ABID Resp Cuisson Holcim REM



HOLCIM (MAROC) REM

DATE :31/03/11

SEMAINE : 33

TARRAGE ET ETALONNAGE DES DOSEURS : CIMENT BK 3

TARRAGE DES DOSEURS (ZERO) :

DOSEURS	ERREUR	REMEDE %
CLINKER	1,40%	0,00%
CALCAIRE	1,00%	0,00%
GYPSE	0,9%	0,00%
REFUS	2,4%	0,00%

ETALONNAGE MATIERE PAR CAMION :

DOSEURS	DEBIT T/H	TARRE (T)	PESEE (T)	NET CAM(T)	NET SCC(T)	ERREUR %	CORRECTION
CLINKER	20	15,2	25,32	10,12	10	1,2	FAIT
CALCAIRE	4	15,2	17,2	2	2	0	FAIT
GYPSE	4	15,2	17,2	2	2	0	FAIT

REMARQUE :



HOLCIM (MAROC) REM

DATE :29/03/11
SEMAINE : 1

TARRAGE ET ETALONNAGE DU DOSEUR : FARINE

TARRAGE DES DOSEURS (ZERO) :

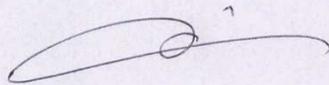
ERREUR : 5,20%
REMEDE : 0,10%

ETALONNAGE MATIERE PAR POIDS ETALON :

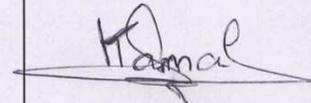
POIDS ETALON (kg)	POIDS MESURE (kg)	ERREUR %	CORRECTION
11,80	11,85	0,42	FAIT

REMARQUE :

responsable : MR Elalami



fait par : Brihmat



Pesée clinker du 13Avril11(17h30->03h30 du 13/04/11)

DUREE (h) **10,00**

Début de pesée	compteur salle de contrôle
doseur farine	1478
Fin de pesée	compteur salle de contrôle
doseur farine	482

Clinker produit : 565,75 t

Farine théorique: 996,00 t

Farine réelle: 958,90 t

Débit réelle: 95,89 t/h

Débit théorique: 99,60 t/h

Ecart farine: -3,71 t/h

Pourcentage d'écart: -3,87 %

Capteur de niveau acoustique pour solides avec cartographie de surface 3D

Le 3DLevelScanner BinMaster utilise un tableau à 2 dimensions du faisceau anciens qui envoie de très basse fréquence, de la poussière pénétrant impulsions acoustiques et reçoit des échos des impulsions provenant de plusieurs points sur la surface de la matière dans le bac. Le 3DLevelScanner offre une précision de points multiples que l'appareil prend des mesures provenant de plusieurs points par rapport à un seul point, ce qui compte tenu des variations qui peuvent survenir sur les surfaces des matériaux. Standard ultrasons, radar ou les unités de câble à base de juste mesure d'un point et de déterminer une distance unique, tandis que le 3DLevelScanner prend des mesures à partir de multiples points dans le bac, en veillant à une plus grande précision.

La technologie basse fréquence pénètre la poussière, ce qui en fait adapté aux environnements où les ultrasons et radar peut échouer. Il n'est pas affectée par le type de matériau et est approprié pour les poudres, granulés, pastilles et autres solides sans avoir besoin de calibrage spécial. Employant la mesure sans contact, il est adapté pour les aliments, produits chimiques et pharmaceutiques. Il n'y a pas de risque de pièces mobiles entrant en contact avec du matériel bin. Il offre la gamme de mesure à long pouvant aller jusqu'à 220 pieds et est approprié pour les bacs de grande taille (plus hautes que larges). Trois capteurs indépendants de promouvoir l'exactitude et la redondance du système, ce qui en fait l'une des technologies les plus avancées.

Le 3DLevelScanner fournit à l'utilisateur une sortie 4-20mA échelle que peut représenter le produit ou le volume hauteur. En utilisant une option HART ou connexion RS-485, l'utilisateur peut également se connecter au scanner en utilisant le logiciel 3DLevelManager. Ce logiciel permet à l'utilisateur de visualiser des données en temps réel à partir du scanner et de faire des changements de configuration à distance depuis un PC.



Figure 33: Capteur de niveau acoustique

Bibliographie

Les documents :

- ❖ **Ciments Calcia (Italcementi group) : la fabrication du ciment.**
- ❖ **Historique du suivi des stocks physique et comptable.**
- ❖ **Rapports de stage à la bibliothèque de holcim.**

Les sites :



www.ciments-calcia.fr

<http://www.directindustry.fr/prod/binmaster/capteurs-de->

niveau-acoustiques-pour-solides-avec-cartographie-de-surface-3d-30027-390242.html



[www.vega.com/fr/mesure de niveau.htm](http://www.vega.com/fr/mesure_de_niveau.htm)