Ministère de l'enseignement Supérieur de la Recherche Scientifique	KSAR HLEL	Direction Générale des Etudes Technologiques I.S.E.T.Ksar Hellal

Rapport de stage d'initiation

Département : Génie Mécanique

Entreprise : **LES CIMENTS DE BIZERTE**

Durée du stage : à partir du 11/01/2024 jusqu'au 03/02/2024

Elaboré par:

BEN ATTIA FEDI

Encadé par:

MR.MAKKI AMARA

Annee universitaire :2023/2024

Remerciements

Je profite par le biais de ce rapport, pour exprimer mes vifs remerciements à toute personne contribuant de près ou de loin à l'élaboration de cet humble travail. Je remercie bien évidemment **Mr. Makki Amara** pour ses conseils et sa patience, qui par son expérience et par ses connaissances a apporté une touche importante à ce travail.

Je tiens à remercier aussi **Mr. EL AMRI IBRAHIM** pour son précieux aide, et qui ma donner une partie de son temps.

Enfin, mon extrême reconnaissance va à l'encontre de tout le personnel de l'entreprise « Ciment de Bizerte » qui m'a épaulé et surtout accueilli avec sympathie et qui a favorisé mon intégration au sein de l'entreprise.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERAL **1**

I. CHAPITRE 1 : PRESONTATION DE L'ENTREPRISE 2

1. Introduction : 2
2. Les ciments en Tunisie : 2
3. LE CIMENT DE BISERTE : 4
   - A. Présentation de la société : 4
   - B. Historique : 4
   - C. L'organigramme de la société : 6
   - D. Produits fabriqués : 6
   - E. Conclusion : 7

II. CHAPITRE 2 : PRESENTATION DU PROCESSUS DE FABRICATION : 8

1. Introduction : 8
2. Principe : 8
3. Étapes de production : 9
   - A. La carrière : 10
   - B. Extraction de la matière première : 10
   - C. Concassage : 10
   - D. Pré homogénéisation : 11
   - E. Broyage de matière première poudre crue : 12
   - F. Homogénéisation de la poudre crue : 14
   - G. Tour de préchauffage : 14
   - H. Le four rotatif : 15
   - I. Refroidissement : 18
   - J. Broyage de clinker : 19
   - K. stokage, Ensachage et Expédition : 19
4. le laboration : 20

CONCLUSION : **20**

III. CHAPITRE3: QUELQUES TACHES EFFECTUEES : 21

1) filtre a manche: 21
2. Compresseur et surpresseur : 22
   - (a) surpresseur : 22
   - (b) compresseur : 23
3. un purgeur automatique: 24

✓ Entretien d'un Purgeur automatique BEKO spécialisé en air comprimé : 24

4. Montage du sécheur d'air comprime (sécheur frigorifique) : 24

CONCLUSION ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

Liste des figures

1) Figure 1 : ciment blanc et gris……..6
2) Figure 2 : Les cimenteries en Tunisie……...7
3) Figure 3 : la cimenterie de bizerte ……...8
4) Figure 4 : L'organigramme de la société……..……10
5) Figure 5 : Le principe général de fonctionnement d'une cimenterie……..12
6) Figure 6 : Les étapes de fonctionnements d'une cimenterie……13
7) Figure 7 : Les étapes de transformation de la matière……..13
8) Figure 8 : La carrière.....14
9) Figure 9 : Concasseur à marteaux.....15
10) Figure 10 : Hall pré-Homogénéisation……..15
11) Figure 11 : la bande transporteuse de la carrière…….....16
12) Figure 12 : un broyeur à galets.....17
13) Figure 13 : Galet……...17
14) Figure 14 : silo d'homogénéisation de crue……...18
15) Figure 15 : Tour de préchauffage ……...19
16) Figure 16 : principe du four rotatif……..19
17) Figure 17 : four rotatif……..20
18) Figure 18 : une tuyère……...20
19) Figure 19 : Le Quai……...21
20) Figure 20 : Le Chariot de coke……..21
21) Figure 21 : gratteur de coke……..22
22) Figure 22 : transporteur aérien…….....23
23) Figure 23 : broyeur à boulets.....24
24) Figure 23 :Chargement des camions…….....25
25) Figure 24 : Chargement des palettes……...25
26) Figure 24 : rayon x.....25
27) Figure 25 : filtre a manche…….....26
28) Figure 26 : manche d'un filtre…….....26
29) Figure 27: un surpresseur……26
30) Figure 28 : un compresseur……...27
31) Figure 29 : schéma de fonctionnement d'un compresseur……27
32) Figure 30 : purgeur automatique……....28
33) Figure 31 : sécheur frigorifique……...29
34) Figure 32 : schéma de fonctionnement d'un sécheur frigorifique……29

Introduction Générale

Du 10 janvier au 03 février 2023, j'ai effectué un stage au sein de l'entreprise Les Ciment De Bizerte.

Au cours de ce stage dans le département Génie Mécanique, je pouvais de découvrir différents milieux professionnels, afin de développer mes goûts et mes aptitudes à définir un projet de formation ultérieur.

Plus largement, ce stage a été l'opportunité pour moi d'appréhender le monde Industrielle à Tunisie.

Ce stage a donc été une opportunité pour moi de percevoir comment une entreprise dans le secteur industriel se développe en contexte international, ses défis et son évolution au cours du temps.

Enfin, il sera précisé les différentes missions et tâches que j'ai pu effectuer au sein du service maintenance, et les nombreux apports que j'ai pu en tirer.

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

1. Introduction :

Dans ce chapitre nous allons avoir une présentation générale des cimenteries et pour cela nous allons présenter tout d'abord les cimenteries en Tunisie à la suite présenter les cimenteries de Bizerte.

2. Les ciments en Tunisie :

Usines de production de ciment en Tunisie se compose de

Six usines de ciment gris :

- Ciments artificiels de Tunisie (C.A.T)
- Ciments de Bizerte (S.C.B)
- Ciments Gabes (G.G)
- Ciments d'Om El Khélil (C.I.O.k)
- Ciments d'Enfidha (C.E)
- Ciment de Jbebel el ouset (C.J.O)

Une usine de ciment blanc :

- société Tuniso-Andalous de ciment blanc (SO.T.A.CI.B)

De ces 7 cimenteries seuls CIOK et CB restent toujours à caractère étatique, les 5 autres ont été privatisées. La création de ces cimenteries a été dans le but de réduire l'importation. En effet la veille de l'indépendance il y'avait seulement deux cimenteries sur le territoire national, celles de Tunis (C.A.T) et de Bizerte (C.B).

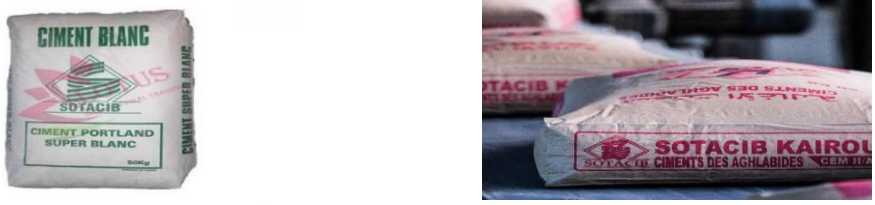


Figure 1 : ciment blanc et gris

LES CIMENTERIES EN TUNISIE

L'industrie du ciment en Tunisie compte actuellement sept unités:

- La Société Les Ciments de Bizerte, SCB
- Les Ciments d'Oum El Khélil, CIOK
- La Société Les Ciments de Gabès, SCG
- La Société Les Ciments de Jebel Oust , CJO
- La Société des Ciments d'Enfidha, SCE
- La Société Tuniso-Andalouse de Ciment Blanc, SOTACIB
- Les Ciments Artificiels Tunisiens, CAT

Figure 2 : Les cimenteries en Tunisie

3. LE CIMENT DE BISERTE :

Figure 3 : la cimenterie de bizerte

A. Présentation de la société :

La société « LES CIMENTS DE BIZERTE » (SCB) est une société anonyme qui opère dans le secteur des liants depuis plus que quarante ans, elle a été créée à la période de l'occupation française dans une région dite BAIE DE SABRA, située à 2.5 km de Bizerte.

Actuellement, la société dispose de 7 fronts d'extraction de matière première nécessaires à la production, comme elle est dotée d'un canal d'accès s'étalant sur 8000 m^2 qu'elle exploite pour l'exportation de ses produits.

B. Historique :

- **1950** : Creation de la société.
- **1953** : Démarrage de la ligne (I) de cuisson (500 tonne/jour).
- **1963** : Avoir un personnel à 100% tunisien.
- **1975** : Apparition du statut personnel de la société.

- **1976** : Démarrage des travaux d'extension de l'usine.
- **1979** : Démarrage de la nouvelle ligne (II) de cuisson (2000 tonne /jour).
- **1990** : Année record de production de clinker (975 000 tonne /jour).
- **2000**: Certification ISO 9002.
- **2002** : Titularisation de tous les occasionnels de la société.
- **2002** : Augmentation du capital de la société de 20000 DT pour atteindre 34780280 DT.
- **2003** : Mémorisation de la cinquantaine de la société.
- **2005** : Début des études de mise à niveau par la réalisation des travaux de mise en état de l'usine par un investissement dépassant les 20 milliards.
- **2006** : Début des études de la deuxième étape du plan de mise à niveau de la société.
- **2007** : Lancement du projet d'utilisation de combustible solide Charbon et coke de pétrole
- **2008** : Mise en place du système de management Environnemental ISO 14001 versions 2004.
- **2009** : Introduction en bourse et augmentation au capital à environ 53 millions dinar
- **2012** : Début des travaux d'une nouvelle extension pour augmenter la capacité installée à 3500 tonnes de clinker par jour.
- **2014** : Démarrage de nouveau four.
- **2017** : Démarrage de l'installation export clinker/ import coke de pétrole.

C. L'organigramme de la société :

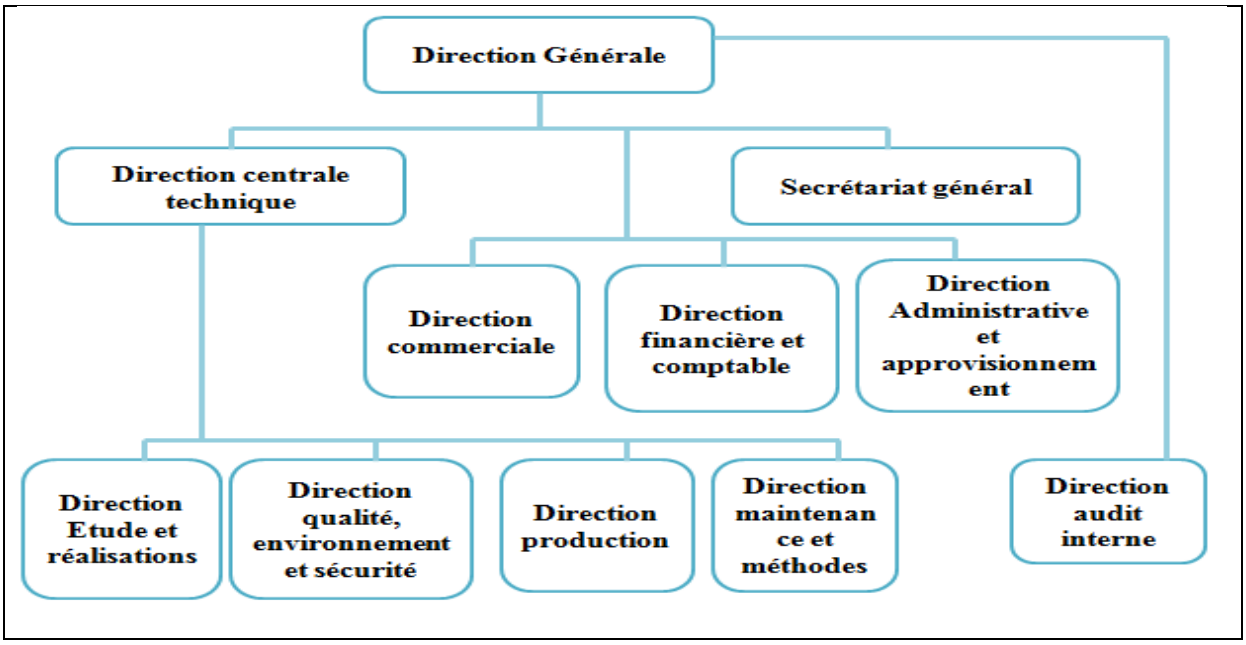


Figure 4: L'organigramme de la société

D. Produits fabriqués :

La société possède des énormes réserves en matières premières qui assurent 60 ans d'approvisionnement de l'usine. Les gisements exploités sont des gisements de calcaires, de marnes grises riches en alumine et de marnes noires.

Grace à leur composition organique permettant l'amélioration de la consommation calorifique spécifique, ses matières sont utilisées à la fabrication de 3 types de ciments :

-Les ciments portland artificiels.

-Les ciments portland composés.

-La chaux hydraulique artificielle CHA10.

La chaux hydraulique artificielle "CHA.10" : norme tunisienne NT 47-02 , résultant d'un mélange, en proportions définies, de deux composants parfaitement homogénéisés : Ciment CPA (tout type) 50% au moins et Poudre crue 50% au plus.

Le ciment CEM I 32,5 N norme tunisienne NT 47-01 est norme européenne EN 197-1:2000, est du type Portland Artificiel sans ajout, résultant de la mouture fine de : Clinker Portland 95% au moins, Filler calcaire 5% au plus et Régulateur de prise (Gypse) en proportion appropriée

Le ciment CEM II A-L 32,5 N norme tunisiennes 47-1 en norme européenne EN 197-1:2000, est du type Portland Artificiel avec ajout, résultant de la mouture fine de : Clinker Portland 80% au moins, Filler calcaire 20% au plus et Régulateur de prise (Gypse) en proportion appropriée.

Le ciment CEM I 42,5 N, norme tunisienne NT 47-01 et norme européenne EN 197-1:2000, est du type Portland Artificiel sans ajout, résultant de la mouture fine de : Clinker Portland 95% au moins, Filler calcaire 5% au plus et Régulateur de prise (Gypse) en proportion appropriée.

E. Conclusion :

Nous avons eu dans ce chapitre la présentation générale des cimenteries en Tunisie et les activités des cimenteries de Bizerte. Dans le chapitre suivant, nous présenterons les processus de fabrication.

Chapitre 2 : Présentation du processus de fabrication :

1. Introduction :

Dans cette partie nous présenterons le processus de fabrication et pour cela nous étudierons le principe du processus de fabrication puis nous passerons par les étapes de production .

2. Principe :

- Le principe général de fonctionnement d'une cimenterie est représenté par le processus suivant :

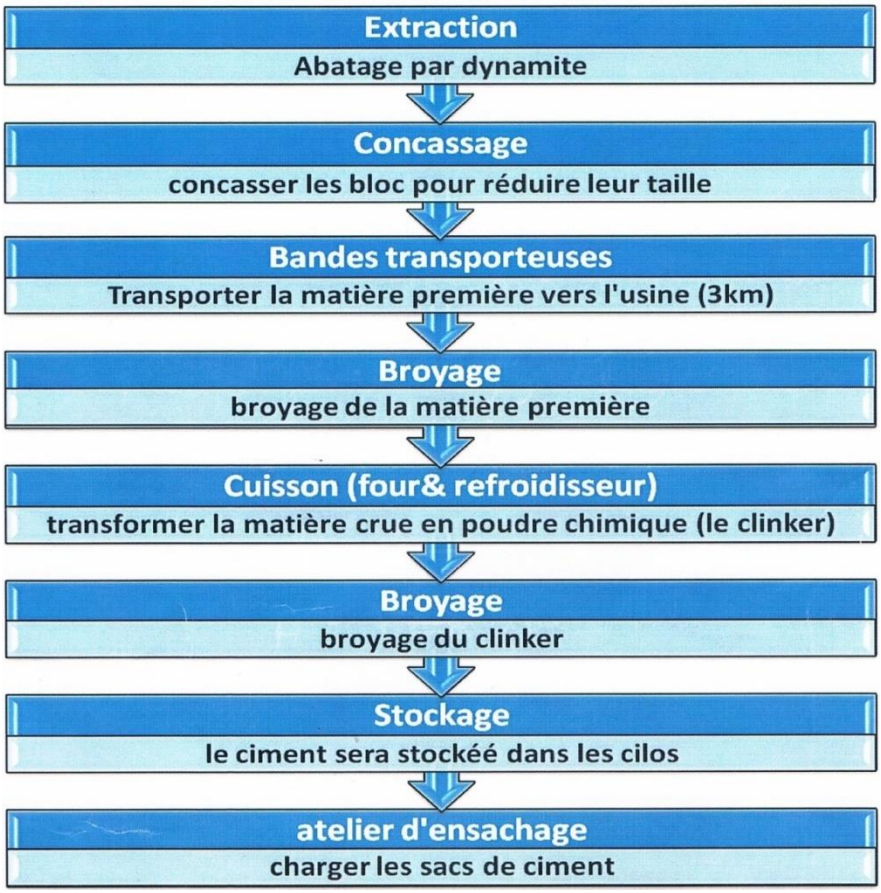


Figure 5 : Le principe général de fonctionnement d'une cimenterie

Soit la figure suivante :

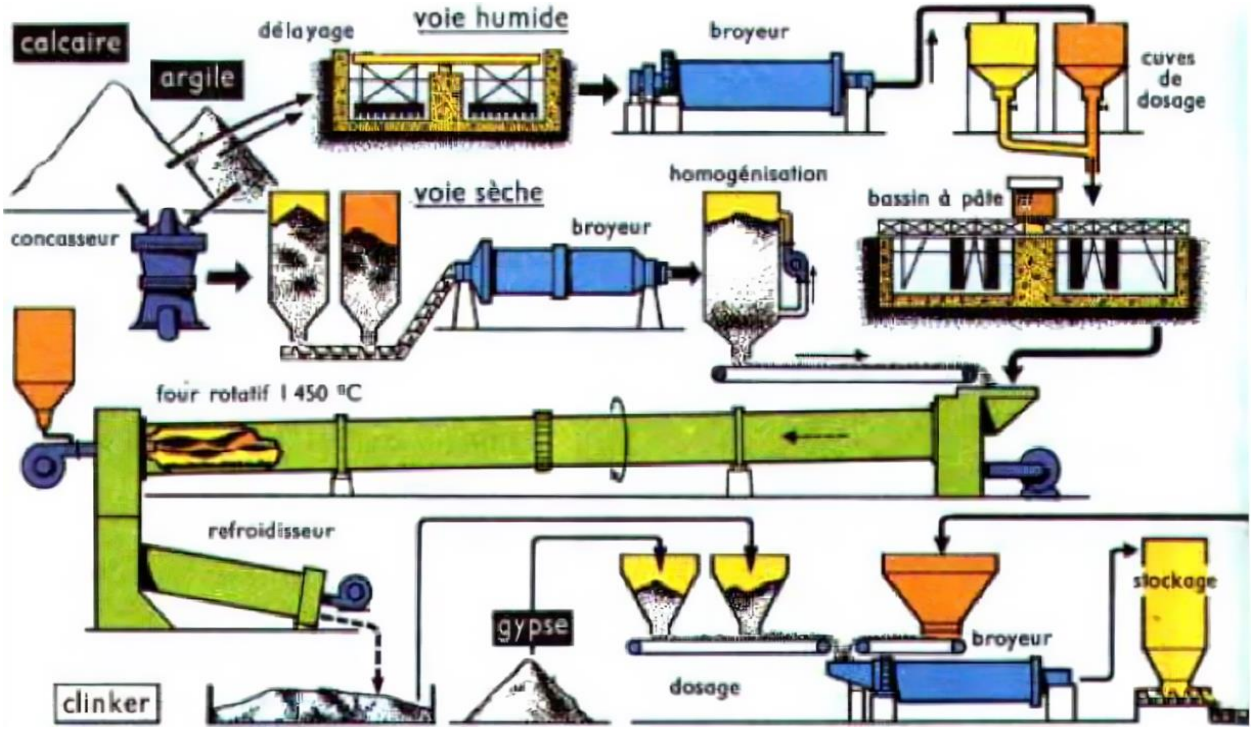


Figure 6 : Les étapes de fonctionnements d'une cimenterie

3. Étapes de production :

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

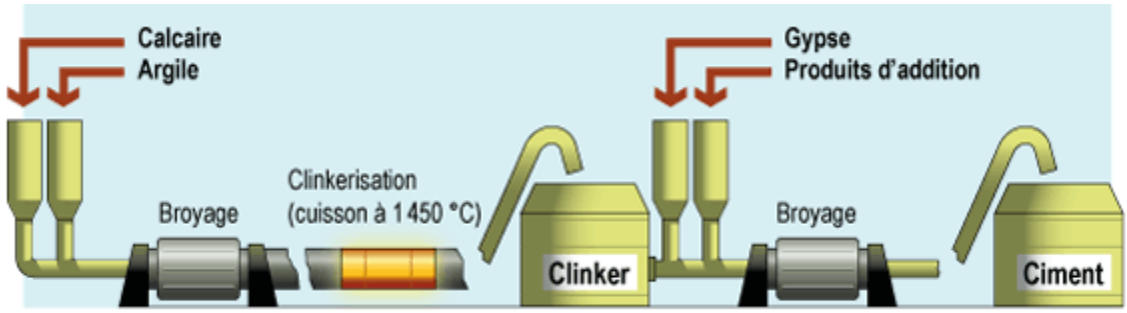


Figure 7 : Les étapes de transformation de la matière

Les matières premières nécessaires à la fabrication du ciment sont calcaire argile et ajouts correctifs (minerai de fer, sable…).

Le clinker, produit de la cuisson des constituants du ciment, se présente sous forme de nodules durs et cristallisés et de teint ris foncer.

A. La carrière :

Figure 8 : La carrière

La matière première nécessaire à la fabrication du ciment portland artificiel est constituée d'un mélange de calcaire et d'élément argileux (argiles, schistes, silice) dans des proportions bien déterminées. La teneur en calcaire de la matière crue doit être maitrisée avec une très grande précision. Selon les normes et les analyses de leurs carrières cette teneur varie de 76 à 80 %.

B. Extraction de la matière première :

Elle s'effectue à l'aide d'explosif dans des carrières à ciel ouvert qui se trouve à proximité de l'usine. La matière battue sera transportée.

C. Concassage :

Dans la station de concassage, la matière est réduite à une dimension d'un à quelques centimètres. L'usine de BIZERTE possède un concasseur à marteaux type EV 200 x 200 FLS.

Sa capacité nominale est de 650 Tonnes par heure concassant des blocs de diamètre pouvant attendre 1500 mm jusqu'à une granulométrie de 0 à 80 mm.

Figure 9 : Concasseur à marteaux

D. Pré homogénéisation :

❖ Mélange les matières premières de manière à obtenir une composition homogène.

Le hall de pré homogénéisation est constitué de 2 stocks ; un Haut Titre et un Bas Titre. Chaque stock comprend deux tas :

- 2 tas de Haut titre l'une en état de formation à travers la carrière et l'autre en état de reprise avec le gratteur vers le broyeur a cru.

- 2 tas de bas titre l'une en état de formation à travers la carrière et l'autre en état de reprise avec le gratteur vers le broyeur a crue

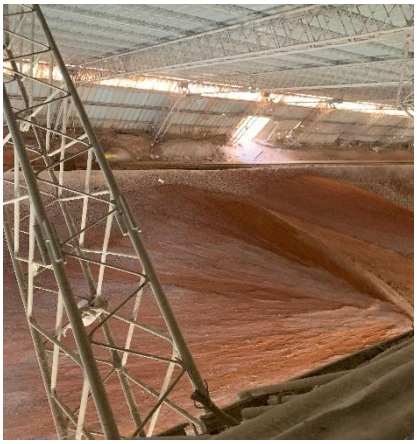


Figure 10 : Hall pré-Homogénéisation

Figure 11 : la bande transporteuse de la carrière

E. Broyage de matière première poudre crue :

Pour produire des ciments de qualité constante, les matières premières doivent être très soigneusement échantillonnées, dosées et mélangées de façon à obtenir une composition parfaitement régulière dans le temps. Pour obtenir la composition chimique voulue, il est en générale nécessaire d'affiner cette composition par minerai de fer dans le cas de Ciments de Bizerte

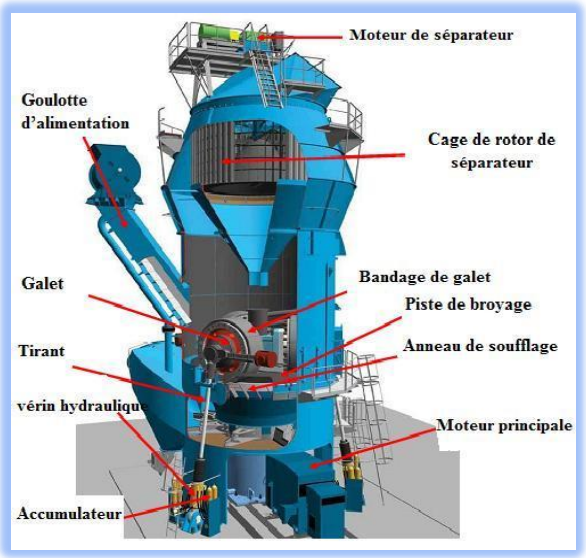


Figure 12 : un broyeur à galets

La matière première est broyée dans un broyeur à galets « broyeur vertical » qui renferme trois galets qui pivotent en continue sur la couche du mélange des matières à broyer et aucune force de pression n'est actionnée directement sur la surface de l'assiette. La capacité nominale du broyeur est de 280 tonnes par heure.

Figure 13 : Galet

La poudre fine ainsi obtenue appelée **la farine crue.** L'alimentation des matières premières est assistée par un système informatique qui détermine le taux d'intégration de chaque composant « Haut Titre, Bas Titre et Minerai de Fer », selon la composition désirée

F. Homogénéisation de la poudre crue :

Sortant du broyeur la poudre est stockée dans des silos (pour la SCB, les silos H01 et HO2, ayant une capacité nominale de 10000 tonnes).

L'homogénéisation de la poudre crue dans chaque silo se fait par un circuit d'air comprimé à contre-courant, celle-ci peut être introduite directement dans le four sous forme pulvérulente (dans le cas de procédure de fabrication par voie, sèche, cas de SCB).

Figure 14: silo d'homogénéisation de crue

G. Tour de préchauffage :

La crue est introduite dans un échangeur de chaleur de quatre étages de cyclone où il sera chauffé et porté à une température d'environ 600 ° C avant de passer dans le four rotatif

Le séchage du mélange cru est assuré par les gaz du four, avec un apport supplémentaire de gaz provenant d'un générateur de chaleur.

Figure 15: Tour de préchauffage

H. Le four rotatif :

wasLe cru préchauffé pénètre dans ce tube de 178m de long et 5.25 m de diamètre légèrement incliné avec une pente de 1% où s'achève la déshydratation, la décarbonatation et la calcination.

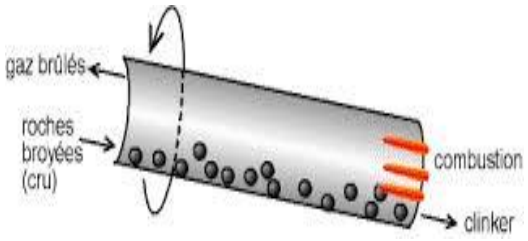


Figure 16 : principe du four rotatif

Il tourne sur lui-même, et progresse ainsi à travers des zones de plus en plus chaudes jusqu'à atteindre les 1 450 °C.

Le four est le siège d'un enchaînement de réactions chimiques, qui se produisent dans la matière en fusion et qui conduisent à l'obtention des combinaisons moléculaires attendues pour obtenir le clinker.

Figure 17 : four rotatif

La flamme de cuisson est produite par une tuyère de haute technologie

Figure 18 : une tuyère

Le combustible utilisé pour la cuisson dans le four est :

– le fuel lourd avec une installation de préchauffage pour porter ce fuel à une température maximale de 140 °C. Il est utilisé pour le chauffage du four ou combustible de secours en cas d'arrêt ou d'insuffisance de l'utilisation du coke de pétrole.

– le coke d'installation complète régie l'exploitation du coke de pétrole avec :

- Un quai de déchargement bateau du coke de pétrole

Figure 19 : Le Quai

Figure 20 : Le Chariot de coke

- Deux zones de stockage munis d'un stocker (pour la formation) et d'un gratteur (pour la reprise)

Figure 21: gratteur de coke

- Un transporteur aérien entre la zone de stockage et l'atelier

Figure 22: transporteur aérien

- un atelier de broyage avec un broyeur à galet vertical MPS 250 BK PFEIFFER de 26 tonnes/heures

I. Refroidissement :

Un refroidissement brutal (de 1450 à 80°C) permet de fier le clinker dans l'état ou il se trouve à autre température, la forme minéralogique acquise lors de la clinkérisation est alors conservée a température ambiantes.

Aux ciments de BIZERTE il y'a deux types de refroidissement employés :

-Refroidisseur a ballonnet au four II

-Refroidisseur a grillé au four I

J. Broyage de clinker :

C'est le fait de réduire les grains de clinker en grains plus fins de ciments, selon une granulométrie bien déterminée, pour faciliter l'hydratation des composants et cela en présence de gypse et quelques ajouts (calcaire). Cette fonction est réalisée par le broyeur à boulets illustré.

Figure 23: broyeur à boulets

- A la fin de l'étape du broyage le ciment est stocké dans des silos spécifiques selon la qualité produite.

K. stokage, Ensachage et Expédition :

Aprés broyage le ciment est stocké dans des silos par type. L'ensachage est assuré par 4 ensachese de capacité totale de 4500 sacs par heur.

Aprés la diverses étapes de centrole de la qualité du ciment, ce dernier expédié vers les lieux d'utilisation , soit apres ensachage en sac de 50K, soit en conteneurs , ou bien en vrac par camions.

Figure 23 :Chargement des camions

Figure 24 : Chargement des palettes

4. le laboration :

Lors de son stockage, le ciment est prélevé, analysé chimiquement et physiquement et des essais de résistance sur mortiers normalisés sont réalisés, afin de garantir son niveau de qualité . Les analyseurs du **laboratoire de la cimenterie** sont **à la pointe des technologies d'analyse** comme la Fluorescence X et la Diffraction des rayons X.

Figure 24 : rayon x

Conclusion :

Dans le deuxième chapitre, nous présenterons les processus de fabrication, Le principe général de fonctionnement d'une cimenterie et tous les Étapes de la production

CHAPITRE3: Quelques taches effectuées:

1) Filtre a manche :

Pondant la durée du stage j'ai remarqué que dans l'industrie <<les Ciments de Bizerte>> il y a plusieurs machines.

La filtration est un aspect très présent au sein du processus de fabrication des Ciments. La preuve en est que le nombre de filtres installés est très important, avec une répartition assez équilibrée dans tout le processus de l'usine. J'ai remarqué aussi que la gamme de filtres la plus utilisée est celle des filtres à manches avec un nettoyage par air comprimé (le secouage).

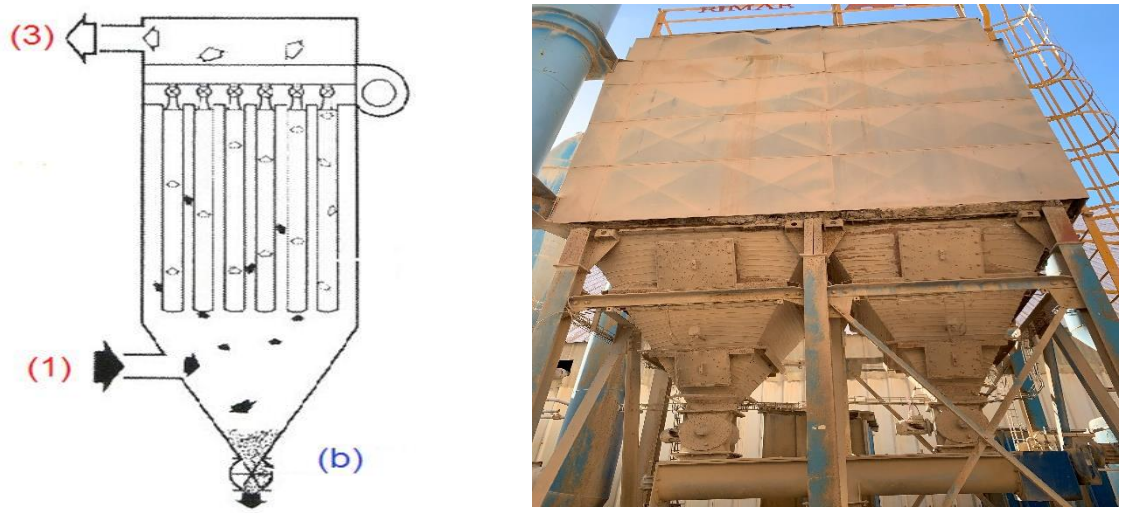


Figure 25: filtre a manche

✓ Montage d'une manche filtrante

Figure 26 : manche d'un filtre

2. Compresseur et surpresseur :

Dans l'industrie <<les Ciments de Bizerte>> il y a 2 type de mécanisme pour transporté la matière et l'air comprimer par surpresseur ou par compresseur

(a) Surpresseur :

Deux rotors parallèles à profils identiques tournent en direction opposée dans le corps de pompe. Pendant qu'ils tournent, du gaz est acheminé dans le corps du suppresseur. Ce gaz est piégé, transporté et évacué par la rotation. Il n'y a pas de compression interne et pas de contact mécanique (aucun graissage). Ainsi, le fluide véhiculé reste exempt d'huile et d'impuretés.

Cette technologie à lobes peut être utilisée dans le cas de pression différentielle :

- Jusqu'à 0,6 bar dans les opérations en dépression
- Jusqu'à 1,0 bar dans les opérations en surpression

Figure 27: un surpresseur

(b) Compresseur :

L'air comprimé fait partie intégrante de l'industrie du ciment

Il est utilisé comme source d'énergie pour déplacer les matériaux au cours du processus de fabrication du ciment, pour alimenter des outils capables de résister aux conditions difficiles du processus et bien plus encore. L'élément compresseur (E) comprime l'air aspiré via le filtre à air (AF) et la vanne d'entrée (IV) ouverte. Un mélange d'air comprimé et d'huile s'écoule dans le réservoir d'air/séparateur d'huile (AR) via le clapet anti retour(CV). L'air est refoulé à travers la vanne de sortie (AV) via la soupape à minimum de pression (Vp) et le refroidisseur d'air (Ca). Le refroidisseur d'air comprend un séparateur d'eau (MT)

Figure 28 : un compresseur

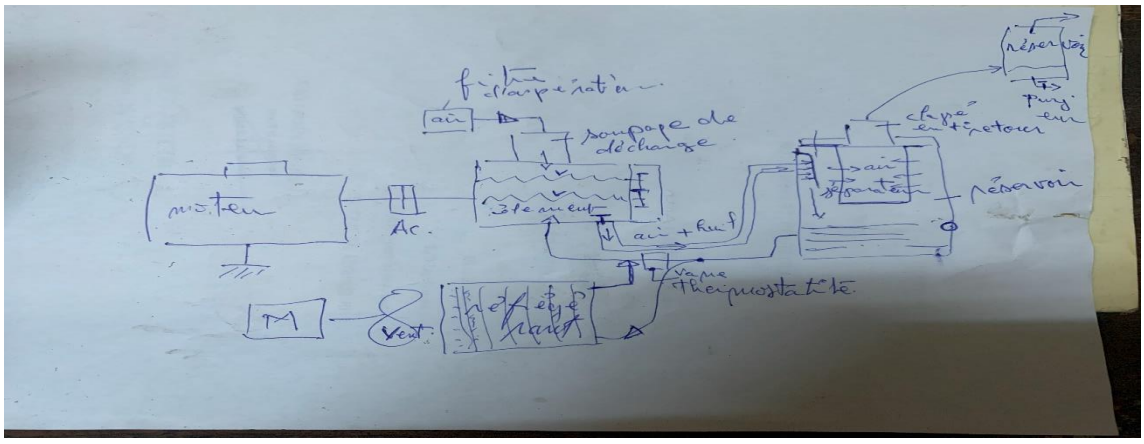


Figure 29 : schéma de fonctionnement d'un compresseur

3. Un purgeur automatique :

Chaque compresseur obtint un réservoir d'air comprimer qui a **un purgeur automatique** pour éliminer l'eau qui à l'intérieur de réservoir en raison de la chaleur.

- ✓ Entretien d'un Purgeur automatique BEKO spécialisé en air comprimé :

Figure 30 : purgeur automatique

Si un purgeur à flotteur perd en étanchéité, cela génère des coûts importants en raison des fuites d'air comprimé. Même les électrovannes temporisées génèrent des pertes d'air comprimé. Pendant l'ouverture de la vanne s'échappe toujours une certaine quantité d'air comprimé dont la production est fort onéreuse. Contrairement à cela, un purgeur de condensats avec la régulation de niveau électronique garantit une purge sans aucune perte d'air comprimé et par conséquent, sans aucune perte d'énergie. Ainsi, vous réalisez non seulement des économies d'énergie et de coûts, mais réduisez également les émissions de CO2.

- ❖ Dans cette société la source le plus utilisé pour transporter la matière est l'air comprimer donc il 'a plusieurs machines qui construire cette air comme le compresseur qui on 'a déjà mentionné et il 'a **le surpresseur**.

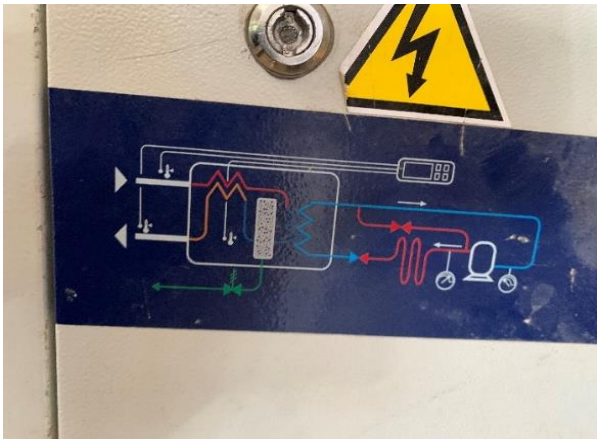
4. Montage du sécheur d'air comprime (sécheur frigorifique) :

U compresseur d'air prend l'air environnant, appelé **également air ambiant**, pour produire de l'air comprimé. L'air ambiant peut contenir non seulement de l'oxygène, mais également d'autres gaz et vapeurs, en particulier dans les endroits humides. La vapeur peut avoir un effet négatif sur votre circuit d'air comprimé : elle peut endommager les machines pneumatiques et l'installation de tuyauterie d'air. Dans certains cas, il peut également contaminer le produit final,

causant des problèmes liés à l'image de l'entreprise ou à l'ensemble du résultat de la production. Alors le sécheur frigorifique est la solution standard pour sépare l'air et l'eau.

Les sécheurs frigorifiques sont basés sur un circuit de réfrigérant fermé où un échangeur de chaleur refroidit l'air entrant pour diminuer la température : de cette manière, la vapeur se condense et s'effondre. L'eau se réchauffe et se réchauffe afin d'éviter toute présence d'humidité dans le circuit de tuyauterie d'air comprimé. L'eau recueillie s'écoule du sécheur via une tuyauterie de purge particulière, selon un temps de stabilisation ou une jauge de condensation. De cette façon, il évite toute perte d'air.

Figure 31 : sécheur frigorifique



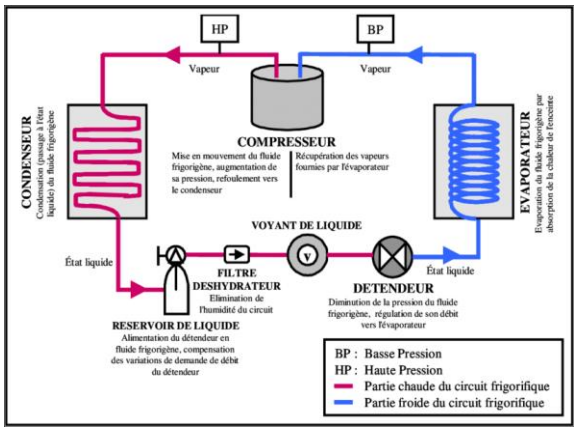


Figure 32 : schéma de fonctionnement d'un sécheur frigorifique

Conclusion

J'espère que j'ai bien profité de ce stage d'initiation qui a déroulé dans la société **<<LES CIMENTS DE BIZERTE>>** pour enrichir mes connaissances.

Lors de ce stage, j'ai pu mettre en pratique mes connaissances théoriques acquises durant mes études en génie mécanique et me suis confronté aux difficultés du monde du travail dans le secteur industriel.

Ce stage a été très enrichissant pour moi, car il m'a permis de découvrir le domaine de fabrication de ciment.

Il m'a permis de participer concrètement à ses enjeux au travers mes missions en maintenance.

Cette expérience de stage fut très constructive et m'a permis de répondre aux questionnements que j'avais en ce qui concerne le domaine de fabrication de ciment.

Fort de cette expérience et en réponse à ses enjeux, j'aimerai beaucoup par la suite essayer de m'orienter vers un prochain stage dans le secteur industriel en domaine différente pour découvrir de nouvelles missions et défis.