

Mémoire de projet de fin d'étude pour l'obtention de la  
**Licence Sciences et Techniques**  
**Spécialité : Conception et Analyse Mécanique**

Titre

**Mise à niveau des méthodes de lubrification des  
équipements mécaniques**

Lieu

LAFARGEHOLCIM

OUJDA

Présenté par :

- Yassine SLIMANI

Mohammed ABBAD

Encadré par :

- Pr OUSSAMA BOURIHANE

- Mr RACHID KHEIR

Soutenu le 07/06/2018 devant le jury :

- Pr. OUSSAMA BOURIHANE

- Pr. ABBASS SEDDOUKI

# AVANT-PROPOS

Le projet de fin d'études constitue le dernier semestre de la scolarité de notre cursus institutionnel et ce en vue d'obtenir le diplôme de licence en conception et analyse mécanique.

Cette période de stage nous permet d'exercer différentes activités dans lesquelles nous essayons d'appliquer nos connaissances acquises tout au long de notre parcours afin de les compléter et passer à la pratique.

Le stage est une occasion exceptionnelle pour élargir et mettre en relation la théorie avec la pratique et un terrain vaste en connaissances professionnelles ce qui nous permet d'enrichir notre savoir-faire et développer nos capacités d'adaptation avec le milieu du travail.

Cette expérience de stage intervient dans la formation du stagiaire comme étape riche en connaissances professionnelles et période importante pour la préparation à la vie professionnelle.

C'est pour nous une grande opportunité de bénéficier d'une période de stage dans le groupe LAFARGEHOLCIM Oujda qui a une longue expérience dans les domaines de production industrielle et d'encadrement, ce qui nous a permis de profiter de ces atouts pour réaliser les principaux objectifs de notre stage, à savoir:

- ✓ Mettre en valeur la pratique des notions reçues durant la formation dans un cadre d'initiation à la vie professionnelle.
- ✓ Apprendre à travailler en groupe .
- ✓ Pouvoir suivre un rythme de travail différent de celui que'on pratique en tant qu'étudiant .
- ✓ Pouvoir utiliser les connaissances pour la résolution des problèmes .

# REMERCIEMENTS

Nous adressons nos remerciements à notre encadrant à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès (FSTF) Pr **OUSSAMA BOURIHANE**, qui nous a aidés et qui nous a offert une orientation très utile pour la réussite de notre projet.

Au terme de notre stage effectué au sein de **LafargeHolcim**, nous aimerions remercier vivement la société pour son accueil, ainsi que **M. RACHID KHEIR** notre encadrant, pour son aide précieuse, et pour les informations et notices techniques qu'il nous a fournies.

Nous tenons à remercier Pr **ABBASS SEDDOUKI** le membre de jury qui a accepté de nous accorder un peu de son précieux temps pour juger ce travail.

Nos remerciements s'adressent également à tous les enseignants de la FSTF qui ont contribué à notre formation pendant ces trois années et particulièrement aux Enseignants du Département de Génie Mécanique.

En fin, nous remercions tous ceux qui ont facilité la réalisation de notre travail en prodiguant généralement leur aide accompagnée de sympathie et d'encouragements.

## DEDICACES

Nous dédions ce travail à nos chers parents qui ont toujours été là pour nous, pour nous soutenir et nous tendre la main. Ils ont fait tant de sacrifices pour notre futur. Leur fierté sera pour nous le plus grand bonheur. Nous prions Dieu de les bénir, de veiller sur eux.

Et nous le dédions aussi à nos familles qui n'ont jamais cessé de nous encourager, respecter et nous soutenir.

Nous profitons également de cette occasion pour exprimer notre fidélité et amitié infinies à tous nos amis qui ont toujours été présents.

## TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS .....	1
REMERCIEMENTS .....	2
DEDICACES .....	3
TABLE DES MATIERES .....	4
TABLES DES FIGURES .....	6
INTRODUCTION .....	8
Chapitre I : .....	9
Présentation générale de LAFARGEHOLCIM MAROC .....	9
Introduction .....	9
1- Présentation générale de la société HOLCIM MAROC (avant la fusion).....	9
1.1- Aperçu historique .....	9
1.2- Cadre juridique .....	9
1.3- Implantation des usines.....	10
1.4- Cimenterie d'Oujda.....	10
2- Présentation Générale de la société LAFARGE MAROC (avant la fusion).....	11
2.1- Présentation :.....	11
2.2- Historique .....	11
3- Fusion LAFARGE et HOLCIM.....	12
4- Règles cardinales de la sécurité au sein de la société .....	12
5- Procédés de fabrication du ciment.....	13
5.1- Généralités sur le ciment.....	13
5.1.1- Définition .....	13
5.1.2- Matière première du ciment .....	13
5.1.3- Caractéristiques et classification du ciment .....	14
5.2- Processus de fabrication du ciment.....	14
Chapitre II : .....	25
Description Générale de lubrification et de graissage .....	25
Introduction : .....	25
1- Lubrification .....	25
Définition : .....	25
2- Frottements .....	26

3-	Types de frottement .....	26
4-	Types des lubrifiants .....	27
5-	Huiles lubrifiantes .....	27
5.2-	Classification des huiles .....	28
6-	méthodes de lubrification.....	29
7-	Graisses.....	30
7.1-	Définition : .....	30
7.2-	Propriétés des graisses .....	31
7.3-	Classification des graisses.....	31
7.4-	Méthodes de graissage .....	32
<b>Chapitre III :</b> .....		<b>34</b>
<b>Présentation de la mise à niveau des méthodes de lubrification.....</b>		<b>34</b>
Introduction .....		34
1-	Les problèmes liés à la lubrification.....	34
1.1-	Manque d'information et de formation .....	34
des opérateurs .....		34
1.2-	Choix du lubrifiant .....	34
1.3-	Décentralisation des informations .....	35
1.4-	Manque de matériels de lubrification .....	35
1.5-	L'insécurité des interventions.....	36
2-	Projet réalisé .....	36
2.1-	Les défauts liés au manque de la lubrification .....	36
2.2-	Objectifs réalisés du projet.....	37
2.3-	Mise à jour de la base technique des données .....	37
3-	Organisation de l'atelier de graissage.....	42
<b>Conclusion .....</b>		<b>44</b>
webographie .....		45

## **TABLES DES FIGURES**

Figure 1: Holcim Oujda.....	9
Figure 2: Lafarge .....	11
Figure 3:Les cinq règles de la sécurité. ....	13
Figure 4: processus de fabrication .....	15
Figure 5: flux physique du processus de fabrication. ....	16
Figure 6: carrières d'exploitation .....	16
Figure 7: concasseur de la matière première .....	17
Figure 8: tas en constitution .....	17
Figure 9: échantillonnage de la matière .....	18
Figure 10: roue pelle .....	19
Figure 11:broyeur cru. ....	19
Figure 12: Silos d'homogénéisation de farine .....	20
Figure 13: Tour de préchauffage.....	21
Figure 14: Four rotatif à ballonnets (1).....	22
Figure 15: Silos clinker .....	22
Figure 16: Broyeur ciment. ....	23
Figure 17: Silos de stockage du ciment.....	23
Figure 18: Ensacheuse rotative.....	24
Figure 19:Le caricamat.....	24
Figure 20: Lubrification du roulement à billes.....	25
Figure 21: Types de frottement. ....	26
Figure 22: principaux lubrifiants. ....	27
Figure 23: Classification ISO.....	28
Figure 24: Classification SAE. ....	29
figure 25: Brouillard d'huile. ....	30
Figure 26: graissage du roulement. ....	31
Figure 27:Représentation d'un pénétromètre. ....	32
Figure 28: Classification des graisses selon NLGI.....	32
Figure 29 : graissage centralisé.....	33
Figure 30: Pignon moteur. ....	34
Figure 31: pistolet de graissage .....	35
Figure 32:Grippage d'une bague.....	36
Figure 33: Usure d'un engrenage.....	37

Figure 34:La charte ancienne de lubrification .....	38
Figure 35:Galet de la 3ème station du four. ....	39
Figure 36:La nouvelle charte de lubrification. ....	39
Figure 37:réducteur principal côté sud.....	41
Figure 38 : Les types d'huiles disponibles dans l'usine. ....	42
Figure 39:Les fûts de graisse. ....	42
Figure 40 : Pompes disponible l'atelier.....	42
Figure 41 : les pompes à engrenages après l'aménagement.....	42
Figure 42pompes à engrenages .....	42
Figure 43:Les fûts de graisse après l'aménagement.....	43

## INTRODUCTION

Notre projet de fin d'étude consiste à traiter les problèmes concernant la lubrification et le graissage au sein du service maintenance préventive de l'usine LafargeHolcim Oujda

Dans le cadre de l'amélioration continue de lubrification et de graissage, la cimenterie LafargeHolcim a décidé de lancer un projet dans le but d'obtenir une amélioration au niveau de la maintenance préventive de l'usine en développant les techniques de graissage et lubrification.

Notre travail consiste à faire une analyse des problèmes reliées à la lubrification ainsi qu'à étudier les différentes étapes et mesures nécessaires pour la réalisation des objectifs de ce projet.

Le but de ce projet est de traiter deux objets, le premier est basé sur l'amélioration de la lubrification des équipements stratégiques de l'usine et le second est réservé à la facilité du travail et l'organisation de l'atelier de graissage.

Notre travail s'est articulé autour de trois chapitres principaux. Le premier chapitre est consacré à la présentation du contexte général du projet comporte une présentation de la société LafargeHolcim avant la fusion et après la fusion puis on va citer la procédure de fabrication du ciment commençons par le concasseur jusqu'à l'expédition. Suivi d'une description générale de lubrification et graissage. Dans le troisième chapitre nous allons présenter le travail réalisé de la mise à niveau des méthodes de lubrification.

Ce projet était une bonne occasion pour raffiner nos capacités d'observation et de recherche des solutions. En plus, ce stage nous a permis d'améliorer notre méthodologie de travail et de développer notre esprit d'équipe. Ce travail de nature multidisciplinaire nous a permis d'approfondir nos connaissances dans le domaine de l'industrie cimentière et confronter la vie active.

# Chapitre I :

## Présentation générale de LAFARGEHOLCIM MAROC

### Introduction

L'industrie du ciment, bien que très capitalistique, est relativement peu concentrée: en 2014 les deux premiers groupes mondiaux du secteur sont Holcim et Lafarge (l'un et l'autre premier ou deuxième selon les critères retenus) et leur production cumulée représentent moins de 10% de la production mondiale, laquelle s'effectue pour plus de la moitié en Chine.

### 1-Présentation générale de la société HOLCIM MAROC (avant la fusion)

#### 1.1- Aperçu historique

En 1972 les gouvernements marocains et algériens ont décidé de créer une entreprise pour la construction de la cimenterie à Oujda nommée : (cimenterie maghrébine) (CIMA) avec un capital de 75000000 réparti entre deux organismes ODI qui représente le MAROC et la SNCM qui représente l'ALGERIE.

- **ODI** : Office pour le Développement Industriel
- **SNCM** : la Société Nationale des Matériaux de Construction

La partie algérienne s'étant retirée du projet au début des opérations de consultations pour la réalisation de l'unité, l'ODI de sa part a créé en 1976 une SA : les ciments de l'oriental (CIOR) dans le but de poursuivre le projet initial. En effet le 15 avril, CIOR devient HOLCIM (MAROC).

**HOLCIM = Holderbank + ciment.**



Figure 1: Holcim Oujda

#### 1.2- Cadre juridique

- Raison Sociale : HOLCIM (MAROC)
- Forme Juridique : Société Anonyme de Droit Privé.
- Date de création : 1976 pour une durée de 99 ans

- Activité : production et commercialisation du ciment
- Capital Social : 91.000.000 MAD.
- Registre Commercial : 24713.
- N° d'Identifiant Fiscal: 512367.
- Affiliation à la CNSS : 1515123.
- Capacité de production : 2.000.000t/an
- Effectif : 181 (HOLCIM DEKKARAT ET REM).

### 1.3- Implantation des usines

Les usines HOLCIM (Maroc) sont réparties comme suit:

- **Oujda**: cimenterie intégrée créée en 1979 et produit 1 500 000 tonnes/an.
- **FES**: usine de production de ciment à RAS EL MA réalisant d'excellents résultats en matière de productivité. Elle est automatisée grâce à un laboratoire de contrôle automatique. Centre de broyage et d'ensachage FES approvisionné en clinker depuis l'usine de RAS EL MA.
- **CASABLANCA**: centre d'ensachage. Il reçoit du ciment par voie ferrée et assure sa distribution sur la zone Rabat -Casablanca
- **NADOR**: un centre de broyage et d'ensachage qui utilise un nouveau procédé de fabrication appelé broyage séparé. Les produits fabriqués sont les ciments broyés à ajout de pouzzolane CPJ35.
- **BENSLIMANE**: usine avec une carrière située sur les gisements calcaires de l'oued CHERRAT, à proximité des marchés de Rabat et de Casablanca.

### 1.4- Cimenterie d'Oujda

L'usine d'Oujda est située à 45 km à l'ouest d'Oujda à proximité de la route nationale numéro 6 reliant Casablanca et Oujda et à 15 km de la ville d'El Aioun. Le choix d'un tel site est dû aux facteurs suivants :

- Abondance des matières premières en quantité et en qualité;
- Commodité d'alimentation en eau et en énergie électrique;
- Accès à la route et au chemin de fer;
- Qualité des terrains du point de vue fondation et écoulement naturel.

La superficie totale du site est de 171 hectares. L'effectif du personnel est de 157 y compris des ingénieurs, des cadres supérieurs, des employés et des ouvriers. La forme juridique du Holcim (Maroc) est une Société Anonyme de Droit Privé Marocain. Les activités principales au sein de la société sont la production et la commercialisation du ciment et des matériaux de

construction. La raison sociale est Holcim (Maroc). Son capital social est de 421000.000 de Dirhams.

## 2- Présentation Générale de la société LAFARGE MAROC (avant la fusion)

### 2.1- Présentation :

LAFARGE Maroc, entreprise leader des matériaux de construction, s'organise autour d'une vision partagée par l'ensemble des collaborateurs sur une ambition commune avec la volonté d'atteindre l'excellence. Ainsi, en terme de maîtrise technique de la qualité des produits du ciment, l'usine de Meknès veille à tous les niveaux de la ligne de production sur la constitution du ciment et procède à des ajouts correctifs pour garantir la qualité requise par le client<sup>1</sup>.



Figure 2: Lafarge

### 2.2- Historique

- **1928:** Le 8 décembre a eu lieu la constitution de La Société Marocaine des Ciments Lafarge.
- **1930:** Démarrage du premier four rotatif au Maroc (Capacité 120.000 tonnes).
- **1953:** Démarrage de la cimenterie, à Meknès.
- **1955:** Mise en service du quatrième four.
- **1981:** Création d'une nouvelle société, Cimenterie Nouvelle de Casablanca, (CINOUCA).
- **1982:** Démarrage de l'usine de Bouskoura.
- **1986:** Arrêt de l'usine de Lafarge Maroc des Roches Noires.
- **1989:** Première centrale à béton à Casa Ouest.
- **1994:** Acquisition de la cimenterie de Tanger.

---

<sup>1</sup> [http://www.emc-mag.com/Lafarge\\_Maroc-Ciment\\_Lafarge\\_au\\_Maroc.html](http://www.emc-mag.com/Lafarge_Maroc-Ciment_Lafarge_au_Maroc.html)

- **1995:** Signature d'une convention de partenariat entre Lafarge et la SNI.
- Refonte de la Convention de partenariat pour la mettre en ligne avec la nouvelle loi sur les sociétés. Lancement du projet d'une nouvelle cimenterie à Tétouan.
- **2000:** Lancement sur le site de Bouskoura d'une unité de broyage et d'ensachage de ciment blanc.
- **2007:** Signature du contrat entre Lafarge Ciments et Kawasaki pour la réalisation de la deuxième ligne de cuisson de la cimenterie de Tétouan.

### **3- Fusion LAFARGE et HOLCIM**

Lafarge Ciments et Holcim Maroc ont annoncé le jeudi 17 mars 2016 leur fusion au Maroc. Le nouvel ensemble LafargeHolcim Maroc, coté à Casablanca aura comme actionnaires divisés en parts égales entre le groupe LafargeHolcim et le holding de la famille royale SNI associé de longue date à Lafarge. Dominant sur le marché marocain, LafargeHolcim va par ailleurs se doter d'une filiale commune avec la SNI pour exporter et se développer en Afrique francophone.

### **4- Règles cardinales de la sécurité au sein de la société**

Cinq règles cardinales de sécurité ont été établies dans le cadre de la Politique Santé & Sécurité. Elles ont pour objectif de contribuer à prévenir la majorité des accidents dans les différents métiers. Elles doivent être appliquées et suivies à la lettre à tout moment, et sans compromis de quelque nature que ce soit. Ces règles se présentent comme suit :

- J'analyse les risques et je les maîtrise avant toute intervention.
- Je réalise uniquement les activités pour lesquelles j'ai l'autorisation requise.
- Je n'enfreins jamais ni ne fais entrave à un dispositif de santé et sécurité, et je porte toujours les EPI requis.
- Je ne travaille pas sous l'influence d'alcool ou de drogues.
- Je déclare tout incident ou fait accidentel.



Figure 3: Les cinq règles de la sécurité.

## 5- Procédés de fabrication du ciment

### 5.1- Généralités sur le ciment

#### 5.1.1- Définition

Le **ciment** est une matière pulvérulente formant avec l'eau ou avec une solution saline une pâte plastique liante, capable d'agglomérer, en durcissant, des substances variées. Il sert à désigner aussi, dans un sens plus large, tout matériau interposé entre deux corps durs pour les lier<sup>2</sup>.

C'est une matière utilisée dans différents domaines, principalement comme matériau de construction. Il est fabriqué à partir de la cuisson, le mélange et le broyage de différentes matières premières.

#### 5.1.2- Matière première du ciment

Les matières premières qui entrent dans la fabrication du Ciment sont essentiellement de calcaire et d'argile ou de toutes matières renfermant essentiellement de la chaux (CaO), de la silice (SiO<sub>2</sub>), de l'alumine (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), et de l'oxyde ferrique (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Les matières premières sont extraites de deux carrières ; l'une –située à proximité du concasseur principal (800 m) – donne du calcaire (matière riche en chaux) que l'on extrait par

<sup>2</sup> <https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/chimie-ciment-4696/>

des explosifs ; l'autre – située à 7km de l'usine – donne de l'argile (matière riche en silice, alumine et fer) que l'on expédie par des camions vers le concasseur.

Les matières d'ajout sont :

- Le gypse, extrait d'une carrière située à 60 km de l'usine, son rôle est de régulariser le temps de prise du ciment
- Le tuf une matière très fragile, est spécialement utilisée pour la fabrication de CPJ45

La pouzzolane, une matière volcanique.

### **5.1.3- Caractéristiques et classification du ciment**

La propriété essentielle des ciments en vue de leur emploi, est de donner un mélange avec l'eau sous forme d'une pâte qui va durcir. Ceci est obtenu grâce au phénomène très complexe de l'hydratation du ciment.

L'hydratation du ciment est une somme de réactions chimiques de vitesses variables entre les différents constituants du ciment et l'eau, si bien que l'on observe au bout d'un certain temps une augmentation de la consistance de la prise de ciment, puis progressivement la pâte durcit. Le durcissement est un phénomène de longue durée.

Pour essayer les ciments, on a défini conventionnellement un début de prise et une fin de prise. Mais en réalité il s'agit d'un phénomène continu. On distinguera à ce sujet des ciments à prise rapide, demi-lente, ou lente (ciments courants).

Les ciments sont classés en tenant compte de :

Leur composition : Nous avons vu que le ciment Portland artificiel (CPA) résulte de la mouture du clinker avec un peu de gypse, mais on peut également ajouter en quantité variable d'autres matières soit inertes, soit plus au moins actives pour obtenir le ciment Portland à ajouts (CPJ), les ajouts pouvant être : la pouzzolane, la cendre volante, le calcaire, Filler siliceux, le laitier...

En effet, les types du ciment produits par LafargeHolcim sont :

- **CPJ 35** (résistance élastique=35MPa) qui représente 70% des ventes et il est conçu pour les constructions en béton armé.
- **CPJ 45**(résistance élastique=45MPa) qui représente 30% des ventes du ciment et il est utilisé pour les grands ouvrages.
- **CPA 55**(résistance élastique=55MPa) il est utilisé dans les travaux de grande masse.

Ces différents produits sont vendus soit en sac soit en vrac.

### **5.2- Processus de fabrication du ciment**

La fabrication du ciment passe par plusieurs étapes successives, nous pouvons les résumer par le schéma suivant :

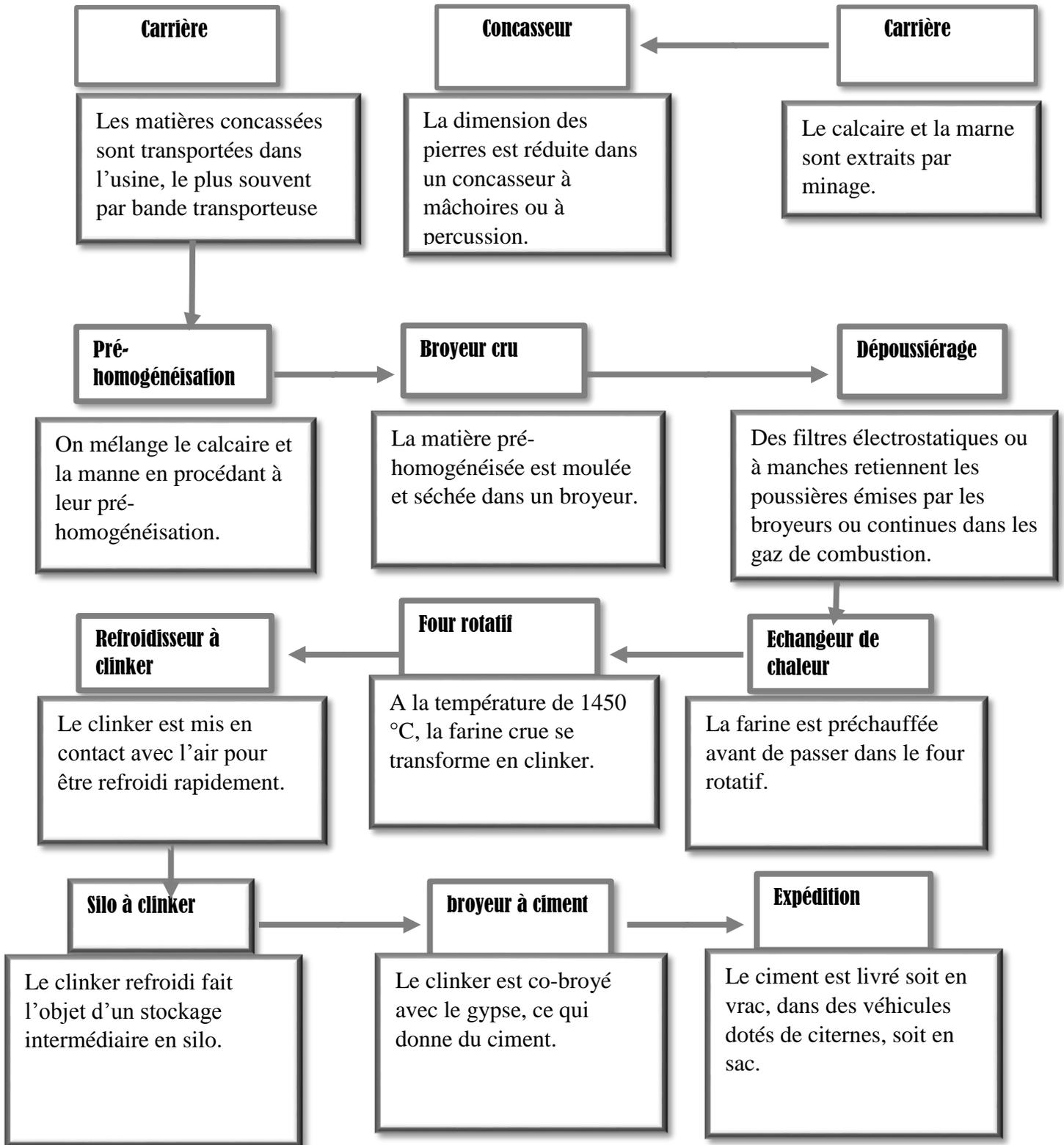


Figure 4: processus de fabrication

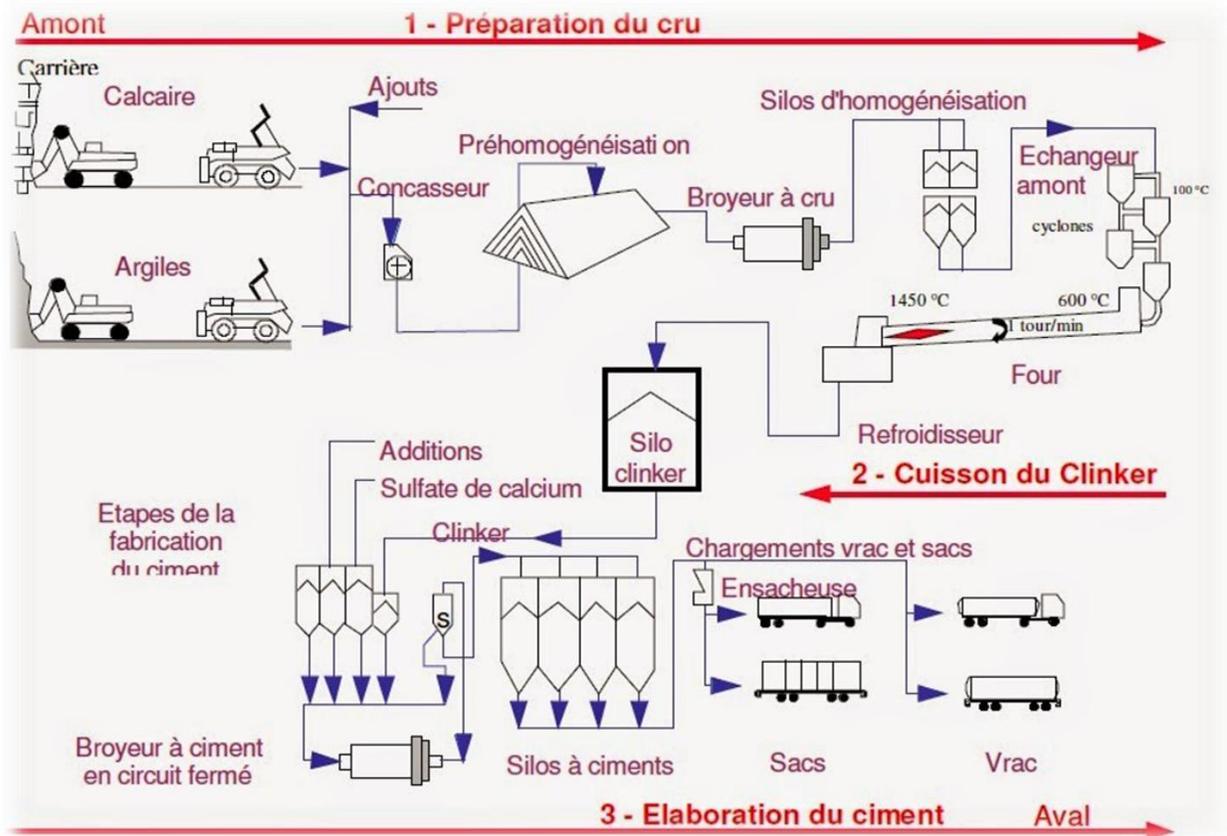


Figure 5: flux physique du processus de fabrication.

### ❖ Exploitation des carrières de la matière première :

Les matières premières sont extraites de deux carrières ; l'une –située à proximité du concasseur principal (800 m) – donne du calcaire (matière riche en chaux) que l'on extrait par des explosifs ; l'autre – située à 7km de l'usine – donne de l'argile (matière riche en silice, alumine et fer) que l'on expédie par des camions vers le concasseur.

Les matières d'ajout sont :

- ✓ Le gypse, extrait d'une carrière située à 60 km de l'usine, son rôle est de régulariser le temps de prise du ciment
- ✓ Le tuf une matière très fragile, est spécialement utilisée pour la fabrication de CPJ45 spécial.
- ✓ La pouzzolane, une matière volcanique.



Figure 6: carrières d'exploitation

### ❖ Concassage :

L'opération de concassage a pour but de réduire la granulométrie des blocs de pierre en fragments de faibles dimensions (25 à 40 mm). Elles assurent un mélange répondant à des caractéristiques chimiques précises.

En effet, le calcaire et l'argile transportés par les camions sont déchargés dans une trémie qui est reliée à un alimentateur à vitesse variable qui permet de réguler le débit d'alimentation. La matière passe par deux étages de concassage, dont le premier est un concasseur à deux mâchoires, l'une fixe et l'autre mobile montée sur un support articulé et mis en mouvement par un mécanisme de bielle et de double volet. Et le deuxième un concasseur à marteaux. Les deux concasseurs traitent jusqu'à 1100 t/h.

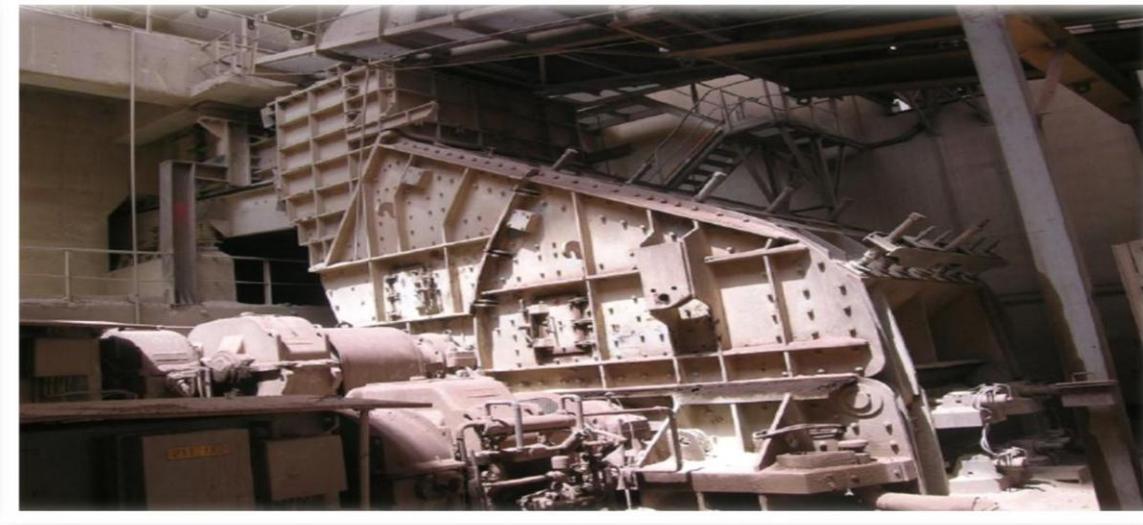


Figure 7: concasseur de la matière première

Les matières concassées sont ensuite transportées par des convoyeurs à bande vers le stacker qui forme des tas de la matière première dans le hall de l'usine.



Figure 8: tas en constitution

### ❖ Echantillonnage :

C'est une étape essentielle entre le concassage et l'opération de broyage. Elle a pour but de déterminer et de réaliser un présage (le % des éléments de base) des quatre constituants de base de cru : chaux, silice, alumine et fer, qui assurera la composition correcte et donc la qualité du produit fini.

A partir d'analyses de routine effectuées sur des échantillons prélevés périodiquement sur le circuit de matière provenant des concasseurs, le laboratoire de l'usine précise les quantités de chaque composant et définit ainsi la constitution de pré-homogénéisation.



Figure 9: échantillonnage de la matière

### ❖ Pré-homogénéisation :

Après concassage, la matière crue présente toujours des fluctuations importantes dans sa composition, c'est pourquoi elle est introduite dans une tour d'échantillonnage puis stockée dans l'installation pré homogénéisation. Le stacker forme deux tas dans ce hall, un tas en constitution et un autre tas en consommation. La matière de ce dernier est alimentée dans le broyeur cru par une machine qui s'appelle la roue pelle.



Figure 10: roue pelle

#### ❖ Séchage et Broyage de la matière première :

Les matières premières pré homogénéisées doivent être finement broyées pour être chimiquement plus réactives au cours de leur cuisson dans le four, elles passent donc dans des doseurs alimentant un broyeur sécheur (il ne doit pas pratiquement subsister de particule de dimensions supérieures à 0.2 mm).

La fonction de séchage est nécessaire car le broyage ne peut s'effectuer que dans la mesure où la matière ne s'agglomère pas sous l'effet conjugué de son humidité et son compactage produit par les outils de broyage.

En plus du séchage et de la fragmentation, le broyeur assure un mélange intime entre les différents minerais apportés par les matières premières et les ajouts de correction en faibles proportions.



Figure 11: broyeur cru.

### ❖ Homogénéisation :

A la suite du broyage et après séparation, les matières premières sont transformées en une poudre de grande finesse appelée dans le jargon cimentier « Farine ». Cette farine doit présenter une composition chimique aussi constante que possible. Ces matières premières sont acheminées vers des silos dans lesquelles elles sont homogénéisées.

L'opération d'homogénéisation complète le processus de pré homogénéisation préalable, elle permet d'obtenir un produit de caractéristiques chimiques uniformes qui permettent la fabrication d'un clinker de qualité constante.

La préparation de la matière première est maintenant achevée. La farine est ensuite stockée dans les quatre silos de stockage farine qui se trouvent en bas des deux silos d'homogénéisation.

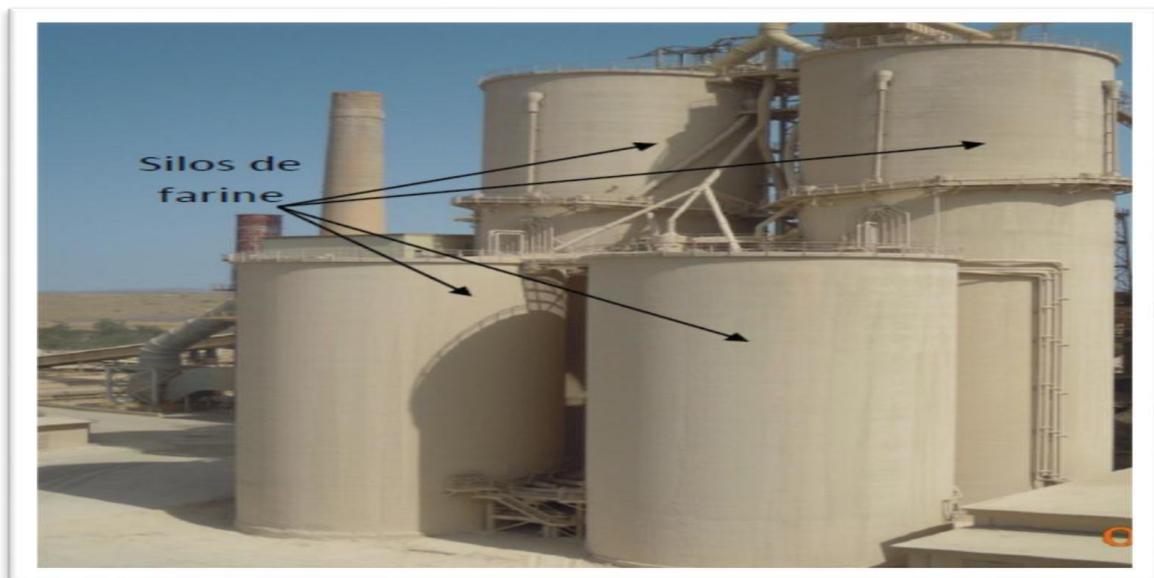


Figure 12: Silos d'homogénéisation de farine

### ❖ Cuisson de la farine :

La cuisson de la farine revêt une importance primordiale dans la fabrication du ciment car elle peut influencer immédiatement la qualité du produit fini. Ainsi, les lignes de cuisson forment le cœur de l'usine vu leurs installations et les fonctions d'entretien qu'elles engendrent. Chaque ligne comporte une tour de préchauffage et un four rotatif comportant un refroidisseur à ballonnets.

### ❖ Tour de préchauffage :

C'est une tour d'échange thermique, (dite tour DOPOL), constituée de quatre étages à neuf cyclones parcourus par deux courants de sens opposés. La farine est introduite en tête de la tour grâce à un élévateur à godets. La matière circule à contrecourant avec des gaz chauds montant du

four le long de la tour. Cette opération qui consiste en un chauffage progressif de la matière s'accompagne d'une évaporation de l'eau libre et constitution des argiles.



Figure 13: Tour de préchauffage.

#### ❖ Four rotatif :

La farine provenant de la tour DOPOL poursuit son parcours dans le four rotatif dont le débit est de 1800 tonnes par jour. C'est au cours de cette étape que s'effectuent des transformations essentielles de la matière. Au sein du four rotatif, on distingue trois zones :

##### **1- La zone de calcination appelée aussi de transit :**

C'est la zone située à l'entrée du four, la décarbonation de la farine ayant débuté au niveau de la tour DOPOL.

##### **2- La zone de cuisson :**

C'est la zone la plus chaude du four rotatif. En effet, la température de cette zone peut dépasser 1500°C, ce qui donne naissance à des transformations physico-chimiques occasionnant ainsi un produit artificiel de couleur verdâtre dit clinker. L'énergie nécessaire aux réactions est fournie par la combustion du charbon et des pneus déchiquetés. En plus, la progression de la matière est assurée par l'inclinaison et la rotation du four.

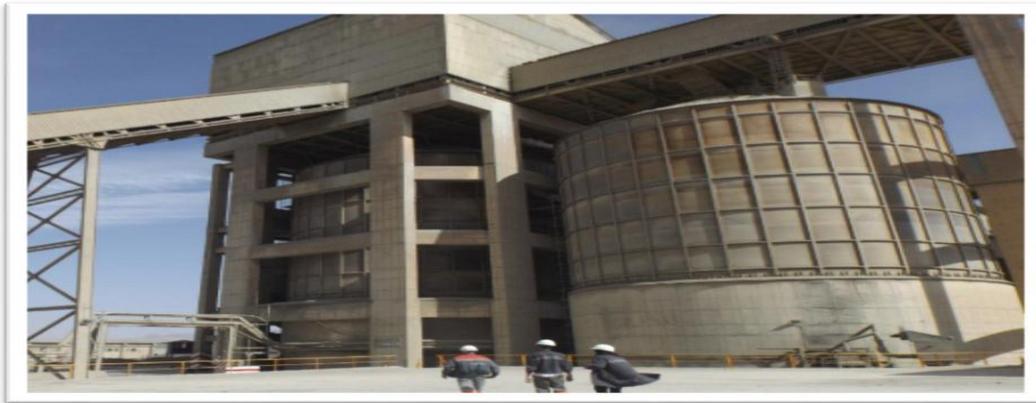
##### **3- La zone de refroidissement :**

Après la cuisson de la farine, une étape cruciale est le refroidissement du clinker qui est décisive dans la qualité du clinker produit. Ainsi, le clinker doit refroidir brusquement. Le système de refroidissement comprend neuf ballonnets et subit un refroidissement grâce à l'air frais ambiant. Ensuite, le clinker de granulométrie supérieur à 30 mm est concassé dans des concasseurs propres.



Figure 14: Four rotatif à ballonnets (1).

La matière sortant du four est le clinker. Elle se présente sous forme de grains gris foncé, arrondis, à surface irrégulière et dont le diamètre peut aller jusqu'à 3 cm. Le clinker produit est acheminé vers deux silos métalliques de stockage de 20000 tonnes de capacité totale. Le stockage du clinker peut se faire également à l'air libre.



❖ **Broyeur ciment :** Figure 15: Silos clinker

A l'issue du refroidissement, le clinker produit est repris et mélangé avec les différents ajouts tel que le gypse, les pouzzolanes et le calcaire. Ainsi, les pourcentages de ces ajouts déterminent la qualité du ciment. Les silos et les trémies de stockage sont équipés d'un système d'extraction et de dosage pour régler l'alimentation correcte de ces matières en poids.

L'opération de broyage s'effectue dans des broyeurs de 160 tonnes de débit horaire, comprenant chacun deux chambres (chambre de préparation et chambre de finition), séparées par des cloisons. Chaque ligne de broyage comporte également un séparateur statique et deux turbos séparateurs qui assurent respectivement le dépoussiérage, en récupérant le ciment et ventilant les gaz grâce à un électrofiltre, et la réinjection des particules insuffisamment broyées.

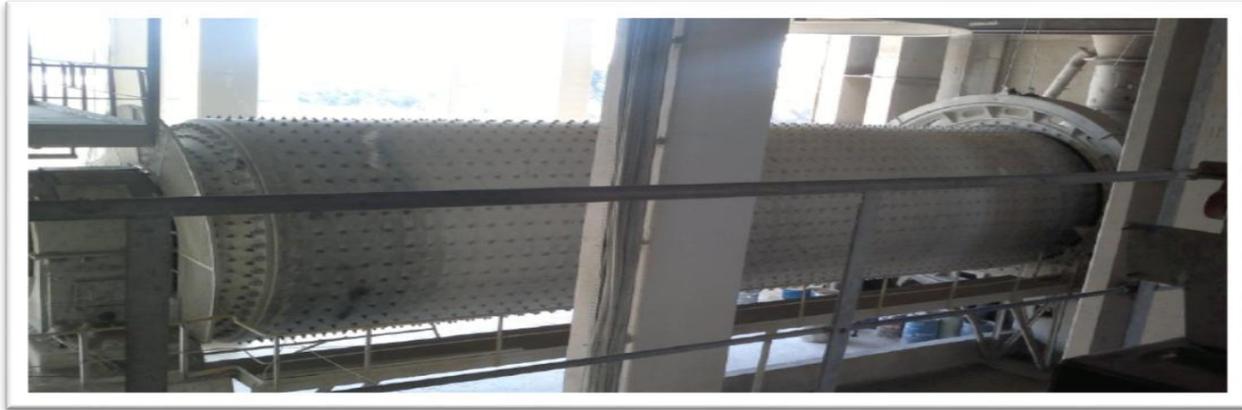


Figure 16: Broyeur ciment.

### ❖ **Ensachage et Expédition :**

A la sortie du broyeur, le ciment est transporté vers des silos de stockage à partir desquels il est expédié soit en sacs, soit en vrac, par camions ou par voie ferrée.



Figure 17: Silos de stockage du ciment.

Les expéditions comprennent le stockage du ciment, son conditionnement (ensachage) en cas de livraison par sacs et son chargement sur l'outil de transport (camion, train...).

- ✓ **Livraison en vrac :** Les camions citernes, placés sur un pont, sont remplis à partir de bouches positionnées sur leurs ouvertures.
  
- ✓ **Livraison en sac :** L'ensachage du ciment s'effectue sur des machines rotatives « Haver » et atteint fréquemment 100 tonnes par heure. Les sacs à valves d'une capacité

de 50Kilos se ferment d'eux-mêmes pour être ensuite acheminés vers un caricamat qui les palettise directement sur les plates-formes des camions.



Figure 18: Ensacheuse rotative.



Figure 19:Le caricamat.

# Chapitre II :

## Description Générale de lubrification et de graissage

### Introduction :

En général, la lubrification est un procédé par lequel la friction entre deux pièces en mouvement est réduite. Cela est réalisé par l'introduction d'un fluide permettant de séparer les deux surfaces de contact. Le terme graissage correspond lorsque la graisse est utilisée comme base lubrifiante.

### 1-Lubrification

#### Définition :

La lubrification ou le graissage est un ensemble de techniques permettant de réduire le frottement et l'usure entre deux éléments en contact et en mouvement l'un par rapport à l'autre. Elle permet souvent d'évacuer une partie de l'énergie thermique engendrée par ce frottement et éviter la corrosion. La lubrification permet aussi de minimiser le coefficient de frottement entre deux éléments afin de faciliter le glissement ou le roulement entre eux ainsi que d'éviter ou de minimiser l'usure et les échauffements<sup>3</sup>.



Figure 20: Lubrification du roulement à billes.

---

1. <sup>3</sup> ↑ [a](#) et [b](#) Alpha Auto - Grande Encyclopédie De l'Automobile - Mai 1977

## 2- Frottements

Le mot **frottement** désigne l'action de frotter (lorsque deux corps en mouvement se mettent en contact).

Le frottement, en tant que force, se manifeste à cause des irrégularités des surfaces en contact. Ces irrégularités, même si elles ne sont que microscopiques, génèrent une aire de frottement, dite aire de contact.

## 3- Types de frottement

Les types de frottement sont :

- **Frottement sec** : lorsqu'aucun lubrifiant n'est interposé entre les surfaces en mouvement. Le glissement y est le plus difficile et l'usure le plus rapide. Il est caractérisé par des contacts locaux fréquents sur les aspérités des surfaces, des échauffements, des arrachements et des microsoudures. Dans ce cas, le glissement est difficile et l'usure est plus rapide.
- **Frottement onctueux** : un film de lubrifiant recouvre les surfaces en contact sous la forme d'un épilamen (une couche très fine). Le frottement est diminué par rapport au frottement sec et le glissement est favorisé. Les contacts locaux directs, sans épilamen, sont plus rares et il y a moins d'arrachements, de microsoudures et d'usure.
- **Frottement fluide** ou **hydrodynamique** : il n'y a aucun contact entre les surfaces. Celles-ci sont toujours séparées par une couche de lubrifiant d'épaisseur minimale allant de 0,008 à 0,02 mm. Le mouvement crée une portance hydrodynamique comparable au ski nautique à condition que la vitesse soit suffisante. Le frottement est très réduit et l'usure est pratiquement nulle.
- **Frottement mixte** : c'est un mélange de frottement ponctuel et de frottement sec et de frottement hydrodynamique. Il est caractérisé par une portance hydrodynamique avec quelques contacts locaux.

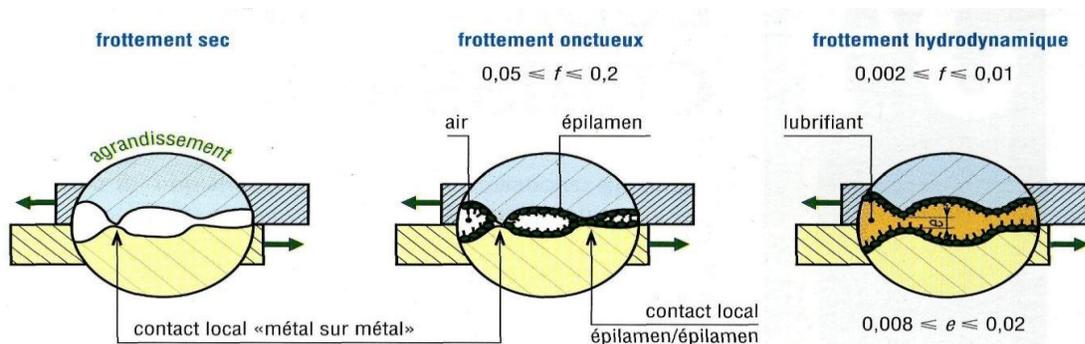


Figure 21: Types de frottement.

## 4- Types des lubrifiants

Les lubrifiants sont des produits utilisés en général pour réduire les frottements entre deux pièces en mouvement, ou pour diminuer la résistance passive de pièces fixes. Ils sont obtenus par raffinage des fractions lourdes du pétrole brut. Les lubrifiants peuvent être liquides (huiles), consistants (graisses ou gel de silicone) ; ou solides (graphite, téflon). Les performances et caractéristiques diffèrent d'un lubrifiant à l'autre, leur seul point commun est qu'ils sont tous composés d'un constituant principal appelé **base lubrifiante**, qui représente 75 à 85% de l'huile ou d'une graisse et qui peut être d'origine pétrolière ou synthétique<sup>4</sup>.

Principaux lubrifiants			
	solides	liquides	pâteux
lubrifiants naturels	<ul style="list-style-type: none"> <li>- graphite</li> <li>- bisulfure de molybdène MoS<sub>2</sub></li> <li>- biséléniures</li> <li>- cires, résines...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- huiles minérales de pétrole : aromatiques paraffiniques et naphthéniques</li> <li>- huiles siccatives</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- graisses (à base d'huile de pétrole)</li> <li>- pâtes lubrifiantes</li> <li>- lanoline, suif, brais...</li> </ul>
lubrifiants de synthèse ou artificiels	<ul style="list-style-type: none"> <li>- plastiques fluorés (PTFE...)</li> <li>- polyamides</li> <li>- vernis de glissement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- huiles synthétiques, polyglycols, esters, silicones, phosphates</li> <li>- huiles composées ou compound...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- graisses de synthèse (silicone...)</li> </ul>

Figure 22: principaux lubrifiants.

## 5- Huiles lubrifiantes

### 5.1- Propriétés des huiles

Les huiles permettent d'obtenir le frottement ponctuel ou hydrodynamique. Elles se présentent sous la forme d'une base avec des additifs (huile minérale + antiusure, anticorrosion...).



Les huiles ont plusieurs caractéristiques on va en citer certaines principales :

**La viscosité** : peut être définie comme l'ensemble des phénomènes de résistance à l'écoulement se produisant dans la masse d'une matière, pour un écoulement uniforme et sans turbulence. Plus la viscosité augmente ; plus la capacité du fluide à s'écouler facilement diminue et l'énergie dissipée par l'écoulement sera importante.

<sup>4</sup> pétrole, L. f. (s.d.). *Les lubrifiants industriels*.

**L'indice de viscosité :** est une caractéristique utilisée pour indiquer les variations de la viscosité en fonction de la température. Lorsque l'indice de viscosité augmente, la variation de la viscosité en fonction de température diminue.

**Le point d'écoulement :** se réfère à la température la plus basse à laquelle un lubrifiant continue de s'écouler. En dessous de ce point l'huile tend à cesser.

**Le point d'éclair :** est la température la plus basse à laquelle un mélange huile-vapeur-air devient inflammable, elle est mesurée en chauffant le mélange dans un récipient de laboratoire jusqu'à ce qu'il s'enflamme.

**Autres propriétés :** résistance à l'oxydation, à la corrosion, indice d'acide, teneur en cendres, en eau etc.

## 5.2- Classification des huiles

### ➤ Classification ISO :

Cette classification classe les huiles à partir de leur viscosité.

**Désignation :** lettres ISO VG suivi du nombre précisant la viscosité cinématique à 40 °C en centistoke.

Classes ISO de viscosité	Limites de viscosité cSt à 40 °C	Classes ISO de viscosité	Limites de viscosité cSt à 40 °C
ISO VG 2	1,98 à 2,42	ISO VG 68	61,2 à 74,8
ISO VG 3	2,88 à 3,52	ISO VG 100	90,0 à 110
ISO VG 5	4,14 à 5,06	ISO VG 150	135 à 165
ISO VG 7	6,12 à 7,48	ISO VG 220	198 à 242
ISO VG 10	9,00 à 11,0	ISO VG 320	288 à 352
ISO VG 15	13,5 à 16,5	ISO VG 460	414 à 506
ISO VG 22	19,8 à 24,2	ISO VG 680	612 à 748
ISO VG 32	28,8 à 35,2	ISO VG 1 000	900 à 1 100
ISO VG 46	41,4 à 50,6	ISO VG 1 500	1 350 à 1 650

Figure 23: Classification ISO.

### ➤ Classification SAE :

La SAE est essentiellement utilisée pour classer les huiles d'automobile et des véhicules industriels (moteurs et transmissions), elle classe aussi les huiles selon leur viscosité, mais définit des tranches ou des intervalles continus de viscosité avec minimum et maximum.

La classification SAE 20, SAE 30... utilise la viscosité des huiles à 100°C (huiles dites pour hautes températures).

La classification SAE 0W, SAE 5W... (Avec W=Winter) utilise la viscosité des huiles à -18°C (huiles dites pour basses températures ou hiver).

Les huiles multigrades présentent deux viscosités caractéristiques. L'huile SAE 10W40 par exemple a la même viscosité qu'une huile SAE 40 à 100°C, même viscosité qu'une huile SAE 10W à -18°C et couvre trois classes de viscosité.

Viscosity Grade	Minimum Viscosity @ 100°C (cSt.)	Maximum Viscosity @ 100°C (cSt.)	Maximum Cranking Viscosity (cP) @ Temp. (°C)	Maximum Pumping Viscosity (cP) @ Temp. (°C)
0W	3.8	-	6,200 @ -35	60,000 @ -40
5W	3.8	-	6,600 @ -30	60,000 @ -35
10W	4.1	-	7,000 @ -25	60,000 @ -30
15W	5.6	-	7,000 @ -20	60,000 @ -25
20W	5.6	-	9,500 @ -15	60,000 @ -20
25W	9.3	-	13,000 @ -10	60,000 @ -15
20	5.6	< 9.3	-	-
30	9.3	< 12.5	-	-
40	12.5	< 16.3	-	-
50	16.3	< 21.9	-	-
60	21.9	< 26.1	-	-

Figure 24: Classification SAE.

Les huiles utilisées à l'usine LafargeHolcim Oujda sont :

- **RUBIA S 30** (pour les engins).
- **AZOLLA ZS 32** (pour les coupleurs).
- **AZOLLA ZS 46** (en hydraulique).
- **CARTER EP 150** (pour les réducteurs et les concasseurs principaux)
- **CARTER EP 220** (pour les petits réducteurs)
- **CARTER EP 320**
- **CARTER EP 460** (pour les réducteurs principaux, broyeurs ciment, galets charbon, palier 3 ème station du four).
- **AERZEN MULTIGRADE** (expédition)
- **SIGMA fluide S460** (compresseur KAESER).

## 6- méthodes de lubrification

### ❖ Lubrification par barbotage :

La lubrification par barbotage est une méthode très utilisée, une partie du mécanisme en mouvement (roue dentée...) trempe dans le bain et emporte par adhérence de l'huile vers les points à lubrifier.

La quantité d'huile du bain doit être suffisante et tenir compte des conditions de service.

Le niveau du bain doit être contrôlé périodiquement : vis de contrôle, jauge, indicateur.

Un excès d'huile est souvent plus néfaste qu'un manque ; il crée un brassage source d'échauffements et de pertes d'énergie.

❖ **Lubrification par brouillard d'huile :**

Le brouillard d'huile est créé par le contact des fluides pour l'usinage des métaux avec les outils en rotation. Le brouillard d'huile se disperse alors dans l'air.

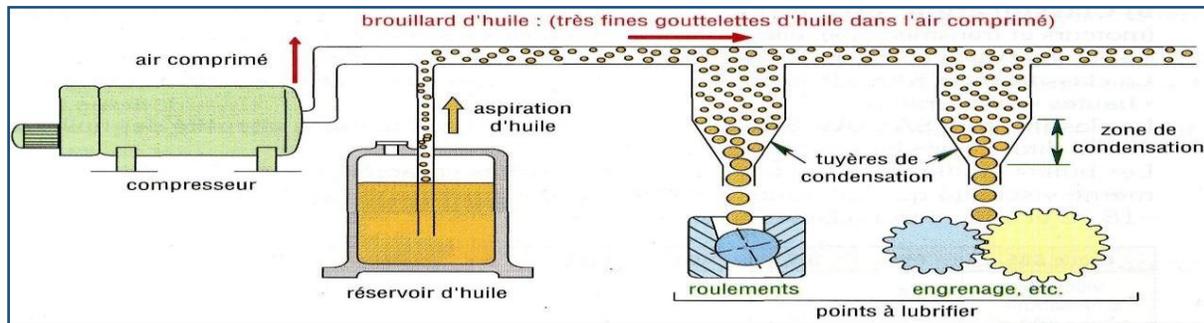


figure 25: Brouillard d'huile.

## 7- Graisses

### 7.1- Définition :

En mécanique une **graisse** est un produit pâteux plus ou moins consistant utilisé comme lubrifiant. Les graisses forment une pellicule qui diminue le frottement et favorise le glissement<sup>5</sup>. Les graisses sont de deux familles. Dans la première, elles peuvent être fabriquées à partir de savons métalliques (ex : Acide 12 hydroxy stéarate de lithium) dispersés dans une huile minérale ou synthétique.

Les molécules de savon constituent un réseau qu'on peut assimiler à une éponge emprisonnant l'huile lubrifiante. Dans la seconde, on va épaissir une huile en y incorporant des composés d'origine minérale.

---

1. <sup>5</sup> Téflon est une marque déposée par [Dupont de Nemours](#)



Figure 26: graissage du roulement.

## 7.2- Propriétés des graisses

- **Consistance** : Mollesse ou dureté de la graisse (c'est-à-dire la résistance d'une graisse à la déformation sous l'application d'une force).
- **Stabilité au cisaillement** : Capacité d'une graisse à résister à des changements de consistance sous l'effet du travail mécanique. A des taux de cisaillements élevés, la graisse prend une structure qui tend à modifier sa consistance.
- **Séparation de l'huile** : Pourcentage d'huile qui se dissocie du savon de base en régime statique. Cette caractéristique ne sert pas à prévoir la tendance de l'huile à se séparer au cours de son utilisation.
- **Stabilité à haute température** : Capacité d'une graisse à conserver sa consistance, sa structure et ses caractéristiques de rendement à haute température. Le point de goutte est une indication qualitative de la résistance à la chaleur.
- **Autres propriétés** :
- **Point de goutte.**
- **Point de solidification.**
- **Résistance à l'oxydation...**

## 7.3- Classification des graisses

La dureté (**consistance**) permet de classer les graisses. C'est le grade NLGI du National Lubricating Grease Institute qui détermine le degré de fermeté d'une graisse. On la mesure à l'aide d'un **pénétrömètre** :

Cet appareil est gradué selon une échelle qui exprime la profondeur de pénétration dans une graisse en dixièmes de millimètre, lue après cinq secondes à une température de 25°C. La figure suivante montre un "pénétromètre" tel que recommandé par la norme ASTM D217.

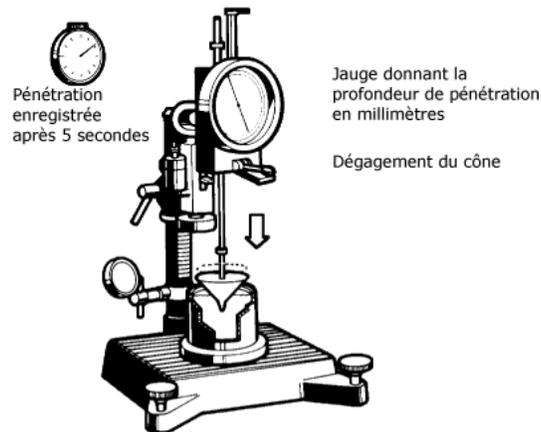


Figure 27: Représentation d'un pénétromètre.

Grade NLGI	000	00	0	1	2	3	4	5	6
consistance	très fluide	fluide	semi-fluide	très molle	molle	moyenne	dure	très dure	extra dure
enfonce- ment cône pesant (en 0,1 mm)	445 à 475	400 à 440	355 à 385	310 à 340	265 à 295	220 à 250	175 à 205	130 à 160	85 à 115
utilisation	—	A	A-B	B-C	B-C-D-E	E	—	—	—

A = engrenages sous carter ; B = engrenages apparents, chaînes, câbles...  
C = articulations, cardans, chaînes ; D = graisses tous usages ; E = roulements, galets.

Figure 28: Classification des graisses selon NLGI.

## 7.4- Méthodes de graissage

### ❖ Graissage par barbotage :

Il exige cependant que le carter ne soit pas trop rempli afin d'éviter la formation de mousse et l'élévation de température. Cette méthode de lubrification est applicable aux appareils munis d'arbres rotatifs horizontaux tel que :

- Le moteur électrique
- Les ventilateurs
- Les souffleurs
- Les compresseurs
- Les paliers...
- etc.

### ❖ Graissage centralisé :

complètement automatisé, il est intéressant lorsque les points à lubrifier sont nombreux, jusqu'à plusieurs milliers, ou lorsque l'accès est difficile ou impossible. Il diminue les risques d'accident, les oublis, et évite l'arrêt des installations.

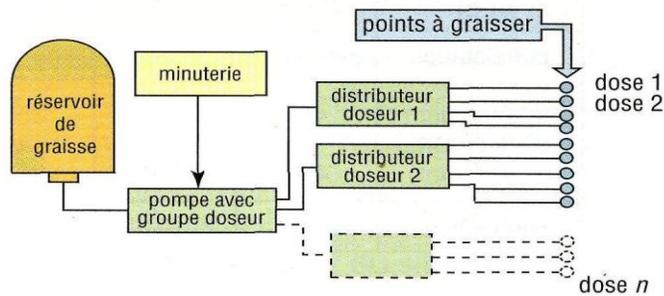


Figure 29 : graissage centralisé

### ❖ Graissage ultrason :

C'est une technique par analyse vibratoire à hautes fréquences, qui permet de mettre exactement la bonne quantité de graisse pour chacun des roulements dans les machines.

#### Autres méthodes de graissage :

- ❖ Graissage par projection.
- ❖ Graissage par carter sec.
- ❖ Graissage intégral...

# Chapitre III :

## Présentation de la mise à niveau des méthodes de lubrification

### Introduction

Dans le cadre de l'amélioration continue de la maintenance préventive au niveau de l'usine. LAFARGEHOLCIM Oujda nous a proposé de réaliser le projet de la mise à niveau de la lubrification et de graissage des équipements mécaniques.

Il est très nécessaire de choisir la méthode correcte pour lubrifier les équipements pour avoir une bonne performance.

Dans ce chapitre on va présenter dans un premier temps les problèmes liés à la lubrification, puis le travail réalisé pour une amélioration de ces problèmes.

### 1- Les problèmes liés à la lubrification

#### 1.1- Manque d'information et de formation des opérateurs

Pour avoir une garantie de la bonne marche des travaux de lubrification et de graissage, il est nécessaire d'informer les employés pour éviter les risques de causer la défaillance des machines.



#### 1.2- Choix du lubrifiant

Pour éviter les problèmes liés au choix du lubrifiant (endommagement des équipements, usure, corrosion...), chaque employé doit avoir une connaissance suffisante sur chaque lubrifiant et leur machine équivalente, et il doit aussi être capable de lubrifier d'une manière correcte.

Si on prend un exemple des pignons moteurs, l'endommagement de ces équipements est lié au mauvais choix de lubrifiant, ou à la manière avec laquelle on a lubrifié, par exemple une faible lubrification (épaisseur du film de lubrifiant est très faible).

- Usure : lubrification (choix de lubrifiant).
- Grippage : lubrification (faible épaisseur du film de lubrifiant)
- Corrosion : vibrations



### 1.3- Décentralisation des informations

Dans l'usine, le graisseur doit toujours avoir recours aux anciens agents de LAFARGEHOLCIM qui ont une grande expérience et un grand savoir-faire dans ce domaine.

Si l'agent de lubrification est absent pour une raison ou s'il change complètement d'emploi dans ce cas nous aurons un problème car le graisseur n'est pas capable de faire ce travail tout seul.

Pour éviter ces types de problèmes, il est recommandé de centraliser l'information en effectuant une base de données accessible par l'opérateur de graissage.

### 1.4- Manque de matériels de lubrification

L'entreprise peut avoir une réduction dans la production à cause du manque de matériel de lubrification.

Nous ne devons pas oublier aussi la perte de temps causée par l'application des tâches d'une manière manuelle, la maladresse à appliquer de la graisse parfois, une grande réduction de la vie fonctionnelle et enfin les grandes dépenses de réparation et de pertes de main d'œuvre.

On peut éviter tous ces problèmes en mettant à la disposition du graisseur tous les matériaux nécessaires.



Figure 31: pistolet de graissage

## 1.5- L'insécurité des interventions

Le graisseur peut trouver des difficultés au moment où il lubrifie certains points, lorsqu'il s'agit d'un travail en hauteur.

D'un autre côté, tant que l'opérateur se déplace sur le chantier, il est confronté à un grand danger.

## 2-Projet réalisé

### 2.1- Les défauts liés au manque de lubrification

La lubrification permet de changer le coefficient de frottement entre deux éléments afin de faciliter le glissement ou le roulement entre elles ainsi que d'éviter ou de minimiser l'usure et les échauffements.

#### ❖ Echauffements et sur-échauffements dans les systèmes mécaniques :

Une des causes principales des échauffements est le défaut de lubrification. Pour la graisse, celui-ci est due soit à un excès ou un manque de graisse, soit à une détérioration des caractéristiques de celle-ci. Il est très important de bien respecter les quantités et les intervalles de lubrification.

#### ❖ Le grippage :

Le grippage est une forme de dommage se produisant en surface d'un matériau glissant sur un autre, il se produit alors un transfert de matière qui altère l'état de surface du matériau<sup>6</sup>.



Figure 32:Grippage d'une bague.

---

<sup>6</sup> www.novexa.com. (s.d.). *Defauts sur engrenages.*

### ❖ L'usure :

L'usure des surfaces désigne le phénomène de dégradation des couches superficielles d'un solide sous l'action mécanique du milieu extérieur. Cette dégradation est souvent associée aux phénomènes chimiques dus à la corrosion, elle peut prendre la forme d'une perte de masse, de cote, de forme, ou encore d'une modification de la structure.



Figure 33: Usure d'un engrenage

## 2.2- Objectifs réalisés du projet

- Correction et adaptation de chaque système de lubrification.
- Identification facile de lubrification.
- Le gain du temps avec une meilleure lubrification.
- Optimisation de la consommation des lubrifiants.
- Eviter les mélanges des huiles et des graisses.
- Améliorer la gestion de lubrification.

## 2.3- Mise à jour de la base technique des données

Cette étape est nécessaire pour notre travail car la charte de lubrification est très ancienne, vu que les équipements, type de lubrifiant, point de lubrification changent avec le temps, donc nous étions obligés de la modifier et de la corriger pour la rendre plus efficace.

1   
2 **Holcim Maroc**  
3 Usine d'Oujda  
4 Service maintenance  
5 Bureau Méthodes

**SUIVIE VIDANGE D'HUILE SUPERIEUR A 100L EQUIPEMENTS**

**ATELIER CONCASSAGE ET STOCKAGE PREHOMO**

Code Hac	Désignation de l'équipement	Points à LUBRIFIER	Huile réf ISO	Huile recommandé	Huile réf Total	Quantité en l	1er vidange	Fréquence de vidange en h	Fréquence proposé S	Dernière date de vidange
211-AV1	EXTRACTEUR VIBRANT 2E-13	REDUCTEUR ET ARBRES A CAMES	mineral iso VG320 EP	Mobilgear 632	CARTER EP 320	134	X	APRES ANALYSE 6 MOIS	APRES ANALYSE 6 MOIS	
211-TIH1	TRANSPORTEUR A PLAQUES ARGILE ATM 7TR	REDUCTEUR NL 41 BR	mineral iso VG320 EP	VG 320	CARTER EP 320	280	X	APRES ANALYSE 6 MOIS	APRES ANALYSE 6 MOIS	
211-AQ1	COUPLEUR HYDRAULIQUE 1 ROTOR PRIMAIRE	RESERVOIR COUPLEUR			AZOLLA ZS 32	3000	X	APRES ANALYSE 6 MOIS	APRES ANALYSE 6 MOIS	
211-AQ2	COUPLEUR HYDRAULIQUE 2 ROTOR SECONDAIRE	RESERVOIR COUPLEUR			AZOLLA ZS 32	3000	X	APRES ANALYSE 6 MOIS	APRES ANALYSE 6 MOIS	
211-EH1	REDUCTEUR ROTOR PRIMAIRE CONCASSEUR	REDUCTEUR ROTOR PRIMAIRE CONCASSEUR	VG 320	Mobilgear 632	CARTER EP 320	290	X	APRES ANALYSE 6 MOIS	APRES ANALYSE 6 MOIS	
211-EN2	REDUCTEUR ROTOR SECONDAIRE CONCASSEUR	REDUCTEUR ROTOR SECONDAIRE	VG 320	Mobilgear 632	CARTER EP 320	245	X	APRES ANALYSE 6 MOIS	APRES ANALYSE 6 MOIS	
211-EN3	REDUCTEUR 1 BANDE D01	REDUCTEUR 1 BANDE D01	VG 320	Mobilgear 632	CARTER EP 320	90	X	APRES ANALYSE 6 MOIS	APRES ANALYSE 6 MOIS	

planning anuel **Vidange sup 100L** Vidange Graissage Graissage moteur Planning annuel graissage Planning anuel des vidanges ...

Ready

Figure 34: La charte ancienne de lubrification

Ce tableau permet de renseigner le technicien graisseur sur :

- Désignation de l'équipement.
- Code HAC.
- Point à lubrifier.
- Huile recommandée de l'entreprise.
- Huile disponible au magasin de l'usine.
- Quantité de l'huile.
- Période de vidange.

Par exemple pour le transporteur à plaques argile ATM 7TR, nous avons changé l'huile Carter Ep 320 par Carter EP 220, pour éviter les échauffements créés par l'ancienne huile (carter ep 320) car elle est très visqueuse.

➤ **Définition des équipements stratégiques :**

Les équipements stratégiques sont les mécanismes très importants dans l'usine, car leurs pannes donnent un arrêt très long.

Par exemple, le galet du four il nous faut au moins 1 an pour le recevoir, car il n'existe pas dans notre pays.

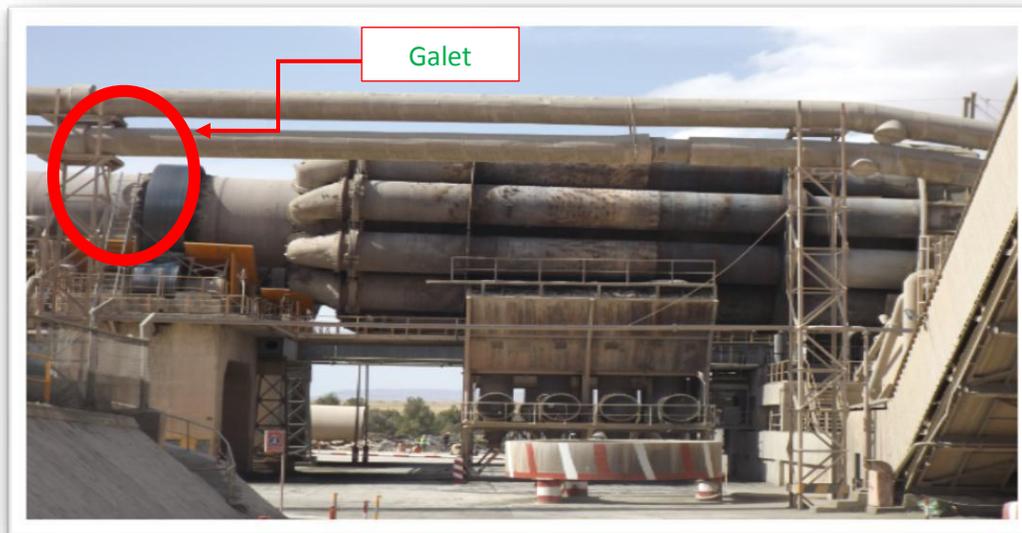


Figure 35: Galet de la 3ème station du four.

Face à ce grand nombre d'équipements, il est primordial de déterminer ceux qui sont prioritaires. Nous avons proposé l'échelle de criticité suivante :

- Haute criticité = 1
- Moyenne criticité = 2
- Faible criticité = 3

LoforgeHolcim Maroc		SUIVIE VIDANGE D'HUILE SUPERIEUR A 100L EQUIPEMENTS									
Usine d'Oujda		ATELIER CONCASSAGE ET STOCKAGE PREHOMO									
Code Hac	Désignation de l'équipement	Points à LUBRIFIER	Huile réf ISO	Huile recommandé	Huile réf Total	Quantité en l	1er vidange	Fréquence de vidange en h	Fréquence proposé S	Degré de criticité	
211-AV1	EXTRACTEUR VIBRANT 2E-13	REDUCTEUR ET ARBRES A CAMES	mineral iso VG320 EP	Mobilgear 632	CARTER EP 220	134	X	APRES ANALYSE 6 MOIS	APRES ANALYSE 6 MOIS	1	
211-TH1	TRANSPORTEUR A PLAQUES ARGILE ATM 7TR	REDUCTEUR NL 41 BR	mineral iso VG320 EP	VG 320	CARTER EP 220	280	X	APRES ANALYSE 6 MOIS	APRES ANALYSE 6 MOIS	2	
211-AQ1	COUPLEUR HYDRAULIQUE 1 ROTOR PRIMAIRE	RESERVOIR COUPLEUR			AZOLLA ZS 46	3000	X	APRES ANALYSE 6 MOIS	APRES ANALYSE 6 MOIS	3	
211-AQ2	COUPLEUR HYDRAULIQUE 2 ROTOR SECONDAIRE	RESERVOIR COUPLEUR			AZOLLA ZS 46	3000	X	APRES ANALYSE 6 MOIS	APRES ANALYSE 6 MOIS	3	
211-EH1	REDUCTEUR ROTOR PRIMAIRE CONCASSEUR	REDUCTEUR ROTOR PRIMAIRE CONCASSEUR	VG 320	Mobilgear 632	CARTER EP 460	290	X	APRES ANALYSE 6 MOIS	APRES ANALYSE 6 MOIS	1	

Figure 36: La nouvelle charte de lubrification.

## Etiquetage

<b>Le code HAC de l'équipement</b>	<b>Le code couleur du lubrifiant</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Designation de l'équipement</b></li><li>• <b>Type</b></li><li>• <b>Quantité</b></li><li>• <b>....</b></li></ul>	

Cette étiquette renseigne sur le lubrifiant de chaque organe, ainsi le graisseur ne se trompera jamais lors de l'application du lubrifiant.

Les codes couleur des principales huiles utilisées par LafargeHolcim selon leur classification :

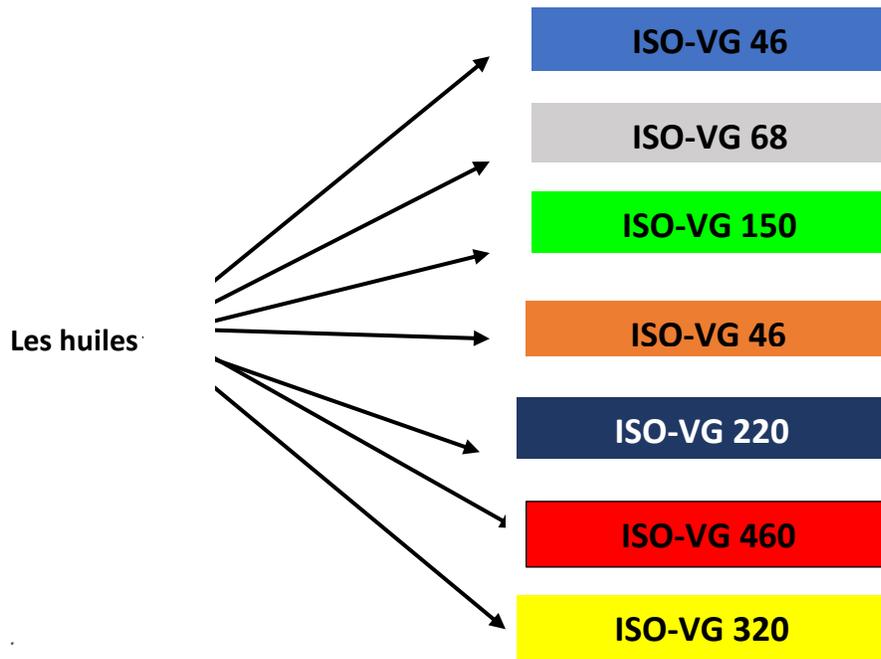
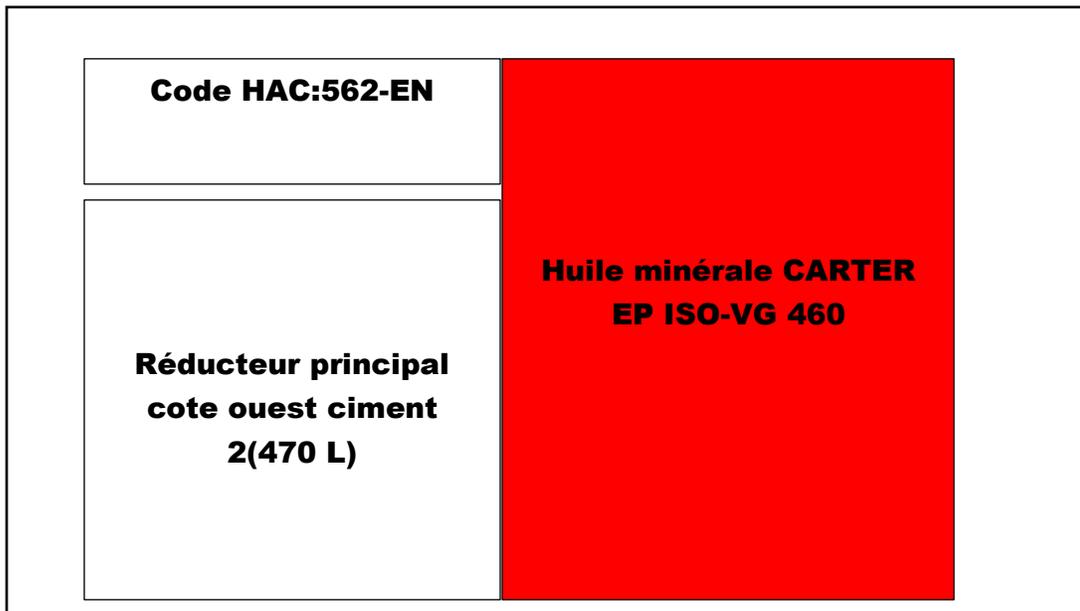


Figure 39 : Nomenclature des codes de couleurs

L'étiquette a la forme suivante :



La tâche suivante consiste à sortir sur chantier et coller chaque étiquette sur l'organe correspondant.

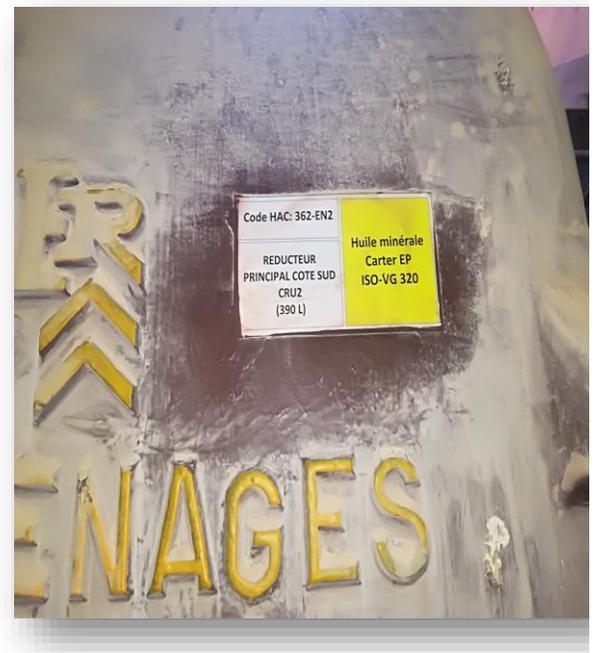


Figure 37:réducteur principal côté sud.

### 3- Organisation de l'atelier de graissage

Dans le cadre de la mise à niveau des méthodes de lubrification. Un technicien dans l'usine nous a proposé de faire un aménagement général de l'atelier de graissage car les autres techniciens trouvent plusieurs problèmes concernant la gestion des composants de l'atelier.

Les composants de l'atelier :

- **Avant aménagement.**

Avant l'aménagement, l'atelier de graissage n'était pas bien organisé comme on le montre dans les figures ci-dessous :



Figure 38 : Les types d'huiles disponibles dans l'usine.



Figure 39: Les fûts de graisse.



Figure 40 : Pompes disponible l'atelier..

- **Après aménagement**



Figure 41 : les pompes à engrenages après l'aménagement

Après avoir mettre les étiquettes dans tous l'atelier tous les techniciens de l'usine peuvent avoir les outils de graissage sans problèmes. Il suffit de lire ce qui est écrit dans la fiche d'identification.

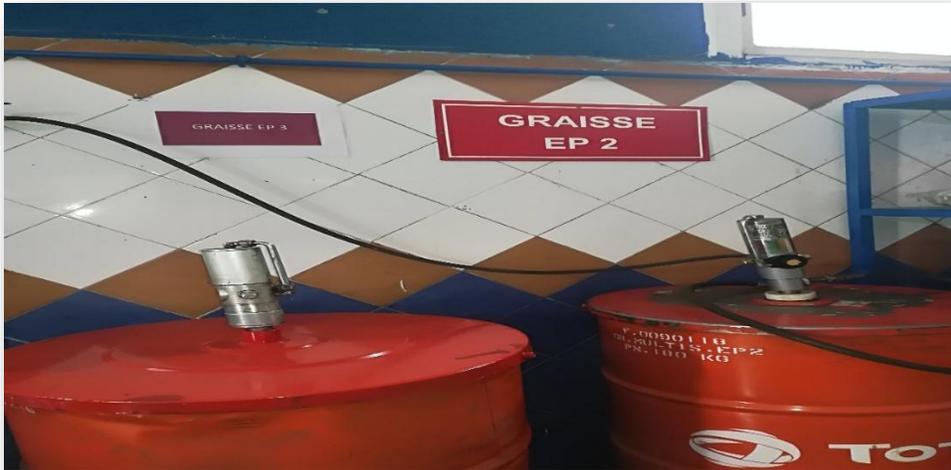


Figure 43: Les fûts de graisse après l'aménagement.

## Conclusion

Pour conclure, ce stage de fin d'études effectué au sein du service maintenance préventive de l'usine LafargeHolcim d'Oujda était une opportunité pour compléter et appliquer les compétences acquises durant notre formation au sein de la faculté des sciences et techniques.

Dans ce travail, nous avons commencé par la mise à jour de la base de données qui fournit toutes les informations techniques sur la lubrification de l'ensemble des équipements de l'usine. Par la suite et en se basant sur la criticité de chaque équipement, nous avons priorisé ceux qui vont profiter d'un système d'étiquetage que nous avons proposé. En fin, nous avons proposé une amélioration de l'atelier de graissage.

Après l'étude critique nous avons proposé des solutions réalisables, efficaces, qui vont permettre au service de diminuer plusieurs problèmes concernant les huiles utilisés, leurs quantités et les méthodes de lubrification et graissage etc.

En dernier lieu, ce stage nous a permis non seulement de réaliser notre projet de fin d'étude, mais aussi de s'intégrer réellement dans le domaine mécanique théorique et industriel.

## webographie

- [http://www.emc-mag.com/Lafarge\\_MarocCiment\\_Lafarge\\_au\\_Maroc.html](http://www.emc-mag.com/Lafarge_MarocCiment_Lafarge_au_Maroc.html)
- <https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/chimie-ciment-4696/>
- Alpha Auto - Grande Encyclopédie De l'Automobile - Mai 1977
- Téflon est une marque déposée par Dupont de Nemours
- [www.novexa.com](http://www.novexa.com). (S.d.). Defaults sur engrenages.