



Année Universitaire : 2014-2015



Licence Sciences et Techniques : Géoressources et Environnement

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
Pour l'obtention du Diplôme de Licence Sciences et Techniques

**La gestion des matières premières et technique de
fabrication du ciment.**

Présentée par:

- Salma ASLAF.
- Soumaya ELMOUEDEN.

Encadré par:

- Mr CHARROUD Mohammed, FST-Fès
- Mr RABHI, Société-HOLCIM

Soutenu Le 15 Juin 2015 devant le jury composé de:

- Pr. CHARROUD Mohammed
- Pr. HINAJE Saïd
- Pr. EL AZZAB Driss

Stage effectué à: HOLCIM Fès





Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Licence Sciences et Techniques

Prénom et NOM :-ELMOUEDEN Soumaya

-ASLAF Salma

Année Universitaire : 2014/2015

Titre: La gestion des matières premières et technique de fabrication du ciment.

Résumé

Chaque matière première a dû être extraite, traité, fabriqué, et transportée. L'homme a travaillé et consommé des ressources cela engendre un impact environnemental, c'est pour ça que la cimenterie de Ras El Ma exige de respecter les normes ISO 9001 et ISO 14001 pour un gain de leur professionnalisme du service du client et dans le respect de l'environnement.

Une gestion durable des matières premières permettra à Holcim de réduire des quantités des matières utilisées et de remplacer une matière première par une autre (le cas d'argile avec les schistes). Cette gestion conduit généralement à des coûts d'exploitation par tonne faible tout en gardant l'importance de la qualité du clinker. Chaque étape de la fabrication du ciment fait l'objet de fréquentes vérifications chimiques et physiques dans le laboratoire. Le produit final est lui aussi soumis à des analyses et à des vérifications pour veiller à ce qu'il soit conforme à toutes les spécifications établies.

Mots clés: Gestion, matière première, ciment, clinker, impact, environnement.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à présenter nos sincères remerciement à la direction de la société HOLCIM pour sa sensibilisation vis-à-vis des stagiaires, en leurs accordant des stages.

Nous tenons à remercier aussi toute personne dont l'intervention à contribuer au bon déroulement de notre stage et qui a orienté les différents étapes de ce travail jusqu'à son terme, par leurs estimables conseils et contributions, en particulier :

Mr.Charroud notre encadrant dans la FST grâce à sa rigueur, son sérieux, ses compétences nous avons pu réaliser ce modeste travail. Mr.Rabhi notre encadrant dans la cimenterie Holcim Fès Ras El Ma qui nous a fourni les données nécessaires à la réalisation de ce PFE, et toute l'équipe pédagogique de notre faculté des sciences et Techniques sans oublier les intervenants professionnels responsables de notre formation du projet de fin d'étude pour leurs aide et leurs précieux conseils.

Nos remerciements vont également à Mr.Yahya, pour le temps qui nous a consacré tout au long de cette période, sachant répondre à toutes nos interrogations ; sans oublier sa participation au cheminement de ce rapport.

Enfin on remercie les membres de jury et tous ceux qui nous ont aidés par leur travail, leurs encouragements ou leurs pensées trouvent ici l'expression de nos remerciements.

Sommaire

Introduction	7
Chapitre I: <i>Présentation de la société Holcim.</i>	8
1. Aperçu général sur Holcim :	9
2. Présentation de Holcim Maroc :	9
3. Cadre juridique :	10
4. Situation de la cimenterie HOLCIM dans le marché national :	10
5. Organigramme de Holcim Maroc Ras El Ma :	10
Chapitre II: <i>Technique defabrication du ciment.</i>	11
1- Définition de ciment :	12
2- Procédé de fabrication de ciment :	12
3- La fabrication de ciment :	13
Etape I : Préparation des matières premières :	13
i. Carrière :	13
ii. Concasseur :	13
iii. Transport des matières premières:	14
Etape II : Homogénéisation et cuisson :	14
iv. Pré-homogénéisation :	14
v. Broyage du cru :	15
vi. Dépoussiérage :	15
Etape III : Production du Clinker.	15
vii. Préchauffage :	16
viii. Four rotatif :	16
ix. Refroidisseur à clinker :	18
Etape 4 : Mouture du ciment et expédition :	18
x. Silos à clinker :	19
xi. Broyage du ciment :	19
xii. Logistique :	20
Chapitre III: <i>Gestion de la matière première.</i>	21
I. Introduction :	22
1- La nature des matières premières :	22

2- La méthode d'exploitation des carrières :	24
2-1 Exploitation à ciel ouvert :	24
2-2 L'extraction des matières premières :	24
a- Avec explosif:	24
b- Sans explosif :	27
3- Suivi et gestion du stock au sein de l'usine :	27
4- La production :	29
5- L'amélioration de la disponibilité :	30
6- Optimisation des coûts :	32
Chapitre IV: Les impacts de la carrière sur l'environnement.	34
I. Introduction :	35
II. Identification des impacts de la carrière sur l'environnement:	35
II-1 Les vibrations :	35
II.2 Le bruit :	36
II.3 La poussière :	36
II.4 Les effets sur le paysage :	36
II.5 Les effets sur la faune et la flore :	36
II.6 Effets sur les eaux souterraines:	36
III. Mesures d'atténuation :	37
III-1 Les vibrations :	37
III.2 Le bruit :	37
III.3 La poussière :	37
III.4 Paysage, faune et flore :	38
Conclusion.....	39
Bibliographie :	40

Liste des figures :

Figure 1 : les différents sites de Holcim Maroc.....	9
Figure 2: Organigramme de Holcim Maroc Ras El Ma.....	10
Figure 3: Préparation de la matière première.....	13
Figure 4: La carrière de Holcim.....	13
Figure 5: Atelier de concassage.....	14
Figure 6: Homogénéisation et cuisson.....	14
Figure 7: Production du Clinker.....	15

Figure 8: Tour de préchauffage.....	16
Figure 9: Le four rotatif.....	17
Figure 10: Grignions d'olive.....	17
Figure 11: Pneus déchiquètes.....	18
Figure 12: Mouture du ciment et expédition.....	18
Figure 13: Silos clinker 27300T.....	19
Figure 14: Broyage du ciment.....	20
Figure 15: Stock de calcaire.....	22
Figure 16: Stock d'argile.....	23
Figure 17: Stock de schiste.....	23
Figure 18: machine hydraulique foreuse.....	25
Figure 19: Trou réalisé par foreuse.....	25
Figure 20: Taillon.....	25
Figure 21: Schéma réalisé du tir (Emplacement d'explosifs).....	26
Figure 22: Types d'explosifs, Amorce électrique (Détonateur), tovex, l'Ammonix.....	26
Figure 23: L'explosion.....	27
Figure 24: Diagramme de pareto du mois d'Avril.....	32
Figure 25: La transmission des vibrations dues aux tirs.....	35

Liste des tableaux :

Tableau 1: Pourcentage de différente matière dans le ciment.....	30
Tableau 2: Tableau par ordre décroissant des problèmes.....	31
Tableau 3 : les sources et les Préventions de poussières.....	37

Introduction

Face à une population mondiale et à un développement croissants, la cimenterie a pris une importance vitale pour le logement et les infrastructures de base, elle joue un rôle clé dans le développement économique et la réduction de la pauvreté des pays émergents et les besoins pour la construction des bâtiments et des infrastructures.

Via notre stage au sein de la société HOLCIM Fès qui a duré 45 jours et qui était l'opportunité pour nous de découvrir de plus près le milieu professionnel, ainsi que l'application du domaine de l'exploitation et l'exploration au monde réel.

Notre stage a pour but de faire une étude sur la gestion des matières premières et la technique de fabrication du ciment, d'où le titre de notre projet de fin d'études.

Le profil ciment regroupe plusieurs activités différentes et relativement peu connues du grand public, et pour cela on va présenter les axes suivants :

- l'entreprise et ces différents services d'un point de vue, commercial et sécurité.
- la méthodologie employée pour effectuer chacune des missions pour la gestion de la matière première.
- le processus de fabrication du ciment.
- Et à la fin un aperçu sur les impacts de la carrière sur l'environnement.

Chapitre I:

Présentation de la société Holcim.

Le nom **HOLCIM** est simple et facile à retenir :

- **Hol** rappelle les origines du Groupe (le village Holderbank).
- **cim** symbolise l'activité du ciment.

1. Aperçu général sur Holcim :

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

HOLCIM est un groupe présent dans 77 pays à travers les 5 continents. Les principales activités du groupe sont le ciment, les granulats et béton prêt à l'emploi. Sa capacité de production mondiale en ciment est de 210 millions de tonnes.

2. Présentation de Holcim Maroc :

Holcim Maroc est installé dans les différentes régions du royaume et disposant d'une capacité annuelle de production de 4,5 millions de tonnes. La vision de HOLCIM est l'être le promoteur du promoteur du professionnalisme des filières BTP (bâtiment et travaux public) et du développement durable au Maroc. Sa mission est d'apporter au marché des produits et des solutions reconnues, performantes et durables accompagnant le développement économique et social du Maroc dans les filières du BTP.

Holcim Maroc est également, un organisme national comportant plusieurs unités, dont chacune emploie des technologies récentes dans le domaine de l'industrie du ciment.



Figure 1 : les différents sites de Holcim Maroc.

3. 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° de production fiscale: 512367.

Affiliation à la CNSS : 1515123.

4. Situation de la cimenterie HOLCIM dans le marché national :

L'industrie cimentière est l'une des activités industrielles les plus structurées et les mieux répartis sur le territoire national. Elle réalise en moyenne, 46% de la production et 50% de la valeur ajoutée du secteur matériaux de construction. Le marché national est réparti entre les différents acteurs, avec une prédominance de LAFARGE dans le nord-est, ciment du Maroc dans le sud et HOLCIM dans le nord-est.

5. Organigramme de Holcim Maroc Ras El Ma :



Figure 2: Organigramme de Holcim Maroc Ras El Ma.

Chapitre II:

Technique de fabrication du ciment.

1- Définition de ciment :

❖ Qu'est-ce que le ciment ?

Le ciment est une poudre minérale de l'aspect grisâtre, fabriqué par broyage et mélange du clinker et d'ajouts (calcaire et autres) le ciment a la propriété de former, en présence de l'eau, une pâte capable de faire prise et de durcir progressivement, même à l'abri de l'air, car c'est un liant hydraulique.

Le clinker qui est le principal constituant des ciments est un produit semi-fini obtenu par la cuisson d'un mélange de matières premières (généralement calcaire et schiste) à haute température 1450°C.

Le mélange de ces matières premières est broyé finement avant la cuisson pour obtenir une farine, qui doit certains éléments chimiques essentiels regroupés avec des proportions bien définies.

2- Procédé de fabrication de ciment :

Il existe 4 principaux procédés de fabrication du ciment qui diffèrent entre eux par la nature du traitement thermique utilisé :

a. La voie humide (la plus ancienne) :

La matière première, après son concassage est dévalée dans l'eau, puis broyée en humide. La pâte obtenue est homogénéisée, puis alimente le four. Cette méthode est abandonnée afin d'économiser l'énergie.

b. La voie semi-humide (dérivée de la voie humide) :

La matière est préparée en voie humide, puis séchée avant le four.

c. La voie semi-sèche(dérivée de la voie sèche) :

La farine crue, sèche, passe d'abord dans un granulateur où elle est humidifiée.

d. La voie sèche (la plus utilisée c'est le cas de Holcim Ras El Ma) :

C'est la plus utilisée et la plus économique. La matière première, une fois concassée, broyée à sec, et homogénéisée et avant l'entrée au four, elle est chauffée à travers des cyclones. De 900 à 1000°C, cette voie est plus rentable et plus optimale au niveau énergétique.

3- La fabrication de ciment :

Les matières premières subissent des transformations physiques et chimiques de l'extraction jusqu'à l'expédition du ciment, en passant par les étapes suivantes:

Etape I : Préparation des matières premières :

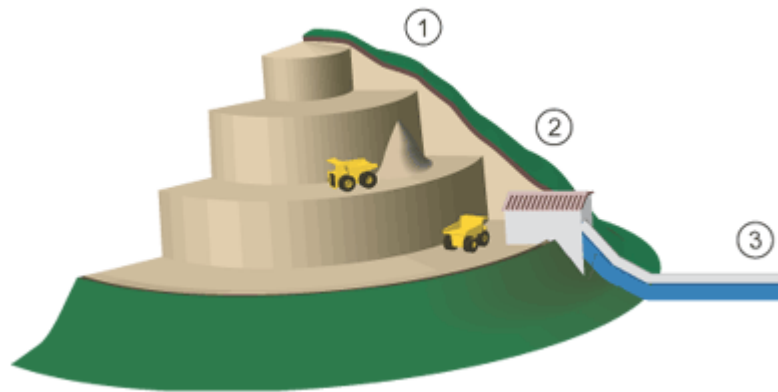


Figure 3:Préparation de la matière première.

i. Carrière :

Le calcaire (carbonate de calcium), ainsi que d'autres minéraux comportant les composants souhaités - calcium, quartz, argile et oxyde de fer - dans la proportion nécessaire, sont extraits par explosion. A cette fin, on pratique des trous profonds dans le rocher et on les remplit d'explosifs, auxquels on applique alors un plan d'allumage précis.



Figure 4: La carrière de Holcim.

ii. Concasseur :

Les matériaux ainsi extraits par explosion sont ensuite transformés en cailloux dans des concasseurs (réduire la taille des blocs). Le travail de ces machines est impressionnant: par pression ou par martèlement, ils réduisent à la dimension d'un à huit cm de diamètre des blocs de rocher ayant

jusqu'à 1 m. de côté. Souvent il est nécessaire de sécher la matière première extraite de la carrière avant que le concasseur puisse faire son travail et qu'une pré-homogénéisation puisse être effectuée.



Figure 5: Atelier de concassage.

iii. Transport des matières premières:

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

Etape II : Homogénéisation et cuisson :

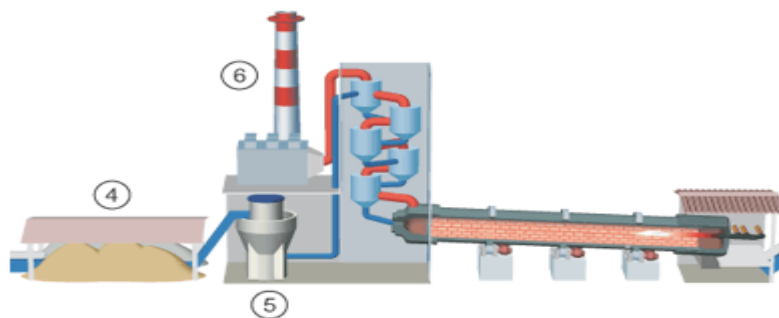


Figure 6: Homogénéisation et cuisson.

iv. Pré-homogénéisation :

La pré-homogénéisation des matières premières est une opération qui consiste à assurer une composition chimique régulière du mélange des matières premières d'une manière automatique par des dosseurs à bandes pilotés à partir du laboratoire par un système de gestion du cru PGNAA.

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 le cru.

v. Broyage du cru :

Le broyage du cru est une opération qui consiste à préparer un mélange homogène avec une bonne répartition granulométrique pour assurer les meilleures conditions de cuisson de la farine. Le broyage du cru consiste à l'introduire dans le broyeur à cru 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 après avoir subi une opération d'homogénéisation pour obtenir une composition chimique régulière des matières premières qui seront introduites dans le four pour cuisson.

vi. Dépoussiérage :

Le transport de la farine du cru par des aéroglissières 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.

Etape III : Production du Clinker.

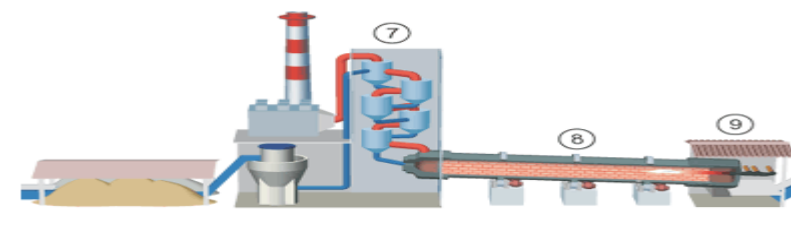


Figure 7: Production du Clinker.

La ligne de cuisson, est formée de trois sous-étapes successives :

- ✓ La tour de préchauffage.
- ✓ Le four rotatif.
- ✓ Le refroidisseur.

vii. Préchauffage :

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



Figure 8: Tour de préchauffage.

La tour de préchauffage, est un échangeur à cyclones disposés en 5 étages, assurant de manière optimale le préchauffage de la farine crue avant que celle-ci passe dans le four. La farine rencontre les gaz chauds sortant du four et se trouve ainsi décarbonatée à hauteur de 20 à 40% c'est-à-dire transformée en chaux calcinée. Cette opération consiste à extraire le dioxyde de carbone qui y lié selon la réaction suivante :



viii. 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, le capot de chauffe à sa sortie est équipé d'un bruleur spécial.

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. L'air secondaire chaud qui vient du refroidisseur situé en aval pénètre dans le four en se mélangeant à l'air primaire de combustion et traverse le four à contre-courant avec la matière.



Figure 9: Le four rotatif.

Durant son déplacement dans le four, la matière se transforme par cuisson tout en avançant de son état initial jusqu'à ce qu'elle devienne complètement décarbonatée à la température de 1450°C. La matière qui sort du four est le Clinker qui se présente sous forme des grains gris foncé arrondis dans les dimensions sont irrégulières. Le four est une opération forte consommatrice d'énergie. La source de chaleur est apportée par une flamme d'une tuyère qui peut brûler différents combustibles : gaz naturel, fuel, charbon, grignons d'olive.



Figure 10: Grignons d'olives.



Figure 11: Pneus déchiquètes.

ix. 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.

Le refroidissement du clinker se fait dans un refroidisseur à deux grilles, équipé de deux ventilateurs latéraux qui soufflant de l'air, et d'un concasseur à rouleaux. Les gaz chauds sortant du refroidisseur sont refroidi par la suite dans un échangeur air-air, dépoussiéré dans un filtre à manches puis évacuée dans l'atmosphère par la cheminée.

Etape 4 : Mouture du ciment et expédition :

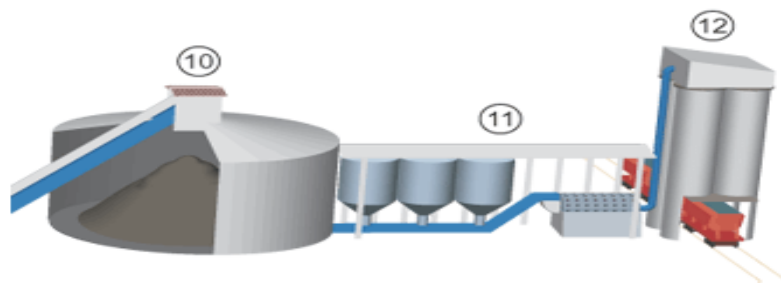


Figure 12: Mouture du ciment et expédition.

x. Silos à clinker :

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



Figure 13: Silos clinker 27300T.

xi. 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 vertical à galets qui fonctionne à un débit de 120t/h, un séparateur (qui sélectionne les particules selon leur grosseur), le dépoussiéreur du broyeur et accessoirement la presse à rouleaux.



Figure 14: Broyage du ciment.

xii. Logistique :

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, bateau...). C'est l'interface de l'usine avec le client.

Chapitre III:

Gestion de la matière première.

I. Introduction :

La carrière en cimenterie constitue la source en matières premières lesquelles subiront des transformations pour fabriquer le produit fini. Les matières premières doivent contenir certains éléments chimiques (carbonate de calcium, oxyde de fer, alumine et silice) et sont généralement des calcaires et des argiles. Elles sont extraites au niveau de la carrière sous forme de blocs de dimensions très variées. Les matières premières qui rentrent dans la fabrication de Ciment sont essentiellement le calcaire, schistes, argiles:

1- La nature des matières premières :

- **Calcaire :**

Les calcaires sont des roches sédimentaires, facilement solubles dans l'eau, composées majoritairement de carbonate de calcium CaCO_3 qui forment les calcaires mais aussi de carbonate de calcium et de magnésium CaMgCO_3 qui forment les dolomies. Le gisement du calcaire se trouve près de l'usine et les réserves sont estimées pour une durée d'environ de 100 ans.



Figure 15: Stock de calcaire.

- **Les Argiles :**

L'argile est le produit de l'altération de roche préexistante. L'argile est une roche terreuse tendre qui, imprégnée d'eau, devient imperméable et plastique. A cause des problèmes d'humidité dans l'argile, Holcim trouve que la solution est de remplacer l'argile par le schiste qui est une roche plus dure.



Figure 16: Stock d'argile.

- **Les Schistes :**

Ce sont des roches métamorphiques susceptibles de se débiter en feuillets. Le gisement est situé à au pied du Moyen Atlas entre Imouzzet et Bhalil le nom de la région de carrière est Beni Mellala. Le trajet jusqu'à l'usine est de 40 km.



Figure 17: Stock de schiste.

- ❖ **Les ajouts :**

Minéraux utilisés comme ajouts dans la production du ciment, tels que :

- **le Gypse**, c'est un sulfate de calcium Ca SO_4 .
- **le Sable**, est une roche sédimentaire détritique meuble de taille fine.
- **la Fluorine**, est un minerai à base de fluor qui se trouve en abondance dans la mine de Tighza et Aouam près d'Agouray.
- **la pouzzolane**, est une roche magmatique basique de nature basaltique qui se trouve dans le moyen atlas au niveau du volcan de Habri.
- **le Fer**, en tant que minerai correspond à des oxydes de Fer FeO_2 ou Fe_2O_3 .

2- La méthode d'exploitation des carrières :

Aujourd'hui l'exploitation des carrières de roche est dominante et nécessite l'utilisation de l'explosif, cette pratique garde toujours une connotation négative (appréhension et danger).

2-1 Exploitation à ciel ouvert :

L'extraction consiste à extraire les matières premières comme le calcaire, les schistes et l'argile, à partir des carrières à ciel ouvert ; (c'est à dire c'est une mine ayant pour mode d'exploitation à la surface de la terre en non pas des galeries). Ces matières premières sont extraites des parois rocheuses, les techniques d'exploitation sont influencées par la forme et la nature du gisement, la structure chimique des matériaux à extraire, la nécessité de faire à tout moment le mélange cru convenable pour la fabrication du ciment.

❖ Les avantages de l'exploitation à ciel ouvert :

Le développement des exploitations à ciel ouvert s'explique par les avantages suivants :

- ✓ La meilleure récupération des gisements et une bonne sélectivité.
- ✓ La possibilité de choisir le minerai de teneurs conformes aux besoins.
- ✓ La plus grande souplesse dans la planification de l'exploitation.
- ✓ La sécurité de travail : meilleur visibilité, surveillance facile, personnel limité.
- ✓ La possibilité d'une importante mécanisation permettant d'utiliser des grosses machines.

L'ensemble de ces avantages conduit généralement à des coûts d'exploitation par tonne faible.

2-2 L'extraction des matières premières :

a- Avec explosif:

Les tirs de mine sont de la responsabilité de l'exploitant. Ils sont exécutés par du personnel spécialisé encadré par un chef mineur, qui est formé à cette fin notamment par la Fédération des Industries Extractives. Il doit disposer d'un certificat officiel après réussite d'un examen. On applique cette méthode suivant les étapes suivantes :

➤ **Foration :**



Figure 18: machine hydraulique foreuse.

C'est l'opération qui consiste à forer les trous de mine dans le rocher, on utilise couramment des machines hydrauliques foreuse. La Foration est définie par son diamètre, sa profondeur et son inclinaison par rapport à la verticale.

C'est une technique comme étant la première étape de la chaîne cinématique dans la carrière de Ras El Ma. Elle consiste à réaliser des trous dans un terrain dur pour y mettre de l'explosif dans le but de le fragmenter.



Figure 19: Trou réalisé par foreuse.



Figure 20: Taillon.

L'exécution de ces trous doit être faite suivant une maille bien déterminée tout en respectant la hauteur à forer. La précision avec laquelle ces paramètres sont respectés aura une grande influence sur les résultats des tirs.

- **Front :** C'est une surface sensiblement verticale qui limite le massif rocheux à abattre et en arrière de laquelle on plante la foration.
- **Diamètre de Foration :** c'est le diamètre du taillon qui permet de forer le trou destiné à recevoir l'explosif.

- **La maille** : on appelle maille le quadrilatère formé par la succession de deux trous et leur projection sur le front. est la grandeur caractéristique du plan de tir elle s'exprime en m^2 .
- **Espacement** : c'est la distance séparant deux trous successifs d'une même rangée.
- **Banquette** : c'est la distance qui sépare le trou de mine du front.
- **Bourrage** : constitué en haut de colonne pour empêcher la libération verticale de gaz.

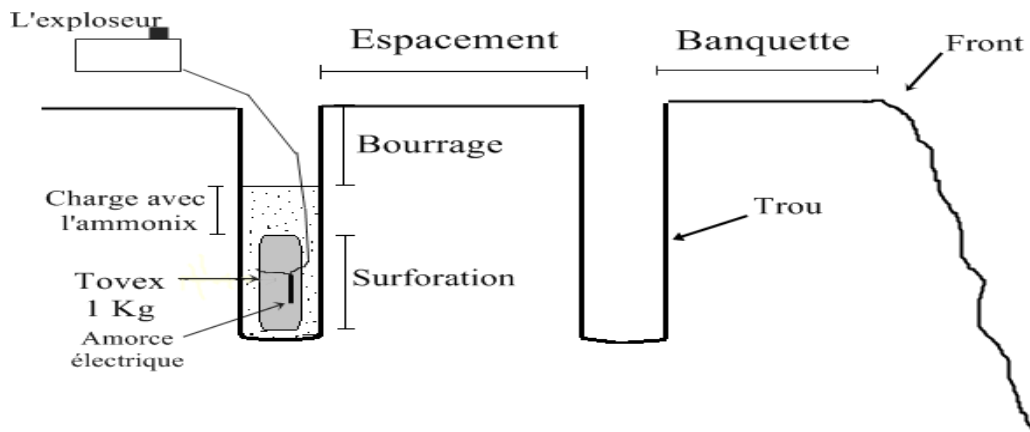


Figure 21: Schéma réalisé du tir (Emplacement d'explosifs).



Figure 22: Types d'explosifs, Amorce électrique (Détonateur), tovex, l'Ammonix.

- ✓ **Cutting** : Après la foration d'un trou de mine, la matière est aspirée dans deux sacs, pour la matière poudre et l'autre pour les granulats de taille moyenne.
- ✓ **Charge par trou** : c'est la quantité d'explosif que l'on traduit par un trou de mine.
- ✓ **Charge instantanée** : c'est la quantité d'explosif qui explose à un instant (t).
- ✓ **Charge totale** : c'est la quantité d'explosif totale utilisée pour l'abattage d'un front.
- ✓ **Charge spécifique** : c'est la quantité d'explosif nécessaire et suffisante pour abattre $1m^3$ de rocher.
- ✓ **Energie spécifique** : c'est la quantité d'énergie nécessaire et suffisante pour abattre $1m^3$ de rocher ;



Figure 23: L'explosion.

➤ **Données géométriques :**

hauteur de front	: 12m	nombre de rongées	: 2
Banquette	: 2,50m	bourrage	: 2m
Espacement	: 2,20m	Inclinaisons	: 10°
Cutting : 2m		nombre de trous	: 20

b- Sans explosif :

Holcim utilise l'extraction sans explosif dans les terrains meubles, c'est le cas des schistes dans la carrière de Bni Mellala qui exploite avec les engins traditionnels de travaux publics tels que pelles ou chargeuses (bulldozers munis d'un large godet basculant).

3- Suivi et gestion du stock au sein de l'usine :

• **Définition des stocks :**

Ensemble de produits finis, de produits en cours de fabrication, de matières premières et fournitures, présents dans l'entreprise, appartenant à l'entreprise et destinées à être transformés ou être vendus.

• **Rôles des stocks :**

Rôle positif de régulation / absorber les variations dans l'offre, la demande, les temps de production.

- Impacts négatifs des stocks :

- Augmentation du délai de production.
- Rigidification de la production (il faut écouler les stocks). Mais ce n'est pas « Un mal nécessaire » plutôt c'est un « compromis à trouver ».

- Rôle comptable des stocks :

- Les stocks sont un élément important de l'actif d'une entreprise, exemple 30% de l'actif.

- Problématique de la valorisation des stocks :

- Opération → attribution d'une valeur aux stocks → influence l'image de la santé financière de l'entreprise.
- Même si les stocks sont un élément de l'actif, il faut réduire leur taille au maximum.

- Les diminutions des stocks :

Les stocks n'ajoutent pas de valeur au produit, par contre une rupture de stock engendre un arrêt de production.

- ❖ La présente procédure de Gestion des stocks pour objet de définir les principales règles et modalités prises par Holcim Maroc en vue d'assurer la maîtrise des matières premières et ajouts. Cette procédure s'applique à toutes les matières premières liées à la fabrication du ciment.

1- Achats des matériaux :

Service Achats lance les appels d'offre pour l'achat des matières premières à partir des cahiers des charges. En respectant la qualité du produit, l'environnement et la sécurité sont exigés systématiquement.

2-Validation des quantités et de qualité :

Définies dans le budget annuel relatives à l'achat des matières premières et les transmet au Service Achats Centralisé.

3-Service de production:

Ils établissent, en collaboration avec les responsables carrière et préparation des matières premières. Ils assurent une planification des livraisons avec les fournisseurs. Ils veillent au respect des consignes et des règles identifiées (quantités, qualités, sécurité, environnement, le temps spécifié etc.), et informent le Service Achats Centralisé en cas de problèmes.

4- Qualité des matériaux :

La livraison des matières premières sont systématiquement contrôlés pour vérifier leurs conformités avec la qualité prescrite dans le contrat Holcim Maroc / Fournisseurs.

5- Environnement Et Sécurité Site :

L'exigence de respecter les règles (qualité, sécurité & environnement) de manutention et de transport des matières premières en vue d'assurer la préservation de ces derniers et de limiter les risques d'impacts environnementaux.

6- Gestion Des Stocks:

Etablir l'arrêté mensuel de l'état des différents stocks des matières premières.

7-Contrôle Réception :

En cas de non-conformité des livraisons par rapport à la qualité exigée, le responsable production, procédé clinker et procédé ciment ou le directeur de l'usine concerné en informe le service des achats qui informe à son tour le fournisseur.

4- La production :

Le Groupe Holcim occupe une position de premier plan dans la production de ciment, de béton prêt à l'emploi et de granulats pour le béton (sable et gravier) dans quelque 70 pays répartis dans le monde entier.

Le ciment est normalement une poudre grise. Dès que celle-ci est mélangée à de l'eau, elle acquiert les propriétés d'un liant qui, avec du sable et du gravier (alluvionnaire ou concassé), permet de confectionner du béton.

❖ Types de ciments produits par Holcim :

HOLCIM commercialise un produit qu'est le clinker et une gamme de ciment adaptée selon les types de ciments suivantes :

CPJ35 : Ciment Portland compose avec ajouts :

Le CPJ35 est un ciment portland composé dont les constituants principaux sont le Clinker du filler et du gypse. La classe de résistance du CPJ35 en fait un produit particulièrement adapté à la fabrication des mortiers et des enduits pour la maçonnerie ainsi que les bétons non armés peu sollicités et à résistance mécanique peu élevées. le CPJ35 est également utilisable dans le domaine routier pour la stabilisation des sols et des couches des chaussées.

CPJ45 : Ciment Portland composé avec ajouts (Normale et Spéciale) :

Le CPJ45 est un ciment portland composé dont les constituants principaux sont le Clinker du filler et du gypse. La classe de résistance du CPJ45 mPA lui confère l'aptitude à être utilisé pour les bétons armés, fortement sollicités et à résistances mécaniques élevées. Les résistances élevées à jeune âge du CPJ45 permettent d'obtenir un décoffrage rapide des éléments de structure et des produits préfabriqués.

CPJ55 : Ciment Portland composé avec ajouts :

Le ciment CPJ55 est un ciment portland composé essentiellement du clinker et de gypse. La classe de résistance de 55 mPA et la résistance élevée à jeune âge du CPJ M55 lui confèrent l'aptitude à être utilisé pour des applications spécifiques telle que les bétons armés fortement sollicités, et les bétons à haute performance. Le CPJ55 est adapté aux applications de la préfabrication nécessitant un décoffrage rapide et un durcissement accéléré. Pour les ouvrages nécessitant des prises rapides et des résistances importantes. La composition de ce ciment varie selon la demande de la clientèle.

Ciment	CPJ35	CPJ45	CPA55
Calcaire	30%	10%	0%
Cendres volantes	8%	4%	0%
Gypse	6%	5%	4.64%
Clinker	56%	60%	75%
Pouzzolane	0%	21%	9%

Tableau 1: Pourcentage de différente matière dans le ciment.

5- L'amélioration de la disponibilité :

- *Méthode pareto :*

OBJECTIFS : La loi dite pareto ou loi de 80/20 (20% des causes possibles sont à l'origine de 80% des effets) signifie qu'en s'attaquant seulement à quelques problèmes ou à quelques causes soigneusement choisies, on aura le meilleur effet. On obtient le meilleur rapport résultat/action. Il se présente sous la forme d'un graphique s'agit d'un histogramme illustrant l'importance décroissante des facteurs contribuant à un problème et permettant de distinguer ses causes majeures et mineures.

- *La construction d'un diagramme de pareto nécessite de :*
 - Classer les éléments par ordre d'importance décroissante en calculant la durée et la fréquence.
 - On regroupe les résultats dans un tableau.
 - Traçage du diagramme Pareto en utilisant le programme EXCEL.

Holcim nous a donné un exemple des causes d'arrêts de Concasseur du mois d'avril pour le traiter. Comme **première étape**, on a classé les causes en fonction de durée par ordre décroissant d'importance et on a calculé la fréquence de chaque problème.

Date	Equipement	Code HAC	Causes d'arrêts	Durée	Fréquence
01/04/2015	Sauterelle	291BT3	Sauterelle changement d'un axe de réducteur	260	1
01/04/2015	Stacker DEFAULT ELECTRIQUE	292 ST1	Stacker défaut de communication	240	1
07/04/2015 08/04/2015 14/04/2015	DEFAULT ELECTRIQUE OU SECURITE		Débit bas à vitesse ATM se réduit à 15%	67	4
09/04/2015 13/04/2015 14/04/2015 24/04/2015	DEFAULT ELECTRIQUE OU SECURITE		Vitesse ATM se réduit à 50%	66	4
25/04/2015	Stacker	292 ST1	Stackerdispo fin de course	60	1
01/04/2015	Sauterelle	291BT3	Sauterelle Dispo tige de tension	45	1
20/04/2015	Stacker	292 ST1	Dispo concasseur I-II + stackerdispo	45	1
24/04/2015	PGNAA Défaut électrique		PGNAA Hors service	34	1
07/04/2015 08/04/2015	Trémie vide		Colmatage Fer sur ATM	17	2

	Filtre	292 FT1 C1	Contrôle filtre 292 FT1	14	1
08/04/2015	TREMIE VIDE		Colmatage Gypse sur ATM	13	1

Tableau 2: Tableau par ordre décroissant des problèmes.

2^{ème} étape : Traçage du diagramme de Pareto en utilisant le programme EXCEL.

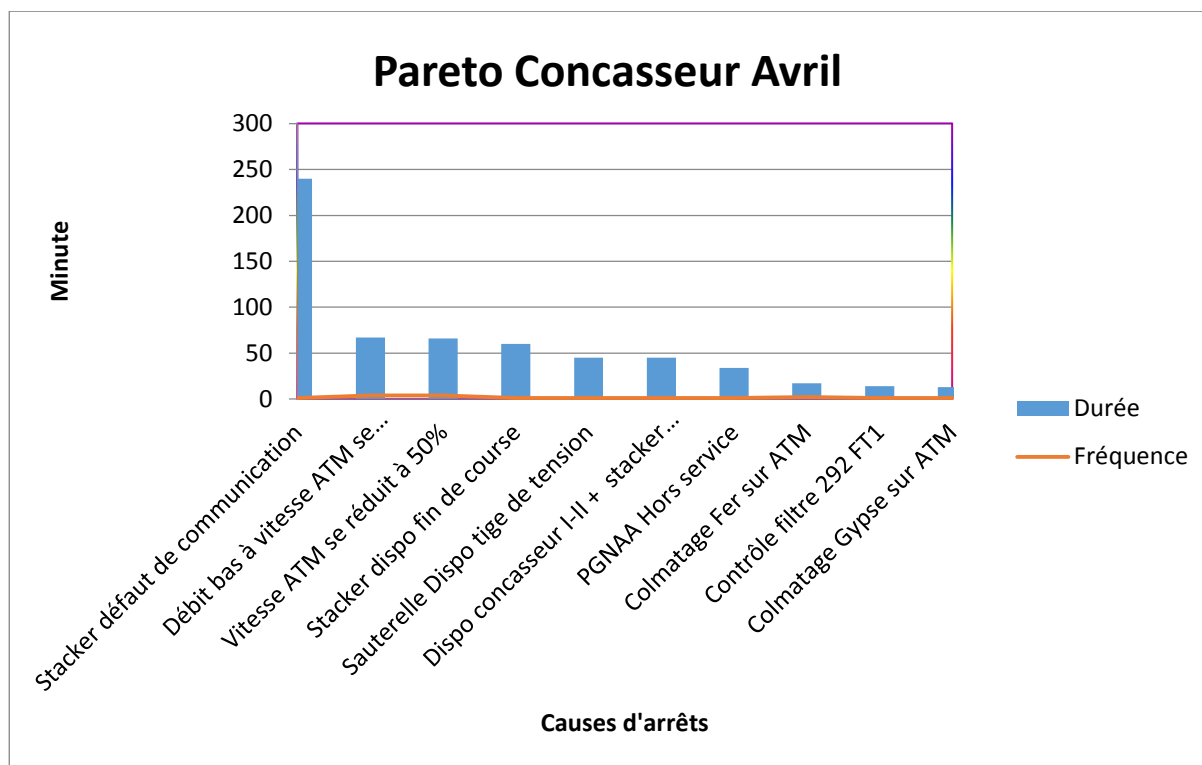


Figure 24: Diagramme de pareto du mois d'Avril.

6- Optimisation des coûts :

Le cimentier suisse Holcim a engagé un plan d'optimisation des coûts et annoncé le lancement d'un vaste plan de rationalisation de ses activités qui vise à augmenter son résultat opérationnel de 1,2 milliards d'euros.

❖ Le plan se concentre sur cinq objectifs :

- 1- Le recentrage sur les besoins de ses clients et l'innovation produit.
- 2- La réduction des coûts liés à la logistique.
- 3- L'amélioration de l'efficacité énergétique et le recours aux matières premières alternatives.
- 4- L'optimisation des process de production à tous les niveaux.
- 5- La réduction du recours aux services et consultants extérieurs.

Holcim Maroc annonce avoir amélioré «substantiellement» sa performance industrielle en 2013, malgré le contexte économique difficile. Cette annonce a été faite lors de la présentation de ses résultats annuels aujourd’hui à la Bourse de Casablanca. «Cette amélioration est due à une réduction des coûts de production et une optimisation des fonctions supports», indique le Groupe qui précise avoir réalisé un gain de coût de 100 MDH.

«Holcim Maroc a atteint ses objectifs de maîtrise de ses coûts grâce à d’importants efforts d’optimisation du rapport clinker/Ciment, de baisse de la consommation électrique, d’une rationalisation du processus de production et d’une augmentation sensible de la substitution thermique».

Chapitre IV:

Les impacts de la carrière sur l'environnement.

I. Introduction :

Comme toutes les activités humaines, l'exploitation d'une carrière ne se fait pas sans effets sur l'environnement. On peut classer ces effets en six catégories à partir desquelles on peut constituer une sorte de 'check-list' des points à surveiller pour éviter que les effets de l'exploitation ne se transforment en nuisances, pour les riverains ou pour l'environnement en général. L'évaluation des incidences sur l'environnement est précieuse pour définir les sources principales de problèmes éventuels, et cibler en conséquence les moyens qui amélioreront le plus efficacement la situation. Ces moyens de réduction des nuisances sont à préconiser au cas par cas, en fonction du type d'exploitation et de la sensibilité du milieu où la carrière développe ses activités.

II. Identification des impacts de la carrière sur l'environnement:

II-1 Les vibrations :

Les tirs en masse, on l'a vu, déclenchent une onde de choc qui a pour but de disloquer les roches; mais cette onde qui s'appuie sur le massif pour pousser la roche disloquée peut se propager au-delà des limites de l'exploitation et causer éventuellement des dégâts aux bâtiments voisins. Des normes ont été établies ISO 9001 et ISO 14001 qui fixent des seuils sous lesquels ce type de dégâts devient peu probable. Tous les bâtiments ne réagissent pas aux effets des tirs de la même façon. On comprend que la probabilité de voir apparaître des fissures diminue en proportion de la distance séparant le bâtiment du front d'abattage.



Figure 25: La transmission des vibrations dues aux tirs.

Toutes les roches ne transmettent, en effet, pas l'onde de choc de la même façon (l'onde s'amortit moins vite dans certains terrains que dans d'autres; les terrains imprégnés d'eau, par exemple, la transmettent particulièrement bien).

Accidentellement, un phénomène de résonance est toujours possible, et peut expliquer une vibration anormalement importante alors que le plan de tir a été respecté. La vibration fait par un tir n'est pas forcément proportionnel aux dégâts.

Enfin et surtout, l'importance de la vibration est liée à la charge instantanée (charge de chacun des instants programmés du tir). La fragmentation de celle-ci, par l'usage de retardateurs, réduit donc considérablement les effets du tir.

II.2 Le bruit :

Le bruit des tirs de mine est important mais ponctuel, le plus gênants sont les bruits de la foreuse, circulation des véhicules sur les pistes, des chutes de matériaux (chargement des camions).

II.3 La poussière :

La poussière provenant des carrières est inconfortable, il n'y a d'ailleurs pas de maladies professionnelles dues aux poussières par contre elles ont comme effets : une gêne respiratoire et des effets allergènes (allergie aux poussières). Ceci est valable aussi bien pour les poussières de roches crues (grès, calcaires, porphyres, argiles). Il n'empêche que le port des moyens individuels de protection est obligatoire notamment en présence de poussières.

II.4 Les effets sur le paysage :

Il est certain, comme toute exploitation à ciel ouvert, que l'impact sur le paysage est important en raison de la configuration finale du site.

II.5 Les effets sur la faune et la flore :

L'exploitation d'une carrière a des impacts temporaires sur la faune qui se traduit par une disparition ou une dégradation des habitats, le mode de vie de quelques oiseaux et un changement du comportement des espèces, d'où leur immigration vers les milieux protégés.

Les poussières occasionnées par le transport et le traitement des matériaux asphyxient et souillent la végétation du secteur, ces phénomènes s'accroissent avec le vent.

II.6 Effets sur les eaux souterraines:

Les activités d'excavation et de rabattement de nappe dans les carrières pourraient perturber les conditions hydrogéologiques naturelles et provoquer une baisse des niveaux d'eaux souterraines et des réductions de débits.

III. Mesures d'atténuation :

III-1 Les vibrations :

Les tirs doivent avoir lieu à horaire régulier et être annoncés par une sirène pendant trois minutes avant l'explosion et ce jusqu'à la vérification du résultat sur place (l'absence d'eau dans le sous-sol immédiat a aussi son importance).

III.2 Le bruit :

La réduction des émissions passe par des mesures adaptées à chaque source:

- limitation de la hauteur de chute sur les stocks des camions, fermeture de bâtiments (bardage),
- limitation de l'activité la nuit, tôt le matin et/ou tard le soir. Le futur exploitant devra respecter les horaires de travail et bien entretenir son matériel roulant et fixe.
- Les barrières végétales (haies, rideaux d'arbres) n'ont en revanche que peu d'effet réel sur la transmission du bruit.
- Enfin, tous les camions et engins de chantier doivent être équipés de pots d'échappement en bon état et au besoin d'un silencieux en diminuant leurs vitesse et éviter les surcharges.

III.3 La poussière :

Source	Prévention
➤ circulation des véhicules sur les pistes	✓ aspersion des pistes à l'eau par temps sec; limitation de la vitesse des véhicules circulant sur les pistes; ✓ limitation des distances à parcourir (par exemple, en déplaçant le concasseur au fur et à mesure de l'exploitation); si le matériau transporté le permet. ✓ remplacement du transport par camions par des bandes transporteuses.

➤ chutes de matières contenant des poussières	✓ diminution de la hauteur de chute. ✓ aspersion par temps sec si c'est compatible avec le produit.
➤ forage des trous de mines	✓ utilisation d'un système d'aspiration de la poussière.
➤ tirs	✓ un plan de tir correct limite la production de poussière.

Tableau 3 : les sources et les Préventions de poussières.

- La végétation capte assez bien la poussière. Un rideau végétal d'espèces non caduques suffisamment haut, dense et large entre la carrière et les zones habitées est donc toujours souhaitable.

III.4 Paysage, faune et flore :

En effet une bonne gestion de la réhabilitation (consiste à y restaurer l'écosystème un environnement proche ou plus forte naturalité) peut atténuer et même résoudre ces problèmes.

-il faut aménager le terrain de façon à limiter l'érosion et compaction du sol.

-Réduire les impacts de l'environnement.

-Vu le sens de l'exploitation, le terrain restera plat et les plantations des oliviers donneront un beau paysage.

Conclusion

L'expérience qu'on a acquis au cours de ce stage est très enrichissante, on a dû apprendre une nouvelle technologie et nous adapter aux besoins de l'entreprise.

Au début, en tant que stagiaires, on a pu découvrir le monde de travail, d'approfondir nos connaissances acquises pendant notre cursus d'études tant sur le plan pratique que sur le plan théorique.

On a traité dans ce rapport les points essentiels concernant le fonctionnement du travail dans l'usine de Holcim surtout le service carrière qui a une fonction très importante au sein de l'entreprise :

- L'extraction des matières premières et leurs natures (on a même assisté au tir).

- Suivre pas à pas les étapes de la fabrication de ciment.

- Comme on a acquis les procédures sécuritaire et technique à suivre c'est ainsi qu'on a observé la bonne organisation du travail menant vers une bonne mise en service.

On a ainsi pu comprendre comment les divers services d'une entreprise qui collaborent ensemble autour du projet et l'ensemble des moyens de communication entre ouvriers de terrains et cadres.

On garde après ce stage un excellent souvenir, il constitue désormais une expérience professionnelle valorisante et encourageante pour notre avenir.

Bibliographie :

www.Holcim.co.ma

www.holcim.fr

www.wikipedia.org

<http://environnement.wallonie.be>

<http://fr.slideshare.net/ramzielidrissi/rapport-de-stage-holcim?related=2>

<http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-56126-FR.pdf>

Rapport de la Maîtrise des matières premières et combustibles de Holcim. Page : 5,6.