الجمهوريـــة الـجزائريـــة الـديمقراطيـــة الـشعبيـــة
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
ⵜⴰⵎⴰⵡⴰⵙⵜ ⵎⵓⵍⵓⴷ ⵎⵄⵎⵔⵉ ⵜⵉⵣⵉ ⵡⵣⵓ جامعة مولود معمري
DEPARTEMENT DES SCIENCES GEOLOGIQUES

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Spécialité : Géologie Appliquée

Option : Ressources Minérales, Géomatériaux et Environnement

Intitulé

Identification et évaluation des impacts liés à l'industrie cimentaire en Algérie : Cas de la société des ciments de la Mitidja (SCMI) de Meftah, W. Blida.

Dirigé par :
Mr. MAKHLOUF Ali

Préparé par :
ZIDANE Hanane

Soutenu publiquement le : **20/09/2023** devant le jury composé de :

Mr. HAMIS Ahmed	MCB/UMMTO	Président
Mr. MAKHLOUF Ali	MCA/ UMMTO	Rapporteur
Mme. IZRI Dehbia	MAA/UMMTO	Examinatrice

2022-2023

Remercîment

Je tiens tout d'abord à remercier particulièrement et infiniment mon prof et promoteur **Mr Makhlouf Ali**, en lui présentant mes profonds respects de m'avoir conseillé, aidé, guidé, et pour son soutien tout au long mon parcours universitaire, pour sa patience et son grand rôle durant mon encadrement en réalisons ce travail qui ont été d'une utilité précieuse.

Je remercie le **DRH** et le **Chef de département** des stagiaires de la société des ciments de la Mitidja (S.C.MI) qui m'ont donné l'autorisation pour accéder à l'entreprise, et de m'avoir offert la possibilité de réaliser ce travail au sein de cette dernière.

Sans oublier mes encadrants de cette société le directeur de la carrière **Mr Mellouki Rachid** et l'ingénieur d'exploitation **Mr Dermouche Hamid** merci pour votre aide, et surtouts votre temps et disponibilité malgré vos occupations durant ma période de stage.

Je tiens à remercier aussi les membres de jury :

Mr Hamis et **Mme Izri** d'avoir accepté de juger, examiner et évaluer mon travail.

Dédicace

Que se travail traduit ma gratitude et mon affection a tous ceux qui me sont chers.

A ma très chère maman

Ma plus grande inspiration et influence, tu es un modelé de positivité et de joie pour moi, car tu n'as jamais failli à tes responsabilités et tu as toujours été là aux bons moments. Je te serais reconnaissante de tous ce que tu m'as apporté.

A mon très cher papa

Aucun mot ne suffit pour exprimer mon amour et ma gratitude, à toi mon papi, mon protagoniste ta présence calme mais forte était toujours là, tu es ma tour de force. Je ne te remercierai jamais assez d'être un exemple abracadabrant d'un véritable être humais dans ma vie.

Que dieu vous protège et vous offre une longue vie auprès de nous pleine de bonheur et de santé je vous aime.

A ma sœur, mon frère

Les bénédictions les plus précieuses de ma vie, leurs présences à mes cotes et leurs soutiens, je vous souhaite tous le bonheur, réussite, santé et la joie dans vos vies.

A ma famille mes chères cousins, cousines, mes amis et a toutes les personnes rencontrées au cours de ce cursus et chapitre universitaire.

LISTE D'ABREVIATIONS

SYMBOL	DESIGNATION
SCMI	Société des ciments de la Mitidja
Co_2	Gaz du dioxyde de Carbone
C	Carbon
Kg	Kilogramme
$Caso_4$	Sulfate de calcium
CaCO3	Carbonate de calcium
MgCO3	Carbonate de magnésium
Al_2O_3	Oxyde d'alumine
Fe_2O_3	Oxyde de fer
$CaSO_4\ 2H_2O$	Sulfate de calcium
Cm^3	Centimètre cube
G	Gramme
SiO_2	Quartz
CAO	Oxyde de
MgO	Oxyde de magnésium
K_2O	Oxyde de potassium
Na_2O	Oxyde de sodium
Cl	Chlore
C3S	Bellite
C2S	Allite
Fe_3^+	Fer
Al_3^+	Aluminium
GICA	Groupe industriel des ciments d'Algérie
DA	Dinar algérien
N°	Nord
Km	Kilomètre
KV	Kilovolt
V	Volt
SO	Sud-ouest
NE	Nord-est
NNE	Nord-nord-est
SSO	Sud-sud-ouest
ONO	Ouest-nord-ouest
ESE	Est-sud-est
Ha	Hectare
T	Tonne
Mm	Millimètre
S	Second
Tr	Tours
C_4 AF	Fellite
db	Décibel
Kwh	Kilowattheure

Liste des figures

Titre	Page
Figure 1 : Les étapes de fabrication de ciment voie humide et sèche.	**10**
Figure 2 : Image prise par Google Earth de la localisation de la cimenterie.	**16**
Figure 3 : Organigramme de SCMI.	**17**
Figure 4 : Diagramme qui montre la température annuelle moyenne pour la région de Meftah.	**19**
Figure 5 : L'estimation des précipitations totales moyennes pour la région de Meftah.	**19**
Figure 6 : Diagramme montrant la vitesse des vents.	**20**
Figure 7 : Rose des vents**.**	**20**
Figure 8 : Carte géologique de la région de blida (Extrait de la carte géologique au 1/500 000°.).	**24**
Figure 9 : Carte géologique de la Mitidja.	**28**
Figure 10 : Extrait de la carte géologique de la feuille de Larbaa au 1/50000.	**29**
Figure 11 : Coupe géologique NW-SE à travers le versant Nord du Djebel Zerouala.	**31**
Figure 12 : Image prise par google-Earth du gisement de calcaire de « Djebel Zerouala II ».	**32**
Figure 13 : Situation topographique du gisement de calcaire « Djebel Zerouala II » (Extrait de la carte topographique de Rouïba NJ-31-IV-33 Est Echelle 1 25 000).	**33**
Figure 14 : Carte géologique de 1970 de la carrière de Meftah.	**34**
Figure15 : Log litho stratigraphique du gisement.	**35**
Figure 16 : Plan d'état des lieux de la carrière.	**36**
Figure 17 : Image prise par Google Earth du gisement d'argile. Meftah.	**38**
Figure 18 : situation topographique du périmètre de permis d'exploitation de carrière d'argile. (Extrait de cartes topographiques ARBA N° 42– Echelle 1/ 50 000 -ème).	**38**
Figure 19 : Emplacement des sondages (SA01 au SA05) réalisés en 2022. (Image google Earth datée du 30/06/2022).	**39**
Figure 20 : Carrière de calcaire de Zerouala II.	**44**
Figure21 : la machine à foration (sondeuse).	**46**
Figure 22 : trou réalisé par la sondeuse.	**46**
Figure 23 : Chargement des trous.	**47**
Figure 24 : Préparation des détonateurs.	**48**
Figure 25 : l'éboulement du terrain après le tir.	**49**
Figure 26 : Exemple de résultat de mesures des vibrations et tirs de mines. (Volée 1).	**50**
Figure 27 : Débitage secondaire.	**51**
Figure 28 : Chargement du calcaire.	**51**
Figure 29 : Transport vers le concasseur.	**52**
Figure 30 : Calcaire vidé dans le concasseur.	**53**
Figure 31 : Transportation du calcaire concassé vers le hall de stockage à l'usine.	**53**
Figure 32 : vue externe du hall de stockage calcaire.	**53**

Liste des figures

Figure 33 : vue interne du hall de stockage.	**54**
Figure 34 : Gisement caractériser d'argiles versicolores (bleu, rouge, jaune).	**55**
Figure 35 *:* Atelier EMR.	**56**
Figure 36 : Zone cru.	**57**
Figure 37 : Atelier APS.	**59**
Figure 38 : Le broyage du mélange.	**60**
Figure 39 : atelier d'homogénéisation.	**60**
Figure 40 : La tour du pré chauffage et le four.	**61**
Figure 41 : Le refroidisseur.	**63**
Figure 42 : Silo de stockage clinker.	**64**
Figure 43 : Zone Ciment.	**65**
Figure 44 : Silos de stockage du ciment.	**66**
Figure 45 : Zone d'expédition.	**67**
Figure 46 : Expédition en sacs.	**67**
Figure 47 : Expédition en vrac.	**68**
Figure 48 : Seuils de risques et danger	**77**
Figure 49 : Les principales opérations générant des émissions de poussières	**79**
Figure 50 : Ecoulement d'huile usagée sur le sol	**80**

Listes des tableaux

Titre	Page
Tableau 1 : Principales catégories de ciment	**05**
Tableau 2 : Exigence mécaniques et physiques définies en termes de valeurs caractéristiques.	**06**
Tableau 3 : Composition chimique élémentaire de gypse de Meftah	**13**
Tableau 4 : Composition chimique élémentaire du calcaire ajout (Cas de la Cimenterie de Meftah)	**13**
Tableau 5 : Composition minéralogique du clinker	**13**
Tableau 6 : Les modules et composition minéralogique de Clinker de Meftah	**14**
Tableau 7 : Domaine d'utilisation de différents ciments.	**14**
Tableau 8 : Colonne stratigraphique de la région	**25**
Tableau 9 : Composition chimique moyenne générale du gisement.	**36**
Tableau 10 : Résultats d'analyse chimique.	**37**
Tableau 11 : Résultats d'analyse minéralogique	**40**
Tableau 12 : Résultats de Masse volumique Réel	**41**
Tableau 13 : Résultats de Masse volumique Spécifique	**42**
Tableau 14 : Récapitulatif de la production de la carrière d'exploitation du calcaire	**45**
Tableau 15 : Récapitulatif des données d'exploitation de chaque niveau de la carrière.	**45**
Tableau 16 : Paramètres à prendre en considération lors de l'abattage.	**47**
Tableau 17 : Récapitulatif de la production de la carrière d'exploitation d'argile.	**54**
Tableau 18 : Récapitulatifs d'exploitation.	**55**
Tableau 19 : Codes et explication des aspects environnementaux et leurs impacts.	**71**
Tableau 20 : Synthèse des codes numériques des trois aspects pour l'évaluation d'impact	**71**
Tableau 21 : Liste des déchets spéciaux y compris les déchets spéciaux dangereux	**73**
Tableau 22 : Consommation annuelle en huiles et lubrifiants.	**74**
Tableau 23 : Génération annuelle de déchets solides	**74**
Tableau 24 : Consommation des ressources (renouvelables et non renouvelables) durant l'année 2022	**75**
Tableau 25 : Niveaux sonores et limites de temps d'exposition quotidien maximum	**76**
Tableau 26 : Taux des nuisances sonores des équipements.	**76**
Tableau 27 : Taux des nuisances sonores au niveau des ateliers.	**76**
Tableau 28 : Sources d'émission de poussières	**78**

Sommaire

Remercîment
Dédicace
Liste des abréviations
Liste des figures
Liste des tableaux
Sommaire
Résumé
Introduction Générale…….....……1

Chapitre 1 : Généralité sur le ciment

1. Définition du Ciment ……...…3
2. Historique……. ……3
3. Différents types de ciment et leurs classifications……4
   3.1 Types de ciment…….…4
   3.2 Classes de résistances du ciment…….…6
4. La fabrication du ciment portland……..…6
   4.1 Extraction de la matière première …….…6
      4.1.1. Exploitation…….6
      4.1.2. Préparation mécanique (Concassage) ……7
   4.2 Fabrication du ciment……7
      4.2.1. Fabrication par voie sèche…….....7
      4.2.2. Fabrication par voie humide……9
      4.2.3. Fabrication par voie semi sèche…….....10
      4.2.4. Fabrication par voie semi humide……11
5. Les composantes de base de ciments……..11
   5.1 Matières première……11
      5.1.1. Calcaire……..11
      5.1.2. Les Eléments Argileux Calcaire…….11
      5.1.3. Les Argiles…….11
   5.2 Matériaux de Correction…….12
   5.3 Matières secondaire…….12
6. Principaux Constituants du Clinke…….13
7. Domaine d'utilisation de ciment……..……14
8. La Société des Ciments de la Mitidja « S.C.MI »……15
   8.1 Présentation……15
   8.2 Localisation……15
   8.3 Historique……...16

Sommaire

8.4 Mission et objectif……16
8.5 Utilité……16 8.6 Organisation……17.
9. Hydrographie de la région……18
9.1 Cours d'eau……...18
9.2 Hydrologie……18
9.3 Données climatologiques……18
9.3.1. Changement annuel de température Meftah……18
9.3.2. Changement annuel de précipitations – Meftah……19
9.3.3. Vitesse et rose des vents……19
10. Projet d'exploitation de la SCMI ……20
10.1 L'aspect juridique de l'exploitation minière dans la réglementation Algérienne……21
10.2 Permis minier, date de délivrance……21
10.3 L'aspect juridique sur les activités d'exploitation minière dans la réglementation Algérienne……21

Chapitre 2 : Géologie du gisement

1. Géologie et hydrogéologie de la région……23
1.1. Géologie régionale ……. 23
1.2. Lithologie stratigraphie : (de la wilaya de blida)……..23
1.3. Litho stratigraphie du gisement de calcaire de « Djebel Zerouala II » ……. ….24
1.4. Géomorphologie et Relief de la région…….26
1.5. Tectonique de la région…….....28
1.6. Hydrogéologie…… 30
2. Le gisement de Calcaire « Djebel Zerouala II »…….32
2.1. Situation géographique du gisement……32
2.2. Géologie du gisement……33
2.3. Caractéristiques qualitatives du gisement calcaire de Djebel Zerouala II……...37
2.3.1 Composition chimique……...37
2.3.2 Propriétés physiques…… 37
3. Gisement d'Argile « Douar Ouled Saïd »……38
3.1. Situation géographique du gisement…….38
3.2. Aperçue géologique du gisement d'argile…….....38
3.3. Travaux d'échantillonnages……..……39
3.4. Résultat de l'étude complémentaire…….39
3.4.1 Composition chimique…… 40
3.4.2 Composition minéralogique de la matière explorée…… 40

Sommaire

Chapitre 3 : Procès de fabrication du ciment

I. Extraction de la matière première (Zone carrière) ……43
1. Extraction du calcaire…….....43
3. Régime de l'exploitation de la carrière……..44
4. Exploitation du gisement calcaire……..45
4.1 L'opération des travaux d'exploitation ……45
4.2 Résultat de vibration de tir…….. 49
4.2.1 Les enregistrements sismiques……..49
4.5 Débitage secondaire ……50
4.6 Chargement ……51
4.7 Le transport ……..…51
4.8 Concassage et évacuation vers l'usine…….52
4.9 Stockages du calcaire à l'usine……53
5. Exploitation de la carrière d'argile……..54
5.1 Production annuelle et régime de fonctionnement de la carrière …… 54
5.2 Méthodes d'exploitation ……54
5.3 L'extraction …….55
5.4 Chargement ……. 56
5.5 Transport ……56
6. Département EMR (entretiens matériels roulants)……56
a. Les entretiens préventifs……56
II. Production du « Ciment Portland » ……..56
a. Le calcaire ……..57
b. L'argile ……57
c. Le Minerai de fer et le sable…….57
d. Le gypse ……..57
1. Zone cru …….....57
1.2 Hall calcaire ……..58
1.3 Hall argile ……58
1.4 Atelier pré broyage et séchage (APS)……58
1.5 Broyage cru …….....59
1.6 Atelier d'homogénéisation……. ……...60
2. Zone cuisson ……61
2.1 La tour du préchauffage…….....61
2.2 Le four……. ….62
2.3 Le refroidisseur…….63
2.4 Le concasseur……64
2.5 Transport du clinker……...64
3. Zone Ciment ……. ….65

Sommaire

3.1 Le remplissage des trémies (clinker, gypse, calcaire) …….66
3.2 Broyage du ciment…… ..66
4. Zone expédition……. 67
4.1 Expédition en sacs……. …….67
4.2 Expédition en vrac……68

Chapitre 4 : Evaluation des Impacts

1. Méthode utilisée pour l'évaluation des impacts……69
1.1. Identification des aspects environnementaux……... 69
1.2. Méthode d'évaluation d'impacts environnementaux……70
1.2.1. La gravité (importance) des impacts (G)……..71
1.2.2. La fréquence des impacts (F)…… .72
1.2.3. Niveau de Maitrise ou mesures de contrôles existants (NM)……..72
1.2.4. Conformité Règlementaire et/ou légale (CR)…….....72
2. Impacts liés à l'activité de l'exploitation du « SCMI »…….....73
2.1. Effet sur le cadre environnemental…….....73
2.1.1. Impact sur le site et le paysage …… 73
2.1.2. Génération des déchets ……73
2.1.3. Utilisation des Ressources …… ……74
2.2. Effet sur le cadre humain et santé……..75
2.2.1. Impact par le transport des matériaux…….....75
2.2.2. Impact par le bruit et vibration ……..75
2.2.3. Impact par les émissions atmosphériques……..78
2.2.4. Impact sur l'hygiène et sécurité……79
2.3. Effet sur le cadre physique……79
2.3.1. Impact sur l'hydrographie et l'hydrogéologie ……. 79
2.3.2. L'impact sur les écoulements des eaux et sol……80
2.4. Effet sur le cadre écologique ……80
2.4.1. Impacts sur la faune et la flore ……. 81
2.5. Autres effets ……81
3. Matrices d'impacts liés à l'exploitation du « SCMI » ……82
3.1. Aspect environnemental de la carrière de calcaire……82
3.1.1. Forage et abattage ……..…82
3.1.2. Chargement et transport ……..…. ..82
3.1.3. Dépotage et mise en pré stock……83
3.2. Aspect environnemental de la Carrière d'Argile……83
3.2.1. Extraction de la matière première ……..83
3.2.2. Chargement ……84
3.2.3. Dépotage et mise en pré stock ……84

Sommaire

3.3. Aspect environnemental de l'atelier EMR ……84
3.4. Aspect environnemental de l'atelier de fabrication « Clinker »…….....86
3.4.1. Concassage calcaire……86
3.4.2. Concassage argile……86
3.4.3. Concassage ajouts…….....87
3.4.4. Broyage cru…….....87
3.4.5. Cuisson…….…….88
3.4.6. Formation clinker……..……. 88
3.5. Aspect environnemental de fabrication du ciment ……..…….89
3.5.1. Broyage Ciment ……..……89
3.5.2. Expédition ……...…….. 90
3.6. Aspect environnementale de l'atelier de maintenance ……..……90

Chapitre 5 : Mesures d'atténuation

1. Introduction……. 93
2. Mesures d'atténuation……. 93
3. Mesures d'atténuation de la phase d'extraction de la matière première « Carrière »……94
3.1. Carrière calcaire……..94
3.2. Carrière argile……..…94
3.3. Chargement et transport ……....94
3.4. Atelier EMR, maintenance des engins mobiles……..94
4. Mesures d'atténuation de la phase de fabrication du ciment « Usine » ……95
4.1. « Clinker » ……..95
4.1.1 Concassage calcaire ……95
4.1.2 Concassage d'argile……...96
4.1.3 Concassage des ajouts ……..96
4.1.4 Broyage cru……97
4.1.5 Cuisson……. 97
4.1.6 Fabrication du Clinker ……..……... 98
4.2. « Ciment »……99
4.2.1 Broyage Ciments ……99
4.2.2 Expédition ……... .99
4.3. Atelier maintenance Mécanique de l'usine……100

Conclusion Générale……...…102

Résumé :

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'un projet de fin d'étude pour l'obtention d'un master en « Géologie Appliquée » Option « Ressources minérales, Géomatériaux et Environnement » de l'Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou (UMMTO). L'objectif de ce projet est de faire une étude environnementale et d'identifier les aspects environnementaux qui résultent des activités et d'opérations d'exploitation des matières premières au niveau des carrières, et la production du Ciment au niveau de fabrication du ciment.

Pour atteindre les objectifs fixés, un séjour a été organisé au niveau de la Société de Ciment de la Mitidja (SCMI) pour « la phase de production du ciment », la carrière d'extraction du calcaire appelée « Djebel Zerouala II », et à celle de l'argile à « Djebel Douar Ouled Said ».

La méthode utilisée est la matrice d'impact, plusieurs impacts ont été identifiés en utilisant cette méthode, on a : les vibrations ; émissions de poussières et de bruits ; génération des déchets solides, rejets liquides…etc.

Les résultats de cette étude nous ont permis d'avoir un état des lieux avec les différents aspects environnementaux les plus significatifs, d'établir un plan d'action avec des solutions et des mesures à prendre pour éliminer et/ou minimiser les effets négatifs sur l'environnement.

Mots-clés :

Bruit ; Calcaire ; Clinker ; Impact environnemental ; Rejets liquides ; SCMI.

Abstract :

This work is part of an end of studies project made in order to obtain a master's degree in « Applied Geology » option « Mineral Resources, Geomaterials and Environment », from the Mouloud Mammeri university of Tizi Ouzou (UMMTO). The objective of this work is to make an environmental study and identify all the environmental aspects resulting from the operations and activities of exploitation of Raw Materials at the quarry levels, and Cement manufacturing at the factory.

To achieve our goals, we've spent a period of time at the Mitidja Cement company SCMI,in order to observe the process that takes place in the « manufacturing phase ». We have discovered that the name of the quarry extraction of Limestone is « Djebel Zerouala II », as well as the Clay one which is known as « Djebel Douar Ouled Said ».

The method used is called the « Impact Matrix », a lot of impacts are identified using this method. Some of them are : vibrations, dust and noise emissions, generation of solid waste, liquid discharges, ...Etc.

The results of this study have allowed us to aquire an overall evaluation about the state in which places with significant environmental aspects are in, as well as to take action with certain solutions and measures, in order to eliminate and /or minimaze the negative effects these aspects have on the environment.

Key Words :

Noise ; Limestone ; Clinker ; Environmental Impact ; Liquid Discharges ; SCMI.

L'industrie cimentaire est la pierre angulaire dans le développement urbain de tous les pays. Principale matière première pour le bâtiment, le « ciment » est indispensable pour la construction et les travaux publics. La demande mondiale en ciment n'a cessé d'augmenter régulièrement, elle est passée de 1,370 milliards de tonne en 1994 à 4,6 milliards en 2016, et elle devrait dépasser les 5 milliards de tonne d'ici 2050 (planetoscope.com, 2023).

En plus de son importance économique, le secteur cimentaire est connu par son importante demande en ressources naturelles et son émission des polluants dans l'atmosphère. En effet, l'émission mondiale en CO_2 a dépassé en 2021 les 37,12 milliards de tonne dont le ciment à lui seul présente 3% (Ritchie and Roser, 2023).

En Algérie le secteur cimentaire est dominé par le groupe public appelé : le Groupe Industriel des Ciments d'Algérie (GICA). Actuellement, le groupe compte quatorze cimenteries en activité dont 12 entreprise publics, avec une capacité de production qui devait dépasser les 17 millions t/an en 2021 (algerie-eco.com, 2023). Avec la mise à niveau des anciennes usines et la rentrer au service des nouvelles usines, le secteur algérien du ciment, va enfin assurer son indépendance et passera vers la fin de 2018 à l'exportation du surplus (Ghoualmi, 2016).

Cette étude a pour but de faire une étude détaillée pour essayer de déterminer les principales caractéristiques techniques et environnementales de cette industrie. Les objectifs essentiels de l'étude sont de : déterminer les principaux entrants au procédé de fabrication du ciment ; identifier les émissions atmosphériques qu'ils lui sont liées; déterminer les principales sources de pollution dans le procédé de fabrication ; et enfin, proposer les mesures d'atténuation qui peuvent contribuer dans la réduction de l'impact de ce secteur sur l'environnement.

Pour atteindre nos objectifs, on a effectué un séjour au niveau de la Société des Ciments de la Mitidja (SCMI) située à Meftah, wilaya de Blida. Cette entreprise est une filiale du Groupe public GICA, son capital social est détenu à 65% par GICA et à 35% par le Groupe LAFARGE Financière. L'usine est dotée d'une ligne de production d'une capacité de production nominale qui peut atteindre 1,2 millions de tonnes par année.

Dans le but de mieux organiser le travail, ce mémoire suivra une démarche adaptée aux principaux objectifs du projet. Une première partie théorique qui est constituée de trois chapitres :

Le premier chapitre consiste à faire l'état de l'art de l'industrie cimentaire, ses différentes produits, leurs particularités, leurs compositions, et leurs méthodes de fabrication.

Le deuxième chapitre présent, le cadre géologique de la région où sont situés les gisements da calcaire et d'argiles (les matières premières nécessaires à la fabrication du ciment).

Le troisième chapitre sera à une description détaillée du procédé de fabrication du « Ciment Portland », dans ce chapitre on présentera les différentes opérations industrielles qui composent le cycle de vie du ciment, ainsi que les principaux entrants au procédé de fabrication.

La deuxième partie à son tour est constituée de deux chapitres :

Le quatrième chapitre consiste à réaliser une évaluation des impacts prévisibles à court, moyen et long terme du projet sur l'environnement, expliquer la méthode utilisée pour l'évaluation des impacts, identifier les différents impacts liés à l'activité de SCMI, et enfin, réalisée les matrices d'impacts de chaque unité de production.

Le cinquième et le dernier chapitre sera consacré aux différents mesures d'atténuation des impacts identifiés lors de l'étude (quatrième chapitre), les mesures seront présentées pour chaque impacts séparément, avec des recommandations pour mieux maitriser la gestion environnementale de l'entreprise.

Chapitre 1 :

Généralité sur le Ciment

1. Définition du Ciment

Le ciment est un liant hydraulique, c'est-à-dire que mélangé à l'eau, il forme une pâte fait prise et durcit (propriétés hydrauliques). Il est utilisé sous forme de poudre pour confectionner du béton ou du mortier.

Les ciments courants sont élaborés à partir d'un mélange d'environ 80% de calcaire et 20% d'argile, mélange qui est progressivement chauffé à une température voisine de 1450°C, puis brusquement refroidi. Au cours de ces opérations, s'enchaînent plusieurs réactions chimiques. Il en résulte le « Clinker »[1] qui, mélangé avec du gypse et éventuellement avec d'autres produits, puis finement broyé, donne le « **Ciment Portland »**.

D'autres types peuvent être obtenus en mélangeant ce clinker broyé avec des constituants, broyés également, qui présentent des propriétés hydrauliques ou pouzzolaniques : ce sont soit des laitiers de hauts fourneaux granulés, soit des cendres volantes ou encore des pouzzolanes, naturelles ou artificielles. Il existe, en outre, des ciments spéciaux, tels les alumineux ou les sur sulfatés.

Déjà utilisé dans l'Antiquité, le ciment présente des propriétés essentielles : rapidité, résistance, durabilité. Incontournable dans l'environnement industriel, ce matériau polyvalent se décline sous différentes formes. En construction, chaque ciment a ses propriétés particulières et s'utilise de manière spécifique.

2. Historique

Dans la préhistoire et au début de l'Antiquité, les maçonneries étaient soit liées à l'argile, soit réalisées sans liant, comme les murs pélasgiques de Grèce ou les murs Incas. À Babylone, les maçonneries de briques étaient liées au bitume. Les Égyptiens utilisèrent pour les pyramides, notamment, un plâtre grossier produit par cuisson d'un gypse (sulfate de calcium) impur. Les Grecs furent parmi les premiers constructeurs employant la chaux obtenue par cuisson du calcaire (carbonate de chaux). Les Romains se servirent beaucoup de la chaux dans leurs constructions, mais améliorèrent ce liant dès le 1er siècle avant J.-C., en l'additionnant de pouzzolane soit naturelle comme les cendres volcaniques actives, soit artificielles comme les briques pilées. Ils obtinrent ainsi un liant hydraulique, appelé ciment romain, qui est en fait intermédiaire entre une chaux et un véritable ciment. Celui-ci permit de construire de grands

[1] Clinker : Constituant du ciment obtenu par calcination d'un mélange d'acide silicique d'alumine, d'oxyde de fer et de chaux. Moulu puis additivé avec des laitiers de hauts-fourneaux par exemple, le clinker sert à fabriquer le ciment, entrant lui-même dans la liste des constituants du béton.

ouvrages hydrauliques, tel le pont du Gard, ou maritimes tels les ports (Lafarge.fr).

Aucun progrès ne fut accompli sur les liants pendant le Moyen Âge, dont les principales constructions – cathédrales, châteaux... – doivent leur réussite surtout aux progrès réalisés dans l'art de tailler et d'assembler les pierres.

C'est seulement au 18ème siècle, les procédés de cuisson s'améliorant, que des chaux hydrauliques, intermédiaires entre les chaux et les ciments, furent produites. En 1756, l'Anglais « Smeaton », en mélangeant celles-ci avec des pouzzolanes, obtint un mortier aussi dur que la pierre de Portland. Cette élaboration fut reprise par ses successeurs. Ainsi fut introduite progressivement dans le langage l'appellation de « Ciment Portland ».

En 1817, le Français Louis Vicat, étudiant scientifiquement et non plus empiriquement, comme ses prédécesseurs, les chaux hydrauliques, découvrit les principes chimiques des ciments et définit leurs règles de fabrication. Aussi en est-il considéré comme l'inventeur.

En 1824, l'Anglais Aspdin prit un brevet pour la fabrication d'un ciment de Portland, mais celui-là comportait encore beaucoup de points obscurs. C'est seulement en 1845 que l'Anglais Johnson indiqua de façon précise les règles de fabrication de ce produit. À la fin du XIXe siècle, en France, Le Chatelier étudia la composition chimique des divers constituants des ciments ; son œuvre fut perfectionnée et achevée par l'Américain Bogue au XXe siècle.

En 1890, on comprit l'intérêt du laitier granulé ajouté au ciment, et, après 1945, celui des cendres volantes. Les ciments spéciaux sont d'invention plus récente : le ciment alumineux fut découvert par Bied, en 1908.

3. Différents types de ciment et leurs classifications

3.1 Types de ciment

Les ciments peuvent être classés suivant leur résistance, leur composition. Ainsi, ils sont divisés en plusieurs catégories :

Le CEM I (Ciment Portland) est un ciment adapté pour la conception de béton armé ou précontraint car il offre un niveau de résistance élevé (Dahri Lila, 2019).

Les CEM II A ou B (Ciment Portland Composé) ont pour particularité d'être très maniables. Ils sont donc utilisés dans les travaux d'usage courant tels que pour les chapes traditionnelles ou bien pour les enduits simples (Dahri Lila, 2019).

Les CEM III A, B ou C (Ciment de Haut-fourneau) sont adaptés à des environnements

difficiles, ils sont réputés pour être durables (Dahri Lila, 2019)

Les CEM IV A ou B (Ciment de type pouzzolanique) sont également adaptés à un milieu agressif, idéals pour des structures hydrauliques (Dahri Lila, 2019).

Les CEM V A ou B (Ciment Composé) ont les mêmes propriétés physiques que les CEM III mais pas les mêmes constituants (Dahri Lila, 2019).

Tableau 1 : Principales catégories de ciment (Festa et Dreux, 98)

Désignations	**Types de ciments**	**Teneur en clinker**	**Teneur en (%) de l'un des constituants suivants : laitier - pouzzolanes - cendres - calcaires - schistes -fumées de silice**	**Teneur en Constituants secondaires**
CPA-CEM I	Ciment Portland	95 à 100%		0 à 5 %
CPJ-CEM II/A	Ciment Portland composé	80 à 94 %	De 6 à 20 % de l'un quelconque des constituants, sauf dans les cas où le constituant est des fumées de silice auquel cas la proportion est limitée à10 % ; de 21 à 35 % avec les mêmes restrictions que ci-dessus.	0 à 5 %
CPJ-CEM II/B		65 à 79 %		0 à 5 %
CHF CEM III/A	Ciment de haut fourneau	35 à 64%	36 à 65 % de laitier de haut fourneau.	0 à 5 %
CHF-CEM III/B		20 à 34 %	66 à 80 % de laitier de haut fourneau.	0 à 5 %
CLK-CEM III/C		5 à 19 %	1 à 95 % de laitier de haut fourneau.	
CPZ-CEM IV/A	Ciment pouzzolane	65 à 90 %	10 à 35 % de pouzzolanes, cendres siliceuses ou fumées de silice, ces dernières étant limitées à 10 %.	0 à 5 %
CPZ-CEM IV/B		45 à 64 %	36 à 55 % comme ci-dessus	0 à 5 %
CLC-CEM V/A	Ciment au laitier et aux cendres	40 à 64 %	18 à 30 % de laitier de haut fourneau et 18 à 30 % de cendres siliceuses ou de pouzzolanes.	0 à 5 %
CLC-CEM V/B		20 à 39 %	31 à 50 % de chacun des 2 constituants comme ci-dessus.	0 à 5 %

3.2 Classes de résistances du ciment

Les ciments sont répartis en trois classes de résistances ; 32.5 - 42.5 - 52.5, définis par la valeur minimale de la résistance caractéristique du ciment à 7 et à 28 jours (Tebina, 2022).

La résistance du ciment est déterminée sur des éprouvettes de mortier de ciment (Mortier normalisé ; sable/ ciment/ Eau). A chaque classe de résistance courante, correspondent trois (3) classes de résistance à court terme : (ZIAT NAHLA)

• une classe de faible résistance à court terme, notée ;

• une classe de résistance à court terme ordinaire, notée N ;

• une classe de résistance à court terme Elevée, notée R.

Tableau 2 : Exigence mécaniques et physiques définies en termes de valeurs caractéristiques.

Classe de résistance	**Résistance à la compression Mpa**				**Temps de début de prise**	**Stabilité (expansion)**
	Résistance à court terme		**Résistance courante**			
	2 jours	**7 jours**	**28 jours**		**Min**	**Mm**
32.5 LA	-	≥12.0	≥32.5	≤52.5	≥75	≤10
32.5 N	-	≥16.0				
32.5 R	≥10.0	-				
42.5LA	-	≥16.0	≥42.5	≤62.5	≥60	
42.5 N	≥10.0	-				
42.5 R	≥20.0	-				
52.5 LA	≥10.0	-	≥52.5	-	≥45	
52.5 N	≥20.0	-				
52.5 R	≥30.0	-				
a – Classe de résistance uniquement pour les ciments CEM III						

4. La fabrication du ciment portland

4.1. Extraction de la matière première

4.1.1. Exploitation

L'extraction consiste pour le **calcaire**, à abattre la roche à l'explosif, dans des carrières à ciel ouvert, de façon à la fragmenter en blocs qui sont chargés ensuite dans des dumpers pour alimenter des concasseurs. Alors que l'**argile**, beaucoup plus meuble, est exploitée au moyen d'excavateurs ou de roues-pelles avant d'être transportée par camions (toutsurlebeton.fr, 2023).

4.1.2. Préparation mécanique (Concassage)

Les matériaux extraits des carrières (roches calcaires et argile) présentent des granulométries grossières allant jusqu'au 1000mm (toutsurlebeton.fr, 2023).

Le **concassage**, qui est effectué le plus souvent sur les lieux mêmes de l'extraction, a pour but d'en limiter la granulométrie à 50 jusqu'à 100 mm au maximum. Les concasseurs utilisés à cette fin peuvent être fixes ou mobiles (toutsurlebeton.fr, 2023).

4.2. Fabrication du ciment

4.2.1. Fabrication par voie sèche

a. Préparation de la matière première

La matière première du ciment, qui est un mélange de calcaire et d'argile, est appelée « **cru** » ou « **farine** ».

La préparation du cru au cours de laquelle on réalise le **mélange homogène du calcaire et de l'argile** dans des proportions définies en fonction de leurs compositions chimiques particulières, mais toujours proches du rapport 80 de calcaire pour 20 d'argile, peut être réalisée suivant différents procédés : par voie sèche, par voie humide, par voie semi - sèche ou bien par voie semi-humide.

La préparation du cru par voie sèche comporte les phases suivantes :

- **Pré homogénéisation :** cette phase qui a pour but de réaliser un mélange préliminaire, consiste à déposer les matériaux constitutifs du cru en couches successives, de faible épaisseur, formant le « tas de pré homogénéisation ».
- **Broyage-séchage :** repris à l'aide d'une roue-pelle, le mélange précédent est envoyé à la station de broyage afin d'être séché et broyé en une poudre de grains inférieurs à 160 microns.
- **Séparation :** cette phase consiste à renvoyer au broyeur les particules insuffisamment broyées et à récupérer les fines contenues dans les gaz.
- **Homogénéisation :** c'est au cours de cette phase que grâce à un brassage pneumatique ou mécanique vigoureux, peut être obtenu un produit parfaitement homogène, de caractéristiques chimiques uniformes, apte à être cuit et donner une bonne qualité du ciment.

b. La cuisson

Le cru est ensuite cuit dans un four rotatif légèrement incliné dont les dimensions sont de l'ordre de 5m de diamètre et de 80 à 100m de longueur.

Le cru est introduit dans un four pour y être cuit à une température comprise entre 1400 et 1500°C. La cuisson, qui génère des émissions de CO_2, permet la transformation du cru en « **Clinker** ».

Le cycle du traitement comporte les phases suivantes :

- **Le préchauffage** qui s'effectue dans un échangeur de chaleur situé à l'amont du four (tour de préchauffage), les gaz chauds provenant du four y brassant la farine à contre-courant ;
- **La décomposition des argiles** qui se situe au-dessus de 500°C ;
- **La décarbonatation des calcaires** qui s'effectue à 950°C dans la partie médiane du four dont les températures sont comprises entre 550 et 1000°C ;
- **La formation du clinker** ou clinkérisation à 1450°C qui s'effectue en partie aval du four près du brûleur (zone de clinkérisation).
- A la fin de la cuisson, le clinker se présente sous la forme de **granules** de la taille d'un pois ou d'une noix.

c. Le refroidissement

Cette opération a pour but d'abaisser la température du clinker qui est de l'ordre de 1200 à 1450°C à la sortie du four, à environ 50/250°C suivant les types de refroidisseurs.

d. Le broyage

Le broyage est réalisé en continu dans des broyeurs alimentés à partir des stocks de clinker et des différents constituants et ajouts.

Le broyage a pour objectif, d'une part de réduire les granules de clinker en poudre, d'autre part de procéder à l'ajout de gypse (dont le rôle est de réguler la prise), ainsi qu'à celui des éventuels autres constituants (filler calcaire, laitier, cendres…), ce qui permet d'obtenir les différents types de ciments normalisés.

e. Stockage, ensachage et expédition

A partir de la sortie du broyeur, le ciment est transporté vers des silos de stockage, pour être soit **ensaché** (sac de 25 kg ou 35 kg) soit expédié en **vrac**.

L'ensachage s'effectue dans des sacs en papier kraft à l'aide de machines capables de remplir 2000 à 4000 sacs par heure.

La livraison en vrac est assuré par camions citernes, wagons ou autre moyen de transport.

4.2.2. Fabrication par voie humide

Cette voie est utilisée depuis longtemps. C'est le procédé le plus ancien, le plus simple mais qui requiert le plus d'énergie.

Dans ce procédé, le calcaire et l'argile sont broyés finement et mélangés avec l'eau de façon à constituer une pâte assez liquide (28 à 42% d'eau). On brasse énergiquement cette pâte dans de grands bassins de huit à dix mètres de diamètre

La pâte est ensuite entreposée dans de grands bassins de plusieurs milliers de mètres cubes de capacité, où elle est continuellement malaxée et homogénéisée. Ce mélange est appelé le cru. Des analyses chimiques permettent de contrôler la composition de cette pâte, et d'apporter les corrections nécessaires avant sa cuisson.

La pâte est ensuite acheminée à l'entrée d'un four rotatif, chauffé à son extrémité par une flamme intérieure. Ce four rotatif légèrement incliné est constitué d'un cylindre d'acier dont la longueur peut atteindre deux cents mètres. On distingue à l'intérieur du four plusieurs zones, dont les trois principales sont :

- Zone de séchage.
- Zone de décarbonatation.
- Zone de Clinkérisation.

Le clinker à la sortie du four, passe dans des refroidisseurs (trempe du clinker), dont il existe plusieurs types comme les refroidisseurs à grille, ou à ballonnets. La vitesse de trempe a une influence sur les propriétés du clinker (phase vitreuse).

Quelle que soit la méthode de fabrication, à la sortie du four, on obtient un même clinker qui est encore chaud, d'environ 600 à 1 200 °C. Il faut ensuite le broyer très finement et très régulièrement avec environ 5% de gypse CaSO afin de « régulariser » la prise.

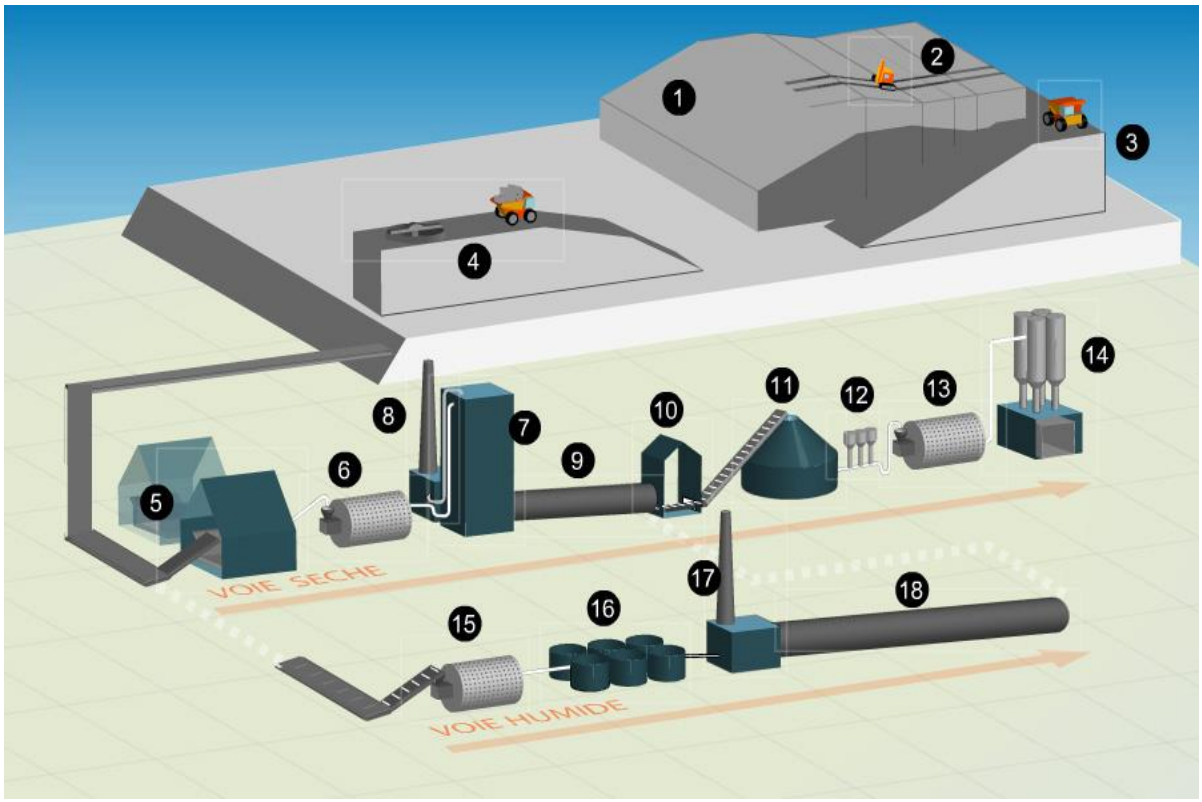
Le broyage est une opération délicate et coûteuse, non seulement parce que le clinker est un matériau dur, mais aussi parce que même les meilleurs broyeurs ont des rendements énergétiques déplorables.

Les broyeurs à boulets sont de grands cylindres disposés presque horizontalement, remplis à moitié de boulets d'acier et que l'on fait tourner rapidement autour de leur axe (20t/mn) ; le ciment y atteint une température élevée (160 °C), ce qui nécessite l'arrosage extérieur des broyeurs. On introduit le clinker avec un certain pourcentage de gypse dans la partie haute, puis

on récupère la poudre dans la partie basse.

Lors du broyage à circuit ouvert, le clinker ne passe qu'une fois dans le broyeur. Lors du broyage en circuit fermé, le clinker passe rapidement dans le broyeur, puis à sa sortie, est trié dans un cyclone. Le broyage a pour but de réduire les grains du clinker en poudre, et de permettre l'ajout du gypse (environ 4%) pour réguler quelques propriétés du ciment Portland, comme son temps de prise et de durcissement.

A la sortie du broyeur, le ciment est à une température environ de 160 °C, et avant d'être transporté vers des silos de stockage, il doit passer au refroidisseur à force centrifuge pour que sa température soit maintenue à environ 65 °C.



1. Carrières (calcaire, argile)	7. Filtre	13. Broyage ciment
2. Sondeur	8. Préchauffage	14. Silos à ciment, expédition
3. Dumper	9. Four rotatif	15. Broyage
4. Concassage	10. Refroidisseur	16. Délayage et homogénéisation
5. Pré homogénéisation	11. Stockage clinker	17. Filtre
6. Broyage	12. Ajouts	18. Four

Figure 1 : Les étapes de fabrication de ciment voie humide et sèche. (Febelcem.be, 2023)

4.2.3. Fabrication par voie semi sèche

La méthode de fabrication du ciment par voie semi - sèche est une dérivée de la voie sèche. Sa particularité réside dans une manipulation supplémentaire : la farine est transformée en

"granules" par humidification dans de grandes assiettes rotatives inclinées avant d'être introduite dans le four (bricolage-conseil.fr, 2023)**.**

4.2.4. Fabrication par voie semi humide

La fabrication du ciment par voie semi-humide est une dérivée de la voie humide. Elle commence comme la précédente, mais avant d'être introduite dans le four, la pâte est débarrassée d'une partie de son eau grâce à des filtres-presses (bricolage-conseil.fr, 2023).

5. Les composantes de base de ciments

5.1 Matières premières

Les matières premières sont nécessaires à la fabrication du ciment sont le calcaire et l'argile. Ces matériaux sont extraits par détonation, et ils sont transportés par des bulldozers et de gros camions vers le concassage pour les transformer de grosses roches en pierres de petit diamètre.

5.1.1 Calcaire

Le calcaire est essentiellement constitué de carbone de calcium qui existe à l'état pur sous de variétés cristallisées de calcite et d'aragonite. On classe les calcaires comme suit :

a. Calcaire Dur : On attribue ce nom au calcaire contenant un minimum de 80% en $CaCO_3$ et maximum de MgCO3. Le calcaire dur, renferme de faible proportion d'impureté de quartz, d'oxyde de fer. Les calcaires durs sont imperméables à l'eau.

b. Calcaire Mou (Craie) : La craie exploitée, par exemple, s'est formée il y a 80 millions d'années par l'accumulation de coquilles de plancton appelés coccolites. Les précipitations de ($CaCO_3$) ont cimenté ces organismes entre eux avec un peu d'argile et de silice. Le calcaire mou contient un maximum de 90% en ($CaCO_3$). Il est une variété de calcaire friable, les impuretés sont en proportion secondaires.

5.1.2 Les Eléments Argileux Calcaire

Ils contiennent les éléments principaux nécessaires à la fabrication de ciment mais ils Doivent être corrigés par des ajouts de calcaire pour être conformes aux normes.

5.1.3 Les Argiles

Elles sont constituées surtout de minéraux très petits à structures en feuilles ceci explique leur tendance à absorber l'eau et leur plasticité.

L'argile est une roche de couleur variable suivant les oxydes qu'elle contient. Lorsqu'elle est humide, elle dégage l'odeur caractéristique de la terre mouillée, elle se Disperse facilement dans l'eau à cause du gonflement de ses particules de liaisons entre elle, et à cause de sa plasticité.

Les argiles sont des produits composés de roches siliceuses principalement de Feldspaths qui sont des silicates doubles d'aluminium et d'un métal alcalin ou alcalinoterreux.

5.2 Matériaux de Correction

Malgré la grande diversité de matériaux siliceuse et calcaire, la cimenterie doit parfois Introduire d'autre composant dans le mélange cru :

- Pour combler un déficit des matériaux en Al_2O_3.
- Pour fabriquer un ciment de composition particulière tel que le ciment blanc ou à prise rapide, on a recours aux matériaux de correction.

- **Minerai de fer (Fe_2O_3) :** Les sources sont les résidus de grillage de pyrite pour la Fabrication de l'acide sulfurique, les poussières récupérées des hauts fourneaux où Des convertisseurs en métallurgies.
- Le sable n'est pas une matière première mais il est néanmoins utilisé dans certains Cas où il est nécessaire d'ajouter la silice quand elle manque dans la composition Chimique tel que la cimenterie de Meftah.

5.3 Matières secondaires

a. Le gypse : $CaSO_4\ 2H_2O$

Masse volumique : $2{,}32 g/cm^3$ à 25°C

La solubilité du gypse est de 2,1g/1000g d'eau (maximum) aux environs de 38°C, elle Retombe à 1,69g à 100°C.

Le gypse dans le ciment, permet l'ouvrabilité du mortier ou du béton, en retardant là Prise. La déshydratation du gypse en fonction de la température dépond :

- De la température ;
- De la pression de vapeur d'eau au contact de la matière ;
- De la finesse du gypse ;
- De la présence d'impuretés en faible proportion.

La composition chimique de gypse après broyage est montrée dans le tableau

Tableau 3 : Composition chimique élémentaire de gypse de Meftah

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CAO	MgO	SO_3	K_2O	Na_2O	Cl-	PF	H2O
8.78	2.95	1.12	29.92	3.91	29.14	0.48	1.45	0.011	22.08	13.89

b. Calcaire ajout

L'analyse chimique d'un échantillon moyen prélevé à fait ressortir les résultats suivants.

Tableau 4 : Composition chimique élémentaire du calcaire ajout (Cas de la Cimenterie de Meftah)

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CAO	MgO	SO_3	K_2O	Na_2O	Cl-	PF
4.36	1.70	0.64	52	0.27	0.01	0.11	0.01	0.010	40.74

c. Produit Semi-fini « Clinker »

Le Clinker est un produit renfermant. En majeur partie des calciums obtenus par Cuisson jusqu'à a fusion partielle, (Clinkérisation) d'un mélange dosé et homogénéisé de Matières constituées principalement de chaux (CaO), et de silice (SiO_2) en proportion Moindre, d'alumine (Al_2O_3) et d'oxyde de fer (Fe_2O_3). Il présente des propriétés Hydrauliques :

La régularisation de la composition du Clinker est obtenue par le contrôle contenu des matières premières (calcaire, argile, bauxite, pyrite) dont on combine les proportions de matière à obtenir un mélange final composition convenable.

Les principaux constituants du Clinker portland se trouvent dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Composition minéralogique du clinker

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	K_2O	Na_2O	Cl-	PF	CaO Lib	Ins
23.09	**5.36**	**3.86**	**64.6**	**0.73**	**0.28**	**0.74**	**0.16**	**0.009**	**0.80**	**0.46**	**0.26**

6. Principaux Constituants du Clinker

a. Silicate tricalcique : Alite « C3S » : 60 à 65%.

Le « C3S » se trouve en très grande proportion dans le « CPA ». C'est l'élément actif du ciment artificiel. Il confère au ciment les résistances initiales à 28 jours de durcissement. Au microscope, il apparaît dans le clinker sous forme de grains de mêmes dimensions, à couleur bien marquée **(**Benguedouar and Bogue, 2013).

b. Silicate Bi calcique : Bélite « C2S »

Est responsable des résistances mécaniques à longue échéance. La Bélite dans les Clinkers, correspond en général à C2S-β et plus rarement à C2S-α et C2S-ά. Un refroidissement lent donne des produits de décomposition. Dans les Clinkers industriels et en raison de trempe qui se produit dans les refroidisseurs, la transformation de C2S-β en C2S-Ɣ a très peu de chance d'avoir lieu **(**Benguedouar and Bogue, 2013).

c. Aluminate tricalcique : Célite : « C3A » 1 à 13%

Il confère au ciment une très bonne résistance initiale à 1 ou 2 jours de durcissement. Mais par la suite, il influe très peu sur cette dernière. Il est sensible aux eaux de mer à cause des sulfates qu'il contient. Il forme avec les sulfo - aluminates de chaux, les sels de Candlot, souvent très expansifs. La réaction d'hydratation est fortement exothermique.

d. C4AF :

C4AF est une solution solide, dont les éléments extrêmes sont ses combinaisons C2F et C2A. Dans cette même série existe les solutions solides C6AF2, C4AF et C6A2F. On peut considérer que dans la forme C4AF, il y a eu remplacement des ions Fe_3^+ Par des ions Al_3^+.

e. Chaux Libre

Chaux libre, présente dans les Clinkers jusqu'à 1.5%. Provient de l'excédent de CaO. La de gros cristaux de calcite (100µ). Décomposition de l'alite au cours de refroidissement (si la taille de CaO est 1 à 5µ).

MgO > 5%, apparait le péri clase.

Tableau 6 : Les modules et composition minéralogique de Clinker de Meftah

LSF	MS	MAF	C3S	C2S	C3A	C4AF
86.67	2.5	1.39	45.28	31.31	7.67	11.73

7. Domaine d'utilisation de ciment

Tableau 7 : Domaine d'utilisation de différents ciments. (NARIMENE TEBINA)

Ciment	Désignation	Utilisation	Contre-indication
Ciment Portland **Ciment composé**	**CEMI** **CEMII**	Tous travaux de béton armé -Bonne résistance -Décoffrage rapide (Préfabrication) -Bétonnage par temps froid	-Présence d'eaux agressifs -Travaux souterrains -Bétonnage en grande masse

Ciment au laitier et Pouzzolanique Ou au laitier et cendre.	**CEM III** **CEM IV** **CEM V**	- Béton de masse (barrage) - Béton de fondation (sol agressif) - Bétonnage en temps chaud - Eau usée -Travaux souterrains -Réservoir d'eau	- Bétonnage par temps froid -Béton préfabriqué - Résistance à jeune âge élevée

8. La Société des Ciments de la Mitidja « S.C.MI »

8.1 Présentation

La société des Ciments de la Mitidja (S.C.MI) est une filiale du Groupe Industriel des Ciments de l'Algérie (GICA). Avant 1998 la S.C.MI été une filiale de l'Entreprise Régionale du Ciment Centre (ERCC).

En 1998 la SCMI comprend une seul unité « La cimenterie de Meftah ». En Septembre 2008 la S.C.MI entre en partenariat avec groupe Lafarge (35% Lafarge et 65% S.C.MI.) et un contrat de management de 10 ans « S.C.MI – Lafarge ». En 2016 la S.C.MI devienne « S.C.MI – Lafarge Holcim » après la fusion. En 2018 La S.C.MI reprenne son management (Fin de contrat). **(**SCMI, 2012**)**

La cimenterie de Meftah est l'une des 14 cimenteries du Groupe (G.I.C. A) avec un capital social de 1.400.000.000 DA.

Sa principale activité est la production et la commercialisation du ciment par an avec un effectif globale de 490 salariés.

Elle est en activité depuis plus de 46 ans, c'est l'une des filiales du Groupe industriel des ciments d'Algérie (GICA) car elle est considérée parmi les plus grandes entreprises Algériennes dans le domaine de la production et la commercialisation des ciments ordinaires.

8.2 Localisation

La SCMI est implantée dans la commune de Meftah, daïra de Meftah, wilaya de Blida, localisée à proximité de la route nationale N° 29 reliant la commune de Meftah à celle de Khmis El - Khechna à l'Est et l'Arabaa à l'Ouest. Elle est située à 27 Km d'Alger principal port l'Algérie, et 10 Km de la plus proche gare d'Oued – Samar, et à une quinzaine de kilomètres de l'aéroport international d'Alger (GICA, 2022).

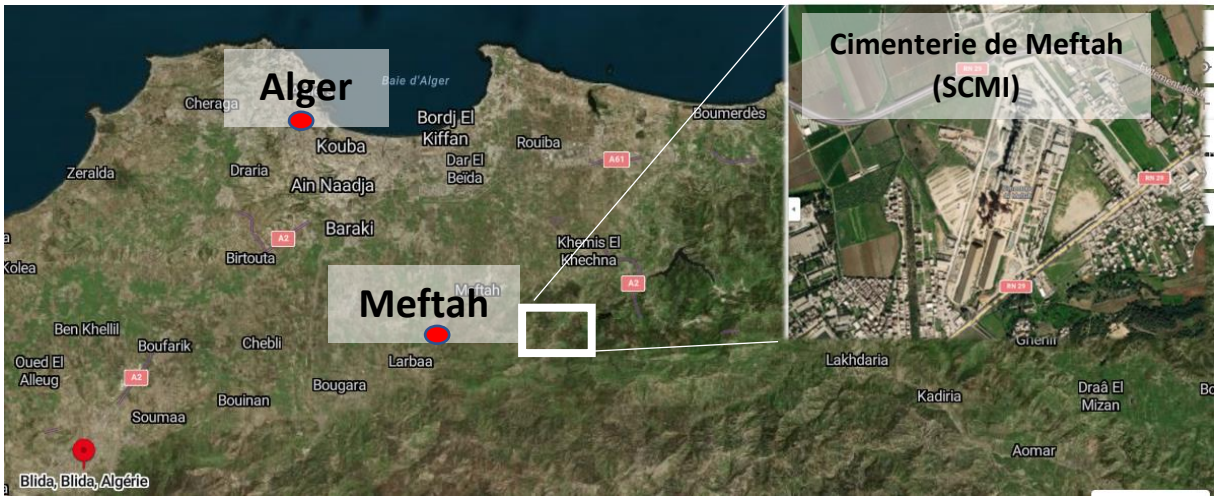


Figure 2 : Image prise par Google Earth de la localisation de la cimenterie.

8.3 Historique

La SCMI est implantée dans la commune de Meftah Wilaya de Blida, l'usine est située à 60 m au-dessus du niveau de la mer, la carrière à 150 m. le projet est inscris dans le cadre du plan quadriennal 1970-1973 ; il a été individualisé par décision N°71-20 DI du 10 mars 1971. La supervision du projet été assurée par l'ingénieur Conseil Canadien Surveyer Nenniger et Chenevert (S.N.C). La superficie totale de l'usine est de : 429 601 m², avec une capacité de production nominale située à (01) Million de tonnes /an.

Les principaux constructeurs de l'usine sont : Kawasaki Heavy Industries LTD (K.H.I) Japan ; Fives Cail Babcock (F.C.B) ; SNC (engineering) Canada ; SNATPB (Génie civil) Algérie ; SIEMENS (Moteurs, Automatisme) RFA ; SN METAL (Charpente) Algérie ; FCB (Four) France.

La mise en service de l'usine a été réalisée graduellement, plusieurs dates clés ont marquées l'histoire de l'usine. En 31 Janvier 1975 : démarrage de cru, le 06 Mai l'allumage du four. Le 1er Septembre : début de production, et le 6 Novembre la commercialisation du premier sac du ciment.

8.4 Mission et objectif

La SCMI a un caractère productif et commercial, la qualité de son produit ciment C.E.MII/A-L 42.5 N et son organisation lui permis de gagner la confiance de ces clients et réaliser des performances malgré une situation conjoncturelle néfaste.

8.5 Utilité

En matière d'énergie électrique, la cimenterie de Meftah est alimentée par deux lignes de 60

KV et de 2500 KVA, la ligne de l'Arabaa et celle d'Alger est. La tension de sortie est de 5,5 KV. Les tensions utilisées sont :

La haute tension de 5,5 KV, la moyenne tension de 380 V et la basse tension de 220V.

En cas de coupure de courant électrique, l'usine possède un groupe électrogène de 900 KVA. L'alimentation en gaz naturel est assurée à partir d'une station de SONELGAZ à une pression d'arrivée de 4 bars. Ainsi pour l'alimentation en eau est assurée par trois puits dont deux à l'intérieur de l'usine.

8.6 Organisation

L'usine est organisée en directions et assistants ; qui sont lies hiérarchiquement au président directeur générale. Chaque direction et assistant à sa propre organisation, son mode de fonctionnement d'après ses objectifs dans l'organisme (figure 3).

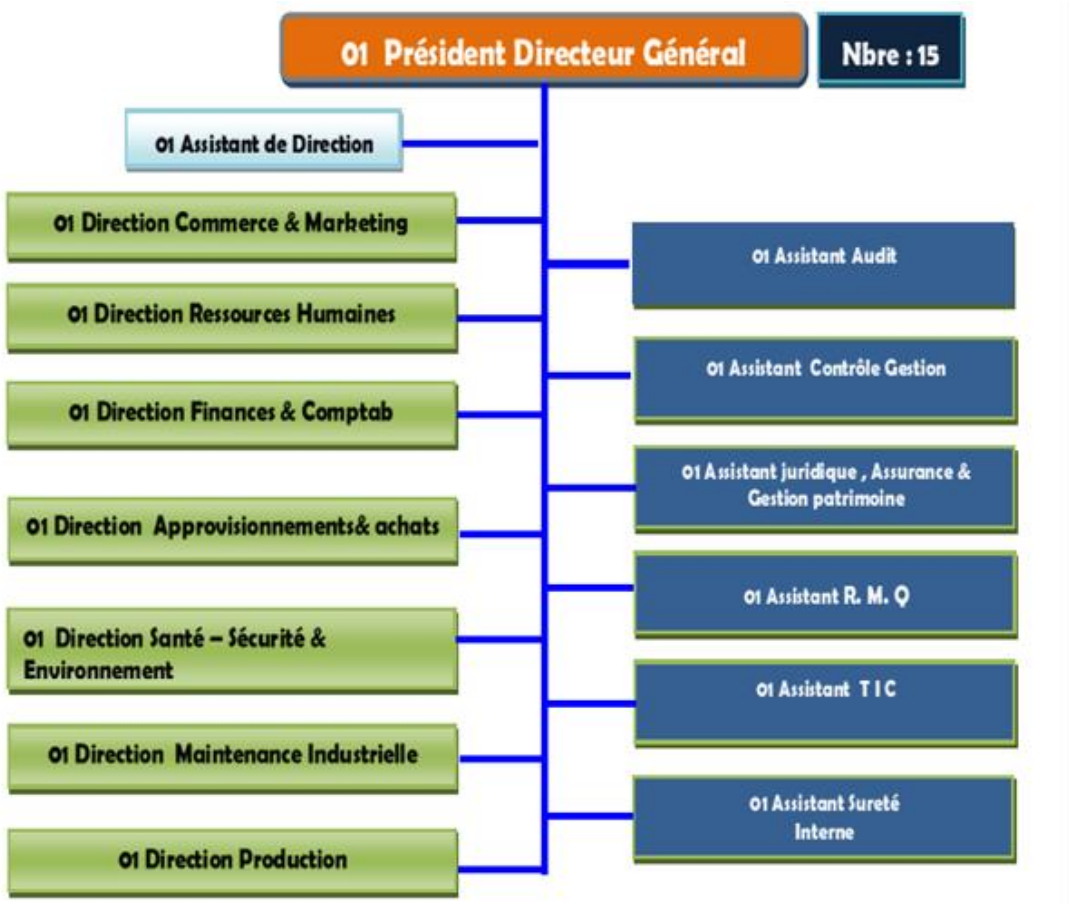


Figure 3 : Organigramme de SCMI

L'entreprise est basée essentiellement sur la ligne de production, donc le rôle de la maintenance devient important pour réduire le manque à gagner.

9. Hydrographie de la région

9.1 Cours d'eau :

Le site du projet et son voisinage immédiats sont drainés par plusieurs Oued : Si Hamed, kadra et Barak (affluents de l'oued Samar) qui prennent naissance dans le « Djebel Zerouela II » et l'Atlas Mitidjien. Cette zone plate est souvent le lieu de stagnation des eaux de pluies, c'est ce qui explique les grands travaux de drainage réalisés (pour le développement des exploitations agricoles et pour la construction de l'aérodrome) dans cette partie de la Mitidja.

9.2 Hydrologie :

Les plus grands oueds qui traversent la wilaya de Blida sont : l'Oued El Harrach, Oued Chiffa et Oued Djer. Leur débit varie considérablement entre les saisons hivernales où il est important et la saison sèche où il est très faible. Quant aux ressources souterraines, la plaine de la Mitidja dispose d'une importante nappe phréatique alimentée à partir des infiltrations des eaux pluviales sur le versant nord du massif tellien du Blida. Le Volume des eaux mobilisées, en totalité souterraines, sont évaluées à 7 160 0000 m^3. Près de 60% de ces eaux sont affectés à l'AEP. Les ressources aquifères existant dans les formations géologiques de la région de l'étude deviennent en général de plus en plus importantes au fur et à mesure que l'on s'élève dans la série géologique et que l'on descend de la montagne vers la plaine.

9.3 Données climatologiques

9.3.1 Changement annuel de température Meftah

Le graphique supérieur montre une estimation de la température annuelle moyenne pour la région de Meftah. La ligne bleue en pointillés représente la tendance linéaire du changement climatique. Si la ligne de tendance monte de gauche à droite, la tendance de la température est positive et il fait de plus en plus chaud dans la région de Meftah en raison du changement climatique. Si elle est horizontale, aucune tendance claire n'est observée, et si elle descend, les conditions à Meftah se refroidissent au fil du temps (Figure 4).

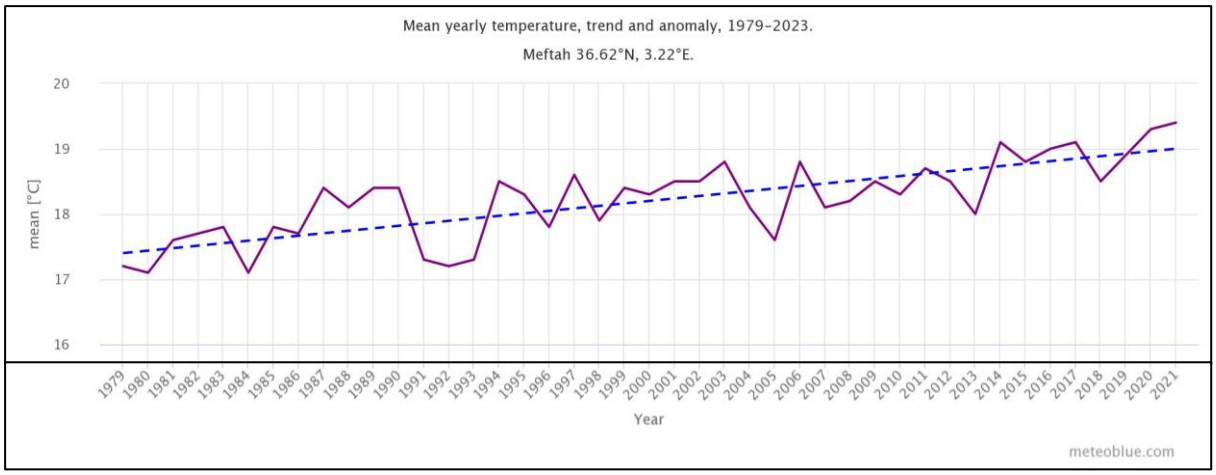


Figure 4 : Diagramme qui montre la température annuelle moyenne pour la région de Meftah (meteoblue.com,2022).

9.3.2 Changement annuel de précipitations – Meftah

Le graphique supérieur montre une estimation des précipitations totales moyennes pour la région de Meftah. La ligne bleue en pointillés représente la tendance linéaire du changement climatique. Si la ligne de tendance monte de gauche à droite, la tendance des précipitations est positive et il devient plus humide la région de Meftah en raison du changement climatique. Si elle est horizontale, aucune tendance claire n'est observée et si elle descende, les conditions à Meftah deviennent plus sèches au fil du temps.

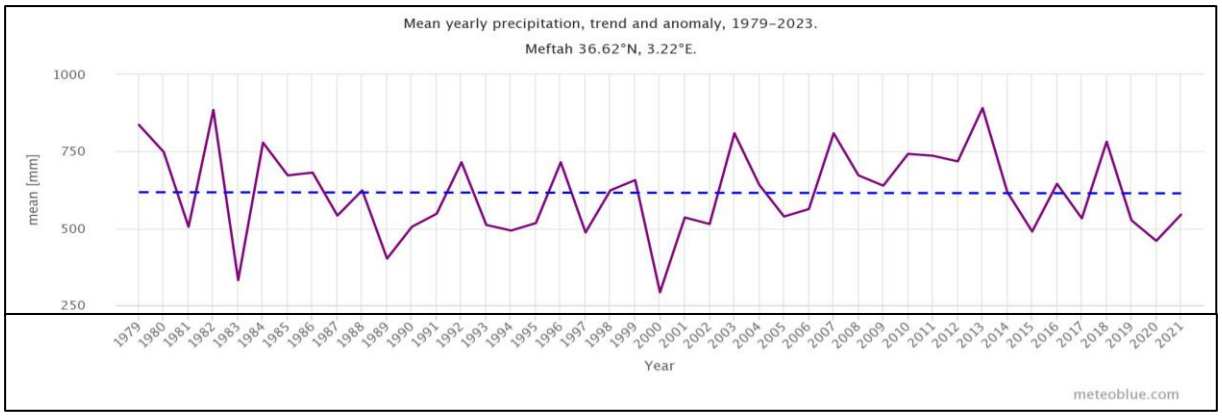


Figure 5 : l'estimation des précipitations totales moyennes pour la région de Meftah (meteoblue.com,2022).

9.3.3 Vitesse et rose des vents

Le diagramme de Meftah montre les jours par mois, pendant lesquels le vent atteint une certaine vitesse.

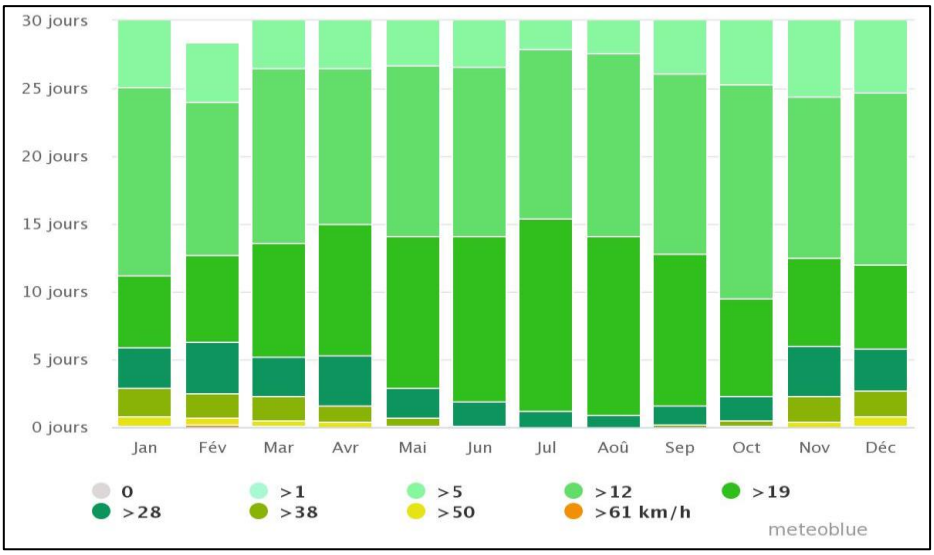


Figure 6 : Diagramme montrant la vitesse des vents.

La Rose des Vents pour Meftah montre combien d'heures par an le vent souffle dans la direction indiquée. Le vent dominant dans la région de Meftah est SO-NE.

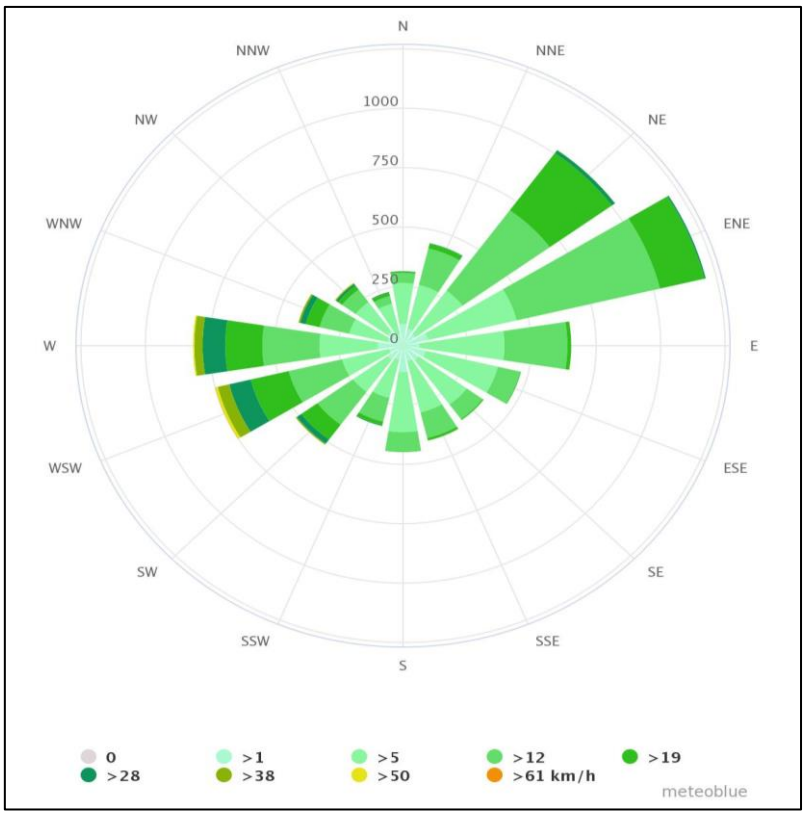


Figure 7 : Rose des vents

10. Projet d'exploitation de la SCMI

10.1 Le cadre juridique des activités d'exploitation minières selon la réglementation minière Algérienne

L'activité minière est élaborée en tenant compte de la réglementation édictée par les décrets cités ci-après :

Le décret N °04-95 du 1er avril 2004 fixant les règles de l'art minier.
Le décret N° 90-198 du 30 juin 1990 portant réglementation des substances explosives.
Le décret N° 99-64 du 15 mars 1999 complétant de certaines dispositions le décret N°90-198 999) Le décret N° 06-198 du 31 mai 2006 définissant la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement.

10.2 Permis minier, date de délivrance

Actuellement la carrière est la propriété de la société des ciments Meftah SCMI, La carrière à un statut d'autorisation d'exploitation minière du 2018 inscrit sous le numéro n° 297 PXC. Il est créé pour exploitation comme matière première dans la fabrication du ciment.

10.3. L'aspect juridique de l'impact environnemental des activités d'exploitation minière dans la réglementation Algérienne

Les activités minières en Algérie sont soumises à une réglementation riche et stricte. La carrière de de granulat de « Djebel Zrouala II » et celle d'argile « Douar Ouled Said » sont toutes les deux soumissent au régime « Carrière ». Ces activités sont réglementées dans la législation Algérienne par plusieurs textes :

- La loi n° 01-10 du 11 Rabie Ethani 1422 correspondant au 3 juillet 2001, modifiée et complétée, portant loi minière.
- Le décret exécutif n° 02-65 du 23 Dhou El Kaâda 1422 correspondant au 6 février 2002 définissant les modalités et procédures d'attribution des titres miniers.
- Le décret exécutif n° 02-66 du 23 Dhou El Kaâda 1422 correspondant au 6 février 2002 fixant les modalités d'adjudication des titres miniers.
- Le décret exécutif n° 02-469 du 20 Chaoual 1423 correspondant au 24 décembre 2002 relatif à l'activité minière de ramassage, de collecte et/ou de récolte.
- La loi n° 03-10 du 19 Joumada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003, modifiée, relative a la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.
- Le décret exécutif n°06-104 du 28 février 2006 fixant la nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux.

- Le décret exécutif n° 06-138 du 15 avril 2006 réglementant l'émission dans l'atmosphère de gaz, fumées, vapeurs, particules liquides ou solides, ainsi que les conditions dans lesquelles s'exerce leur contrôle.
- Le décret exécutif n° 06-141 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.
- Le décret exécutif n° 06-198 du 4 Joumada El Oula 1427 correspondant au 31 mai 2006 définissant la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement.
- Le décret exécutif n° 07-144 du 2 Joumada El Oula 1428 correspondant au 19 mai 2007 fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.
- Le décret exécutif n° 07-145 du 2 Joumada El Oula 1428 correspondant au 19 mai 2007 déterminant le champ d'application, le contenu et les modalités d'approbation des études et des notices d'impact sur l'environnement.
- Le décret exécutif n° 08-188 du 27 Joumada Ethania 1429 correspondant au 1er juillet 2008 fixant les modalités d'octroi, de suspension et de retrait de l'autorisation d'exploitation de carrières et sablières.
- La loi n° 14-05 du 24 Rabie Ethani 1435 correspondant au 24 février 2014 portant loi minière.
- Le décret exécutif n° 18-202 du 23 Dhou El Kaâda 1439 correspondant au 5 août 2018 fixant les modalités et procédures d'attribution des permis miniers.

Chapitre 2 :
Géologie du gisement

Chapitre II : Géologie du gisement

1. Géologie et hydrogéologie de la région

1.1. Géologie régionale

La wilaya de Blida est située dans la partie centrale de l'Algérie septentrionale. Elle englobe une grande partie de la Mitidja ainsi que des montagnes appartenant à l'Atlas Blidéen.

1.2 Lithologie stratigraphie : (de la wilaya de blida)

La wilaya de Blida est située dans le sillon Nord Tellien. Elle est à cheval sur l'Atlas blidéen aux formations anciennes (Trias – Paléogène) et le plaine de la Mitidja aux dépôts récents du Plioquaternaire. Les formations géologiques reconnues dans la région se traduisent de bas en haut comme suit :

- Le Trias : Il est représenté par des grès, du gypse et des conglomérats. Sa puissance atteint environ 1500 m.

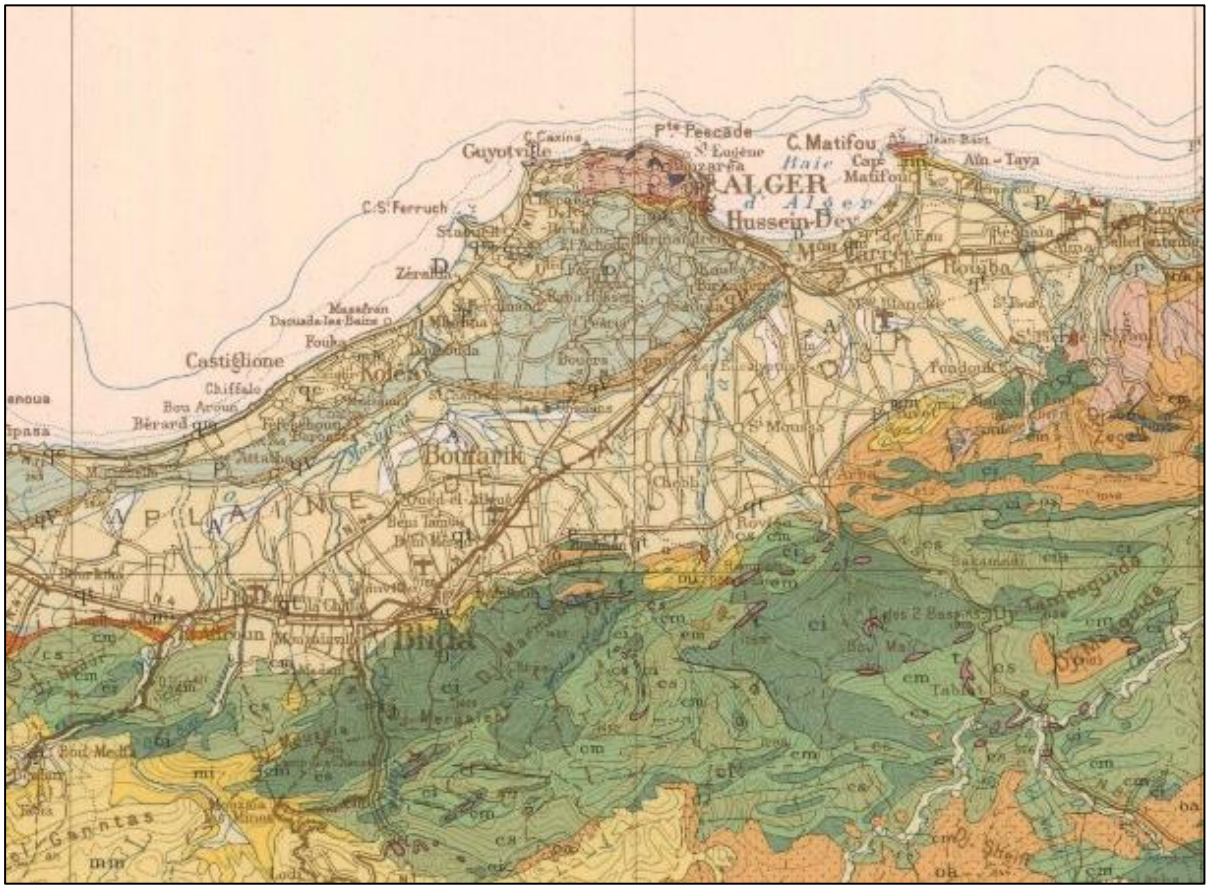
- Le Crétacé : Le Crétacé couvre presque la totalité du massif de l'Atlas Blidéen avec une puissance de 1000 m environ. Il est représenté par des calcaires, des grès et des argiles.

- Le Néogène : Le Néogène affleure surtout au Sud-Ouest de la wilaya. Dans la région de Meftah, il apparaît sous forme en fenêtre :

- Le Miocène : est constitué de marnes compactes et d'argiles marneuses avec des intercalations de grès peu importantes ; sa puissance est de 1000m.

- Le pliocène : est représenté par des argiles marneuses, des calcaires, du sable et des grès calcareux. Sa puissance est de 150 m.

- Le Quaternaire : Il recouvre une grande partie de la Mitidja. Les dépôts de cet âge sont constitués de sable, d'alluvions anciens, des galets de roches argilo-carbonatées, de terrasses marines, de limons sableux, alluvions et d'éluvions. La puissance de cette série atteint environ 3000 m.



Légende	
A, Alluvions actuelles	m^{i}p, Marnes et argiles bleues du Sahel.
Qa, Alluvions anciennes.	(m^{2}) Marnes et calcaires (m^{2} c)
P2q, Marnes (Pliocène).	m^{1}c, Marnes et argiles cartenniennes
P^{2}a, (Villafranchien)	m ^{1} b, Grès (Cartennien).
P^{2}, Sahel d'Alger	m $^{1, a}$ Grès et poudingues (Cartennien)
Pb, Calcaires, grès et poudingues	e ^{3} g Grès quartzeux mouchetés
p^{a}, Marnes jaunes (pliocène inférieur)	e $^{2-3}$ Schistes et quartzites (f.médjanien)

Figure 8 : Carte géologique de la région de blida (Extrait de la carte géologique au 1/500 000°.)
(Rapport géologique de la zone 6 SCMI.2016)

1.3 Litho stratigraphie du gisement de calcaire de « Djebel Zerouala II »

Le gisement de calcaire du « Djebel Zerouala II » est caractérisé par une structure géologique complexe telle qu'en témoignent les nombreuses discordances, et différents plissements ayant affectés la roche. De plus, les travaux de sondages ont révélé l'existence de cassures et failles par le biais des rejets de fortes à moyenne amplitude.

Le calcaire Helvétien d'Age Miocène inférieur recouvre les plus anciennes formations de la région, reposant sur les grès et conglomérats.

Les formations géologiques qui prennent part à la constitution du gisement sont les dépôts quaternaires, du miocène et de l'éocène.

Quaternaire (qa)

Les dépôts du quaternaire sont peu représentés au niveau du gisement puisqu'ils n'ont été rencontrés que localement dans quelques ouvrages miniers.

Comme cette formation repose en transgression et discordance sur le Cartennien et l'Eocène supérieur, ils ont été attribués, à l'Helvétien.

Ce faciès de calcaire ou calcaire de Meftah constitue l'assise utile du gisement étudié et se caractérise par la présence de fossiles en nids abondants qu'on a rencontré dans la plupart des ouvrages miniers.

En sondages, les calcaires ont des épaisseurs très variables et imprévisibles. Le maximum atteint est de 54,40m (S-606) alors que le minimum ne dépasse guère 9,40m (S-617).

L'assise calcaire est composée de deux couches lithologiques principales qui se distinguent nettement l'une de l'autre par la couleur et l'aspect (voir photos illustratives).

Ceux sont :

- Calcaire franc (couche supérieure).
- Calcaire gréseux (couche inférieure).

a) calcaires francs

Ils représentent 90% du volume global de l'assise utile de couleur jaune clair à blanchâtres, dures à moins dures, cristallins, à grains fins riches le plus souvent en débris de coquilles.

Ces calcaires sont parcourus de veinules stylo lytiques le long des parois de la carotte et quand ils sont fissurés, on note très souvent la présence d'argile rougeâtre avec filonets de calcite. Ces fissures ont des dimensions variables qui vont de quelques mm à plusieurs dizaines de centimètres auxquelles l'argile rouge est toujours associée.

On note la présence de karsts et cavités à l'intérieur qu'à l'extérieur de la carotte. Le pendage général des couches de calcaires est de 20° dans le sens Sud-Est /t Nord-Ouest.

b) calcaires gréseux

Ils ne représentent en fait que 10% de l'assise utile, de couleur ocre qui tranche nettement sur la première. Ces calcaires sont rugueux au toucher, parfois tendres. Par ailleurs, ils présentent les mêmes caractéristiques que les précédents : présence de fossiles, karstification.

c) Grès et poudingues (Cartennien) (m1a)

Les poudingues se trouvent à la base des calcaires précédents. Ils sont constitués d'un ciment rouge brique. Ce sont des roches très dures ressemblant à des quartzites avec des épaisseurs considérables. Ils sont rugueux également au toucher et très souvent se trouvent associés aux argiles de même couleur.

Cependant, on a observé des poudingues à grains fins et grains grossiers. De même on a rencontré des poudingues à ciment rouge mais également des poudingues de couleur bleuâtre. La puissance de cette assise est considérable puisqu'elle est déjà visible au pied du Djebel Zerouala II.

Tableau 8 : Colonne stratigraphique de la région

<table>
<tr><th>Période</th><th>Epoque</th><th>Formation</th><th>Lithologie</th></tr>
<tr><td>Quaternaire</td><td>Pléistocène</td><td></td><td>Dépôts alluviaux</td></tr>
<tr><td colspan="4">Plissement et discordance</td></tr>
<tr><td>Pliocène</td><td></td><td></td><td>Grès Conglomérats</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Tertiaire</td><td>Pliocène</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Plissement et discordance</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Miocène Inférieur</td><td>Cartennien</td><td>Argile</td></tr>
<tr><td colspan="2">Plissement et discordance</td></tr>
<tr><td>Burdigalien</td><td>Grès conglomérats</td></tr>
<tr><td colspan="2">Plissement et discordance</td></tr>
<tr><td>Eocène</td><td></td><td>Schistes Quartzites</td></tr>
</table>

On distingue deux niveaux stratigraphiques dans cette formation :

1° L'horizon de Clansayes.

2° Le Gargasien à Orbitolina lenticulaires, Moules de Lamellibranches, Térébratules

1.4 Géomorphologie et Relief de la région

Le territoire de l'étude comprend quatre régions naturelles :

***Au Nord-Ouest** apparaît le flanc Sud de l'anticlinal du Sahel d'Alger formant, dans l'ensemble, un plan incliné, découpé par de très courts oueds débouchant dans celui d'El-Harrach.

La surface structurale primitive formée de terrain d'âge pliocène supérieur y a été en grande partie, respectée par l'érosion.

***Dans sa partie médiane**, la région est traversée par la Mitidja. Cette riche plaine, de formation très récente dont l'existence est due au remblaiement d'un vaste synclinal ou « flexure-graben » Astien

***Au Sud–Est**, le Djebel Zerouala et le massif montagneux situé à l'Est de Larbaa correspondent au flanc Nord du grand anticlinal atlasique ou au flanc Sud du synclinal mitidjien. Ici, l'érosion a découpé profondément la surface structurale primitive en mettant à nu sous le pliocène et le miocène, les terrains éocènes, secondaires et primaires.

***A l'Est de la région**, les villages de Saint-Pierre et Saint- Paul sont établis au milieu de petites collines. La région de Saint-Pierre et Saint-Paul est comparable au Sahel.

Elle représente, comme le massif de Larbaa, le flanc Sud du synclinal mitidjien ; mais ici la couverture pliocène et quaternaire peu déformée, a été respectée par l'érosion.

Pendant l'ère secondaire, deux zones paléogéographiques intéressent la région de Larbaa. Elles correspondent à deux déformations à grand rayon de courbure, l'une en relief gé anticlinal ou pli de fond de la Zone I) c'est le « bourrelet liminaire » de l'Afrique du Nord, l'autre en creux (sillon subsident de la Zone II, c'est le sillon Tellien.

Entre les zones **I** et **II** apparaît un accident secondaire, la zone du flysch (sous-zone Id).

- **Au Nord**, sur le primaire des sous- zones Ia, Ib, IC, les terrains secondaires forment une couverture de faible épaisseur avec des faciès peu profonds (faciès flysch) et de nombreuses lacunes sédimentaires.

- **A la partie Sud** de Larbaa apparaissent des faciès de la zone II qui correspondent à un sillon dans lequel s'accumulèrent d'épaisses couches pendant une grande partie du Secondaire.

- **Au tertiaire**, la mer lutétienne transgressive sur de faibles reliefs occupa un ou plusieurs chenaux.

Puis la mer de l'Eocène supérieur recouvrit largement la plus grande partie de la région. Celle-ci fut émergée pendant tout ou en partie de l'Oligocène.

- Au début du Miocène, la mer revint largement en transgression et entoura le massif de Larbaa, qui fut réduit à l'état d'île. A l'Helvétien la mer commença à se retirer et la région fut émergée au Sahélien.

Enfin, au pliocène inférieur, la mer fit une timide transgression en formant un golf dans le Sahel, la Mitidja, la région de Ouled-Moussa et ne devait pas dépasser au Sud Larbaa et le Djebel Zerouala.

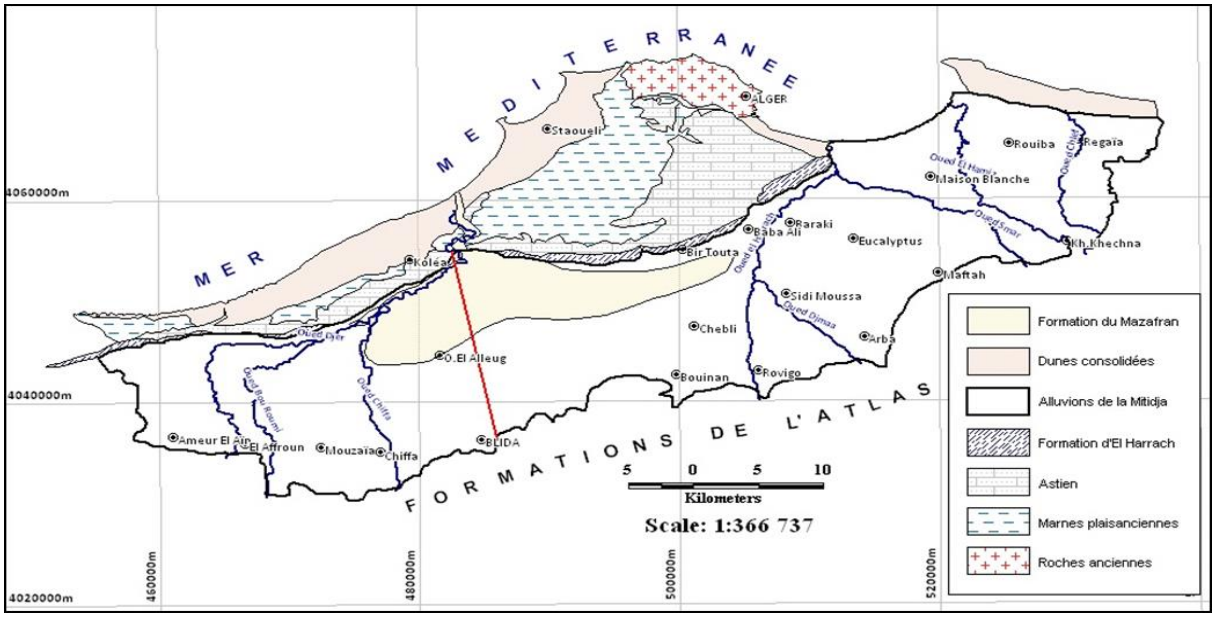


Figure 9 : Carte géologique de la Mitidja (Etude hydrogéologique du site 2012).

1.5 Tectonique de la région

Dans le massif de Larbaa comme la plupart des massifs de la région du littorale, plusieurs phases de plissements ont superposé leurs effets pendant le tertiaire.

1° des plissements post-Eocène : qui ont duré probablement jusqu'au début du quaternaire et se manifestent par des plis simples

2° Une phase tectonique majeure d'âge Lutétien supérieur – Priabonien inférieur : ayant violemment disloqués les couches.

On peut séparer les deux phases en observant que le flysch d'âge éocène supérieur est transgressif et discordant sur les plis d'âge Lutétien (Koudiat-El-Maden, Koudiat Tichat ect.).

Dans les plissements post-Eocène on distingue :

A. Des plissements intéressant le Néogène et le Quaternaire.

a) Au Nord –Ouest, l'anticlinal post-astien du Sahel d'Alger, bordé au Sud par la flexure nord- mitidjienne.

b) Le synclinal ou « flexure - graben » correspond à la plaine mitidjienne.

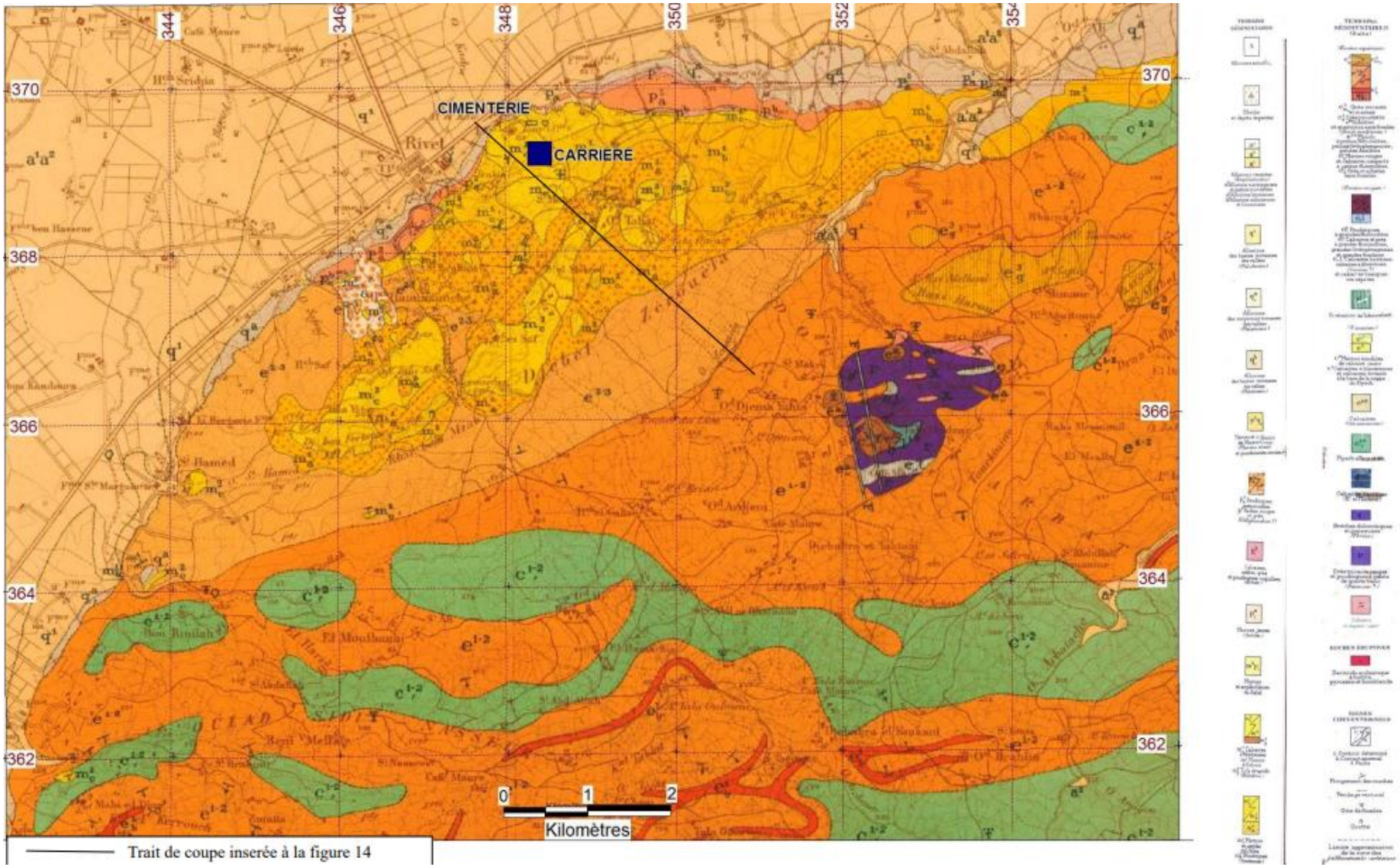


Figure 10 : Extrait de la carte géologique de la feuille de Larbaa au 1/50000 (Etude hydrogéologique du site 2012).

c) Une flexure (flexure submitidjenne) borde la Mitidja au Sud d'une ligne passant par Meftah, Khemis-El-Khechna, Le long de cette ligne toutes les couches néogènes sont redressées. Les couches pliocènes elles-mêmes sont verticales au voisinage de Meftah.

d) Au Sud de cette flexure, le Djebel Zerouala correspond à un brachyanticlinal de direction Sud-Ouest Nord-Est.

B. Des plissements intéressant l'Eocène supérieur et les terrains antérieurs.

a. Au Nord, le synclinal de l'Arbatache.

b. Une zone anticlinale se présentant sous forme d'un chapelet de dômes, dôme de Korilla, du Djebel Guer gour et du Koudiat-El- Madene.

c. Synclinal de Dra-El-Diss.

d. Anticlinal de Djraïdia.

e. Synclinal du Djebel Zima.

Enfin, la bordure de la région de Meftah est suivie par une zone anticlinale où affleure largement le Crétacé.

Les dernières manifestations orogéniques dans cette région sont nettement postérieures à l'Astien et paraissent même avoir intéressé les marnes d'El-Harrach (Pliocène supérieur, quaternaire inférieur).

1.6 Hydrogéologie

Identification des aquifères Sur la base de la synthèse litho stratigraphique et structurale mais également sur la base de la coupe NW- SE réalisé à travers le Djebel Zerouala (Fig.14), ils ont pu identifier les formations aquifères suivantes :

a. Aquifère des calcaires à Mélobésiées de l'Helvétien (m2 c)

Il s'agit en fait de la formation des marnes de l'Helvétien de 50m de puissance qui contiennent des lentilles de calcaires à Mélobésiées. Les faciès de mélobésiées appelés également calcaires de Meftah (m2 c) atteignent au maximum 40 ou 50m d'épaisseur sur le versant Nord du Djebel Zerouala où ils renferment des Foraminifères et Lamellibranches.

Ces calcaires de couleur jaune clair à blanchâtres, dures à moins dures, cristallins, à grains fins riches le plus souvent en débris de coquilles sont parcourus de veinules stylolytiques et quand ils sont fissurés, on note très souvent la présence d'argile rougeâtre avec filonets de calcite. Ces

fissures ont des dimensions variables qui vont de quelques mm à plusieurs dizaines de centimètres auxquelles l'argile rouge est toujours associée. On note également la présence de karsts et cavités. Ces propriétés favorisent la circulation des eaux souterraines au sein de cette formation qui renferme ainsi une nappe dont le niveau statique est directement influencé par la recharge à partir des eaux de pluie. Elle se vidange par de nombreuses sources dont certaines sont pérennes et d'autre fonctionnel uniquement en période de recharge maximale (périodes pluvieuse).

b. Aquifère des grès et poudingues du Cartennien (m1 a)

Les poudingues à grains fins et grains grossiers et à ciment de couleur rouge ont emprunté leurs éléments aux quartzites du crétacé et de l'Eocène supérieur. Ces poudingues de formation continentale ou littorale contiennent des grès au sommet de la série.

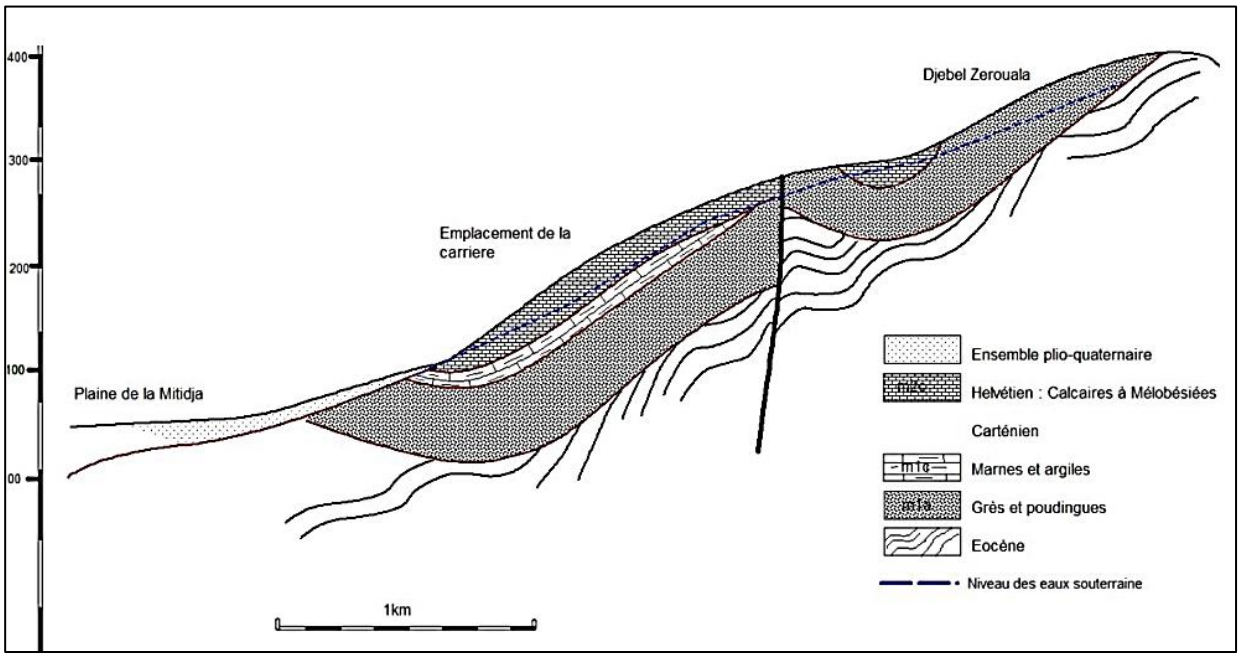


Figure 11 : Coupe géologique NW-SE à travers le versant Nord du Djebel Zerouala (Etude hydrogéologique du site 2012).

Cette formation présente plus de 200mètres sur la partie orientale du versant Nord du Djebel Zerouala et diminue d'épaisseur à l'Ouest et n'a plus que quelques mètres à l'extrémité Sud – Ouest du Djebel Zerouala.

c. Grès du Cartennien (m1 b)

Ce sont des grès littoraux gris, roses ou verdâtres, avec quelques bancs de cailloutis, et des lentilles de marnes avec cristaux de gypse. Leur puissance, qui atteint 150m dans le djebel

Zerouala, diminue progressivement à l'Est. Cette formation abrite également une nappe d'eau en continuité hydraulique avec celle continue dans les poudingues carténniens.

d. Géométrie des aquifères

Ces aquifères sont localement séparé par la formation imperméable des marnes et argiles cartenniennes (m1 c) très plastiques, bleues en profondeur et grises en surface. Lorsque le facies des marnes passe latéralement aux facies gréseux (notamment à l'Est, les ensembles aquifères des poudingues et des grès sont alors continus et forment un ensemble aquifère unique.

Les trois aquifères reposent en discordance sur le substratum éocène représenté par les schistes et quartzites (e2-3) à faciès médjanien et des flysch à petites Nummulites (e1-2).

La structuration géologique du Djebel Zerouala forme un synclinorium faillé. Les calcaires helvétiens sont discordants sur les formations carténiennes et l'ensemble épais de 250m environs repose en discordance sur les terrains de l'Eocène.

Le report des sources et points d'eau inventoriées sur la carte géologique montre que toutes les émergences jaillissent dans les formations calcaires. Cet aspect est également souligné par le facies chimique des eaux analysés.

2. Le gisement de Calcaire « Djebel Zerouala II »

2.1 Situation géographique du gisement

Le gisement de calcaire « Djebel Zerouala II » se trouve à 2 Km au Sud- Est du chef-lieu de la commune de Meftah.

Figure 12 : Image prise par google-Earth du gisement de calcaire de « Djebel Zerouala II »

Administrativement, il est rattaché à la commune de Meftah, et de la wilaya de Blida. Le périmètre de permis d'exploitation de carrière du gisement de calcaire s'étale sur une superficie de 100 ha.

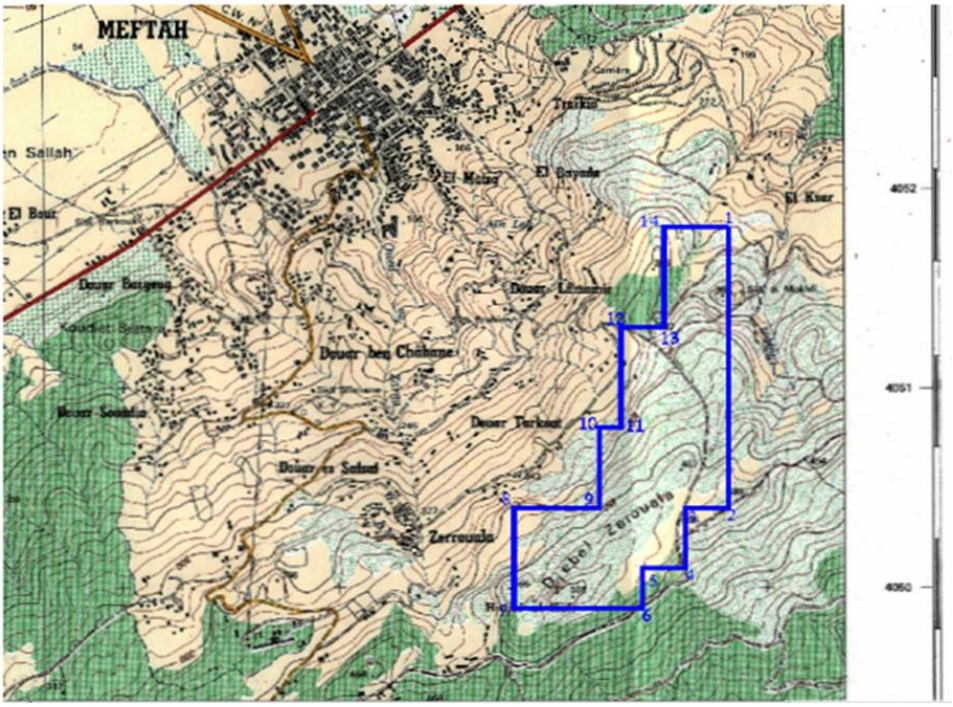


Figure 13 : Situation topographique du gisement de calcaire « Djebel Zerouala II » (Extrait de la carte topographique de Rouïba NJ-31-IV-33 Est Echelle 1 25 000).

2.2 Géologie du gisement

Le gisement de Djebel Zerouala II est constitué d'un calcaire helvétien de l'âge du miocène inférieur qui recouvre les plus vieilles roches de la région, reposant sur des grès et sur le conglomérat, il est en majeur partie fort en calcium, mais se réduit graduellement en calcaire siliceux.

Le pendage général du calcaire est incliné vers le Nord, mais il est totalement interrompu par les plissages et les failles.

Un certain nombre de failles existent, une déformation structurale a affecté toute la région de Meftah et ce, généralement produit un plissage s'orientant NE-SW, et des failles le long de deux principales orientations NNE-SSO et ONO-ESE.

La topographie de surface s'élève vers le Sud, le calcaire de haute qualité est bien exposé avec des falaises proéminentes, il est généralement cristallin ou granuleux.

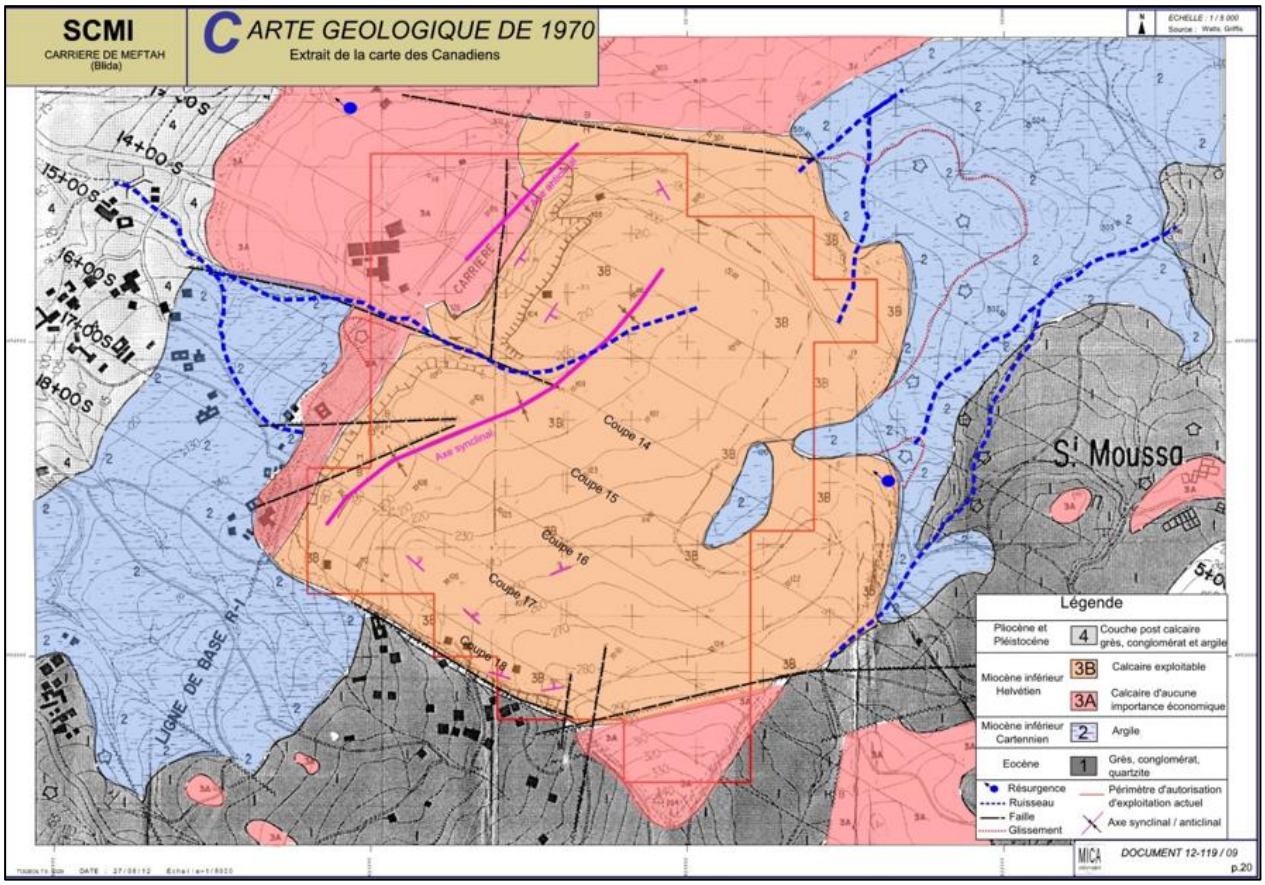


Figure 14 : Carte géologique de 1970 de la carrière de Meftah. (SCMI, 2012)

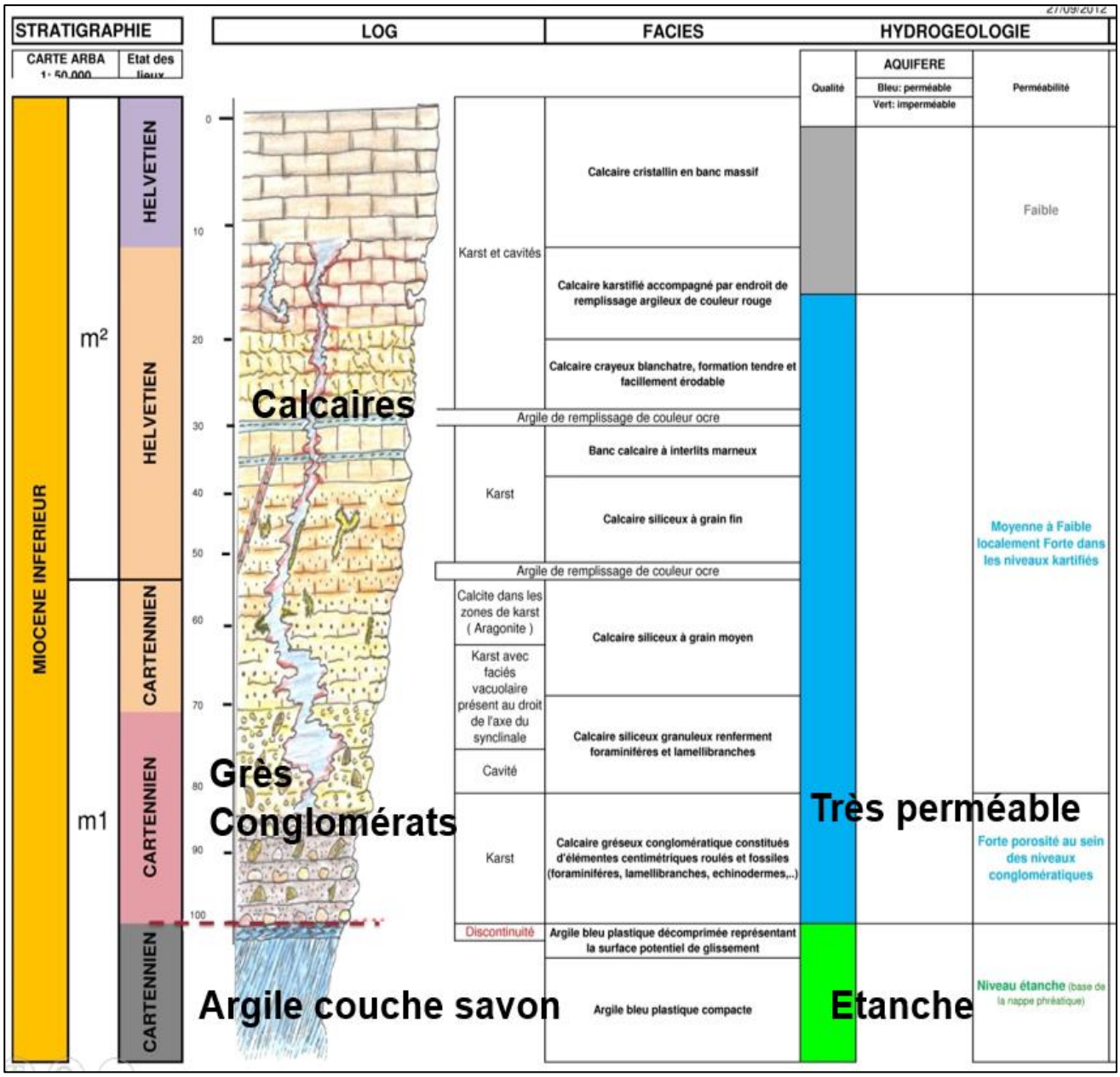


Figure 15 : Log litho stratigraphique du gisement (Projet de stabilisation et de réaménagement de la carrière de Meftah SCMI 2012).

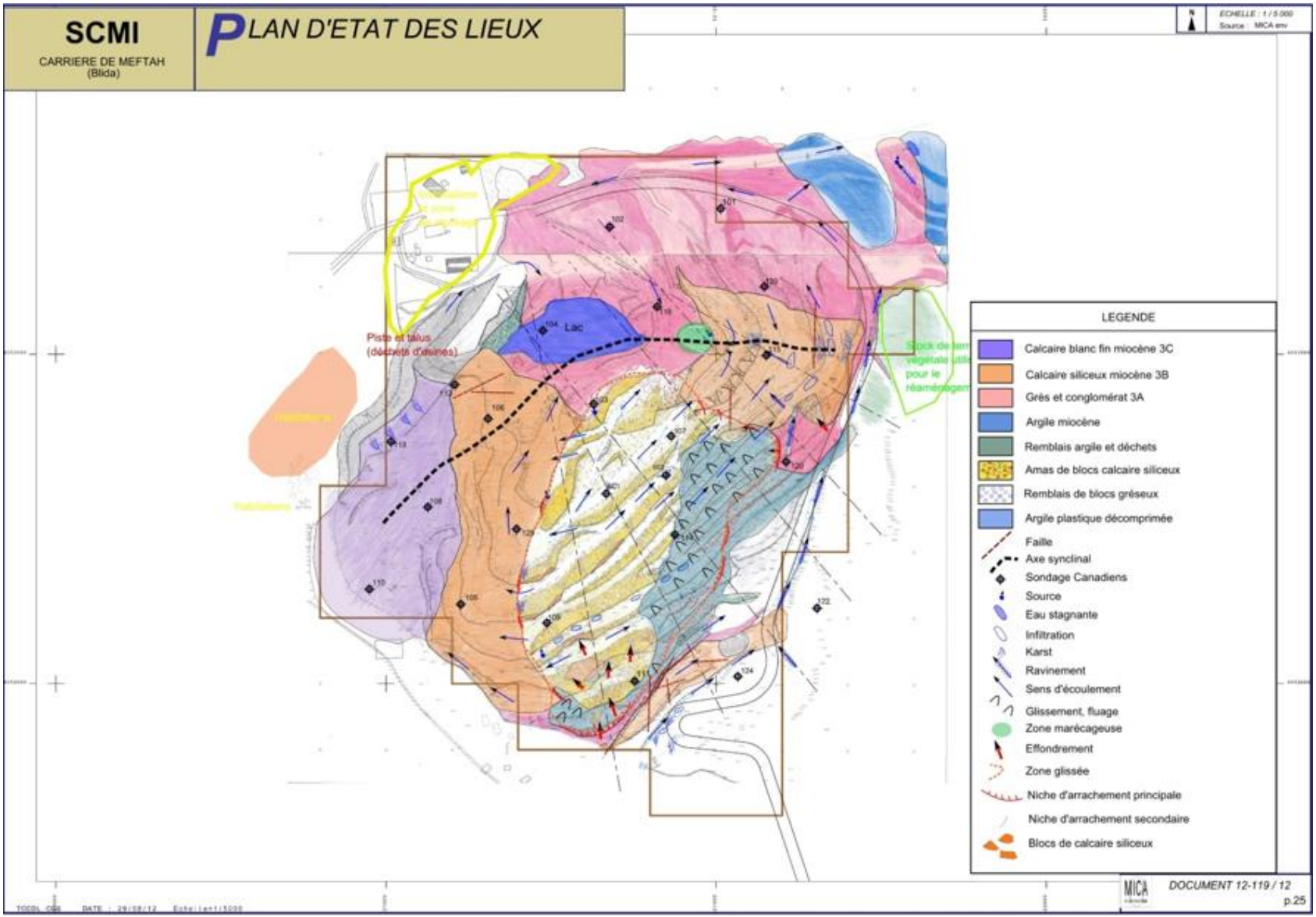


Figure 16 : Plan d'état des lieux de la carrière (Projet de stabilisation et de réaménagement de la carrière de Meftah SCMI 2012).

2.3 Caractéristiques qualitatives du gisement calcaire de Djebel Zerouala II (Plan annuel d'exploitation calcaire SCMI 2022)

2.3.1 Composition chimique

Durant l'étape antérieure des travaux (période 1970), la composition chimique du gisement de calcaire du Djebel Zerouala II a été déterminée à l'aide de 193 échantillons provenant des 20 sondages mécaniques carottés dont 145 individuels et 48 de type composé.

L'analyse chimique a porté sur la détermination des éléments suivants : SiO_2, Al_2O_3,

Fe_2O_3, CaO, MgO, et PF.

De l'ensemble des résultats obtenus sur ces échantillons, il en découle que la formation est constituée de trois faciès principaux :

- Calcaire franc avec CaO > 45%
- Calcaire gréseux avec 40%< CaO< 45%
- Grès et conglomérats. CaO<40%.

Tableau 9 : Composition chimique moyenne générale du gisement.

N sonda	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MGO	SO_3	K_2O	Na_2O	P_2O_5	TiO_2	PF	CI
Max	7 ,34	24,50	1,50	54,52	3,55	0,01	0,24	0,09	0,17	0,07	44,31	0,010
Min	0,65	0,02	0,37	49,16	0,07	0,01	0,08	0,02	0,10	0,04	39,42	0,009
Moyenne	4,25	4,00	0,74	51,96	0,72	0,01	0,15	0,05	0,13	0,05	41,49	0,010

2.3.2 Propriétés physiques

A. Masse volumique réelle et masse volumique imbibée

La majorité des éprouvettes testées au laboratoire présentent des valeurs comprises entre 2,23 et 2,64 t/m3.

Le poids volumique moyen qui est de 2.42 t/m3 indique bien que ces calcaires se distinguent comme étant une roche massive, dure et compacte.

B. Humidité naturelle

Les valeurs de ce paramètre obtenues pour près de la moitié des éprouvettes prélevées montrent un taux compris entre 0,10 et 2,35%.

Il devrait diminuer en fonction de la profondeur mais les quelques valeurs élevées rencontrées s'expliquent sans aucun doute par le fait de l'influence de la circulation de l'humidité favorisée par les zones de fracturation de la roche et fissurations.

C. Absorption d'eau

Les échantillons ont enregistré des valeurs d'absorption d'eau comprises entre 0.62 et 7.51% avec une moyenne de 4.06%. Les quelques éprouvettes aux valeurs relativement élevées, sont attribuées à la variété des calcaires gréseux et poreux.

3. Gisement d'Argile « Douar Ouled Saïd » (Plan annuel d'exploitation argile SCMI 2022)

3.1 Situation géographique du gisement

Le gisement d'argile du lieu-dit « Douar Ouled Saïd » se situe à proximité de la ville de Meftah soit à 40 Km au Sud-ouest de la ville de Blida.

Figure 17 : Image prise par Google Earth du gisement d'argile. Meftah.

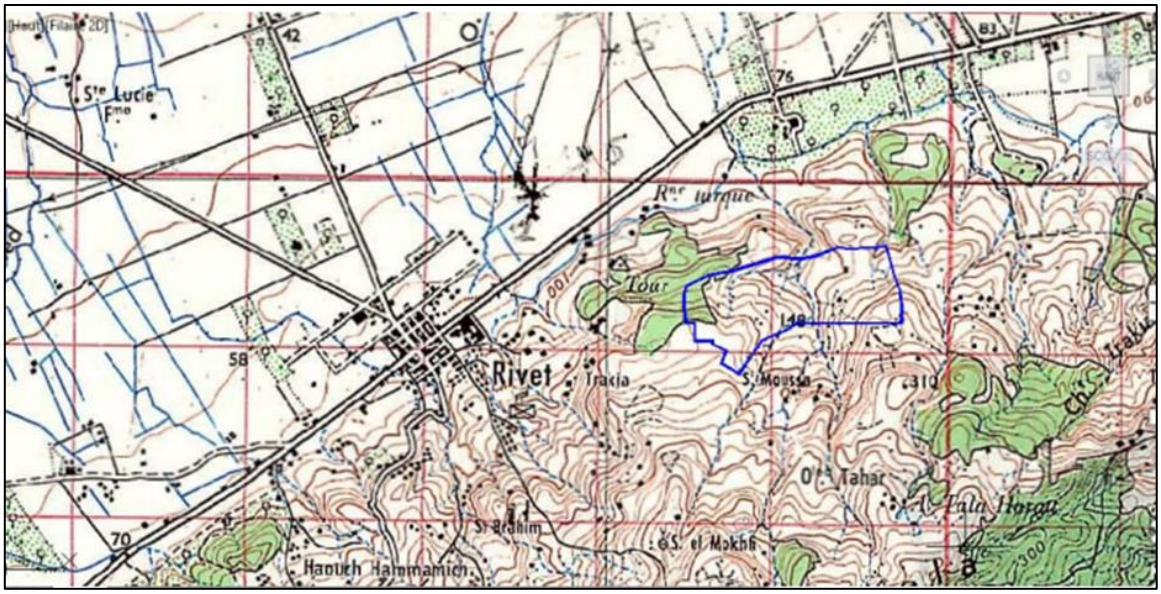


Figure 18 : situation topographique du périmètre de permis d'exploitation de carrière d'argile. (Extrait de cartes topographiques ARBA N° 42– Echelle 1/ 50 000 -ème).

La superficie du périmètre est de : 52,87 ha.

3.2 Aperçue géologique du gisement d'argile

Le gisement d'argile de « Douar Ouled Saïd » est situé au Sud de la cimenterie.

L'argile est un matériau qui est près de la surface uniforme et très homogène, il possède une couleur brunâtre qui se change habituellement au gris bleuté après 5 à 10 km de profondeur.

Une quantité de matière organique recouvre l'argile mais l'épaisseur de cette couche ne dépasse pas 0,5 m.

L'épaisseur réelle de l'argile n'est pas connue étant donné que les sondages réalisés n'ont pas atteint le fond de la formation d'argile car il est probable que dans l'extrémité ouest du gisement l'épaisseur des argiles peut atteindre les 100m ou plus

3.3 Travaux d'échantillonnages

Les carottes provenant des sondages réalisés dans les travaux complémentaires ont été échantillonnées suivant l'uniformité et l'homogénéité de la carotte, la récupération de la carotte, et ayant comme règle générale une longueur maximum de l'échantillon de 05 mètres pour les sondages (SA01 et SA03) et une longueur maximum de 10 mètres pour les sondages (SA02, SA04 et SA05).

La carotte récupérée de chaque sondage a été découpée longitudinalement en deux parties, dont une est destinée à l'échantillonnage et, l'autre conservée comme duplicata.

Figure 19 : Emplacement des sondages (SA01 au SA05) réalisés en 2022. (Image google Earth datée du 30/06/2022).

3.4 Résultat de l'étude complémentaire

En termes d'essais de laboratoire, l'étude complémentaire comprend les analyses chimiques, Humidité naturelle, masse volumique réel et spécifique.

3.4.1 Composition chimique

Les résultats des analyses chimiques des 26 échantillons prélevés sont consignés dans le tableau N°03 par sondages. Le calcul des teneurs moyennes et extrêmes des éléments chimiques prend en considération les parties argileuses, dans certains sondages. Ces niveaux argileux ont été interceptés dans les sondages N° (SA01, SA03) et SA05 à une profondeur (2.00 m et 11.50m) respectivement.

Tableau 10 : Résultats d'analyse chimique

Son	SiO_2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	SO3	K2O	Na2O	P2O5	TiO2	PF	Cl
SA01	47.894	16.249	5.762	10.128	2.274	0.065	2.497	0.679	0.023	0.038	43.06	0.008
SA02	58.022	10.491	4.565	10.580	1.284	0.010	1.676	0.874	0.111	0.519	42.48	0.005
SA03	50.570	16.713	6.033	7.636	2.452	0.073	2.903	0.758	0.206	0.802	42.47	0.030
SA04	58.610	12.330	5.127	7.910	1.530	0.010	1.980	1.227	0.137	0.603	10.527	0.009
SA05	58.546	11.362	4.931	8.946	1.534	0.011	1.820	0.844	0.128	0.541	11.336	0.005
Min	43.260	4.830	3.170	7.160	0.560	0.010	0.650	0.480	0.060	0.300	9.570	0.004
Max	65.150	16.940	6.470	23.180	2.850	0.130	3.750	1.700	0.220	0.810	19.300	0.032
V%	11.50	27.33	16.951	36.859	36.782	134.762	29.907	29.107	33.882	25.156	19.516	95.292

Sur la base de ces résultats d'analyses chimique et les teneurs en « SiO2, Al2O3, CaO ». On subdivise l'assise utile en (02) facies ou couches :

Couche N°1 : Argile sableuse dont les teneurs moyennes titre à (SiO2) 58.355%, (Al2O3) 11.273% et 9.32% en (CaO).

Couche N°2 : Argile bleue dont les teneurs moyennes titre à (SiO2) 49.232%, (Al2O3) 16.481% et 8.882% en (CaO).

3.4.2 Composition minéralogique de la matière explorée

Les résultats des analyses minéralogiques des 04 échantillons prélevés sont consignés dans le tableau N°04 par sondages.

Tableau 11 : Résultats d'analyse minéralogique

Échantillon	Intervalle		Composition minéralogique
	De	A	
ADOS.SA01.M1	20.65	20.85	Quartz – Calcite – Dolomite – Albite –illite – Kaolinite – Chlorite - Minéraux ferrugineux autres

ADOS.SA02.M1	13.60	13.80	Quartz – Calcite –Albite – Orthoclase – illite – Kaolinite – Montmorillonite - Minéraux ferrugineux autres
ADOS.SA03.M3	16.45	16.65	Quartz – Calcite – Dolomite – Albite –illite – Kaolinite – Chlorite - Minéraux ferrugineux autres
ADOS.SA05.M4	18.65	18.90	Quartz – Calcite – Dolomite – Albite – Orthoclase – illite – Kaolinite – Chlorite - Minéraux ferrugineux + autres

Apres examen des résultats figurant sur le tableau ci-dessus, il ressort que la matière étudiée à Douar Ouled Said est bien argileuse et argilo-sableuse :

- Les minéraux argileux toujours présents sont : illite, kaolinite, chlorite pour les échantillons prélevé dans le facies argile bleuâtre alors que dans le facies Argile sableuse on retrouve en plus de ces derniers la présence d'Orthoclase
- Les minéraux accessoires, tels que le quartz, la calcite et l'albite et la dolomite sont remarquablement

A. Humidité naturelle

L'étude d'humidité naturelle effectuée sur les quatre (04) échantillons prélevés à partir des carottes de sondages complémentaire (2022) fait ressortir des teneurs en eau qui varient entre 10.1%pour l'argile bleue et de 14.3% pour l'argile sableuse.

B. Masse volumique Réelle

Les quatre (04) échantillons prélevés à partir des carottes des sondages, ont subis l'essai physique concernant la détermination de la masse volumique réel dans les résultats sont consignées dans le tableau suivant :

Tableau 12 : Résultats de Masse volumique Réel.

Facies argile bleue			
Échantillon	**Intervalle**		**Masse volumique Réel**
	De	**A**	
ADOS.SA01 PVR01	24.15	24.35	2.17
ADOS.SA03. PVR02	5.00	5.20	2.19
Moyenne			2.18
Facies Argile sableuse			
Échantillon	**Intervalle**		**Masse volumique Réel**
	De	**A**	
ADOS.SA02. PVR03	43.10	43.30	2.30
ADOS.SA05. PVR04	31.50	39.20	2.24
Moyenne			2.26

C. Masse volumique Spécifique

Les résultats de masse volumique Spécifique des quatre (04) échantillons prélevés à partir des carottes des sondages avec l'intervalle de prélèvement sont mentionné dans le tableau suivant :

Tableau 13 : Résultats de Masse volumique Spécifique.

Facies argile bleue			
Échantillon	**Intervalle**		**Masse volumique spécifique**
	De	**A**	
ADOS.SA01.MS01	10.85	11.05	2.64
ADOS.SA03.MS02	4.65	4.80	2.65
Moyenne			2.645
Facies Argile sableuse			
Échantillon	**Intervalle**		**Masse volumique spécifique**
	De	**A**	
ADOS.SA02.MS01	15.15	15.40	2.68
ADOS.SA05.MS02	39.00	39.20	2.69
Moyenne			2.685

Chapitre 3 :

Exploitation et Traitement

Chapitre III : Procédé de fabrication du ciment

Le procédé de fabrication du ciment portland à la SCMI est subdivisé en deux principales phases, à savoir :

I. extraction et préparation de la matière première ;
II. production du ciment Portland.

La deuxième phase est à son tour constituée de plusieurs étapes distinctes réalisées chacune dans une unité de production autonome qui constituent la SCMI. Au niveau de la SCMI, les unités de production sont appelées « zones de production ». Elles sont quatre (04) à savoir :

1. zone crue ;
2. zone cuisson ;
3. zone ciments ;
4. zone expédition.

Dans ce chapitre on va s'intéresser de toutes les zones de production plus la phase d'extraction des matières premières qu'elle est à son tour appelée « zone carrière ». Le chapitre étudiera toutes les opérations élémentaires dans leur aspect technique.

I. Extraction de la matière première (Zone carrière)

C'est la première phase du processus de production du ciment. Cette phase est consacrée à l'extraction et la préparation physique des matières premières (roche calcaire + argiles).

Dans cette phase, les opérations consistent à extraire et à préparer les matières premières. Plusieurs opérations sont réalisées : forage des trous de mines, abattage, chargement et transport, concassage et mise en tas.

Il faut noter que les deux matières premières (calcaire et argile) sont extraites dans la même région Meftah (Chapitre 2). Le calcaire est extrait de la zone 6 (djebel Zerouala 2, et l'argile est extrait de la carrière de « douar Ouled Saïd » (zone 4).

1. Extraction du calcaire

L'exploitation de la carrièmre se fait par méthode d'exploitation à ciel ouvert par gradin transversale sous le type abattage des francs à l'explosif (travaux d'abattage et de tirs).

Figure 20 : Carrière de calcaire de Zerouala II.

Au cours d'étude en 1972 ont découverts les zones de matières premières : Calcaires et Argiles

Deux (02) Zones de Calcaires :

Zone 1 : Est en phase finale (Réhabilitation) gisement épuisé.

Zone 6 : carrière actuelle de calcaire en phase d'ouverture des gradins qui est au cours d'exploitation à 100 hectares (ouverture en 2017 avec 52 Million de tonnes de Réserves).

Zones 4 + 5 => Argile

L'argile est en cours d'exploitation

Zone 4 : est au cours d'exploitation (52 Hectares avec 16 Millions de tonnes de Réserves)

L'ouvertures des pistes et débuts d'exploitation étais en 2017 avec 52 Millions de tonnes de Réserves

La Capacité nominale de production de la carrière est de 1 500 000 tonnes par an de calcaire

3. Régime de l'exploitation de la carrière

Capacité et régime de fonctionnement de la carrière :

Le régime de travail adopté au niveau de la carrière de calcaire est défini comme suit :

- Nombre de jours ouvrables par an : 264 jours
- Nombre de jours ouvrables par semaine : 5,5 jours
- Nombre de poste de travail par jour : 02 postes
- Nombre d'heures de travail par poste : 07 heures

Tableau 14 : Récapitulatif de la production de la carrière d'exploitation du calcaire.

Matières premières	Production					
	Annuelle		Mensuelle		Journalière	
Calcaire	T	M^3	T	M^3	T	M^3
	1 500 000	619 835	125 000	51 653	5 682	2 348

- Le poids volumique du calcaire est de 2,42 T/m^3.

4. Exploitation du gisement calcaire

Compte tenu des propriétés physico-mécaniques des roches de calcaire du gisement « Djebel Zerouala II » code 5331 PXC, l'exploitation du gisement s'effectuera à ciel ouvert de haut en bas par gradins successifs de 15 m de hauteur, par la méthode d'abattage dite foration des trous de mine et tir à l'explosif.

Pour assurer la stabilité des gradins, la couche du calcaire gréseux sera laissée comme une bande de sécurité entre la couche du calcaire et la couche du conglomérat.

Durant l'exercice 2022 planification de :

- l'exploitation des trois niveaux +455 m, +445 m et +427 m.
- L'ouverture et l'exploitation du niveau +480 m. de l'autre coté sur un autre flanc.

Les quantités de roches calcaires sensé d'être extraite dans l'année 2022 par niveau sont portées dans le tableau :

Tableau 15 : Récapitulatif des données d'exploitation de chaque niveau de la carrière.

Niveau	Surface (m^2)	Volume (m^3)	Tonnage (T)	Durée de vie
+ 480 m	9124	82 009	198 462	0,13
+ 455 m	25 892	189 387	458 317	0,31
+ 455 m	18 424	181 408	439 007	0,29
+ 427 m	26 557	167 758	405 974	0,27
Total		620 562	1 501 760	1,00

Le schéma d'exploitation proposé permettra de produire **1 501 760** tonnes de calcaire, une quantité qui répond au besoin annuel de la chaîne de fabrication **(1 500 000 tonnes).**

4.1 L'opération des travaux d'exploitation :

L'opération du travail de l'exploitation du gisement de calcaire est comme :

A • Décapage du couvert végétal

Se limite au besoin des travaux d'exploitation, après l'enlèvement des terres végétales et les stériles ; ces derniers sont stockés séparément pour une réutilisation ultérieure dans le cadre de la remise en état des lieux et des travaux d'aménagements.

B • Travaux d'extraction

L'extraction des calcaires est réalisée à ciel ouvert par ripage et refoulement par bulldozer et abattage à l'explosif par mines profondes verticales en gradins de 15 mètres de hauteur au maximum et suivant un plan de tir permettant une granulométrie de fragmentation sans hors gabarits spécifique à la carrière de Djebel Zerouala II.

C • Travaux d'abattage

C. 1 Foration des trous de mine

Une parfaite connaissance de la géométrie de la foration dans l'espace est une condition indispensable à la bonne réussite d'un minage. Une foration de qualité est celle qui respecte le plan de foration théorique, c'est-à-dire les paramètres qui suivent :

1. Emplacement et espacement entre les trous de forages.
2. Inclinaison des trous.
3. Profondeur du trou.
4. Diamètre.

Figure 21 : la machine à foration (sondeuse)

Figure 22 : trou réalisé par la sondeuse.

La matière première (calcaire) est extraite par abattage, le sondage est effectué par une machine qui sert à sonder des trous de profondeur jusqu'à 24 m et un diamètre de 110mm (figures 5 et 6). La quantité du calcaire à abattre dépend directement de la maille et les profondeurs des trous

Les trous de mines forés sont répartis sur deux à trois rangées.

Tableau 16 : Paramètres à prendre en considération lors de l'abattage.

• **Hauteur gradin :** 15 m. • **Diamètre du trou :** 110 mm • **Inclinaison du trou :** entre 10 et 15 ° • **Diamètre cartouches :** 80 mm	• **Charge d'explosif :** discontinue • **Tonnage minimum par Tir :** 41 667 T • **Nombre de volées par tir :** 04 • **Tonnage minimum par volée :** 11 000T • **Nombre de tirs par mois :** 03 à 04

C.2 Le Tir

Chargement des trous en explosifs, définition d'une séquence de tir et mise en place des détonateurs L'extraction à l'explosif est effectuée par la méthode électrique à microretard. Ce qui réduit l'impact des vibrations. En général, une bonne opération de tir visé l'obtention d'une fragmentation désirable avec une consommation spécifique d'explosif minimale tout en garantissant un degré de sécurité appréciable

Explosifs utilisés :

1 – TEMEX 2 (80) mm, 20% (2,5kg) par cartouche

2 – INFOMILE / MILANITE (25kg) par sac

Figure 23 : Chargement des trous.

Méthode de chargement des trous en utilisant le pourcentage 20 ET 80 entre l'explosif de brisons et l'explosif de poussée

- l'explosif de brisons : c'est la charge de pied (TEMEX)
- la charge de poussée c'est la charge de colonne (INFOMILE/ MILANITE)
- le bourrage final : en utilisant le gravier (3/8)

Si en utilise le bourrage intermédiaire on peut utiliser le cutting de foration

C.4.1 L'amorçage

Est appliqué avec du cordeau détonant de 12g : amorçage latéral électrique

Le cordeau détonant est placé tout au long du trou et assure l'amorçage de l'explosif

La détonation est propagée du haut vers le bas par le cordeau détonant, le cordeau doit être amorcé par un placé en surface.

C.4.2 Initiation des trous de mine

Initiation par détonateur micro retard (DMR) de 25 ms par numéro

- Le nombre de détonateurs utilisées = a 12 chaque numéro = 25 ms.

Figure 24 : Préparation des détonateurs.

Les outils de travails :

Home mètre : pour tester les résistances électriques après l'amorçage des détonateurs.

File de tir : pour la mise en place la ligne de tir de distance de sécurité + de 200 mètres

L'exploseurs séquentiels : c'est l'appareils essentiels pour programmer les séquences entre l'explosion des volées.

Figure 25 : L'éboulement du terrain après le tir.

4.2 Résultat de vibration de tir

4.2.1 Les enregistrements sismiques

Les vibrations sismiques et aériennes enregistrées par les sismographes lors des tirs permettent de mesurer la contrainte environnementale au niveau des points sensibles référencés.

Au-delà du contrôle strictement réglementaire, les données mesurées permettent également d'alimenter la base de données du site d'exploitation en vue de conforter le comportement vibratoire lié au gisement géologique et au conception des tirs.

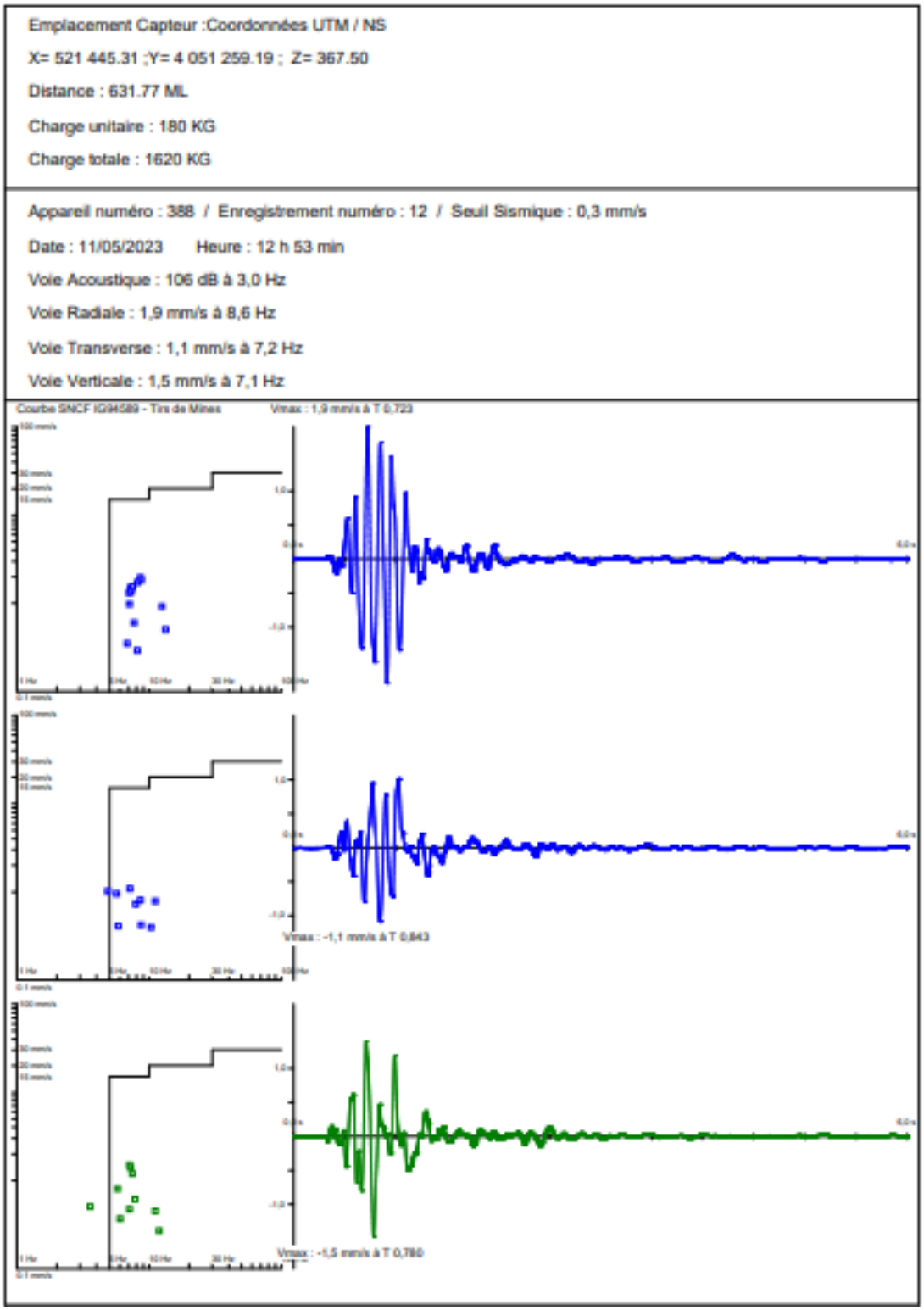


Figure 26 : Exemple de résultat de mesures des vibration et tirs de mines. (Volée 1).

<u>Légende</u> :

Volée 1	Voie transversale :0.6 mm/s
Voie Radiale :0.7 mm/s	Voie Verticale :0.5mm/s

4.5 Débitage secondaire

Tout tir d'abattage à l'explosif génère des blocs hors gabarits, le débitage secondaire de ces

blocs est réalisé à l'aide d'un brise roche monté sur pelle hydraulique, cela permettra le dégagement des blocs stockés sur les plates-formes des différents niveaux d'exploitation.

Figure 27 : Débitage secondaire.

4.6 Chargement

La reprise et le chargement des tas de roche de calcaire abattu est assurée par une chargeuse de capacité de godet de 9m3, une pelle a godet de capacité de 5 M2. On a deux types d'engins

Figure 28 : Chargement du calcaire.

4.7 Le transport

Le transport est assuré par des dumpers :

. 6 de marque BELAZ capacité de 60 tonnes

. 3 dumpers CAT 773 G avec une capacité de 55 Tonnes pour chacun

Ils transportent le calcaire vers les concasseurs, les camions vident le calcaire dans la trémie du concasseur primaire.

Figure 29 : Transport vers le concasseur.

4.8 Concassage et évacuation vers l'usine

Le calcaire vidé se dirige vers le concasseur avec ATM (alimentateur a tablier métallique) et rentre dans le concasseur, on trouve deux concasseurs FCB (nom450 t/h et max 550t/h) et KHD (nom 1000 t/h et max 1500 t/h) ou il se concasse à des petits morceaux, le diamètre de la roche avant le concassage est de 800 mm et après concassage est de 40mm.

Le calcaire une fois concassé, il est transporté par un convoyeur à bande vers le hall de stockage spéciale calcaire.

Figure 30 : Calcaire vidé dans le concasseur.

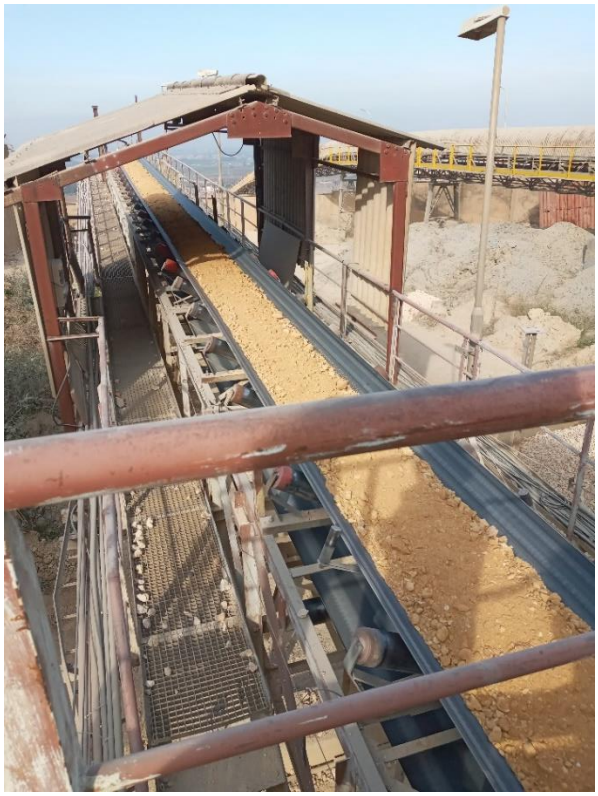


Figure 31 : Transportation du calcaire concassé vers le hall de stockage à l'usine.

4.9 stockages du calcaire à l'usine

Figure 32 : vue externe du hall de stockage calcaire.

Les ajouts (argile, sable, fer) sont transportés par camion vers l'usine pour le concassés dans un autre concasseur (HAZEMAG : 200t/h). Une fois concassé, ils sont stockés dans le « Hall Ajouts » dont la capacité est de 20 000 t argile ; 10 000 t de minerai de fer ; et 6 000 t de sable. Il est noté que le sable est stocké directement.

Le calcaire est stocké séparément dans le « hall Calcaire » sous forme de 03 tas dont le :

1er tas : 20 000 tonnes

2ème tas : 20 000 tonnes

3ème tas : 10 000 tonnes

Figure 33 : Vue interne du hall de stockage.

5. Exploitation de la carrière d'argile

5.1 Production annuelle et régime de fonctionnement de la carrière

L'objectif de la carrière est de satisfaire les besoins de la cimenterie en matière d'argile par extraction et mise en tas d'une quantité de 300 000 T/an de la matière argileuse.

Le régime de fonctionnement de la carrière :

- Nombre de jours ouvrables par an : 176 jours.
- Nombre de jours travail par mois : 22 jours.
- Nombre de jours ouvrables par semaine : 5.5 jours.
- Nombre d'heures de travail par jour : 07 h / poste.

Tableau 17 : Récapitulatif de la production de la carrière d'exploitation d'argile.

Nature	Production					
	Annuelle		Mensuelle		Journalière	
	T	M^3	T	M^3	T	M^3
Argile	300 000	125 000	37 510	15 642	1705	711

5.2 Méthodes d'exploitation

L'exploitation de la carrière d'argile de « Douar Ouled Saïd » est à ciel ouvert de haut en bas par la méthode dite ripage et refoulement à l'aide d'un bulldozer.

La matière utile est une roche tendre qui nécessite un foisonnement préalable avant d'être refoulée et mise en tas.

La hauteur du front de taille d'exploitation ne doit pas dépasser les 5 m et un angle de talus qui égal à 45°.

L'exploitation est dans la partie est du gisement sur 2 niveaux dans les deux zones : +145 m et +140 m pour l'année 2022.

Tableau 18 : Récapitulatifs d'exploitation.

Niveau	Zone	Surface	Volume	Tonnage	Durée de vie
+ 150	02	342	1 428	3 427	0,01
+ 145	01	12 785	31 439	75 454	0,25
	02	3 226	10 648	25 555	0,09
+ 140	01	14 633	64 566	154 958	0,52
	02	4 463	16 983	40 759	0,14
Total			125 064	300 154	1,00

En somme, le plan d'exploitation a prévu dans l'année 2022 d'extraire 300 154 tonnes d'argile, une quantité qui répond au besoin annuel de la chaîne de fabrication de ciment (300 000 tonnes).

Les étapes sont :

. Extraction

. Chargement

. Transport

Figure 34 : Gisement caractériser d'argiles versicolores (bleu, rouge, jaune).

5.3 L'extraction

A. Le ripage

Cette étape est importante pour enlever la couche qui gêne à l'aide d'une ripe elle concerne surtout les argiles non altérées

B. Le refoulement :

C'est la suite de la première opération qui est dédié au déplacement de la substance utile foisonnée suivant des passes inclinées sur une distance n'excédant pas les 50 mètres (pour atteindre un rendement idéal du bulldozer).

Ces deux opérations sont réalisées à l'aide d'un bulldozer de marque KOMATSU.

5.4 Chargement

Le chargement des tas de roches d'argile, est assurée par une pelle hydraulique dotée de godet de capacité de 4,5 m^3.

5.5 Transport

Le transport de l'argile depuis le front d'exploitation vers le concasseur est assuré par trois (03) dumpers de 35 tonnes

6. Département EMR (entretiens matériels roulants)

Le rôle de ce service est bien défini dans le maintien et l'entretien des matériels roulants.

a. Les entretiens préventifs

Ce sont les pièces de rechange, les lubrifiants et les graisses.

b. Les entretiens curatifs

En générale sont reliées à la panne des engins.

Figure 35 : Atelier EMR.

II. Production du « Ciment Portland »

Les matières premières utilisées pour la fabrication du ciment au niveau de Meftah :

a. Le calcaire

Exploité en carrière par abattage à l'explosif en forme de gradin successif, il est transporté pour être concassé par le concasseur KHD et acheminé d'une distance de 1 Km par tapis transporteur vers l'usine.

b. L'argile

Exploité en carrière par ripage, acheminé d'une distance de 2.5 Km de la carrière argile et transporté pour être concassé par concasseur FCB et envoyé par tapis transporteur vers l'usine.

c. Le Minerai de fer et le sable

Se fait par approvisionnement destiné pour être des **correcteurs** pour le mélange cru. **[2]**

d. Le gypse

Provient de la carrière de MEDEA destiné à la production du ciment. **[2]**

Les premières quatre matières (calcaire, argile, fer et sable) sont stockées après concassage et transporté ensuite vers l'atelier cru pour être séchées et broyées pour obtenir la farine.

Celle-ci est homogénéisée et introduite dans la tour de préchauffage avant de passer par le four afin de subir des transformations physicochimiques dont celles de la décarbonatation et clinkérisation.

Le clinker est concassé après refroidissement et stocké, mélangé avec le gypse qui est un retardateur de prise et le calcaire (ajout) ensuite broyé dans les broyeurs ciment pour obtenir enfin le ciment. Celui-ci est expédié après stockage dans les silos ciment.

1. Zone cru

Figure 36 : Zone cru**.**

Le but de cet atelier : est le broyage et le séchage de la matière.

La récupération de la matière se fait par : gratteur a palette (gratteur portique et semi portique).

Le transport est fait par : les aéroglisiéres et les élévateurs à godets.

Les principaux équipements sont : - broyeurs à marteaux et à boulets
- Les séparateurs statiques et dynamiques

1.2 Hall calcaire

La mise en tas du calcaire est assurée par un chariot verseur mobile et constituer par un seul gratteur portique.

Le gratteur portique (à palette) sert à gratter le calcaire (débit : 300t/h), il se déplace en translation de tas en tas et jette la matière sur le tapie 2MK 03 01 pour la transporter au trémie calcaire (les tapies T5bis, T5, T10).

Le déplacement avec grattage est assuré par une petite vitesse, et sans grattage est assuré par une grande vitesse.

1.3 Hall argile

Constituer de deux gratteurs semi portique (à palette, débit : 300t/h) servent à gratter les ajouts (argile, sable, fer), car ils diverses les produits sur des bandes transporteuses jusqu'aux trémies (les tapies T6, T7, T8, T9 et T11)

Cet atelier est constitué de 4 trémies (calcaire, argile, fer, sable) dont le dosage de chaque matière :

Le calcaire est de 80 %
L'argile 18 %
Le sable 2 %
Le fer 1 %

1.4 Atelier pré broyage et séchage (APS)

Le but est de :

. Garantir le séchage de la matière à l'entrée du broyeur à boulets à un maximum de 24 % d'humidité.
. Garantir une production de **90t/h** en cas d'incident sur broyeur cru.

. Utilisation des gaz provenant du four pour le séchage du cru et éviter ainsi les pertes de calories.

. Les quatre matières se versent dans le concasseur à marteaux.

Figure 37 : Atelier APS.

a. L'aspiration

Les matières concassées sont aspirées par un ventilateur de tirage d'une puissance de **1600 KW)** avec les gaz chauds venant du four : **(300°C, 280 000Nm^3/h)** à l'aide d'une gaine.

b. Séparateur statique

Le produit traverse une conduite à travers le séparateur statique qui sépare la granulométrie (grosses particules et fines particules) sachant que les grosses particules passent par le broyeur à boulets et les fines particules seront stockés dans les silos d'homogénéisation.

1.5 Broyage cru

Les grosses particules (les matières pré broyées) une fois transporté vers le broyeur, passent par deux chambres, on obtient une matière fine à la sortie du dernier, qui va être transportée vers le séparateur dynamique.

La matière fine passe avec les gaz chauds vers 8 cyclones et avec la force de gravitation cette dernière s'entasse aux bas de cyclones et ensuite transportée par l'aéroglisseur vers l'homogénéisation.

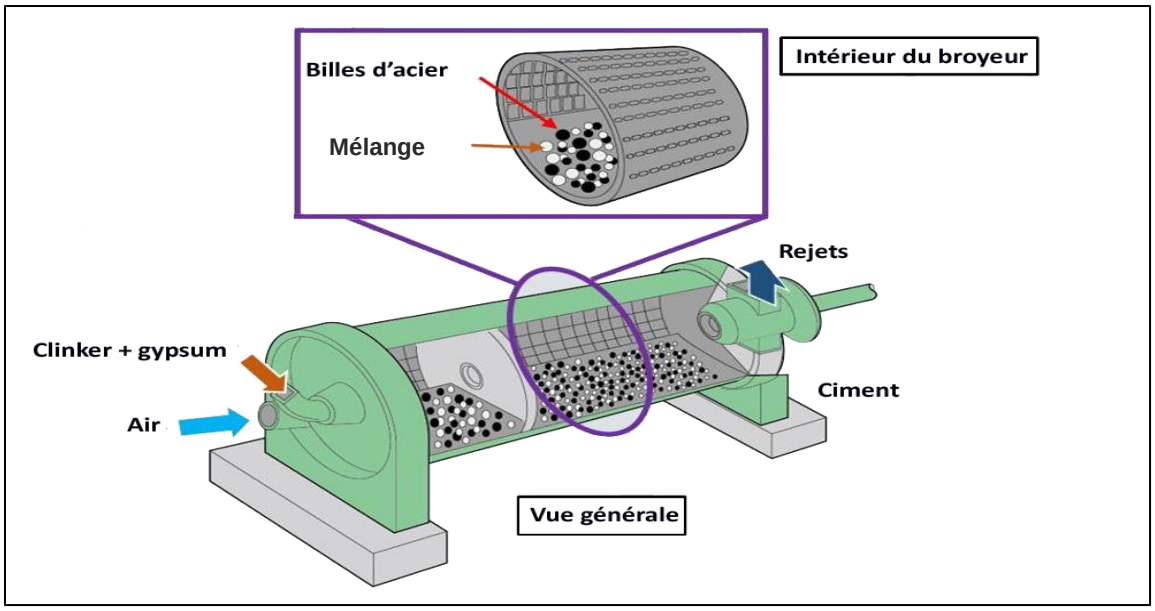


Figure 38 : Le broyage du mélange.

Les gaz sont aspirés vers le filtre et sans oublier que la matière dans le broyeur cru, subisse un séchage par des gaz chauds générés par un foyer auxiliaire.

1.6 Atelier d'homogénéisation (SCMI)

Cet atelier est constitué de quatre silos, dont deux silos **H1** et **H2** d'homogénéisation avec une capacité de **2500 T** chacun, et deux silos **S1** et **S2** de stockage d'une capacité de **5000 T** chacun.

Figure 39 : Atelier d'homogénéisation.

2. Zone cuisson

C'est la zone ou le clinker se forme, elle est constituée de 4 sous ateliers :

• La tour de préchauffage (échangeur à voie sèche)
• Le four
• Le refroidisseur
• Le concasseur à rouleaux

2.1 La tour du préchauffage

Le préchauffage de la farine se fait par un échange calorique entre la matière crue et les gaz chauds, dans une tour de 4 étages avant d'accéder au four pour éviter la dégradation de la matière.

L'E.V. S (échange a voie sèche) qui est le préchauffeur a cyclones, comprend essentiellement une série étagée de cyclones installer l'un au-dessus de l'autre attacher avec gaines.

Les gaz chauds venant du four rotatif traversent les gaines et les cyclones, et transfert leur chaleur aux matières pulvérulentes (farine) qui sont introduites et mises en suspension dans le courant des gaz. Le gaz aspiré du four permet une décarbonatation de 30 % de la matière, à

cause du déplacement de la chaleur a la farine, avant que le four s'engage à une température de 795°C au niveau de l'amont du four.

Figure 40 : La tour du pré chauffage et le four.

2.2 Le four

Le four est le siège d'un enchaînement de réactions chimiques, qui se produisent dans la matière en fusion et qui conduisent à l'obtention des combinaisons moléculaires attendues pour obtenir **le clinker.** Il a une forme cylindrique de 84 M de longueur et de 5,6 M de diamètre avec un degré d'inclinaison de 3% par rapport à l'horizontale, il est constitué de 3 bondages qui reposent sur des galets, sa vitesse maximale est de : **2.2tr/mn** et minimale : **0.63tr/mn**.

La matière préchauffée à l'intérieure du four passe par 3 étapes de cuisson :

La 1ère étape : la farine accède à une température de 1200°C jusqu'à 1 300°C qui permet sa décarbonatation.

La 2ème étape : c'est la clinkérisation qui résulte de la cuisson au milieu du four à une température d'environ 1450 °C.

La 3ème étape : c'est le refroidissement à une température d'environ 1200°C avant d'entrer dans le refroidisseur.

Les minéraux qui résultent de la cuisson de la farine :

Bellite (C_3S : $3CaO.SiO_2$ silicate tricalcique) : un composé actif du Clinker qui permet au ciment de développer une résistance très élevée.

Allite (C_2S : $2CaO.SiO_2$ silicate bi calcique) : il fournit au ciment sa résistance à long terme il est de 20 % de moyenne.

Fellite (C_4AF : $4CaO.Al_2O_3Fe_2O_3$ Aluminate ferrite tétra calcique) : le clinker est refroidi dans un refroidisseur à la sortie du four dans le but de garder sa composition chimique.

2.3 Le refroidisseur

Il est constitué essentiellement de :

- Trois grilles perforées **(GI, GII, GIII)**
- Huit ventilateurs de soufflage **(V1M1, V1M2, V1M3, V2, V3, V4, V5, V6)**
- Six chambres de refroidissement
- concasseur à rouleaux
- l'exhaure, équipé de deux ventilateurs de tirage **(VT1, VT2)**

Figure 41 : Le refroidisseur.

Le clinker sort du four à une température de 1450°C, le refroidisseur fait descendre cette dernière jusqu'à environ 700 °C au-dessus de la température ambiante et tombe sur les grilles où il est refroidi par une batterie de ventilateurs de soufflage dans les chambres de la partie basse du refroidisseur.

Le balancement des grilles par le mouvement de va et vient fait avancer le clinker, l'air passe à travers chaque grille qui est commandé par 2 vérins.

Le clinker s'échauffe par l'accès d'aire au passage de sa couche. La partie la plus chaude est aspirée par le four et apporte l'aide d'une aire secondaire, et pour être au courant ; l'excès d'air est aspiré à l'exhaure du refroidisseur.

2.4 Le concasseur

Le clinker est concassé par un concasseur à rouleaux à l'extrémité des grilles, pour avoir une bonne granulométrie et pour être transporté, stocké et passé dans le broyeur à ciment (BK1 ou BK2).

L'air d'exhaure sort du refroidisseur à une température comprise entre 200 et 350°C

Cet air animé d'une grande vitesse est ralenti après un passage dans une boite de détente qui se décharge d'une partie de leur poussière. Cet air traverse ensuite un échangeur qui abaisse sa température entre 90°C et 120°C par un système de ventilation (SCMI)

L'air issue de l'échangeur traverse deux filtres de manière à éliminer la poussière, avant d'être rejeté dans l'atmosphère par l'intermédiaire de deux ventilateurs d'exhaure. (SCMI)

2.5 Transport du clinker

Dans la partie basse sous le refroidisseur, les poussières qui passent à travers la grille sont recueillies. Celle-ci vidée par deux chaînes traînantes poussières (SCMI)

Les deux chaînes traînantes poussières alimentent deux chaînes de production à travers de deux doubles clapets pendulaires motorisés. (SCMI)

Les deux chaînes traînantes de production, en plus les poussières sous le refroidisseur récupèrent :

- La production venant du concasseur à rouleau
- Les poussières issues des trémies sous boîte de détente
- Les poussières issues des trémies sous échangeur
- Les poussières issues des trémies sous les deux filtres

Figure 42 : Silo de stockage clinker.

3. Zone Ciment

Cet atelier est composé de deux lignes électriques avec un débit de 90 T/H chacune, de production du ciment. (SCMI)

Figure 43 : Zone Ciment.

3.1 Le remplissage des trémies (clinker, gypse, calcaire)

a. Remplissage par la trémie de réception

« Gypse et ajouts » les 2 premières matières qui sont acheminées vers la trémie de réception par des camions, le gypse est transporté par le tapie T19 qui se diverse sur le T20, et ce dernier va être stocké dans le silo de stockage avec une capacité de 5000T à l'aide d'un élévateur gypse (silo de stockage spécial gypse).

Les ajouts et le gypse vont être transportés vers l'élévateur à godets du T20 au tapis AUMOUND qui alimentent la chaine TKF2 pour remplir la trémie ajouts + gypse.

B. Remplissage par T16

Le remplissage se fait directement de la zone cuisson vers T16 à partir des chaînes traînantes, qui diverse le clinker dans un conduit dans des silos de stockage (4 silos), chaque silo à 3 bouches étant donné que 2 bouches sont manuelles et l'autre est motorisé. Ainsi, de part en part eux la matière se verse sur T16 vers l'élévateur à godets qui est acheminée après vers la chaîne TKF1 afin de remplir les trémies clinker et gypse.

3.2 Broyage du ciment

Le dosage des matières se fait comme suit : clinker 80 % ; gypse 5 % ; ajouts 15 %. Car il est porté à la connaissance que la matière des ajouts c'est le calcaire pour la cimenterie de meftah.

Apres cette étape, la matière dosée sera transportée vers le broyeur ciment BK1 - BK2 sur un tapis pour le broyage

La matière broyée va être transportée vers la sortie du broyeur par l'élévateur a godet, et sera distribuer dans le séparateur dynamique.

Les rejets se transportent vers l'entrée du broyeur pour le re broyage par l'Aero glissières rejet, et le produit fini (ciment) s'achemine par l'aéroglisseur principale vers les silos de stockage à l'aide d'élévateur à godets.

Il y a 8 silos de stockage avec une capacités de 4000 Tonnes/Silo, silo 1-2-3-4-5-6-7 et 10.

Les gaz poussiéreux sont aspirés par un ventilateur de tirage à travers un filtre à manche pour la récupération du ciment, et les gaz épurés sont expulsés vers l'atmosphère. (SCMI)

Figure 44: Silos de stockage du ciment.

4. Zone expédition

C'est la dernière étape du process de fabrication du ciment, qui est faite en sacs et en vrac.

Figure 45 : Zone d'expédition.

4.1 Expédition en sacs

Le ciment est transporté des silos de stockage par des aéroglisseurs vers des élévateurs à godets pour qu'il se verse dans des cribles, et être acheminé vers des trémies intermédiaires, chacune est reliée à une ensacheuse. Elle se fait par 4 ensacheuses chacune possède 8 becs pour le remplissage des sacs.

Les sacs de 50 kg sont chargés sur des camions a bennes.

Figure 46 : Expédition en sacs.

4.2 Expédition en vrac

Le ciment est transporté à partir des silos vers les trémies de stockage intermédiaires, en passant par le criblage (Tirage des grains). Chaque trémie a une capacité de 20 T Max et munie d'un peseur pour qu'on puisse déterminer le poids net à expédier dans la trémie avant de passer au chargement. Le remplissage se fait par un flexible (oscilloscope) branché au fond d'une trémie et qui est dirigé par l'opérateur pour le mettre à l'intérieur de la bouche de la cocotte des camions pour les remplir. (SCMI)

Figure 47 : Expédition en vrac.

Chapitre 4 :

Évaluation des impacts

Chapitre IV. L'évaluation des impacts prévisibles directs et indirects à court, moyen et long terme du projet sur l'environnement

1. Méthode utilisée pour l'évaluation des impacts

1.1. Identification des aspects environnementaux

L'analyse environnementale a pour objet de fournir à l'organisme un processus d'identification des aspects environnementaux et de déterminer ceux qui sont significatifs en fonctionnement normal et en fonctionnement accidentel pour que ce dernier puisse les prendre en considération prioritairement.

La finalité de l'analyse environnementale est de fixer des objectifs et des cibles de l'étude, d'établir un programme d'actions et d'intégrer dans la politique et la stratégie les axes d'amélioration déterminés en matière d'environnement. Cette démarche est le fondement du système de management de l'environnement et s'inscrit dans la logique d'amélioration permanente.

Ce processus d'identification fait l'objet d'une méthodologie qui doit être objective, pragmatique et reproductible :

- Méthodologie objective qui reflète la réalité des problématiques et effets sur l'environnement de l'organisme ;
- Méthodologie pragmatique qui est simple dans son utilisation par les personnels de l'organisme ;
- Méthodologie reproductible où l'on retrouve les mêmes résultats lorsque l'analyse est faite au sein d'un groupe réunissant des compétences et des sensibilités différentes.

L'analyse environnementale, selon les référentiels cités, se réalise en plusieurs étapes bien définies :

- **1re étape** : recueillir les données globales de l'organisme (activités, produits et services) ;
- **2ème étape :** découper et décrire les activités, les produits et les services ;
- **3ème étape :** identifier les aspects et impacts liés aux activités, produits et services en fonctionnement normal et transitoire, dégradé et accidentel ;
- **4ème étape :** suggérer les mesures de préventions.

L'approche méthodologique choisie dans cette étude est utilisée par l'administration de la

SCMI, elle est adhérée par l'administration dans le cadre de leur politique de gestion environnementale, et utilisée pour leur projet d'obtention du certificat « ISO 14001 » relatif au management de l'environnement dans les entreprises économiques.

Cette méthode répond aux exigences provinciales de la réalisation des études d'impacts, et spécifiquement à la directive générale de l'évaluation environnementale et stratégique pour les projets **d'Exploitation de djebel Zerouala II (carrière de calcaire) et la fabrication du ciment au niveau de l'usine.** Elle repose essentiellement sur l'appréciation de la valeur des composantes environnementales du milieu, ainsi que de l'intensité de l'étendue et de la durée des impacts prévus (positifs ou négatifs). Ces derniers sont souvent prospectés de façon sélective.

Ainsi les principaux impacts environnementaux liés à l'activité de la carrière de « Djebel Zerouala II » :

- Les déchets relatifs aux travaux d'exploitation de la mine représentés essentiellement par :
- Stériles d'extraction du calcaire ;
- Emissions atmosphériques de poussières et de fumées issues des engins et véhicules ;
- Effluents liquides de l'atelier de maintenance qui contient des hydrocarbures ;
- Batteries usagées des moyens de chargement et de transport ;
- Pneus usagés des moyens de chargement et de transport ;
- Huiles usagées de vidange ;
- Chiffons souillés ;
- Déchets d'administration (papiers, carton, plastique …) ;
- Déchets domestiques résiduaires ou assimilés ;
- Emissions sonores issues des engins de chargement et de transport.

1.2. Méthode d'évaluation d'impacts environnementaux

Lorsque l'ensemble des effets potentiels des projets sur une composante environnementale donnée est identifié, l'importance des modifications prévisibles de cette composante est évaluée.

La démarche générale proposée pour évaluer l'importance des aspects environnementaux repose sur Quatre (4) critères particuliers, c'est-à-dire : **la gravité de l'impact (G)**, **la fréquence d'occurrence (F), niveau de maitrise (mesures de contrôles existants) (NM**), **la conformité réglementaire et/ou légale (CR).**

Même si l'étude d'impact sur l'environnement prend en compte l'ensemble des cadres physiques, écologiques, environnementaux, et socio-économique, la considération des éléments qui précédent permet d'identifier les composantes les plus susceptibles de subir une

modification ou un impact important, et d'influencer de façon significative les choix et la prise de décision.

Les interactions identifiées entre les activités étudiées et les composantes du milieu sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

NB : Un aspect dont la conformité réglementaire n'est pas prouvée (NC Réglementaire) sera classé et hiérarchisé comme significatif de première priorité pour une prise en charge, rigoureuse et immédiate.

La localisation des impacts ainsi que leurs amplitudes sont codifiées dans le tableau et les explications ci-dessus :

Tableau 19 : Codes et explication des aspects environnementaux et leurs impacts.

Criticité	Définition	Significativité	Actions
(1 – 12)	**Très bas**	**Non significatif**	Aucune mesure particulière n'est requise, mais la situation doit être surveillée.
(16 – 18)	**Bas**		Mettre en œuvre des mesures de contrôle à **moyen** terme
(24 – 27)	**Moyen**	**Significatif**	Mettre en œuvre des mesures de contrôle à **court** terme
(32 – 64)	**Elevé**		Situation critique. Mettre en œuvre des mesures de contrôle dans l'immédiat

Tableau 20 : Synthèse des codes numériques des trois aspects pour l'évaluation d'impact

		F x G								
		1	2	3	4	6	8	9	12	16
NM	1	1	2	3	4	6	8	9	12	16
	2	2	4	6	8	12	16	18	24	32
	3	3	6	9	12	18	24	27	36	48
	4	4	8	12	16	24	32	36	48	64

1.2.1. La gravité (importance) des impacts (G)

La gravité est codifiée en **Mineur, Acceptable, Grave, Majeurs** en prenant en considération **:**

- Impact **mineur** (noté 1), son critère d'appréciation : « **Impact nul ou bénéfique »**

- Consommation de ressources faible ;
- Déchets triés et stockés de manière appropriée, évacués ;
- Aucune dégradation ou pollution localisée du site ;
- Aucun rejet liquide et/ou Atmosphérique ;
- Aucune sensibilité sonore ;

- Impact **Acceptable** (noté 2), critère d'appréciation : **« Impact réversible/limité au site »**

- Consommation de ressources raisonnable ;
- Déchets triés et stockés de manière appropriée, mais non évacués ;

- Pollution du sol sans pollution du sous-sol ;
- Rejet liquide et/ou Atmosphérique dans les limites de tolérance de la règlementation ;
- Niveau de bruit tolérable inférieur à 85 dB (supportable)

- Impacte **Grave** (noté 3), de critère : **« Impact irréversible ou néfaste à long terme, mais restant confiné au site, ou impact réversible dépassant les limites du site »**

- Consommation de ressources importante ;
- Pollution localisée, limitée dans les propriétés et/ou l'environnement voisin ;
- Dépassement ponctuelle des limites de rejets liquide et/ou Atmosphérique ;
- Déchets non Triés et non stockés de manière appropriée ;
- Niveau sonore supérieur à 85db ;

- Impact **Majeur** (noté 4), de critère : **« Impact irréversible, immédiatement néfaste »**

- Consommation de ressources très importante (Surconsommation /gaspillage) ;
- Déchets non Triés et non stockés de manière appropriée (décharge sauvage) ;
- Pollution importante avec des dommages irréparables à l'environnement (sol et sous-sol) ;
- Rejet liquide et/ou Atmosphérique non identifiés et non quantifiés ;
- Niveau sonore supérieur 100 dB provocant une perturbation et implique des plaintes.

1.2.2. La fréquence des impacts (F)

La fréquence d'occurrence est codifiée en : **Exceptionnelle, Occasionnelle, Régulière, Permanente** en considérant :

- Le niveau dit « **Exceptionnelle** » (noté 1) : peut se produire une fois par an ;
- Le niveau dit « **Occasionnelle** » (noté 2) : peut se produire plusieurs fois par an ;
- Le niveau dit « **Régulière** » (noté 3) : peut se produire une fois par semaine ;
- Le niveau dit « **Permanent** » (noté 4) : qui se produit tous les jours.

1.2.3. Niveau de Maitrise ou mesures de contrôles existants (NM)

Le niveau de maitrise est codifié en : **Bon, Acceptable, Inefficace, Inexistant**

- Niveau dit « **Bon** » (noté 1) : Moyens de maitrise connus appliqués fiable et efficace ;
- Niveau dit « **Acceptable** » (noté 2) : Moyens de maitrise connus, appliqués mais peu efficaces ;
- Niveau dit « **Inefficace** » (noté 3) : Moyens de maitrise connus mais non appliqués ;
- Niveau dit « **Inexistant** » (noté 4) : Aucune disposition de maitrise n'est existante.

1.2.4. Conformité Règlementaire et/ou légale (CR)

- Le premier niveau **« Conforme » (C)** de critère : Textes connus, appliqués et respectés ;
- Le deuxième niveau **« Non Conforme »** (**NC)** de critère : Textes non respectés.

Le **niveau de criticité « C »** est calculé selon la formule :

C = G (gravité) x F (fréquence) x NM (Niveau de Maitrise) « C = F*G*NM »

L'estimation de l'impact permettra de classer ceux jugés significatifs ou non significatifs.

L'impact est jugé **Significatif (IES)** pour ceux classés dans la **zone Rouge** et **Orange** (la criticité est supérieure ou égal (≥) à **24**) (Voir les tableaux 1&2 ci-dessus).

Cette évaluation doit permettre de valider l'élimination des causes du problème. C.-à-d. la non-détection d'une récurrence d'un problème et/ou la non-apparition d'un défaut potentiel.

Pour évaluer l'efficacité d'une action corrective et/ou préventive, il s'agit de mesurer la non-détection d'une récurrence de l'origine de cette non-conformité. Cette mesure peut être doublée par un audit.

Cette étape permet de vérifier que les actions sont efficaces et atteignent l'objectif défini.

2. Impacts liés à l'activité de l'exploitation du « SCMI »

2.1. Effet sur le cadre environnemental

2.1.1. Impact sur le site et le paysage

Par les travaux d'exploitation de la carrière, l'impact sur le paysage sera lié à l'extraction, opération qui conduira à la création de gradins sur le gisement de calcaire de « Djebel Zerouala II » (zone 06) et qui fera subir des modifications à la morphologie du site.

L'impact paysager est lié à l'existence d'un chantier qui durera jusqu'à épuisement de la carrière L'exploitation de la carrière est visible à partir de la route CW 46.

Nous envisageons un grand chantier qui émettra un nuage de poussière et la création d'un front de taille. En effet, l'extraction du calcaire conduira au tracé de plusieurs gradins.

2.1.2. Génération des déchets

a. Classification

Classification des déchets générés de la carrière selon le décret exécutif n°06-104 du 28/02/2006 :

Tableau 21 : Liste des déchets spéciaux y compris les déchets spéciaux dangereux

Code de déchet	Désignation du déchet	Classe Du déchet	Critères de Dangerosité
13	Huiles et combustibles liquides usagés (sauf huiles alimentaires et huiles figurant aux catégories 5, 12 et 19)		
13.2	Huile moteur, de boîte de vitesses et de lubrification usagées		
13.2.1	Huile moteur, de boîte de vitesses et de lubrification chlorées à	SD	Toxique

	base minérale		
13.2.2	Huile moteur, de boîte de vitesses et de lubrification non chlorées à base minérale	SD	Nocive
13.2.3	Huile moteur, de boîte de vitesses et de lubrification synthétiques	SD	Nocive
13.2.4	Huile moteur, de boîte de vitesses et de lubrification facilement biodégradables	SD	Nocive
13.2.5	Autres huile moteur, de boîte de vitesses et de lubrification	SD	Nocive
13.6	Combustibles liquides usagés		
13.6.1	Fuel, oïl et diesel	SD	Inflammable
16.1	Véhicules hors d'usage de différents moyens de transport (y compris machines tous terrains) et déchets provenant du démontage de véhicules hors d'usage et de l'entretien de véhicules (sauf catégories 13, 14, et sections 16. 6 et 16. 8)		
16.1.1	Pneus hors usage	S	Dangereux
16.1.2	Véhicules hors d'usage	SD	
16.1.3	Véhicules hors d'usage ne contenant ni liquides ni autres composants dangereux	S	Nocive
16.1.4	Filtre à huile	SD	Nocive
16.1.10	Liquide de freins	SD	Nocive
16.6	Piles et accumulateurs		
16.6.1	Accumulateurs de plomb	SD	Toxique
MA : Ménagers et assimilés ; **S :** Spéciaux ; **SD :** Spéciaux dangereux			

b. Caractérisation

L'exploitation de la carrière génère plusieurs types de déchets à savoir :

- Déchets solides (pneus, filtres, batteries…etc.),
- Déchets liquides (huiles de vidange)

c. Représentation

Les déchets générés sont représentés de la manière suivante

Tableau 22 : Consommation annuelle en huiles et lubrifiants.

Matières consommées	Unité	Année (2021)
Consommation graisse	Gr	5 000
Consommation huiles	L	100
Production matière première	T	64 845
Consommation spécifique en graisses	Kg/T	0,077
Consommation spécifique en huiles	L/T	0,001

Tableau 23 : Génération annuelle de déchets solides

Matières consommées	Année (2021)
Consommation en pneus	03 Unités
Consommation en batteries	02 Unités
Consommation en filtres	80 Unités
Production matière Première	64 845 T

d. Mode de stockage

La maintenance et la vidange des engins se fait au niveau de l'atelier de maintenance EMR de la carrière.

2.1.3. Utilisation des Ressources

Il existe différentes ressources qui sont subdivisées et classées en 2 catégories : dont la première dites **Ressources Renouvelables** et la deuxième **Ressources Non Renouvelables**.

Pour les ressources renouvelables on a principalement la consommation d'eau qui est destinée à l'arrosage des pistes et plates formes, les sanitaires, l'atelier de maintenance des engins (lavage). L'alimentation en eau se fait par citerne à partir du forrage de la Cimenterie de Meftah.

Pour les ressources non renouvelables on a la consommation de gasoil, gaz naturel, les huiles, et les lubrifiants.

Tableau 24 : Consommation des ressources (renouvelables et non renouvelables) durant l'année 2022

Ressources	Global	Quantité (Carrière)	Quantité (Usine)
Consommation Gaz (M^3)	19 352 078	Absent	19 352 078
Consommation Eau (M^3)	125 716	15 104	110 612
Consommation Electricité (Kwh)	N. D	N. D	N. D

L'alimentation en gaz et électricité est assurée par la société nationale « **SONALGAZ »**. Les différentes structures consommatrices de l'énergie électrique au niveau de l'établissement (carrière et usine) sont :

- Bureaux administratifs ;
- Atelier de maintenance ;
- Concasseur calcaire et argile ;
- Capacité du concasseur calcaire : 1200t/h (1750 MWh)
- Capacité du concasseur argile : 450t/h (680 MWh)
- Consommation électrique : « 685 920 kWh »

Pour le gaz naturel, il est principalement utilisé dans le four de séchage, mais aussi dans les blocs administratif et utilitaires pour le chauffage.

2.2. Effet sur le cadre humain et santé

2.2.1. Impact par le transport des matériaux

L'acheminement du calcaire se fait par camion jusqu'au concasseur. Par conséquent, le transport des matériaux par camions à plusieurs effets : pas seulement le bruit et les poussières, mais surtout sur la dégradation des chemins et des routes, les gênes et les dangers de circulation.

2.2.2. Impact par le bruit et vibration

a. Bruit

Les sources de bruit résultent des opérations suivantes :

- La foration des trous de mines ;
- L'abattage à l'explosif (1 tir/semaine) ;
- L'évolution des engins de chantier.

Mais les sources ponctuelles de bruit dont l'importance est de nature à apporter un gène sont essentiellement les engins de transport (dumper) et la station de concassage.

La réglementation Algérienne en matière d'émissions de bruits « DE : 93-184 » admet :

- Un niveau sonore maximum de 70 décibels (70 dB) en période journalier ;
- Un niveau sonore maximum de 45 décibels (45 dB) en période nocturne.

En phase de chantier, il est admis qu'il ne faut pas dépasser 08 heures d'exposition à une source de 80 dB.

Selon la fréquence du bruit, la durée d'exposition sera :

6 h/j ---------- 91 dB
3 h/j ---------- 94 dB
30 mn ---------- ≥ 100 dB

Sur le poste de travail :

Il est admis qu'il ne faut pas dépasser 85 dB durant 8 h/j et 5 j/semaine. Selon la fréquence du bruit, la durée d'exposition sera :

Tableau 25 : Niveaux sonores et limites de temps d'exposition quotidien maximum

Niveau sonore de la phase bruyante en dB (A)	Durée d'exposition quotidienne maximale
85	8 h
88	4 h
91	2 h
94	30 mn
100	15 mn
103	7 minutes 30 sec
106	3 minutes 45 sec
109	1 minutes 52 sec
112	56 secondes
115	28 secondes

Les mesures acoustiques effectuées avec le « TESTO 816 » en cabine et au voisinage des engins de la carrière et des endroits ont fait ressortir les fréquences suivantes :

Tableau 26 : Taux des nuisances sonores des équipements.

Equipements	Point de mesures	Mesures en (dB)		Norme algérienne
		Min	Max	
DUMPER « BELAZ »	Dans la cabine	77.6	78.4	85dB
	À 10 m	70	74.3	
DUMPER « CAT 773 G »	Dans la cabine	64.2	74.1	

	À 10 m	58.3	74.3	
PELLE HYDRAULIQUE « CAT 374 »	Dans la cabine	68.8	73.3	
	À 20 m	71.4	83.1	

Tableau 27 : Taux des nuisances sonores au niveau des ateliers.

Appareille de mesure	**Points de mesures**		**Mesures en (dB)**		**Norme algérienne**
			Min	**Max**	
Sonomètre « Testo 816 »	Extérieure bureau de chef service mécanique		70.8	75.4	85dB
	Administration carrières		57.1	57.7	
	Bureau chef départ EMR		58.1	79.4	
	Salle mécanique	Interne	66.5	67	
		Externe	72.9	80	
	Salle de contrôle concasseur calcaire et argile		71.4	80.7	
	Concasseur calcaire + argile		87.5	94.4	
	Concasseur calcaire		81.2	86.1	
	Concasseur argile		84.9	85.6	

Le taux de nuisances sonores est élevé dans les concasseurs l'employeur doit être équipé par un stop bruit dans les heurs des travaille.

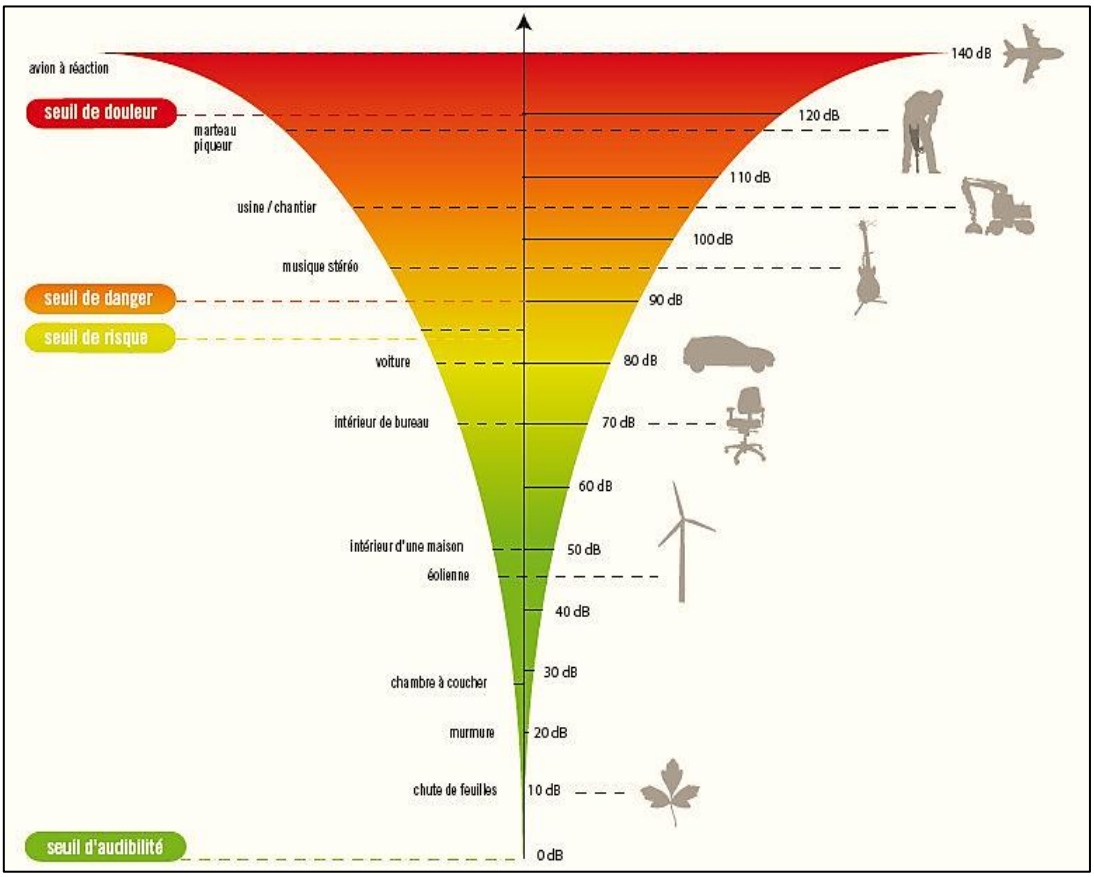


Figure 48 : seuils de risques et danger (csem.morbihan.fr, 2023).

b. Les vibrations

La principale source de vibrations est l'utilisation des explosifs lors de l'abattage. Les vibrations se propagent à travers le sol, tout en diminuant en s'éloignant de la source.

La détonation d'une charge d'explosif dans un trou de mine engendre une brusque

augmentation de la température et de la pression des gaz produits. L'expansion de ces gaz provoque une intense onde de pression qui comprime la roche jusqu'à un certain rayon définissant la zone de compression ou de broyage. Cette pression va conditionner les fissures existantes et engendrer de nouvelles fissures dans la roche.

La perturbation issue d'une explosion est influencée par les paramètres suivants :

- La distance à la source ;
- La charge d'explosif ;
- Les conditions du site et les paramètres du tir.

2.2.3. Impact par les émissions atmosphériques

a. Les émissions gazeuses :

Le carburant est consommé par combustion dans les moteurs des engins pour assurer leur mobilité. L'impact des gaz de combustion sur l'environnement est fonction de l'état de la motorisation et de la qualité de carburant. Il est d'autant plus important que les engins sont vétustes et non équipés de filtres et de pots catalytiques et que la composition du carburant est de moindre qualité. Dans ces conditions les gaz de combustion sont enrichis en monoxyde de carbone et en particules fines polluant la qualité de l'air

Le volume de gaz émis par la flotte d'engin est très faible dont la composante environnementale autour de la carrière n'aura pas une modification

b. Poussières

Les principaux centres d'émission de poussières dans la carrière peuvent provenir des opérations suivantes :

- Foration des trous de mines ;
- Exécution de tire de mine ;
- Le déplacement et la circulation des engins de la carrière ;
- Le stockage des produits finis et semi finis ;
- La chute des blocs extraits le long du front de taille.

Le bilan de ces rejets est très difficile à évaluer, cependant selon certaines publications traitant des envols de poussières en carrières (John Willey, 1984) ; il se traduit comme suit :

Tableau 28 : Sources d'émission de poussières

Source de rejet	Facteurs d'émission (kg de poussières /Tonne de matière première)
Abattage (forage, tir)	0.075
Roulage de camions	0.75 kg/km parcouru

En générale, les principaux problèmes environnementaux dérivés de ces émissions sont :

- La contribution à l'effet de serre avec des quantités importantes de CO_2 ;
- La contribution à la formation de pluies acides à forte teneur en soufre ;
- La contribution à certains problèmes locaux (pollution des sols, des eaux, …etc.) ;
- Un impact sur les commodités du voisinage sous les vents dominants ;
- Un impact sur le milieu naturel (diminution de la photosynthèse) ;
- Un impact sur les zones traversées par les camions (perte de chargement).

L'impact de l'extraction de la roche calcaire est plus important que celui lié aux autres sources d'émissions de poussières dans la carrière.

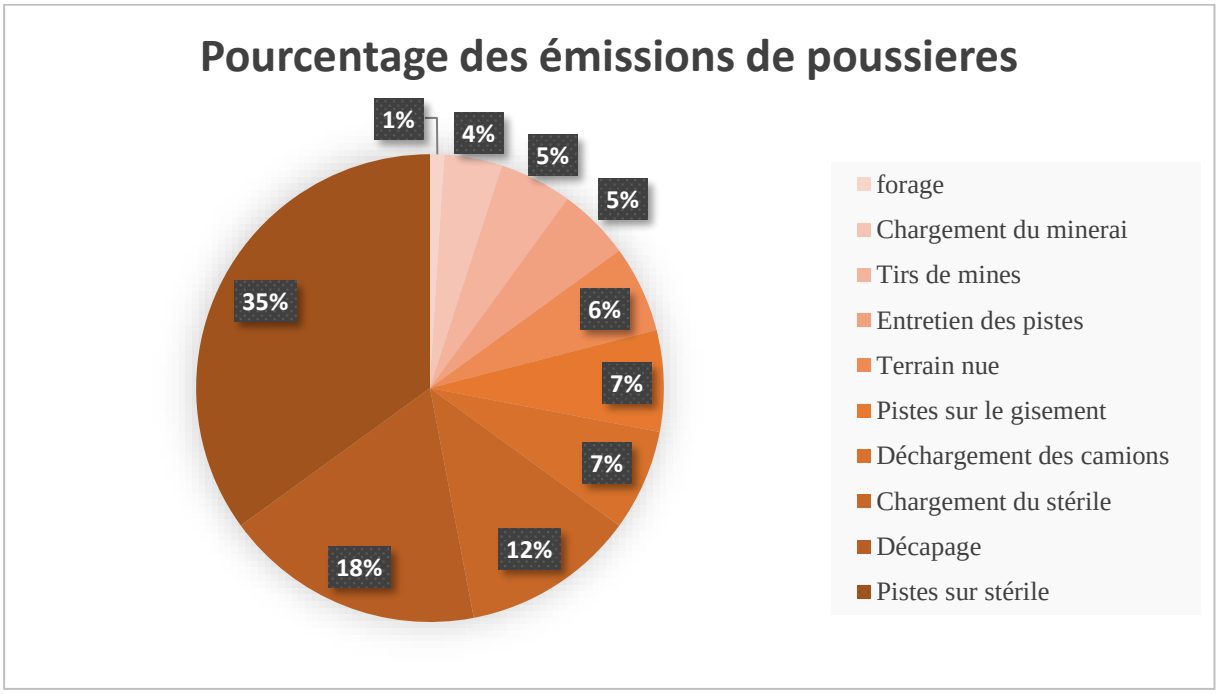


Figure 49 : Les principales opérations générant des émissions de poussières (SCMI 2022).

Il y a lieu de noter que la station de concassage se trouve à proximité de la carrière et par conséquent, l'impact de la poussière est ponctuel et sera limité à l'aire de cette dernière.

b.1 Opérations d'abattage

Compte tenu de l'homogénéité de la roche, lors de l'abattage nous assisterons à une émission de poussières peu importante.

b.2 Opérations de concassage

S'agissant d'un atelier semi fermé, l'émanation de poussières est minime.

2.2.4. Impact sur l'hygiène et sécurité

Les risques d'accidents peuvent être liés à la présence :

- De front de taille élevé (éboulement, chute) ;
- D'engins de chantier en évolution (chocs) ;

- D'installations en fonctionnement (chute, risque électrique)

Néanmoins, les risques sont parfaitement maîtrisables.

2.3. Effet sur le cadre physique

2.3.1. Impact sur l'hydrographie et l'hydrogéologie

L'impact prévisible d'une carrière sur l'eau est de deux types à savoir, l'impact sur les écoulements, tant en profondeur qu'en surface et l'impact sur la qualité des eaux

2.3.2. L'impact sur les écoulements des eaux et sol

a. Eau et sol

L'utilisation de lubrifiant et du gasoil est un aspect environnemental ayant pour impacts :

- La pollution des sols à la suite des pertes accidentelles lors des opérations de maintenance sur site et l'approvisionnement en gasoil.

- La pollution des eaux à la suite des pertes accidentelles et d'infiltration ou de lessivage par les eaux de précipitation, dans notre cas les eaux sont déversées directement dans un Oued naturel.

- La pollution lors de l'opération de lavage des engins sachant que la carrière n'est équipée d'une station de lavage des engins.

b. Les hydrocarbures :

Ils ont deux origines bien distinctes, à savoir d'une part, les aires d'entretien des engins en chantier (vidange) et d'autre part, les déversements accidentels.

Des concentrations extrêmement faibles d'hydrocarbures rendent très vite l'eau impropre à la consommation.

NB : En cas de diversement accidentel, la matière mouillée doit être chargée dans les camions, et destinée vers le concassage ciment et va être utilisé comme combustible.

Figure 50 : Ecoulement d'huile usagée sur le sol

L'utilisation des équipements est un aspect environnemental ayant pour impacts :

- La pollution atmosphérique par les émissions de poussières et gaz de moteurs lors des travaux de forage, du transport et le chargement-déchargement

2.4. Effet sur le cadre écologique

2.4.1. Impacts sur la faune et la flore

Le site étant couvert par un maquis et abritant déjà une unité de concassage (ancienne carrière) en activité depuis plusieurs années, les animaux ont déjà perdu leur habitat et la flore dite "sauvage", par opposition aux cultures, est sans intérêt botanique. L'impact sur la faune et la flore sera ainsi imperceptible (insignifiant).

2.5. Autres effets

Le projet ne présentera aucun danger pour les divers réseaux du secteur (ligne électrique, réseau d'A.E. P, réseau d'assainissement, etc.) qui sont absents de l'emplacement du gisement.

- ✓ Des précautions seront prises lors de tirs pour éviter tout risque d'accident vis à vis des tiers, usagers des chemins proches.
- ✓ Des mesures adéquates seront mises en place en vue de protéger le personnel, les installations se trouvant à proximité de la zone de tir (voir calcul du rayon de la zone dangereuse et v/V (mm/s).

3. Matrices d'impacts liés à l'exploitation du « SCMI »

3.1. Aspect environnemental de la carrière de calcaire

3.1.1. Forage et abattage

Aspect environnemental	Impact Environnemental	Evaluation d'Impact Environnemental			Criticité
		Fréquence	Gravité	NM	
Emission de poussières	Pollution Atmosphérique	Permanent	Acceptable	Bon	8
	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Acceptable	Acceptable	16
Bruit et vibrations	Destruction des habitats et des écosystèmes	Régulière	Grave	Bon	9
	Impact sur la santé (riverains, faune)	Régulière	Grave	Acceptable	18
	Nuisances sonores	Permanent	Grave	Acceptable	24
Emission des gaz d'explosifs	Pollution de l'air	Régulière	Acceptable	Bon	6
Emission des Gaz d'échappement (CO, CO_2, NOx, SOx, NH_3 …etc.)	Contribution au réchauffement planétaire	Permanent	Grave	Acceptable	24
	Pollution de l'air	Permanent	Grave	Acceptable	24
Génération déchets « SD » (Rebuts d'Explosif)	Risque d'explosion et d'incendie	Occasionnelle	Grave	Bon	6
Modification du paysage	Modification de l'aspect naturel des milieux	Régulière	Grave	Acceptable	18
	Dégradation de la qualité des paysages	Régulière	Grave	Acceptable	18
Consommation de carburant	Épuisement des ressources non renouvelables	Permanent	Acceptable	Acceptable	16
	Risque d'explosion et d'incendie	Permanent	Grave	Bon	12
Consommation matières premières	Dégradation de la qualité des paysages	Permanent	Grave	Acceptable	24
	Épuisement des ressources non renouvelables	Permanent	Acceptable	Acceptable	16
Déversement d'hydrocarbures (huiles, graisses, …etc.)	Pollution de sol et des eaux souterraines	Occasionnelle	Grave	Inefficace	18

3.1.2. Chargement et transport

Aspect environnemental	Impact Environnemental	Evaluation d'Impact Environnemental			Criticité
		Fréquence	Gravité	NM	
Emission de bruit	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Grave	Acceptable	24
	Nuisances sonores	Permanent	Grave	Acceptable	24
Emission des Gaz d'échappement	Contribution au réchauffement planétaire	Permanent	Grave	Acceptable	24
	Pollution de l'air	Permanent	Grave	Acceptable	24

Consommation de carburant	Épuisement des ressources naturelles non renouvelables	Permanent	Acceptable	Acceptable	16
	Risque d'explosion et d'incendie	Permanent	Grave	Bon	12
Déversement d'hydrocarbures (huiles, graisses, …etc.)	Pollution de sol et des eaux souterraines	Occasionnelle	Grave	Inefficace	18
Emission de poussières	Pollution Atmosphérique	Permanent	Grave	Acceptable	24
	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Acceptable	Acceptable	16

3.1.3. Dépotage et mise en pré stock

Aspect environnemental	Impact Environnemental	Evaluation d'Impact Environnemental			Criticité
		Fréquence	Gravité	NM	
Emission de bruit	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Grave	Acceptable	24
	Nuisances sonores	Permanent	Grave	Acceptable	24
Emission des Gaz d'échappement	Contribution au réchauffement planétaire	Permanent	Grave	Acceptable	24
	Pollution de l'air	Permanent	Grave	Acceptable	24
Consommation de carburant	Épuisement des ressources non renouvelables	Permanent	Acceptable	Acceptable	16

3.2. Aspect environnemental de la Carrière d'Argile

3.2.1. Extraction de la matière première

Aspect environnemental	Impact Environnemental	Evaluation d'Impact Environnemental			Criticité
		Fréquence	Gravité	NM	
Emission de poussières	Pollution Atmosphérique	Permanent	Acceptable	Bon	8
	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Acceptable	Acceptable	16
Emission de bruit	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Grave	Acceptable	24
	Nuisances sonores	Permanent	Grave	Acceptable	24
Emission des Gaz d'échappement	Contribution au réchauffement planétaire	Permanent	Grave	Acceptable	24
	Pollution de l'air	Permanent	Grave	Acceptable	24
Modification du paysage	Dégradation de la qualité des paysages	Régulière	Grave	Acceptable	18
Consommation de carburant	Épuisement des ressources non renouvelables	Permanent	Acceptable	Acceptable	16
	Risque d'explosion et d'incendie	Permanent	Grave	Bon	12
Consommation matières premières	Dégradation de la qualité des paysages	Permanent	Grave	Acceptable	24
	Épuisement des ressources non renouvelables	Permanent	Acceptable	Acceptable	16
Déversement d'hydrocarbures (huiles, graisses, …etc.)	Pollution de sol et des eaux souterraines	Occasionnelle	Grave	Inefficace	18

3.2.2. Chargement

Aspect environnemental	Impact Environnemental	Evaluation d'Impact Environnemental			Criticité
		Fréquence	Gravité	NM	
Emission de bruit	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Grave	Acceptable	24
	Nuisances sonores	Permanent	Grave	Acceptable	24
Emission des Gaz d'échappement	Contribution au réchauffement planétaire	Permanent	Grave	Acceptable	24
	Pollution de l'air	Permanent	Grave	Acceptable	24
Consommation de carburant	Épuisement des ressources non renouvelables	Permanent	Acceptable	Acceptable	16
	Risque d'explosion et d'incendie	Permanent	Grave	Bon	12
Déversement d'hydrocarbures (huiles, graisses, …etc.)	Pollution de sol et des eaux souterraines	Occasionnelle	Grave	Inefficace	18
Emission de poussières	Pollution Atmosphérique	Permanent	Acceptable	Inefficace	24
	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Acceptable	Inefficace	24

3.2.3. Dépotage et mise en pré stock

Aspect environnemental	Impact Environnemental	Evaluation d'Impact Environnemental			Criticité
		Fréquence	Gravité	NM	
Emission de bruit	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Grave	Acceptable	24
	Nuisances sonores	Permanent	Grave	Acceptable	24
Emission des Gaz d'échappement	Contribution au réchauffement planétaire	Permanent	Grave	Acceptable	24
	Pollution de l'air	Permanent	Grave	Acceptable	24
Consommation de carburant	Épuisement des ressources non renouvelables	Permanent	Acceptable	Acceptable	16
	Risque d'explosion et d'incendie	Permanent	Grave	Bon	12
Emission de poussières	Pollution Atmosphérique	Permanent	Acceptable	Acceptable	16
	Impact sur la santé (riverains, faune)	Régulière	Acceptable	Inefficace	18
Déversement d'hydrocarbures (huiles, graisses, …etc.)	Pollution de sol et des eaux souterraines	Occasionnelle	Grave	Inefficace	18

3.3 Aspect environnemental de l'atelier EMR

Aspect environnemental	Impact Environnemental	Evaluation d'Impact Environnemental			Criticité
		Fréquence	Gravité	NM	
Déversement d'hydrocarbures (huiles, graisses, …etc.)	Pollution de sol et des eaux souterraines	Régulière	Grave	Inefficace	27
Génération Déchet « SD » (Batteries)	Augmentation du volume de déchets	Régulière	Acceptable	Acceptable	12
	Pollution du sol	Occasionnelle	Grave	Acceptable	12

	Impact sur la santé des manipulateur	Régulière	Grave	Acceptable	18
Consommation d'eau (lavage des véhicules)	Pollution de l'eau	Permanent	Grave	Inexistants	48
	Épuisement des ressources naturelles	Régulière	Grave	Inefficace	27
Consommation des huiles de lubrification	Épuisement des ressources naturelles non renouvelables	Régulière	Acceptable	Acceptable	12
Consommation de l'énergie électrique	Épuisement des ressources naturelles non renouvelables	Régulière	Acceptable	Acceptable	12
Génération des effluents liquides industriels	Nuisance olfactive	Permanent	Grave	Inexistants	48
	Pollution des sols et des oueds	Permanent	Majeure	Inexistants	64
	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Grave	Inexistants	48
	Impact sur la biodiversité	Permanent	Acceptable	Inexistants	32
Génération équipements réformés	Occupation des espaces	Exceptionnelle	Acceptable	Acceptable	4
	Dégradation de la qualité des paysages	Exceptionnelle	Acceptable	Acceptable	4
	Augmentation du volume de déchets	Exceptionnelle	Acceptable	Acceptable	4
Génération des huiles usagées (vidange)	Augmentation du volume de déchets	Régulière	Acceptable	Acceptable	12
	Pollution sol, eau	Régulière	Grave	Inefficace	27
Génération des Déchets « SD » (Fûts d'huile vides)	Dégradation de la qualité des paysages	Régulière	Acceptable	Acceptable	12
	Occupation des espaces	Régulière	Acceptable	Acceptable	12
	Augmentation du volume de déchets	Régulière	Acceptable	Acceptable	12
Génération des déchets « S » (Bois usagé /palettes)	Dégradation de la qualité des paysages	Occasionnelle	Acceptable	Inexistants	16
	Occupation des espaces	Occasionnelle	Acceptable	Inexistants	16
	Augmentation du volume de déchets	Occasionnelle	Acceptable	Inexistants	16
Génération des Déchets « S » (Pneumatiques)	Dégradation de la qualité des paysages	Occasionnelle	Acceptable	Inefficace	12
	Occupation des espaces	Occasionnelle	Grave	Inefficace	18
	Augmentation du volume de déchets	Occasionnelle	Grave	Inefficace	18
Génération des déchets « SD » (Chiffons souillés)	Pollution du sol	Régulière	Acceptable	Inefficace	18
Génération des déchets « S » (Déchets ferreux)	Dégradation de la qualité des paysages	Occasionnelle	Acceptable	Acceptable	8
	Occupation des espaces	Occasionnelle	Acceptable	Acceptable	8
	Augmentation du volume de déchets	Occasionnelle	Acceptable	Acceptable	8
Génération des Déchets « SD » (Filtres à huiles)	Pollution du sol	Régulière	Acceptable	Inefficace	18
	Augmentation du volume de déchets	Régulière	Acceptable	Inefficace	18
Consommation gaz industriel	Épuisement des ressources non renouvelables	Régulière	Grave	Acceptable	18
	Risque d'explosion et d'incendie	Régulière	Grave	Acceptable	18
Génération des déchets « SD » (produits chimiques)	Pollution du sol	Occasionnelle	Acceptable	Inexistants	16

	Impact sur la santé des manipulateur	Occasionnelle	Acceptable	Inexistants	16
	Dégradation de la qualité des paysages	Occasionnelle	Acceptable	Inexistants	16
Emission des Gaz d'échappement	Contribution au réchauffement planétaire	Permanent	Grave	Acceptable	24
	Pollution de l'air	Permanent	Grave	Acceptable	24

3.4 Aspect environnemental de l'atelier de fabrication « Clinker »

3.4.1. Concassage calcaire

Aspect environnemental	Impact Environnemental	Evaluation d'Impact Environnemental			Criticité
		Fréquence	Gravité	NM	
Emission des vibrations	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Acceptable	Acceptable	16
Emission de bruit	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Grave	Inefficace	36
	Nuisances sonores	Permanent	Grave	Inefficace	36
Consommation de l'énergie électrique	Épuisement des ressources non renouvelables	Régulière	Grave	Acceptable	18
Emission de poussières	Pollution Atmosphérique	Permanent	Grave	Inexistants	48
	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Acceptable	Inexistants	32
Fuite et débordement matières	Perte de production	Régulière	Grave	Inefficace	27
	Occupation des espaces	Régulière	Grave	Inefficace	27
	Dégradation de la qualité des paysages	Régulière	Grave	Inefficace	27

3.4.2 Concassage argile

Aspect environnemental	Impact Environnemental	Evaluation d'Impact Environnemental			Criticité
		Fréquence	Gravité	NM	
Emission de poussières	Pollution Atmosphérique	Permanent	Mineure	Inefficace	12
	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Acceptable	Acceptable	16
Emission des vibrations	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Acceptable	Acceptable	16
Emission de bruit	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Grave	Inefficace	36
	Nuisances sonores	Permanent	Grave	Inefficace	36
Consommation de l'énergie électrique	Épuisement des ressources non renouvelables	Régulière	Grave	Acceptable	18
Fuite et débordement matières	Perte de production	Régulière	Grave	Inefficace	27
	Occupation des espaces	Régulière	Grave	Inefficace	27
	Dégradation de la qualité des paysages	Régulière	Grave	Inefficace	27

3.4.3. Concassage ajouts

Aspect environnemental	Impact Environnemental	Evaluation d'Impact Environnemental			Criticité
		Fréquence	Gravité	NM	
Consommation de l'énergie électrique	Épuisement des ressources non renouvelables	Régulière	Grave	Acceptable	18
Déversement d'hydrocarbures (huiles, graisses, …etc.)	Pollution de sol et des eaux souterraines	Occasionnelle	Grave	Inefficace	18
Emission des Gaz d'échappement	Contribution au réchauffement planétaire	Permanent	Grave	Acceptable	24
	Pollution de l'air	Permanent	Grave	Acceptable	24
Consommation de carburant	Épuisement des ressources non renouvelables	Permanent	Acceptable	Acceptable	16
Consommation d'eau	Épuisement des ressources naturelles	Permanent	Acceptable	Acceptable	16
Emission des vibrations	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Acceptable	Acceptable	16
Emission de bruit	Impact sur la santé (riverains, faune)	Régulière	Acceptable	Inefficace	18
	Nuisances sonores	Permanent	Grave	Acceptable	24
Emission de poussières	Pollution Atmosphérique	Permanent	Grave	Inexistants	48
	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Acceptable	Inexistants	32
Fuite et débordement matières	Perte de production	Régulière	Grave	Inefficace	27
	Occupation des espaces	Régulière	Grave	Inefficace	27
	Dégradation de la qualité des paysages	Régulière	Grave	Inefficace	27

3.4.4 Broyage cru

Aspect environnemental	Impact Environnemental	Evaluation d'Impact Environnemental			Criticité
		Fréquence	Gravité	NM	
Emission de poussières	Pollution Atmosphérique	Permanent	Grave	Inefficace	36
	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Grave	Inefficace	36
Emission de bruit	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Grave	Inefficace	36
	Nuisances sonores	Permanent	Grave	Inefficace	36
Fuite et débordement matières	Perte de production	Régulière	Grave	Inefficace	27
	Occupation des espaces	Régulière	Grave	Inefficace	27
	Dégradation de la qualité des paysages	Régulière	Grave	Inefficace	27
Consommation de l'énergie électrique	Épuisement des ressources non renouvelables	Permanent	Grave	Acceptable	24
Consommation de l'eau pour refroidissement	Épuisement des ressources renouvelables	Permanent	Acceptable	Acceptable	16
Consommation de l'énergie électrique	Épuisement des ressources non renouvelables	Permanent	Grave	Acceptable	24

3.4.5. Cuisson

Aspect environnemental	Impact Environnemental	Evaluation d'Impact Environnemental			Criticité
		Fréquence	Gravité	NM	
Emission de poussières	Pollution Atmosphérique	Permanent	Grave	Bon	12
	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Grave	Acceptable	24
Emission de bruit	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Grave	Inefficace	36
	Nuisances sonores	Permanent	Grave	Acceptable	24
Fuite et débordement matières	Perte de production	Régulière	Grave	Inefficace	27
	Occupation des espaces	Régulière	Grave	Inefficace	27
	Dégradation de la qualité des paysages	Régulière	Grave	Inefficace	27
Consommation de l'énergie électrique	Épuisement des ressources naturelles non renouvelables	Permanent	Grave	Acceptable	24
Consommation gaz	Risque d'explosion et d'incendie	Permanent	Majeure	Bon	16
	Épuisement des ressources non renouvelables	Permanent	Grave	Acceptable	24
Émission de gaz à effet de serre et de polluants (COV, NOx, etc.) dans l'atmosphère	Contribution au réchauffement planétaire	Permanent	Grave	Acceptable	24
	Pollution Atmosphérique	Permanent	Grave	Acceptable	24
Consommation de l'énergie électrique	Épuisement des ressources non renouvelables	Permanent	Grave	Acceptable	24
Consommation de l'eau pour refroidissement	Épuisement des ressources naturelles	Permanent	Acceptable	Acceptable	16

3.4.6 Formation clinker

Aspect environnemental	Impact Environnemental	Evaluation d'Impact Environnemental			Criticité
		Fréquence	Gravité	NM	
Emission de poussières	Pollution Atmosphérique	Permanent	Acceptable	Acceptable	16
	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Acceptable	Inefficace	24
Consommation de carburant	Épuisement des ressources non renouvelables	Occasionnelle	Grave	Acceptable	12
Consommation d'eau (lavage des véhicules)	Pollution de l'eau	Occasionnelle	Acceptable	Inexistants	16
	Épuisement des ressources naturelles	Occasionnelle	Grave	Inefficace	18
Génération des déchets matière	Perte de production	Régulière	Grave	Inefficace	27
	Occupation des espaces	Régulière	Grave	Inefficace	27
	Dégradation de la qualité des paysages	Régulière	Grave	Inefficace	27
Consommation de l'énergie électrique	Épuisement des ressources non renouvelables	Régulière	Acceptable	Acceptable	12
Génération équipements réformés	Occupation des espaces	Exceptionnelle	Acceptable	Acceptable	4
	Dégradation de la qualité des paysages	Exceptionnelle	Acceptable	Acceptable	4

Fuite et débordement matières	Perte de production	Régulière	Grave	Inefficace	27
	Occupation des espaces	Régulière	Grave	Inefficace	27
	Dégradation de la qualité des paysages	Régulière	Grave	Inefficace	27
Génération des déchets « S » (bois usagé /palettes)	Risque de départ feu et d'incendie	Occasionnelle	Acceptable	Inexistants	16
	Dégradation de la qualité des paysages	Occasionnelle	Acceptable	Inexistants	16
	Occupation des espaces	Occasionnelle	Acceptable	Inexistants	16
Génération des déchets « SD » (briques et bétons réfractaires usagés)	Occupation des espaces	Occasionnelle	Grave	Inefficace	18
	Pollution de sol et des eaux souterraines	Exceptionnelle	Majeure	Inefficace	12
Génération des déchets « S » (papier et carton)	Risque de départ feu et d'incendie	Occasionnelle	Grave	Acceptable	12
Génération des déchets « SD » (Chiffons souillés)	Pollution du sol	Régulière	Acceptable	Inefficace	18
Génération des « S » (Déchets ferreux)	Occupation des espaces	Occasionnelle	Acceptable	Acceptable	8
	Dégradation de la qualité des paysages	Occasionnelle	Acceptable	Acceptable	8
Emission de bruit	Impact sur la santé (riverains, faune)	Régulière	Acceptable	Inefficace	18
	Nuisances sonores	Régulière	Acceptable	Acceptable	12
Consommation gaz industriel	Risque d'explosion et d'incendie	Régulière	Grave	Acceptable	18
	Épuisement des ressources non renouvelables	Régulière	Grave	Acceptable	18
Génération des déchets « SD » (Emballage produits chimiques)	Augmentation du volume de déchets	Occasionnelle	Acceptable	Inexistants	16
	Impact sur la santé des manipulateur	Occasionnelle	Acceptable	Inexistants	16
Déversement d'hydrocarbures (huiles, graisses, …etc.)	Pollution de sol et des eaux souterraines	Occasionnelle	Grave	Inefficace	18
Génération des déchets inertes	Dégradation de la qualité des paysages	Occasionnelle	Grave	Inefficace	18
	Occupation des espaces	Occasionnelle	Grave	Inefficace	18

3.5. Aspect environnemental de fabrication du ciment

3.5.1 Broyage Ciment

Aspect environnemental	**Impact Environnemental**	**Evaluation d'Impact Environnemental**			**Criticité**
		Fréquence	**Gravité**	**NM**	
Consommation de l'énergie électrique	Épuisement des ressources non renouvelables	Permanent	Grave	Acceptable	24
Fuite et débordement matières	Perte de production	Régulière	Grave	Inefficace	27
	Occupation des espaces	Régulière	Grave	Inefficace	27
	Dégradation de la qualité des paysages	Régulière	Grave	Inefficace	27
Déversement d'hydrocarbures (huiles, graisses, …etc.)	Pollution de sol et des eaux souterraines	Occasionnelle	Grave	Inefficace	18

Emission des Gaz d'échappement	Contribution au réchauffement planétaire	Permanent	Grave	Acceptable	24
	Pollution de l'air	Permanent	Grave	Acceptable	24
Consommation de carburant	Risque d'explosion et d'incendie	Permanent	Grave	Bon	12
	Épuisement des ressources non renouvelables	Permanent	Acceptable	Acceptable	16
Emission de poussières	Pollution Atmosphérique	Permanent	Grave	Inefficace	36
	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Grave	Inefficace	36
Emission de bruit	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Grave	Inefficace	36
	Nuisances sonores	Permanent	Grave	Inefficace	36
Génération des déchets matière	Perte de production	Permanent	Grave	Inefficace	36
	Occupation des espaces	Régulière	Grave	Inefficace	27
	Dégradation de la qualité des paysages	Régulière	Grave	Inefficace	27
Consommation de l'eau pour refroidissement	Épuisement des ressources naturelles	Permanent	Acceptable	Acceptable	16

3.5.2 Expédition

Aspect environnemental	**Impact Environnemental**	**Evaluation d'Impact Environnemental**			**Criticité**
		Fréquence	**Gravité**	**NM**	
Emission de poussières	Pollution Atmosphérique	Permanent	Acceptable	Acceptable	16
	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Grave	Acceptable	24
Fuite et débordement matières	Perte de production	Régulière	Grave	Inefficace	27
	Occupation des espaces	Régulière	Grave	Inefficace	27
	Dégradation de la qualité des paysages	Régulière	Grave	Inefficace	27
Consommation de l'énergie électrique	Épuisement des ressources naturelles non renouvelables	Régulière	Grave	Acceptable	18
Emission de bruit	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Grave	Inefficace	36
	Nuisances sonores	Permanent	Grave	Acceptable	24
Génération des Déchets « SD » (Sacs Contaminés)	Dégradation de la qualité des paysages	Occasionnelle	Acceptable	Inexistants	16
	Augmentation du volume de déchets	Régulière	Acceptable	Inexistants	24
	Pollution du sol	Régulière	Grave	Acceptable	18
Emission des Gaz d'échappement	Contribution au réchauffement planétaire	Régulière	Grave	Acceptable	18
	Pollution de l'air	Régulière	Grave	Acceptable	18
Déversement d'hydrocarbures (huiles, graisses, …etc.)	Pollution de sol et des eaux souterraines	Occasionnelle	Grave	Inefficace	18

3.6 Aspect environnementale de l'atelier de maintenance

Aspect environnemental	Impact Environnemental	Evaluation d'Impact Environnemental			Criticité
		Fréquence	Gravité	NM	
Emission des vibrations	Impact sur la santé (riverains, faune)	Permanent	Acceptable	Acceptable	16
Emission de bruit	Impact sur la santé (riverains, faune)	Régulière	Acceptable	Inefficace	18
	Nuisances sonores	Régulière	Acceptable	Acceptable	12
Emission des Gaz d'échappement	Contribution au réchauffement planétaire	Permanent	Grave	Acceptable	24
	Pollution de l'air	Permanent	Grave	Acceptable	24
Emission odeurs/gaz (solvants, autres)	Impact sur la santé des manipulateur	Occasionnelle	Grave	Inefficace	18
Génération Déchets « SD » (Filtres à huiles)	Pollution du sol	Occasionnelle	Acceptable	Inefficace	12
	Augmentation du volume de déchets	Occasionnelle	Acceptable	Inefficace	12
Génération des déchets « S » (manches filtrantes)	Occupation des espaces	Occasionnelle	Acceptable	Inexistants	16
	Augmentation du volume de déchets	Occasionnelle	Acceptable	Inexistants	16
Génération des déchets « S » (Déchets ferreux)	Occupation des espaces	Occasionnelle	Acceptable	Acceptable	8
	Dégradation de la qualité des paysages	Occasionnelle	Acceptable	Acceptable	8
Génération des déchets « SD » (Pièces usagées)	Pollution du sol	Régulière	Acceptable	Inefficace	18
	Augmentation du volume de déchets	Régulière	Acceptable	Inefficace	18
Génération des huiles usagées	Pollution de sol et des eaux souterraines	Régulière	Majeure	Inefficace	36
	Risque de départ feu et d'incendie	Régulière	Grave	Acceptable	18
Génération des Déchets « SD » (Fûts d'huile vides)	Dégradation de la qualité des paysages	Occasionnelle	Acceptable	Acceptable	8
	Occupation des espaces	Régulière	Acceptable	Acceptable	12
Génération des déchets « SD » (Chiffons souillés)	Pollution du sol	Régulière	Acceptable	Inefficace	18
Génération des déchets « SD » (Emballage produits chimiques)	Impact sur la santé des manipulateur	Occasionnelle	Acceptable	Inexistants	16
	Pollution du sol	Occasionnelle	Acceptable	Inexistants	16
Consommation gaz industriel	Risque d'explosion et d'incendie	Régulière	Grave	Acceptable	18
	Épuisement des ressources non renouvelables	Régulière	Grave	Acceptable	18
Consommation de carburant	Épuisement des ressources non renouvelables	Permanent	Acceptable	Acceptable	16
Consommation d'eau (lavage des véhicules)	Pollution de l'eau	Occasionnelle	Acceptable	Inexistants	16
	Épuisement des ressources naturelles	Occasionnelle	Grave	Inefficace	18
Consommation des huiles de lubrification	Épuisement des ressources non renouvelables	Régulière	Acceptable	Inefficace	18
Consommation de l'énergie électrique	Épuisement des ressources non renouvelables	Régulière	Acceptable	Acceptable	12
Génération des Déchets « S » (caoutchouc et bandes)	Dégradation de la qualité des paysages	Occasionnelle	Acceptable	Inefficace	12
	Risque de départ feu et d'incendie	Occasionnelle	Acceptable	Inefficace	12
Génération des déchets « SD » (Tubes fluorescents)	Pollution du sol	Occasionnelle	Mineure	Inefficace	6
	Impact sur la santé des manipulateur	Occasionnelle	Mineure	Inefficace	6

Génération des déchets « S » (bois usagé /palettes)	Risque de départ feu et d'incendie	Occasionnelle	Acceptable	Inexistants	16
	Dégradation de la qualité des paysages	Occasionnelle	Acceptable	Inexistants	16
Génération des déchets « S » (plastiques)	Pollution du sol	Occasionnelle	Grave	Acceptable	12
	Risque de départ feu et d'incendie	Occasionnelle	Grave	Acceptable	12
	Dégradation de la qualité des paysages	Occasionnelle	Grave	Acceptable	12
Génération des déchets « S » (papier et carton)	Risque de départ feu et d'incendie	Occasionnelle	Grave	Acceptable	12
Génération Déchet « SD » (Batteries)	Pollution du sol	Occasionnelle	Grave	Acceptable	12
	Impact sur la santé des manipulateur	Occasionnelle	Grave	Acceptable	12
Génération des effluents liquides industriels	Nuisance olfactive	Régulière	Acceptable	Acceptable	12
	Pollution des sols et des oueds	Régulière	Majeure	Inexistants	48
	Impact sur la santé (riverains, faune)	Régulière	Grave	Inexistants	36
	Impact sur la biodiversité	Régulière	Grave	Inexistants	36
Déversement d'hydrocarbures (huiles, graisses, …etc.)	Pollution de sol et des eaux souterraines	Régulière	Grave	Inefficace	27

Chapitre 5 :

Mesures d’atténuation

V. Description des mesures pour supprimer, réduire et/ou contrôler les impacts environnementaux

1. Introduction

Ce chapitre présente les mesures recommandées par le promoteur du projet pour : (oise.gouv.fr)

- Eviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine et réduire les effets n'ayant pu être évités ;
- Compenser, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits.

Si ces effets ne peuvent être compensés, une justification s'impose.

Des descriptions de ces mesures sont fournies avec des estimations des dépenses correspondantes, une description des effets attendus de ces mesures sur les impacts du projet et une description des procédures de suivi des mesures d'évitement, de réduction et de compensation.

Les mesures proposées sont basées sur une analyse de l'impact du projet d'exploitation minière et la fabrication du ciment de la **SCMI** (Chapitre IV), et elles s'appuient également sur l'expérience que l'opérateur a acquise sur le terrain et sur le site, ces mesures sont proposées, approuvées et adoptées par l'organisme (SCMI). Lors de notre séjour à la SCMI, on a eu l'occasion suivre les étapes de concrétisation du projet, et on a bénéficié d'une description détaillée de toutes les procédures et les explications concernant les méthodes d'évaluation et les mesures d'atténuation les mieux adaptés au composantes de l'entreprise.

En ce qui le concerne l'état de l'environnement dans le site de l'organisme, des actions sont planifiées ou recommandées à différentes étapes du projet, afin d'éliminer ou de minimiser les impacts négatifs potentiels anticipés. Des mesures d'atténuation sont décrites, selon les différentes phases du projet.

Il faut noter que les mesures proposées pour l'élimination des aspects environnementaux dites significatifs sont par la suite soumises à une évaluation techniques et financières. En raison de l'impact économique important de quelques solutions, leur mise en place, reste défavorable, seules les mesures classées prioritaires en raison de leur important impact sur la santé humaine,

sur l'environnement, ou en raison de leur nature juridique (exigences légales) seront traiter en priorité. Le choix du plan d'action est soumis à plusieurs exigences qui ne feront pas objet de l'étude.

2. Mesures d'atténuation

Le procédé de fabrication du ciment à la « SCMI » est subdivisé en 2 principales phases **(voir le Chapitre III : Description du procédé**) :

I. extraction et expédition de la matière première ;

II. production du « Ciment Portland ».

Les mesures d'atténuation seront mentionnées et subdivisées dans la même logique, à savoir :

- Mesures d'atténuation de la phase d'extraction de la matière première **(**au niveau des carrières d'extraction du calcaire et d'argile respectivement) ;
- Mesures d'atténuation de la phase de production du ciment **(au niveau de l'usine).**

Ainsi on les résume dans ces tableaux suivants :

3. Mesures d'atténuation de la phase d'extraction de la matière première « Carrière »

3.1. Carrière calcaire

Impact environnemental	Mesures à prendre	Processus Concerné
Emission de bruit	Utiliser la protection auditive lors des travaux de forage	R01
	Acheter des engins (Foreuse) avec une cabine insonore	R01, M01, S03
	Sensibiliser et former le personnel sur les risques relatifs à l'exposition du bruit	M02, S01
Emission des Gaz d'échappement	Exiger lors de l'achats des engins le respect des normes internationales en matière d'émission des gaz et respect de l'environnement	R01, M01, S03
	Assurer la maintenance des engins et le traitement des causes de défaillance (circuit carburant et lubrification)	R01
Consommation MP	Remettre en état et réhabiliter les zones après la fin d'exploitation de chaque zone de la carrière	R01

3.2. Carrière argile

Impact environnemental	Mesures à prendre	Processus Concerné
Emission de poussières	Assurer en continue le nivelage de la piste et le dégagement des couches de poussières	R01
	Assurer en permanence l'arrosage de la piste de roulage	R01

3.3. Chargement et transport

Impact environnemental	Mesures à prendre	Processus Concerné
Emission de bruit	Mettre à disposition les équipements de protection auditive et veiller au respect du port	M02
	Acheter des engins avec une cabine insonore	R01, M01, S03
	Interdire la circulation hors engins au niveau des zones de chargement et dépotage	M02, R01
	Sensibiliser et former le personnel sur les risques relatifs à l'exposition du bruit	M02, S01

3.4. Atelier EMR, maintenance des engins mobiles

Impact environnemental	Mesures à prendre	Processus Concerné
	Remettre en état les bacs de rétention pour les huiles en consommation	R01

Déversement d'hydrocarbures (huiles, graisses, essence, etc.)	Installer les bacs de rétention pour les futs stockés	R01
	Mettre à disposition les moyens de décontamination en cas de déversement accidentel	R01
	Former et sensibiliser le personnel concerné sur les règles relatives au traitement des déversement d'huiles	M02, S01
Consommation d'eau (lavage des véhicules)	Installer une station d'épuration "un déshuileur"	M02, S05
	Prévoir une réutilisation des eaux traitées dans l'étude et la réalisation du projet d'installation des stations d'épuration	M02, S05
Génération des effluents liquides industriels	Installer une station d'épuration "un déshuileur"	M02, S05
	Prévoir une réutilisation des eaux traitées dans l'étude et la réalisation du projet d'installation des stations d'épuration	M02, S05
Génération des huiles usagées	Mettre à disposition les moyens de vidange des engins conformes et adéquats	R01
	Assurer un remplissage conforme du réservoir de stockage des huiles usagées	R01
	Suivre le contrat de récupération avec NAFTAL et veiller sur le respect des clauses contractuelles	M02, R01

4. Mesures d'atténuation de la phase de fabrication du ciment « Usine »

4.1 « Clinker »

4.1.1 Concassage calcaire

Impact environnemental	Mesures à prendre	Processus Concerné
Emission de poussières	Installer un système d'abattage des poussières au niveau des halls de stockage	M01, M02, S05
	Installer/Remettre en service les filtres au niveau de tous les points de transfert (Goulottes)	S02, S05
	Assurer la maintenance et l'efficacité des filtres des deux concasseurs carrière	S02
	Installer un nouveau filtre au niveau des points (goulottes) de transferts	S02, S05
Emission de bruit	Etudier la faisabilité d'installer des panneaux d'isolation sonore	M02, S02, S05
	Faire une étude sur l'exposition au bruit par poste de travail	M02
	Sensibiliser et former le personnel sur les risques relatifs à l'exposition du bruit	M02, S01
	Adapter l'affichage du temps d'exposition toléré sans protection par atelier	M02
Fuite et débordement de MP	Recenser les points de débordement permanant	R01
	Mettre en place un plan d'action pour le traitement des points de débordement	R02, S02, S05
	Mettre en place une procédure de réintroduction des matières générées	M02

4.1.2 Concassage d'argile

Impact environnemental	Mesures à prendre	Processus Concerné
Emission de bruit	Etudier la faisabilité d'installer des panneaux d'isolation sonore	M02, S02, S05
	Installer les plaques du port obligatoire de la protection auditive	M02
	Sensibiliser et former le personnel sur les risques relatifs à l'exposition du bruit	M02, S01
Fuite et débordement de MP	Recenser les points de débordement permanant	R01
	Mettre en place un plan d'action pour le traitement des points de débordement	R02, S02, S05
	Mettre en place une procédure de réintroduction des matières générées	M02

4.1.3 Concassage des ajouts

Impact environnemental	Mesures à prendre	Processus Concerné
Emission des Gaz d'échappement	Exiger lors de processus de consultation et contractualisation des prestations de transport matières premières des engins répondant aux normes internationales en matière d'émission des gaz d'échappement	M01, S03
Emission de poussières	Remettre en service le filtre du concasseur ajouts	S02
	Installer les panneaux du port obligatoire des masques anti-poussières	M02
	Sensibiliser et former le personnel sur les risques relatifs à l'inhalation et émission de poussières	M02, S01
	Installer un système d'abattage des poussières au niveau des halls de stockage	M01, M02, S05
	Installer/Remettre en service les filtres au niveau de tous les points de transfert (Goulottes)	S02, S05
Emission de bruit	Etudier la faisabilité d'installer des panneaux d'isolation sonore	M02, S02, S05
	Installer les plaques du port obligatoire de la protection auditive	M02
	Sensibiliser et former le personnel sur les risques relatifs à l'exposition du bruit	M02, S01
Consommation de l'énergie électrique	Mettre en place un comité d'énergie et suivre la mise en œuvre des actions/décisions	M01, R02
	Assurer la maintenance des armoires de compensation	S02
	Intégrer dans les analyses fonctionnelles l'arrêt automatique des équipements en cas d'arrêt des ateliers	R02, S02
Fuite et débordement des MP	Recenser les points de débordement permanant	R01
	Mettre en place un plan d'action pour le traitement des points de débordement	R02, S02, S05
	Mettre en place une procédure de réintroduction des matières générées	M02

4.1.4 Broyage cru

Impact environnemental	Mesures à prendre	Processus Concerné
Emission de bruit	Adapter l'affichage du temps d'exposition toléré sans protection par atelier	M02

4.1.5 Cuisson

Impact environnemental	Mesures à prendre	Processus Concerné
Consommation de l'énergie électrique	Réaliser les audits énergétiques chaque trois ans	R02
	Mettre en place un comité d'énergie et suivre la mise en œuvre des actions/décisions	M01, R02
	Assurer la maintenance des armoires de compensation	S02
Consommation gaz	Elaborer un audit énergétique pour établir un profil énergétique précis en matière de consommation spécifique de gaz, et fixer des objectifs dans la matière	R02
	Suivre mensuellement l'atteinte des objectifs en matière de consommation spécifique du gaz	R02
	La mise en œuvre du plan d'action « Optimisation énergétique » suite à l'audit énergétique	R02
	Faire une analyse des causes en cas de la non-atteinte des objectifs de consommation spécifique Gaz	R02
Émission de GES et de polluants (COV, NOx, etc.)	Installer un analyseur gaz en ligne afin de s'assurer que nos émissions sont en dessous des seuils tolérés	M02, S05
	Optimiser la consommation spécifique du gaz en mettant en œuvre les actions issues du comité d'énergie	R02
Emission de bruit	Faire une étude de la faisabilité économique d'installer des panneaux d'isolation sonore	M02, S02, S05
	Réaliser une étude sur les conséquences d'une exposition prolongée au bruit par poste de travail	M02
	Installer les plaques du port obligatoire de la protection auditive	M02
	Sensibiliser et former le personnel sur les risques relatifs à l'exposition du bruit	M02, S01
	Adapter l'affichage du temps d'exposition toléré sans protection par atelier	M02

4.1.6 Fabrication du Clinker

Impact environnemental	Mesures à prendre	Processus Concerné
Emission de poussières	Assurer la maintenance et l'efficacité des filtres circuit produit fini et sur silos homo	S02
	Installer les panneaux du port obligatoire des masques anti-poussières	M02

	Sensibiliser et former le personnel sur les risques relatifs à l'inhalation et émission de poussières	M02, S01
	Assurer la maintenance et l'efficacité des filtres pompes et trémie d'alimentation four	S02
Emission de bruit	Etudier la faisabilité d'installer des panneaux d'isolation sonore	M02, S02, S05
	Installer les plaques du port obligatoire de la protection auditive	M02
	Sensibiliser et former le personnel sur les risques relatifs à l'exposition du bruit	M02, S01
	Adapter l'affichage du temps d'exposition toléré sans protection par atelier	M02
	Sensibiliser et former le personnel sur les risques relatifs à l'exposition du bruit	M02, S01
	Mettre en place un plan d'action pour le traitement des points de débordement	R02, S02, S05
	Mettre en place une procédure de réintroduction des matières générées	M02
Consommation de l'énergie électrique	Réaliser les audits énergétiques chaque trois ans	R02
	Mettre en place un comité d'énergie et suivre la mise en œuvre des actions/décisions	M01, R02
	Assurer la maintenance des armoires de compensation	S02
	Appliquer et respecter la procédure délestage	
	Intégrer dans les analyses fonctionnelles l'arrêt automatique des équipements en cas d'arrêt des ateliers	R02, S02
Fuite et débordement de MP	Recenser les points de débordement permanant	R02
	Mettre en place un plan d'action pour le traitement des points de débordement	R02, S02, S05
	Mettre en place une procédure de réintroduction des matières générées	M02
Consommation de gaz naturel	Elaborer un audit énergétique pour établir un profil énergétique précis en matière de consommation spécifique de gaz, et fixer des objectifs dans la matière	R02
	Suivre mensuellement l'atteinte des objectifs en matière de consommation spécifique du gaz	R02
	La mise en œuvre du plan d'action « Optimisation énergétique » suite à l'audit énergétique	R02
	Faire une analyse des causes en cas de la non-atteinte des objectifs de consommation spécifique Gaz	R02
Émission de GES et de polluants (COV, NOx, etc.)	Optimiser la consommation spécifique du gaz en mettant en œuvre les actions issues du comité d'énergie	R02

4.2. « Ciment »

4.2.1. Broyage Ciments

Impact environnemental	Mesures à prendre	Processus Concerné
Emission de poussières	Installer les panneaux du port obligatoire des masques anti-poussières	M02

	Sensibiliser et former le personnel sur les risques relatifs à l'inhalation et émission de poussières	M02, S01
Emission de bruit	Etudier la faisabilité d'installer des panneaux d'isolation sonore	M02, S02, S05
	Faire une étude sur l'exposition au bruit par poste de travail	M02
	Installer les plaques du port obligatoire de la protection auditive	M02
	Sensibiliser et former le personnel sur les risques relatifs à l'exposition du bruit	M02, S01
	Adapter l'affichage du temps d'exposition toléré sans protection par atelier	M02
Fuite et débordement des matières	Recenser les points de débordement permanant	R02
	Mettre en place un plan d'action pour le traitement des points de débordement	R02, S02, S05
	Mettre en place une procédure de réintroduction des matières générées	M02
Consommation de l'énergie électrique	Réaliser les audits énergétiques chaque trois ans	R02
	Mettre en place un comité d'énergie et suivre la mise en œuvre des actions/décisions	M01, R02
	Assurer la maintenance des armoires de compensation	S02
	Appliquer et respecter la procédure de délestage électrique	
	Intégrer dans les analyses fonctionnelles l'arrêt automatique des équipements en cas d'arrêt des ateliers	R02, S02

4.2.2 Expédition

Impact environnemental	Mesures à prendre	Processus Concerné
Emission de poussières	Assurer la maintenance et l'efficacité des filtres des ensacheuses	S02
	Installer les panneaux du port obligatoire des masques anti-poussières	M02
	Sensibiliser et former le personnel sur les risques relatifs à l'inhalation et émission de poussières	M02, S01
	Fiabiliser et suivre la performance des deux filtres postes vrac	S02, R02
	Assurer un nettoyage permanent du poste vrac	R02
Emission de bruit	Remettre en état la salle des surpresseurs de fluidisation expédition	S02
	Installer les silencieux de l'ensemble des surpresseurs et prévoir leur remplacement par de nouveau équipés d'isolation sonore	S02
	Faire une étude sur l'exposition au bruit par poste de travail	M02
	Installer les plaques du port obligatoire de la protection auditive	M02
	Sensibiliser et former le personnel sur les risques relatifs à l'exposition du bruit	M02, S01
	Adapter l'affichage du temps d'exposition toléré sans protection par atelier	M02

Génération des Déchets SD (Sacs Contaminés)	Respecter le tri des déchets du sacs et assurer le stockage adéquat au niveau de la zone de stockage	R02
	Mettre en place une convention avec un récupérateur agréé pour le traitement des déchets de papier	M02
	Introduire les sacs non récupérables dans la boite de Co-incinération	R02
Fuite et débordement matières	Installer un aspirateur industriel au niveau des expédition pour la réintroduction du ciment débordé	M01, S05
	Mettre en place des points de réintroduction au niveau de l'ensemble des lignes d'ensachage	R02, S05
	Mettre en place une procédure de réintroduction des matières générées	M02
Génération des déchets « S » (bois usagé /palettes)	Respecter le tri des déchets du bois, et assurer le stockage adéquat à la zone de stockage des déchets	R02
	Signer une convention avec un récupérateur agréé pour le traitement des déchets de bois	M02

4.3 Atelier maintenance Mécanique de l'usine

Impact environnemental	**Mesures à prendre**	**Processus Concerné**
Génération des huiles usagées	Assurer un remplissage conforme des futs de récupération des huiles usagées	S02
	Dédier un endroit pour le stockage des huiles réutilisables (graissage des chaines)	S02
	Installer des bacs de rétention au niveau de l'endroit de stockage des huiles usagées	S02
	Suivre le contrat de récupération avec NAFTAL et veiller sur le respect des clauses contractuelles	M02, S02
Déversement d'hydrocarbures (huiles, graisses, essence, …etc.)	Remettre en état les bacs de rétention pour les huiles en consommation	S02
	Lancer l'achat des pompes et moyens de remplissage et vidange conformes et adéquats	S02
	Mettre à disposition les moyens de décontamination en cas de déversement accidentel	S02
	Recenser et éliminer les fuites d'huile de l'ensemble des installations/équipements de l'usine	S02
	Former et sensibiliser le personnel concerné sur les règles relatives au traitement des déversement d'huiles	M02, S01
Génération des effluents liquides industriels	Mettre à niveau le réseau de récupération des rejets liquides industriels	S05
	Installer une station d'épuration locale pour le traitement de nos rejets liquides de l'usine	M02, S05
	Prévoir une réutilisation des eaux traitées dans l'étude et la réalisation du projet d'installation des stations d'épuration	M02, S05

Conclusion générale

Le ciment est un « liant hydraulique ». Il est principalement utilisé dans le bâtiment et les travaux publics, son importance rend le secteur cimentaire stratégique est indispensable. Outre son importance, le secteur cimentaire est caractérisé par son utilisation des ressources naturelles non renouvelables (matières premières et gaz naturel), et sa forte contribution dans la pollution de l'environnement (émission des GES, poussières, bruit, vibration…etc.).

Ce mémoire préparé dans le cadre d'obtention d'un Master en « Géologie Appliquée », visait à réaliser une caractérisation de ce secteur par l'identification et évaluation des impacts liés à l'industrie cimentaire en Algérie. L'étude de cas s'est concentrée sur la Société des Ciments de la Mitidja **(S. C. MI)** située à Meftah, wilaya de Blida.

A l'issu de cette étude, on peut obtenir les conclusions suivantes :

Les activités responsables de la génération des principaux impacts sont dispersées tout au long du cycle de vie de ciment, pour cela les deux principales phases de vie seront discutées séparément (l'extraction des matières premières et production du ciment) :

1. Au niveau de la carrière (extraction des matières premières)

Les opérations de forage et d'abattage sont responsables principalement du bruit et des vibrations au niveau du site. Le transport des matières premières (calcaire et argile) est responsable d'utilisation des hydrocarbures (ressources naturelles non renouvelables) et émission de poussières. Le concassage contribue principalement dans l'émission de bruit et l'utilisation significative d'énergie électrique. L'entretien des matériels roulants au niveau du département EMR est responsable de pollution des sols par déversement des huiles et hydrocarbures, génération de déchets « SD », danger sur la santé humaine. Les mesures d'atténuations proposées sont censées contribuer significativement dans la réduction et la meilleure gestion de ces impacts environnementaux.

2. Au niveau de l'usine (production du ciment)

Il est clair que la partie usine du procédé est caractérisée par un nombre très important d'opérations industrielles. La production du Clinker en elle-même n'a pas d'impacts significatifs, mais la préparation des MP est caractérisée par plusieurs impacts. Le concassage des MP (calcaire, argile et ajouts) calcaire est caractérisé par l'émission des poussières et du

bruit. Ces mêmes impacts marquent les autres opérations de fabrication du clinker à savoir : broyage du cru et la cuisson. La production du Ciment est à son tour marqué par l'émission de poussière et du bruit.

Finalement, l'atelier de maintenance est caractérisé par son génération des rejets liquides et le diversement des huiles industrielles, ces deux phénomènes sont responsables de la pollution des sols et la contamination des eaux souterrains.

Dans le dernier chapitre, des mesures d'atténuation, de réduction et/ou de contrôle de pollution ont été proposées pour chaque impact.

Finalement, on peut conclure que les différents risques de pollution provoqués par les aspects environnementaux qui sont cités précédemment au niveau des différentes unités de production de la SCMI ne représentent pas des risques environnementaux majeurs sur le milieu et sur la santé humaine. Une gestion environnemental stricte et rigoureuse permettra d'assumer la responsabilité de tous les aspects environnementaux et d'assurer un meilleur contrôle environnemental.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

Mémoires

BENGUEDOUAR Afeff, 2013 : « Synthèse et caractérisation de silicates de calcium hydrates (C.S.H) hybrides », Mémoire Magister en chimie, Université de YAOUNDE I, P 130.

DAHRI Lila, 2019. Analyse expérimentale d'un béton avec ajout de déchet de verre coloré et non coloré (étude comparative). Mémoire de fin d'étude (Master), UMMTO. P.71.

MOHAMMED Amine Benhadda, 2011 : La durabilité du mortier à base de ciment de Béni-vis-à-vis de milieux basiques NaOH et NH4OH. Diplôme d'ingénieur d'état en chimie Industrielle, Génie des procédés, Université Abou-Bakr Belkaïd, P.213.

NARIMENE Tebina, 2022 : impact finesse de ciment sur le temps de prise et le durcissement du mortier. Mémoire de fin d'étude (Master), Université de Biskra, P.108.

YAHIA Mohammed, 2016 : Contribution à la valorisation d'un déchet de cimenterie (ciment hydraté) pour l'élaboration d'un nouveau ciment. Mémoire de fin d'étude (Master). Université Mohammed Boudiaf – M'sila. P.88.

ZIAT Nahla ; 2020 : « Etude Des Caractéristiques Physiques Et Mécaniques Du Ciment Portland » ; Mémoire De Magister ; Département De Technologie Chimique Industrielle Université De Bouira ; P.75.

Rapports inédits

CETIM, 2011. : Etude de danger de carrière calcaire DJ Zerouala (1).

CETIM, 2022. : Plan d'exploitation annuel Calcaire « Djebel Zerouala II » Code 5331 PXC (SCMI 2022).

CETIM, 2022. : Plan d'exploitation annuel Argile « Douar Ouled Said » 298 PXC (SCMI 2022).

MICA, 2012 : Projet de stabilisation et de réaménagement de la carrière de Meftah.

SCMI, 2012 : Société des Ciments de la Mitidja (SCMI). Projet de stabilisation et de réaménagement de la carrière de Meftah. (Document interne de l'entreprise).

SCMI, 2012 : Etude hydrogéologique Djebel Zerouala et sites d'exploitation.

SCMI ,2022 :15 07 05 RDC. PCM : Projet d'exploitation- Etude de danger pour minage.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

Sites électroniques

Algerie-eco.com, 2023. Groupe GICA : Les exportations atteindront 1 milliards de dollars en 2022. Online at: https://www.algerie-eco.com/2021/07/25/groupe-gica-les-exportations-atteindront-1-milliards-de-dollars-en-2022/.

actu-environnement.com, 2023. Le clinker Clinker - Définition (actu-environnement.com)

bricolage-conseil.fr, 2023. Tout savoir sur la fabrication du ciment étape par étape. On line at : **https://bricolage-conseil.fr/fiches-conseils/fabrication-ciment-etape-par-etape/ (consulté le : 01 Septembre 2023).**

Csem.morbihan.fr, 2023. Le Bruit. On line at : Conseil départemental du Morbihan - Environnement - Atlas de l'environnement du Morbihan - Activités humaines et pressions sur l'environnement - Le bruit. (Consulté le 1 Septembre 2023).

febelcem.be. Image process fabrication ciment Fabrication du ciment. Processus de fabrication du ciment illustré étape par étape (febelcem.be) .

GHOUALMI. H, 2016. Ciment-L'Algérie enregistrera un excédent de production de 2 million de tonnes à partir de 2017. Online at: http://maghrebemergent.com/economie/algerie/57819-ciment-l-algerie-enregistrera-un-excedent-de-production-de-2-millions-de-tonnes-a-partir-de-2017.html.

HANNAH Ritchie, et Max Roser. CO_2 emission by sector. Online at: https://ourworldindata.org/emissions-by-sector.

Neyrtec.com, 2023. Minerai de fer (Fe_2O_3). On line at : http://www.neyrtec.com/pages/produit.php?id=6,.

Lafarge. Historique ciment : **http://www.lafarge.fr/wps/portal/6_5_4_1.**

toutsurlebeton.fr : Le ciment : composition et fabrication du ciment portland Le ciment : composition et fabrication – Tout sur le béton (toutsurlebeton.fr).

techno-science.net. **Le Ciment :** - Fabrication du ciment courant, ou ciment Portland Par voie humide Ciment - Fabrication du ciment courant, ou ciment Portland (techno-science.net).

Meteoblue.com ,2023. Simulation de données climatiques et météorologiques historiques pour Meftah - métabole Changement climatique Meftah - meteoblue.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

Planetoscope.com, 2023. La production mondiale de ciment. Online at : https://www.planetoscope.com/matieres-premieres/1708-production-mondiale-de-ciment.html#:~:text=La%20consommation%20mondiale%20de%20ciment%20devrait%20cro%C3%AEtre%20r%C3%A9guli%C3%A8rement%20jusqu'en,1%2C7%20tonne%20par%20habitant.

techno-science. Fabrication par voie humide **https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Ciment-page-3.html.**

techniques-ingenieur.fr. Analyses environnementales, Analyse environnementale : outils de cotation et de hiérarchisation des risques environnement : Identification des aspects et impacts environnementaux : objectifs et principes | Techniques de l'Ingénieur (techniques-ingenieur.fr).

oise.gouv.fr, Juin 2017 : Etude d'impact - Chapitre 7 7+-+Classeur+2+-+Chapitre+7+de+l'étude+d'impact+-+Mesures.pdf (oise.gouv.fr).