

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou
Faculté Des Sciences Biologiques Et Des Sciences Agronomiques
Département Des Sciences Géologiques



Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme Master en ressources minérales et environnement.

Option : Ressources Minérales et Environnement.

Thème :

**Etude géologique du gisement d'argile de Freha
(Wilaya de Tizi-Ouzou) et impact environnemental de
l'exploitation.**

Présenté par : KHALDI YACINE

Soutenu publiquement le : 07/12/2017

Devant le jury composé de :

Mr. Zeghouane Hocine	Maitre de conférences	UMMTO, Président.
Mr. Sami Lounis	Maitre de conférences	UMMTO, Promoteur.
Mlle. Ghemouri Ghenima	Chef de bureau	ANAM, Co. Promotrice.
Mr. Hamis Ahmed	Maitre-assistant	UMMTO, Examineur.

Année universitaire : 2016-2017

Remerciements

- ❖ *D'abord je remercie mes parents : « Brahim » et « Faroudja »,
Nous vous offrons en guise de reconnaissance, ce modeste
travail, en vous souhaitant santé, bonheur, et longue vie, pour
votre soutien et sacrifice qui n'ont jamais cessés, ainsi aux
membres de la famille.*
- ❖ *Au corps des enseignants et d'employeurs du département des
sciences géologiques de l'Université Mouloud Mammeri Tizi-
Ouzou, particulièrement : aux enseignants Izri, et Aissaoui.*
- ❖ *Enfin mes remerciements s'adressent à tous ceux qui ont
contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.*

Résumé

En domaine de construction, les briques et tuiles sont des matériaux très demandés. La matière première utilisée pour les fabriquer est l'argile. Ces argiles d'âge miocène sont très répandues dans la région de Freha et ont une grande valeur économique.

Le but de ce présent travail est l'étude du gisement d'argile de la région de Freha situé à proximité de l'Oued Diss.

Les travaux de terrain ont été entamés par une équipe de recherches de substances utiles non métalliques de l'Unité SONAREM de Tizi-Ouzou en 1978 et 1979.

L'exploitation de ce gisement a débuté en 1993 pour servir à la production de briques et tuiles.

Le présent mémoire est préparé en vue de l'obtention du diplôme master en ressources minérales et environnement. L'objectif principal consiste à l'étude géologique de ce gisement ainsi que l'impact environnemental engendré par l'exploitation. A fin d'atteindre cet objectif nous avons effectué une synthèse bibliographique de tous les documents nécessaires relatifs à la carrière et à la géologie de la région ainsi que les normes nationales et internationales d'exploitation des carrières. Cette étape a été suivie par des travaux de terrains.

Ce mémoire contient 5 chapitres principaux :

Le chapitre I est consacré à une synthèse bibliographique dont on a essayé de mettre en évidence les travaux antérieurs concernant ce gisement.

Le chapitre II est représentée par une étude géologique régionale.

Le chapitre III dans lequel nous avons fait une description géologique du secteur d'étude dans le but de définir le milieu de dépôt des sédiments et donné une interprétation sur la tectonique de la région d'étude.

Le chapitre IV est consacré à des généralités sur les argiles et les normes nationales et internationales d'exploitation des carrières.

Dans le chapitre V on a défini le mode de gisement, les caractéristiques des argiles du gisement étudié, puis on a réalisé une étude d'impact de l'exploitation sur l'environnement, les mesures d'atténuation et de compensation d'impacts, et enfin on a présenté un plan de remise en état de la carrière.

Abstract

In construction, bricks and tiles roof are highly demanded materials. The raw material used to make them is clay. These clays from the miocene age are very widespread formations in Freha, and they have a great economical value.

The aim of this current work is the study of clay deposit in the region of freha located near Oued Diss.

The field work was initiated by a research team of non metallic useful substances from the SONAREM unit of Tizi-Ouzou in 1978 and 1979.

The exploitation of this deposit began in 1993 for the production of bricks and tiles roof.

The present study is prepared for master's degree in mineral resources and environment. The main objective is the geological study of this deposit and the enviromental impact of the exploitation as well. In order to achieve this objective, we conducted a bibliographic review of all the necessary documents relating to the quarry and geology of the region as well as national and international standards for quarrying. This step was followed by field work.

This dissertation contain 5 principal chapters:

Chapter 1 is devoted to a bibliographical review highlighting the previous work concerning this deposit.

Chapter 2 is represented by a regional geological study.

Chapter 3 in which we made a geological description of the study area in order to define the sediment deposition environment and give an interpretation on the tectonics of the study area.

Chapter 4 is devoted to generalities on clays and national and international standards for quarrying.

In chapter 5 we defined the deposit mode, clay characteristics of the deposit in study, then we have made a study about the impact of the exploitation on the environment, the mitigation and compensation measures of impacts, and finally we presented a plan of the rehabilitation of the quarry.

Table Des Matières

Remerciements	
Résumé	
Abstract	
Sommaire	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	
1/Problématique et but du travail.....	1
2/Méthodologie	1
Chapitre I : Généralités	
I-1 Situation Géographique.....	2
I-2 Aperçu climatique et pluviométrique.....	4
I-3 Historique des travaux.....	4
Chapitre II : Géologie Régionale	
II-1 Cadre structural	6
II-1.1 À l'échelle de la méditerranée occidentale.....	6
II-1.2 À l'échelle des maghrébides	7
II-1.3 Évolution géodynamique des maghrébides.....	11
II-2 Litho-stratigraphie de la région d'étude.....	13
Chapitre III : Géologie du secteur d'étude	
III-1 Litho-stratigraphie de la région.....	15
III-1.1 Litho-stratigraphie de la région de Freha.....	15
III-1.2 Litho-stratigraphie du gisement.....	16
III-2 Aperçu tectonique de la région.....	18
III-2.1 Tectonique de la région de Freha.....	18
III-2.2 Tectonique du gisement.....	20
III-3 Conclusion.....	20
Chapitre IV : Généralités sur les argiles et normes d'exploitation des carrières	
IV-1 Rappel sur les argiles.....	21
IV-1.1 Définition.....	21
IV-1.2 Structure des minéraux argileux.....	21
IV-1.3 Classification des argiles.....	23
IV-1.4 Origine des argiles.....	23

IV-1.5	Caractéristiques des argiles pour briques et tuiles.....	24
IV-2	Normes Internationales d'exploitation des carrières.....	25
IV-2.1	Normes françaises.....	25
IV-2.2	Normes canadiennes.....	25
IV-3	Normes Algériennes.....	27
IV-3.1/	Normes relatives à l'exploitation des carrières.....	27
IV-3.2/	Normes algériennes relatives aux niveaux des bruits.....	30
IV-3.3/	Normes algériennes relatives aux niveaux des rejets atmosphériques.....	31
IV-3.4/	Normes algériennes relatives aux zones humides.....	32
Chapitre V: Carrière d'argile et usine de production de briques et tuiles de Freha		
V-1	Mode de gisement.....	34
V-2	Caractéristiques des argiles de Freha.....	34
V-3	Données d'exploitation.....	37
V-4	Unité de production.....	39
V-5	Effets sur l'environnement.....	42
V-5.1	Impacts et risques.....	42
1.	Impact sur le sol.....	42
2.	Impact sur l'eau.....	43
3.	Impact sur la flore et la faune.....	43
4.	Impact sur le paysage.....	43
5.	Impact sur la santé et la sécurité	44
6.	Impact sur la population locale.....	45
7.	Impact lié à la poussière.....	45
8.	Impact par le bruit.....	46
A/	Niveaux de bruit de la zone N° 1 (usine de préparation de la matière première).....	47
B/	Niveaux de bruit de la zone N° 2 (zone de la production).....	49
C/	Niveaux de bruit de la zone N°3 (poste de gardiennage et le parking).....	52
D/	Niveaux de bruit de toute l'unité de Freha.....	52
9.	Effets cumulatif engendré par l'exploitation.....	53
V-5.2	Mesures d'atténuation et de compensation des impacts.....	54
V-6	Suggestion d'un plan de remise en état.....	55
Conclusion Générale.....		58
Bibliographie.....		59

Liste des figures

- **Chapitre I**

Figure I-1 : Situation géographique de la commune de Freha et de la briqueterie dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Google Earth.

Figure I-2 : Situation géographique de la région de Freha. Google Earth

Figure I-3 : Situation de la briqueterie par rapport à la ville de Freha-Google Earth.

Figure I-4 : Vue satellitaire de la carrière d'argile et de l'usine de briques et tuiles EBTF - Google Earth.

- **Chapitre II**

Figure II-1 : L'orogène alpin périméditerranéen (D'après Durand-delga, 1969).

Figure II-2 : Position des différentes unités géologiques des Maghrébides (d'après Domzing, 2006).

Figure II-3 : Reconstitution Paléogéographique des différents domaines des Maghrébides au Crétacé inférieur (d'après Bouillin, 1986).

Figure II-4 : Les grands ensembles de l'édifice structural alpin de la partie orientale du nord de l'Algérie.

Figure II-5 : Scénario d'évolution de la Méditerranée Occidentale sur un plan NNW/SSE allant des Baléares à la plateforme saharienne (Frizon de Lamotte et al 2000).

Figure II-6 : Reconstitution paléogéographique depuis l'Oligocène (Rosenbaum et al, 2002) en faveur du modèle subduction-extension arrière-arc.

- **Chapitre III**

Figure III-1 : les argiles carbonatées de gisement d'argile de Freha.

Figure III-2 : Affleurement de marnes gréseuses en surface.

Figure III-3 : Marne gréseuses (vue de l'intérieur).

Figure III-4: Lentille d'argile jaune encaissée dans les argiles grises oxydées.

Figure III-5 : Aperçu sur la tectonique entre Tala tiganana et Freha.(Extrait de la Carte géologique Azzefoun-Azazga à 1/50.000).

Figure III-6 : Géologie de la région de Freha. (Extrait de la Carte géologique Azzefoun-Azazga à 1/50.000).

Figure III-7 : Coupe géologique de la partie exploitée du gisement d'argiles de Freha.

- **Chapitre IV**

Figure IV-1 : Représentation des tétraèdres et des octaèdres (Mathieu Gautier).

Figure IV-2 : Représentation schématique d'un feuillet de phyllosilicates. (L.J. Poppe, V.F. Paskevich, J.C. Hathaway, and D.S. Blackwood).

- **Chapitre V**

Figure V-1 : Le diagramme radio-cristallographique de l'échantillon AR 16 06819.

Figure V-2 : Périmètre d'exploitation du gisement d'argile de Freha.

Figure V-3 : Exploitation à ciel ouvert du gisement d'argile de Freha.

Figure V-4 : Procédé de fabrication des produits en terre cuite.

Figure V-5 : l'état du gisement d'argile de Freha pendant l'hiver.

Figure V-6 : Loupe de glissement rencontré dans la partie exploitée du gisement.

Figure V-7: L'impact paysager de la carrière.

Figure V-8: Zone de préparation de la matière première.

Figure V-9 : Les 3 zones de l'unité de production (zone 1 : préparation de la matière première, zone 2 : Production, zone 3 : Poste de gardiennage et parking).

Figure V-10 : Niveaux de bruit à l'extérieur de la zone de préparation.

Figure V-11 : Niveaux de bruit dans la zone de préparation de la matière première pendant le fonctionnement des installations.

Figure V-12 : Niveau de bruit dans la zone de préparation de la matière première.

Figure V-13 : Niveaux de bruit dans la zone de préparation de la matière première lors de l'arrêt broyeur dégrossisseur.

Figure V-14 : Niveaux de bruit à l'extérieur de la zone de production.

Figure V-15: Niveaux de bruit à l'intérieur de la zone de production.

Figure V-16 : Niveaux de bruit à l'intérieur de la zone de production, au niveau du four.

Figure V-17 : Niveau de bruit à l'intérieur de la zone de production, sur le toit du four en face la salle de contrôle.

Figure V-18 : Niveaux de bruit à l'intérieur de la zone de production, au niveau du séchoir.

Figure V-19 : Le séchoir de la zone de production.

Figure V-20 : Niveaux de bruit au niveau du poste de gardiennage et du parking.

Figure V-21 : Niveaux de bruits à l'intérieur et à l'extérieur de l'unité de fabrication de briques de Freha.

Figure V-22 : Le plan de remise en état proposé.

Liste des tableaux

- **Chapitre I**

Tableau I-1 :-Précipitations moyennes mensuelles et totales pluviométriques (en millimètre) de Freha (période 1989-2008).

- **Chapitre IV**

Tableau IV-1 : Exigence de la composition chimique pour la fabrication de briques et tuiles.

Tableau IV-2 : Valeurs limites des paramètres de rejets atmosphériques.

- **Chapitre V**

Tableau V-1 : Données chimiques et minéralogiques de quelques échantillons prélevés du gisement d'argile de Freha.

Tableau V-2 : Donnés granulométriques des échantillons AR 13 03432 et AR 13 03433.

Tableau V-3 : Classification courante des roches selon la teneur en carbonates.

Tableau V-4 : Les coordonnées des bornes délimitant la carrière de Freha.

Tableau V-5 : Caractéristiques techniques du front de taille de la carrière.

Tableau V-6 : Répartition d'éventuels accidents qui peuvent se produire dans la carrière selon la cause du risque.

Tableau V-7 : Durées limites pour une exposition sonore quotidienne continue équivalente de 85dB(A) (en application de la norme NF S 31-084).

Introduction

Le gisement d'argile de Freha à été exploité depuis 1993 par l'EBTF (Entreprise Briqueterie Tuilerie de Freha).

Dans le cadre de suivi environnemental des projets minier, l'Agence Nationale des Activités Minières (ANAM) a proposé le présent thème en accord avec l'Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou (UMMTO).

Ce thème entre dans le cadre de la préparation d'un master en ressources minérales et environnements.

1/ Problématique et But de travail

La situation de la carrière et l'usine de production des briques et tuiles à proximité des zones agricoles impose la nécessité d'une étude approfondie des impacts environnementaux causés.

Le but de notre travail consiste à l'étude géologique de ce gisement d'argile et la détermination de l'impact environnementale de la carrière et de l'usine de fabrication de briques et tuiles, ainsi que la proposition d'un plan de remise en état.

2/ Méthodologie

1/ La recherche bibliographique :

Il s'agit d'une synthèse bibliographique de tous les documents nécessaires relatifs à la carrière et la géologie de la région et les normes national et internationale d'exploitation des carrières.

2/ Travaux de terrains :

- La description lithostratigraphique des formations rencontrées.
- Les mesures des directions et des pendages des formations rencontrées.
- Identification des contacts anormaux.
- Détermination des impacts de l'usine et de la carrière sur l'environnement.

Chapitre I : Généralités

I-1 Situation Géographique

La zone d'étude fait partie de la wilaya de Tizi-Ouzou qui est située au Nord-Ouest du territoire national. Elle est limitée par :

- La mer méditerranée au Nord,
- La wilaya de Bejaia à l'Est,
- La wilaya Bouira au Sud,
- La wilaya de Boumerdès à l'Ouest.

La superficie totale de la wilaya est de 2958 km². Elle comporte 67 communes pour une population de 1 206 547 habitants (statistique de 1998).

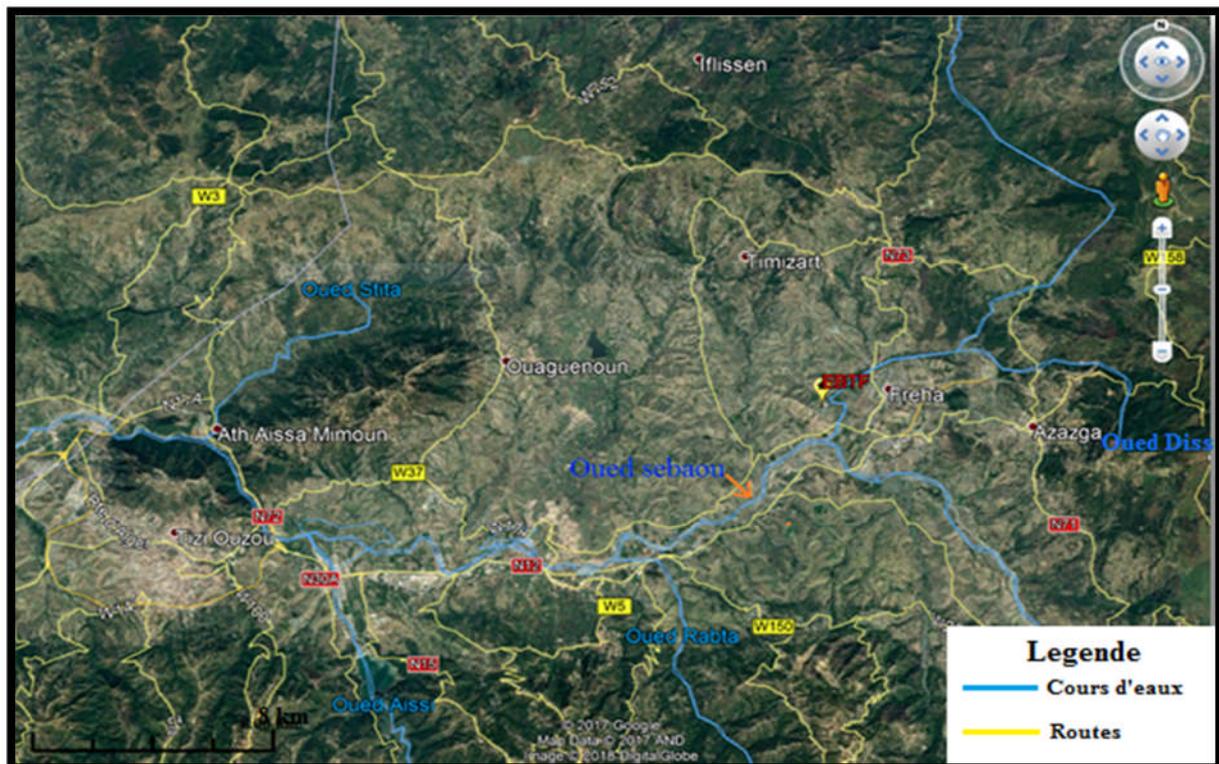


Figure I-1 : Situation géographique de la commune de Freha et de la briqueterie dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Google Earth.

-Freha est une commune de la wilaya de Tizi-Ouzou, elle appartient à la daïra d'Azazga. Elle est située à 31 km à l'Est de Tizi-Ouzou, à 7 km à l'Ouest d'Azazga et à 130 Km d'Alger. Elle est limitée au Nord par la commune d'Aghribs, à l'Est par la commune d'Azazga, au Sud par les communes de Mekla et de Tizi Rached, à l'Ouest par les communes de Tizi-Ouzou et Ouagnoun et au Nord-Ouest par la commune de Timizart. (Figure I-2).

-Freha est principalement une région agricole dont les productions végétales concernent les cultures fourragères (qui sont augmentés au détriment des céréales après la mise en œuvre du Plan National de Développement Agricole), les céréales et particulièrement le blé dur, les cultures maraîchères et l'arboriculture fruitière et particulièrement l'olivier. Quant à la production animale, elle concerne principalement l'élevage de bovin.

-La topographie de la commune est présentée par un relief accusé et des montagnes dont les altitudes varient de 140 à 600 m le long de l'Oued SEBAOU et de l'Oued DISS.



Figure I-2 : Situation géographique de la région de Freha. Google Earth

La carrière d'argile et l'usine à briques et tuiles de Freha est située à 2 km vers l'ouest de la localité de Freha. Elle est limitée au Sud par la route nationale N°12 et elle est reliée à cette dernière par le chemin de wilaya reliant le village d'El Kahra au chef-lieu de la commune de Freha. Au Nord, elle est limitée par l'Oued Diss et à l'Ouest par des propriétés privées.



Figure I-3 : -Situation de la briqueterie par rapport à la ville de Freha-Google Earth.

Du point de vue hydrologie la commune de Freha compte sur son territoire des oueds et cours d’eaux dont le principal est l’Oued Sebaou.



Figure I-4 : Vue satellitaire de la carrière d’argile et de l’usine de briques et tuiles EBTF - Google Earth.

I-2 Aperçu climatique et pluviométrique

Le climat

La région d’étude est caractériser par des hivers très froids et des étés très chauds.

Les précipitations

Les données pluviométriques fournies par l’Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H) de Tizi-Ouzou sont indiqué dans le tableau suivant :

	Alt	sept	oct	Nov	dec	jan	fev	mars	Avril	mai	juin	juil	Aout	Total
FREHA	155	24,4	64,5	120,6	162,1	121	70,5	72	87	41,5	4,7	1,3	2,8	772,4

Tableau I-1 :-Précipitation moyenne mensuelles et totale pluviométrique (en millimètre) de Freha (période 1989-2008).

Les précipitations les plus importantes sont celles qui débutent du mois d’octobre au mois avril (plus de 90% du total), avec un maximum en décembre avec 162,1 millimètre.

I-3 Historique des travaux

-Tout le long du littoral kabyle affleurent des argiles et des grés quartzeux qu’E.Ficheur propose de distinguer sous le nom de « numidien », ce terme à été suggéré par A.Pomel (en 1881) qui désigne par « grés de Numidie » la puissante assise de grés qui donne le caractère

remarquable de l'étage. Le terme « numidien » à été ensuite adopté par la majorité des géologues, en revanche l'âge de ce « numidien » fut très discuté par E. Ficheur, J. Blayac, L. Joleaud, M. Dalloni, J. Savornin, J. Flandrin.

-Les terrains miocènes qui affleurent largement dans toute la vallée du moyen sébaou ont été reconnus dès les premières recherches géologiques faites en kabylie, mais c'est à E.Ficheur (en1890) que l'on doit la première étude du détail de cette formation et notamment leur cartographie au 1/50.000.

-En 1951, Pierre Muraour à décrit les différents formations en basse-kabylie ainsi que leur paléogéographie parmi elles celle de la région de Freha, il à aussi rappeler les travaux d'anciens géologues réaliser en basse-kabylie.

-De 1966 à 1972 Raymond daniel à effectué les explorations et les tracés geologiques des régions de Dellys et Tizi-Ouzou.

-La carte géologique d'Azzefoun-Azazga : (Echelle= 1/50.000) est réaliser par : Jean-Pierre Gelard, professeur à l'université du Maine (le Mans) et El Hadi Cherfouh, ingénieur de recherche à la Division du Service Géologique de l'Algérie.

-La prospection détaillée du gisement d'argiles à briques et à tuiles de Freha, fut exécutée à la demande des responsables de la Wilaya de Tizi-Ouzou afin de préparer des réserves de matière première pour une briqueterie à construire dans la Daïra d'Azazga.

-Les travaux de terrain ont été entamés par une équipe de recherches de substances utiles non métalliques de l'Unité SONAREM de Tizi-Ouzou en 1978 jusqu'au 1979.

Chapitre II : Géologie Régional

➤ II-1 Cadre structural

L'histoire géologique de l'Algérie s'inscrit dans une longue évolution géodynamique. L'Afrique du Nord correspond à une zone ayant subi plusieurs phases de déformations et de sédimentation depuis le Précambrien.

II-1.1/ A l'échelle de la méditerranée occidentale

L'Orogène alpin périméditerranéenne comprend en Méditerranée occidentale deux branches :

Les cordillères bétiques et les chaînes littorales des maghrébides. Ces deux branches se rejoignent à l'ouest en formant l'arc de Gibraltar, alors qu'à l'est la chaîne des maghrébides se prolonge jusqu'en Calabre pour former l'arc siculo-calabrais. (Durand Delga, 1969).

Le domaine de la chaîne des Maghrébides a connu des phases de déformations méso-cénozoïques aboutissant à la mise en place de nappes de charriages. C'est le domaine des nappes ou domaine allochtone.

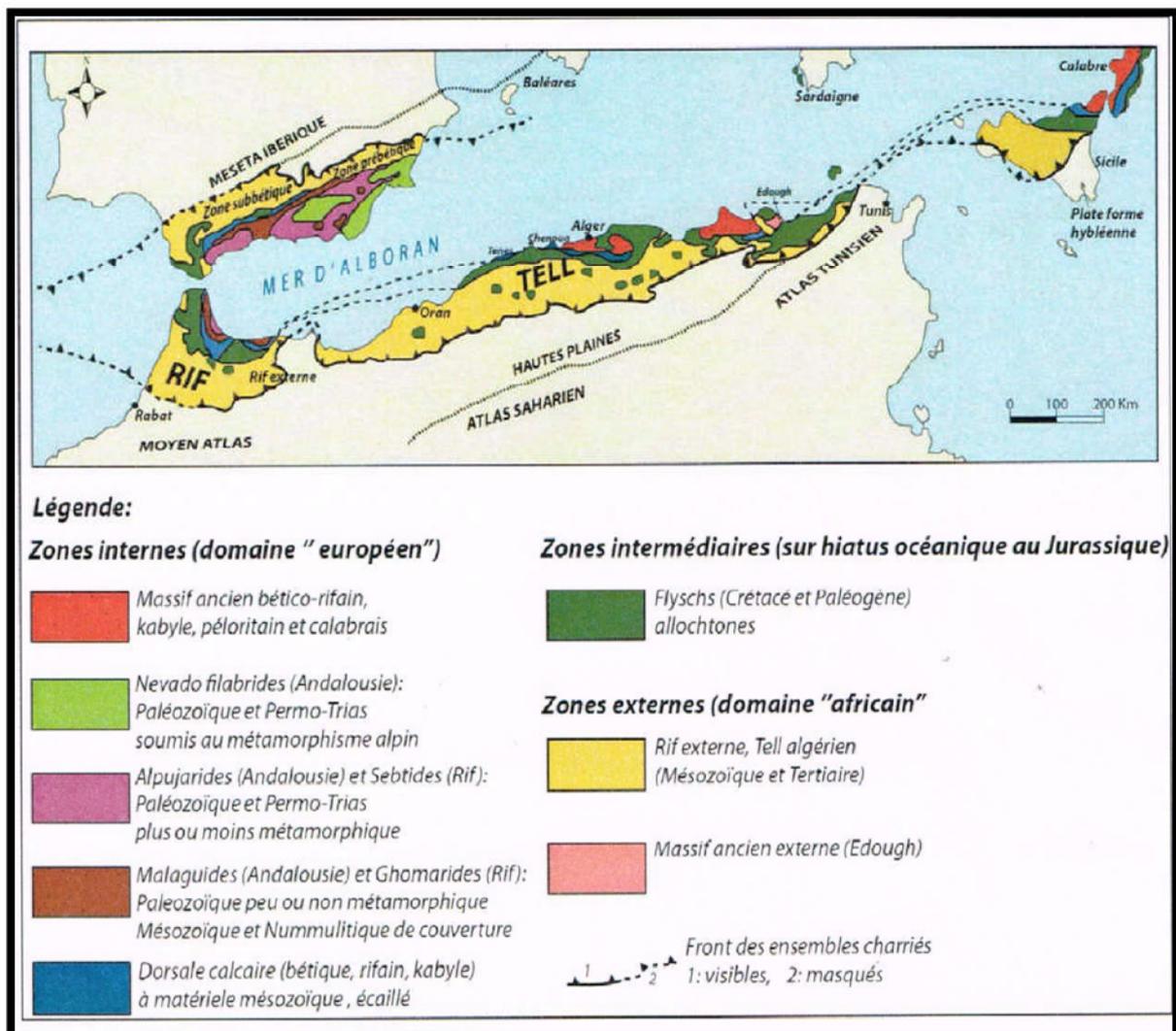


Figure II-1 : L'orogène alpin périméditerranéen (D'après Durand-delga, 1969).

II-1.2/ A l'échelle des Maghrébides

La chaîne alpine d'Afrique du Nord ou chaîne des Maghrébides fait partie de l'orogène alpin périméditerranéen (Durand-Delga, 1969) d'âge Tertiaire qui s'étend de l'Ouest à l'Est depuis l'Espagne à l'arc calabro-sicilien.

Dans ce domaine on distingue les zones internes, situées à l'intérieur de l'anneau et représentées aujourd'hui par différents massifs, dispersés le long de la côte méditerranéenne et les zones externes situées à sa périphérie.

Il est admis aujourd'hui que le domaine interne de la chaîne des Maghrébides faisait autrefois partie d'un microcontinent appelé AlKaPeCa (pour Alboran, Kabyles, Peloritain et Calabre) qui était situé beaucoup plus au nord et appartenait à la marge européenne.

La Dorsale Kabyle constituait la marge méridionale et le talus continental de ce bloc.

Les flyschs se sont déposés dans le bassin océanique profond qui séparait la marge européenne (ou le bloc AlKaPeCa) et la marge africaine.

Les nappes telliennes correspondent à la couverture sédimentaire qui s'est déposée sur la marge nord de la plaque africaine (Durand-Delga, 1969).

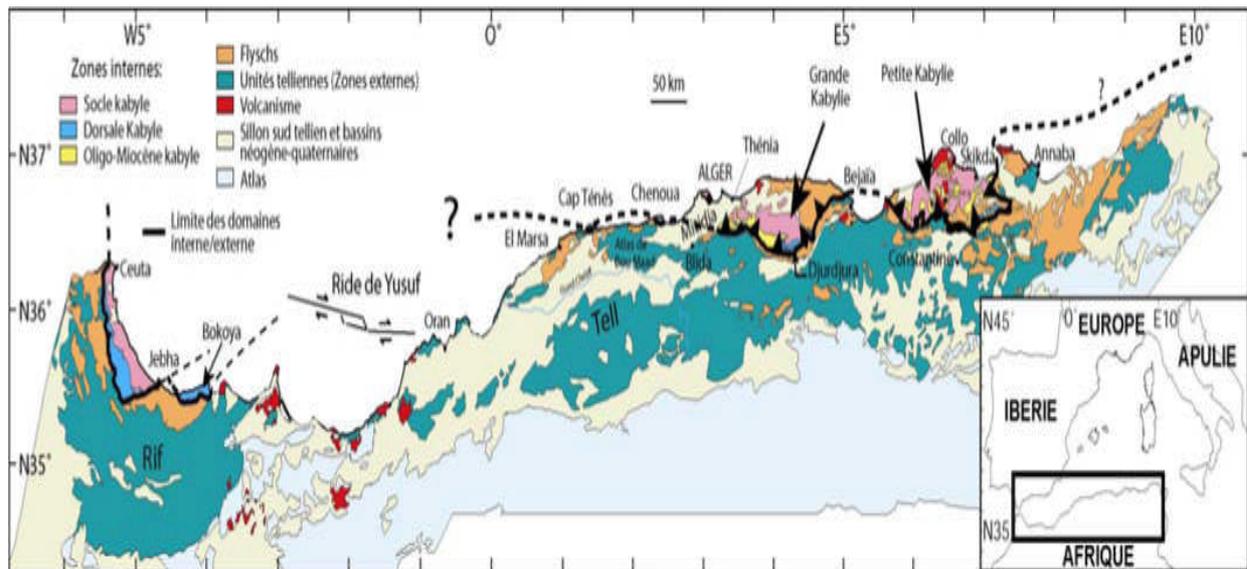


Figure II-2 : Position des différentes unités géologiques des Maghrébides (d'après Domzing, 2006).

A/ Le domaine interne (domaine septentrional)

Il est représenté en Algérie par les massifs de Grande et de Petite Kabylie, de Ténès, du Chenoua, d'Alger et peut être de l'Edough, ce dernier est considéré comme interne (Saadallah, 1992), alors qu'il est considéré depuis Vila (1970) comme représentant d'un témoin de socle externe sous les nappes telliennes.

Au Maroc, le domaine interne est représenté par le Rif marocain, et en Espagne par les Cordillères bétiques, et en Italie, il affleure en Sicile et en Calabre (domaine siculocalabrais). Dans ce domaine interne, on distingue les ensembles suivants:

- Le socle cristallin.
- Le paléozoïque non métamorphique.
- La dorsale Kabyle ou chaîne calcaire.

Le socle cristallin

Il est d'âge antécambrien (J. Bossière, 1980). Il est constitué d'un empilement de terrains métamorphiques (gneiss, marbres, amphiboles, micaschistes) charriés sur les terrains mésozoïques de la Dorsale Kabyle (Durand Delga, 1969). Il affleure dans les massifs du Chenoua (à l'Ouest d'Alger), de Grande et de Petite Kabylie (entre Jijel et Skikda).

Bossière (1980) considère le socle kabyle comme étant un socle gneissique ancien très métamorphique d'âge antépaléozoïque à la base (noyau), recouvert en discordance par une série schisteuse peu métamorphique d'âge paléozoïque.

Saadallah (1992) propose une structure en écaillés du socle kabyle, qu'il subdivise en une succession d'unités tectono-métamorphiques empilées les unes sur les autres, et suggère une mise en place polyphasée de ces unités.

La dorsale Kabyle

La dorsale Kabyle correspond à la couverture sédimentaire mésozoïque du socle. Elle constitue la bordure méridionale du socle. Elle se présente sous forme d'écaillés d'âge permotriasique à Éocène moyen (Lutétien). Ces formations comprennent des calcaires du Lias et de l'Eocène, des dolomies du Lias inférieur et des grès du Permo-Trias.

Elle est subdivisée du nord au sud en trois unités qui se différencient par le faciès et l'épaisseur des calcaires :

- La dorsale interne : C'est une série complète du Permo-Trias au Néocomien (Bouillin, 1977).
- La dorsale médiane : Comporte des terrains de Permo-Trias, du Lias et du Crétacé inférieur (Bouillin, 1977).
- La dorsale externe : Montre souvent des radiolarites au Dogger, au Malm, au Crétacé supérieur et au Paléocène-Eocène (Bouillin, 1977).

Du côté sud, un contact anormal sépare la dorsale Kabyle du domaine des flyschs. Les formations du domaine interne chevauchent le domaine des flyschs et le domaine externe tellien (Durand Delga, 1969).

L'Oligo-Miocène-Kabyle

Le socle est par endroits recouvert en discordance par des dépôts détritiques (principalement des molasses conglomératiques et grésomicacées) d'âge Oligocène supérieur-Miocène inférieur, appelés Oligo-Miocène Kabyle (Bouillin et Raoult, 1971).

L'Oligo-Miocène-Kabyle comporte trois termes :

- Conglomérat à la base reposant en discordance sur les formations de socle kabyle.

-Grès micasés à débris provenant du socle kabyle associés à des Pélites micacés.

-Pélites et silexites à radiolarites et diatomées.

B/ Le domaine des flyschs

Ce sont des dépôts marins profonds, mis en place dans le bassin maghrébin qui se situait entre les zones internes et les zones externes, et cela par des courants de turbidité d'âge Crétacé-Paléogène.

Ces flyschs se présentent de trois manières :

A/ en position interne, superposés aux massifs kabyles, et appelés flyschs nord-kabyles ;

B/ en position relativement externe à la bordure sud de la Dorsale Kabyle et appelés flyschs sud-kabyle.

C/ en position très externe, sous forme de masses isolées flottant sur le Tell charriées jusqu'à une centaine de kilomètres au sud.

Les flyschs mauritaniens Ils sont relativement épais et occupent une position interne dans le domaine des flyschs. Ils sont composés d'alternances de bancs argileux, calcaires et gréseux. La série débute par des radiolarites rouges du Dogger-Malm et se termine par des niveaux conglomératiques du Paléocène.

Les Flyschs massyliens Ils occupent une position externe dans le domaine des flyschs et comportent une série périto-quartzitique d'âge Crétacé inférieur surmontée par une série périto-micro-bréchique d'âge Crétacé supérieur.

Les flyschs numidiens ce terme a été proposé par E.Ficheur, en 1890 pour distinguer la trilogie suivante :

-Des argiles versicolores à tubotomaculum dites: argilos sous numidiennes.

-Des bancs de grés épais à grains hétérogènes.

-Des argiles, marnes et silexites appelées supra Numidiennes.

Ils occupent la position structurale la plus élevée et ne sont pas marqués par la tectonique antérieure (Miocène inférieure) (Wildi 1983). En Algérie, ils couvrent les nappes Telliennes au sud et le bloc Kabyle au Nord.

C/ Le domaine externe ou le domaine méridional

Ce domaine est constitué par un ensemble de nappes allochtones pelliculaires constituées principalement de marnes d'âge Crétacé moyen à Néogène et qui ont été charriées sur une centaine de km vers le Sud. On distingue du Nord au Sud : trois grandes séries qui sont du nord au sud (Vila, 1980).

- **Les nappe ultra- telliennes** : D'après Durand Delga (1969), ces séries forment un ensemble particulièrement homogène qui contient un Crétacé marneux à Ammonites et à Rotaliporas et un Eocène caractérisé par des marnes sombres et des calcaires à silex noirs.

- **Les nappes peni-telliennes** : elles comportent à la base un Trias gypsifère, un Crétacé inférieur marneux, un Crétacé supérieur marneux à « boules jaunes » très puissant et enfin un Eocène à marnes noires à « boules jaunes ».

- **Les nappes telliennes (sensu-stricto)**: elles sont formées de sédiments allant du Sénonien au Miocène avec un Crétacé argilo-marneux, un Eocène calcaire et marneux et un Oligocène marno-gréseux.

D'après les travaux récents de Durand-delga (1980), les Bibans et les Babors ne sont plus considérés comme autochtones mais sont rattachés aux nappes telliennes.

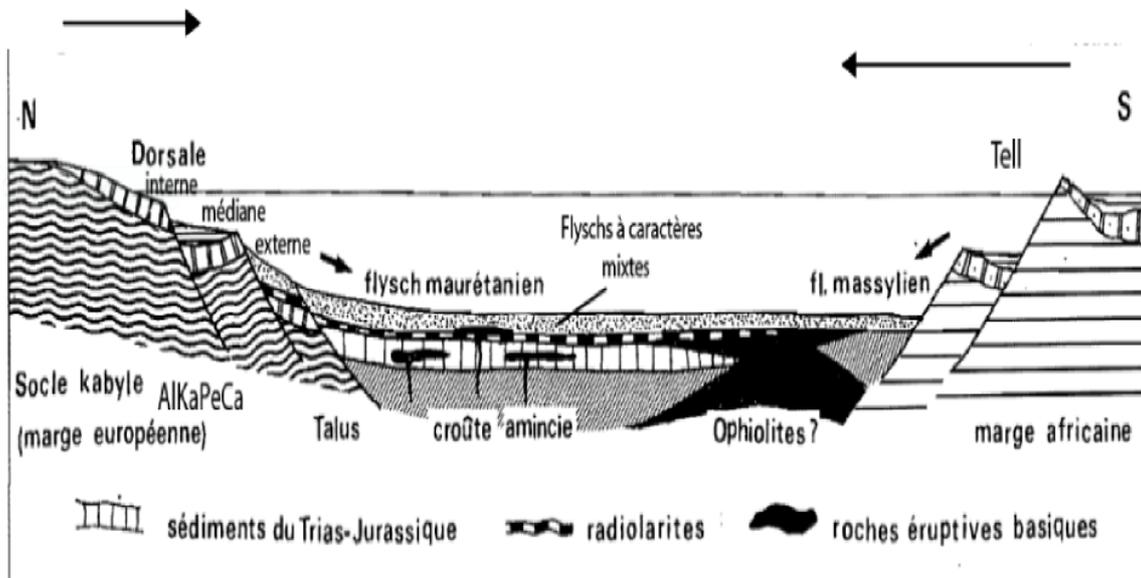


Figure II-3 : Reconstitution Paléogéographique des différents domaines des Maghrébides au Crétacé inférieur (d'après Bouillin, 1986).

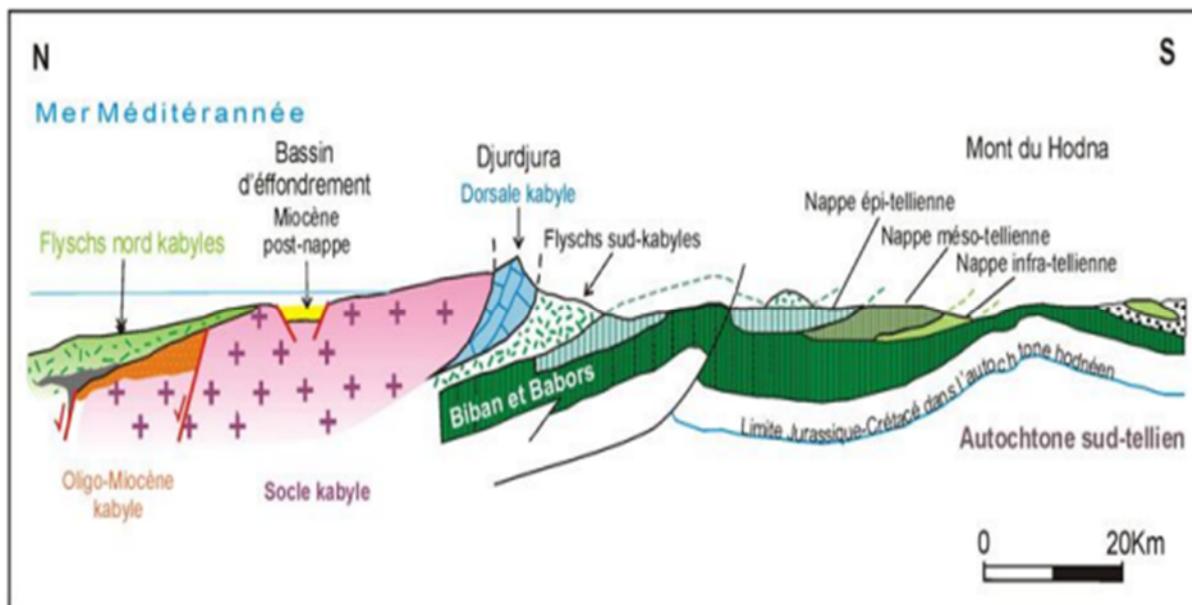


Figure II-4 : Les grands ensembles de l'édifice structural alpin de la partie orientale du nord de l'Algérie.

II-1.3/ Evolution géodynamiques des Maghrébides

La formation des chaînes alpines méditerranéennes est liée à la rotation de l'Afrique par rapport à l'Eurasie, conséquence d'une convergence des deux continents.

Tithonien-Néocomien caractérisé par l'individualisation d'un silon de flyschs (Mauritanien-Massylien) dans un bassin profond, qui se situerait entre la microplaque (AlKaPeCa) et la marge nord-africaine (Durand, Delga, 1980), suivie d'une tectonique polyphasée qui a dévasté la structure paléogéographique Mésozoïque.

Crétacé supérieur début de convergence des deux continents (Afrique-Europe), suivi d'une ouverture de l'atlantique sud.

Eocène supérieur phase tectonique majeure qui marque le chevauchement de l'ensemble socle-couverture sur les flyschs Mauritanien, par la suite ces ensembles chevauchent vers les zones externes (Raoult, 1974).

Oligo-Miocène marquée par le chevauchement de l'ensemble des zones internes sur le domaine tellien et la mise en place des flyschs Numidiens, les olistostrome et l'Oligo Miocène Kabyle.

Plio- Quaternaire des grands plissements suivis par des fracturations ont joué un rôle important dans l'apparition des intrusions magmatiques.

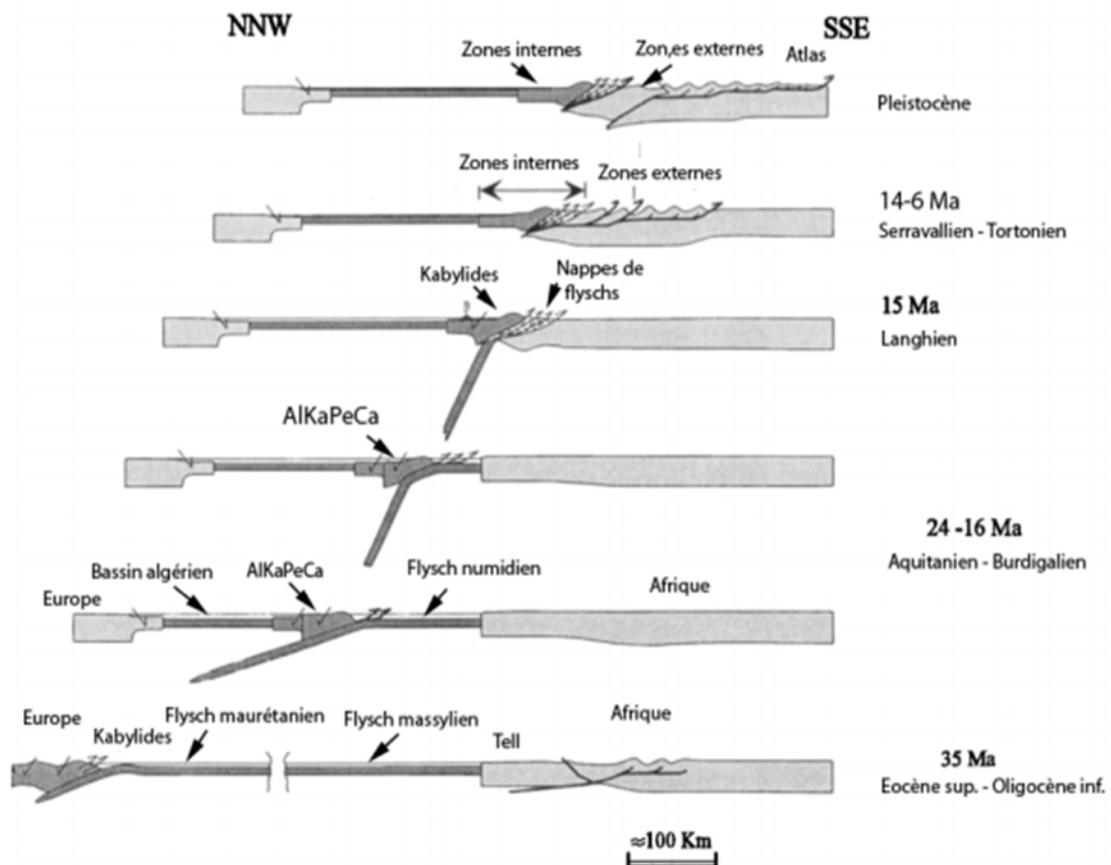


Figure II-5 : Scénario d'évolution de la Méditerranée Occidentale sur un plan NNW/SSE allant des Baléares à la plateforme saharienne (Frizon de Lamotte et al 2000).

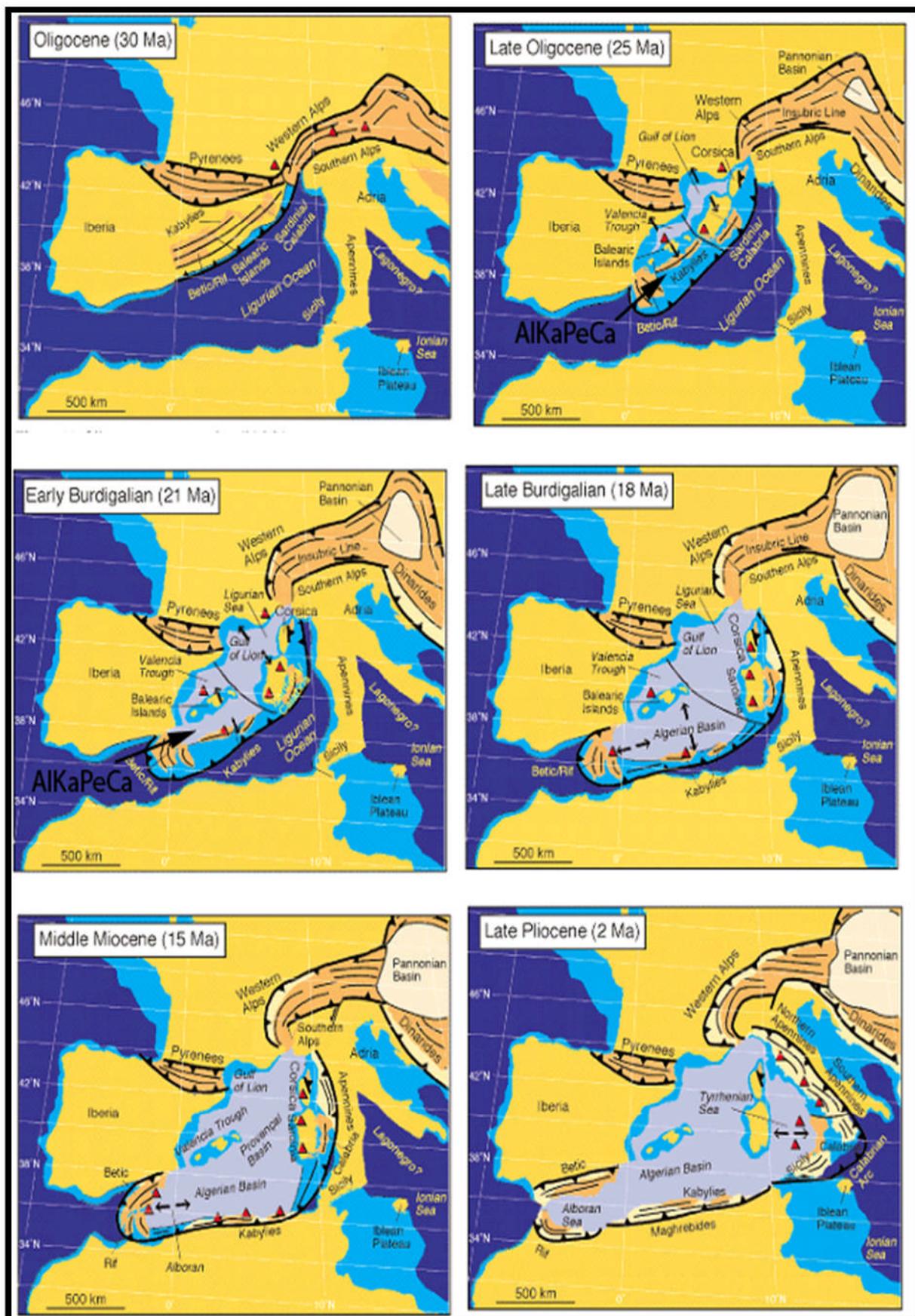


Figure II-6 : Reconstitution paléogéographique depuis l'Oligocène (Rosenbaum et al, 2002) en faveur du modèle subduction-extension arrière-arc.

➤ II-2 Litho-stratigraphie de la région d'étude :

Les terrains qui affleurent dans la wilaya de Tizi-Ouzou sont (In ziani et Arkoub, 1994) :

- 1) Le socle kabyle et sa couverture paléozoïque.
- 2) La dorsale kabyle.
- 3) L'oligo-miocène.
- 4) Les nappes de flysch.
- 5) Le miocène post-nappe.
- 6) Le quaternaire.

1) Le socle kabyle Il est constitué de terrains métamorphiques qui affleure en grand partie dans la zone centrale et sud du territoire de l'étude, à la limite des flancs nord, du Djurdjura, il comporte 3 ensembles structuraux superposés de bas en haut :

- a) Un socle gneissique fortement métamorphique, composé de noyaux, avec des gneiss fins, localement migmatiques, auxquels sont superposés des gneiss oeillés (à microcline, biotite, plagioclases et muscovite).
- b) Une série de schistes satinés, faiblement métamorphique, il s'agit de séricitoschistes et chloritoschistes au sein desquels s'intercalent des porphyroïdes oeillés.
- c) Des schistes argileux et siliceux, peu ou pas métamorphiques.

2) La dorsale kabyle Le Djurdjura constitue le tronçon le plus important de la dorsale kabyle. Elle s'étend sur près de 50 Km d'Ouest en Est et culmine à 2305m à Lalla Khedidja. Elle se dresse comme une barrière entre les formations du socle métamorphique au nord et celles du crétacé tellien au sud. Les terrains qui constituent cette unité structurale sont d'âges :

2.1) Carbonifère Les formations qui constituent la chaîne de Djurdjura débutent par des dépôts carbonifères qui surmontent immédiatement les schistes cristallins.

Le carbonifère est représenté en haut par une puissante série (environ 500m) de dépôts, ou l'on peut distinguer de bas trois ensembles principaux :

- a) Des schistes gris ou gris verdâtre, à rare intercalation de grés fins micacés et de lydiennes.
- b) Une alternance de schistes micacés, de psammites à débris végétaux, de grés généralement fins.
- c) Un ensemble assez semblable au précédent, mais où les grés deviennent plus grossiers, passant même à la partie supérieure de l'assise à des poudingues à petits galets de quartz.

2.2) Permo-trias et trias Ils sont représentés par des formations « continentales » formées essentiellement par des grés siliceux rouges, des calcaires en gros bancs ou lits, parfois en plaquettes, ou dominent les calcaires dolomitiques mais dont les termes caractéristiques sont des calcaires vermiculés.

2.3) Lias Il est subdivisé en deux unités :

- a) Infra lias-lias inférieur : les dépôts de l'infra-lias et lias inférieur sont représentés par des cargneules et dolomies (infra-lias), des calcaires dolomitiques jaunâtres qui se

poursuivent par environ de 100 à 400 m de calcaires massifs, de teinte gris claire à pâte fine ou parfois oolithiques.

- b) Lias supérieur : les dépôts de cet étage se distinguent nettement de ce lias inférieur, ils sont représentés par un ensemble de calcaires en dalles à silex de faciès variés, de marno-calcaires et des marnes.

2.4) Crétacé Les dépôts de cette période présentent de nombreuses lacunes sédimentaires.

2.5) Lutétien Les dépôts de cette période sont représentés essentiellement par des petits bancs de calcaire jaune, surmontés par des calcaires massifs renferment des nummulites, au sommet de ces calcaires se chargent progressivement de grains de quartz et passent à des calcaires franchement gréseux, à des grès et des conglomérats renfermant encore une faune de grands foraminifères.

2.6) Oligocène Les dépôts de cette période sont de nature essentiellement détritique. Ils sont tout à fait comparables à un flysch, allant des conglomérats les plus grossiers à des argiles schisteuses de teinte sombre, en passant par toute une gamme de grès variés dans lequel s'intercalent à plusieurs niveaux des horizons calcaires.

Sur le versant nord de Djurdjura l'oligocène est représenté par des grès tendres, de faciès assez particulier, connus sous le nom de « grès de Draa El Mizan », sont jaunâtres ou ocracés à ciment calcaire ou argileux, généralement friables.

Ils sont fréquemment micacés et montrent parfois des traces charbonneuses de plantes ou de petits amas lenticulaires de lignites. Les bancs constitués de ces grès sont séparés par des intercalations de marnes sableuses et des marnes qui deviennent quelquefois prédominantes. L'épaisseur de cette formation peut atteindre ou même dépasser 1000 m.

3) L'Oligo-Miocène kabyle Il s'agit d'une formation conglomératique et gréseuse, transgressive, qui repose en discordance sur le socle kabyle métamorphique. Elle passe vers le haut à un olistostrome à blocs divers de flysch crétacé, recouvert par les nappes de flyschs Nord Kabyles.

4) Les nappes de flysch à matériel crétacé et nummulitique, elles s'empilent en couches pelliculaires, charriées sur les zones externes, et plus rarement sur les zones internes, comme c'est le cas pour le nord de la Kabylie.

Dans ces unités structurales, on classe les flyschs numidiens, les flyschs massyliens, le flysch de haut Sebaou-Azazga, le flysch de port Gueydon et le flysch mauritanien.

5) Le miocène post-nappe Ce sont des terrains d'âges miocènes déposés postérieurement à la mise en place des nappes. Les terrains de cet ensemble géologique occupent un vaste synclinal qui s'étend sur près de 80 km d'Est en Ouest (Tizi-Ouzou se place au centre du bassin). À l'est il arrive jusqu'au méridien d'Azazga.

Il est représenté par des conglomérats (100 à 250 m), une formation molassique grésomarneuse (250 m) et une formation argilo-marneuse (500 m au maximum).

6) Le quaternaire Il est représenté par des faciès variés, dans les vallées il se développe des cailloutis, grès polygènes, gravelites et aleurolites qui occupent ces espaces.

Chapitre III : Géologie du secteur d'étude

III-1 Litho-stratigraphie

• III-1.1 Litho-stratigraphie de la région de Freha

Le Crétacé

Il est présenté par des argiles bleues passées rouges au sommet (crétacé inférieur), des phanites et des calcaires fins en petit bancs d'âge céno-mano-turonien (crétacé supérieur), et des olistostromes (crétacé supérieur).

L'Oligo-Miocène

Il se présente par des argiles feuilletées (Oligocène) et des plaquettes de grès quartzeux noir très dure (Aquitainien), ces grès sont puissants de 200 ou 300 m, en bancs épais, de teinte grisâtre à blanchâtre caractérisés par des quartz bien roulés.

Le Miocène

-Les dépôts miocènes sont les plus développés dans la région, la partie inférieure de ceux-ci, puissante de 300m environ et appartenant au Burdigalien (miocène inférieur), comporte des conglomérats, des grès et des aleurolites (siltstones), et des molasses.

-Les parties moyennes et supérieure des dépôts miocènes, datées du Helvétien (miocène moyen), comportent des argiles carbonatées et des marnes (Langhien-sérravalien,-post nappes) avec des intercouches de grès calcaires.

-Les divisions établies par Monsieur A. Pomel (1881) dans la formation qu'il a désignée sous le nom de « terrain helvétien » (Du haut en bas) sont:

1-Grès et poudingues puissants avec Ostréa crassissima a la base.

2-Marnes argileuses et grès; Ostréa crassissima au sommet.

3-Calcaires mélobésiées et à Clypéastres.

4-Poudingues, grès et marnes.

Les assises 3 et 4 sont nullement représentées en kabylie où la formation paraît correspondre en totalité à l'assise 2, et que l'assise 1 est représentée partiellement par les couches de grès supérieurs à Ostréa crassissima.

Les grès de l'assise 1 sont jaunâtre, plus ou moins friables, ils diffèrent sensiblement de ceux de l'assise 2, ils se montrent nettement stratifiés, leur épaisseur maxima peu être évaluée à 30 mètres environ.

Les grès et poudingues à Ostréa crassissima de l'assise 1 surmontant en concordance les marnes et grès de l'assise 2.

Les marnes de l'assise 2 sont de couleur grise ou jaunâtre, fortement argileuses, très délitescentes, qui se détrempe avec la plus grande facilité sous l'action de l'eau et constituent un sol très instable.

Les grès de l'assise 2 sont grisâtres assez durs, quelque fois feuilletés et présentant des surfaces ondulées et contournées. Ils forment quelque fois, au milieu des marnes des bancs qui atteignent deux à trois décimètres d'épaisseur, mais toujours en lentilles irrégulières.

La présence de grés au milieu des marnes est constante et constitue un des caractères distinctif de ce terrain helvétique.

Le Quaternaire

Les terrains quaternaires présentés par des roches éluviales, des limons, sables et cailloutis le long des oueds, et des alluvions anciennes des terrasses.

• III-1.2 Litho-stratigraphie du Gisement

Le gisement d'argile de Freha se trouve à proximité de l'oued Dis, il est exploité presque totalement dans sa partie Est, les travaux d'exploitation ont permis la mise à découvert des formations géologiques.

Le gisement comporte essentiellement des argiles gris carbonatées.

Le Miocène moyen

Le gisement d'argile de Freha comporte des marnes argileuses surmonté par des argiles gris carbonatés datées de l'Helvétien, ces argiles grises referment au sommet des lentilles d'argiles jaunes.

On a rencontrés des marnes gréseuses qui s'alternent avec les marnes argileuses et les argiles gris carbonatés. Ce faciès annonce l'proximité du rivage ou bien la faible profondeur des eaux.



Figure III-1 : les argiles carbonatées de gisement d'argile de Freha.



Figure III-2 : Affleurement de marnes gréseuses en surface.



Figure III-3 : Marne gréseuses



Figure III-4: Lentille d'argile jaune encaissée dans les argiles grises oxydées.

Le Quaternaire

Il est présenté par la terre végétale qui recouvre en grand partie le gisement d'argile.

III-2 Aperçu tectonique du secteur d'étude :

III-2.1 Tectonique de la région de Freha

Du point de vue tectonique, la région de Freha est généralement stable.

➤ Tectonique cassante

A partir de la carte géologique d'Azzefoun-Azazga on a remarqué que les contacts anormaux de la commune de Freha sont localisés dans les régions de Taguercift, Tala tigana, et Timerzouga (Figure III-6).

-Dans le secteur de ces trois régions, les contacts anormaux sont représentés par les failles, chevauchements et des charriages.

-Dans la région de Taguercift : un fragment de nappe (klippe) sous forme de lentilles (du crétacé supérieur) repose sur une unité chevauchée du crétacé inférieur (Nappe de charriage).

Les formations de conglomérats (miocène post-nappe) sont en contact anormal (faille de pendage de 50° vers le nord) avec les marnes (Langhien-sérravalien).

-Dans la région de Tala tigana : un chevauchement des olistostromes flysch sénonien (crétacé supérieur) sur les marnes helvétien (Langhien-sérravalien) est observé.

-Dans la région de Timerzouga : la formation charriée de grés numidien repose sur les marnes à plaquettes microbréchiqes turono-sénonien (crétacé supérieur).

➤ Tectonique souple

Les marnes (Langhien-sérravalien) entre tala tigana et Freha prennent une forme synclinal à cause des pressions exercés sur les cotés de cette formation.(Figure III-5).

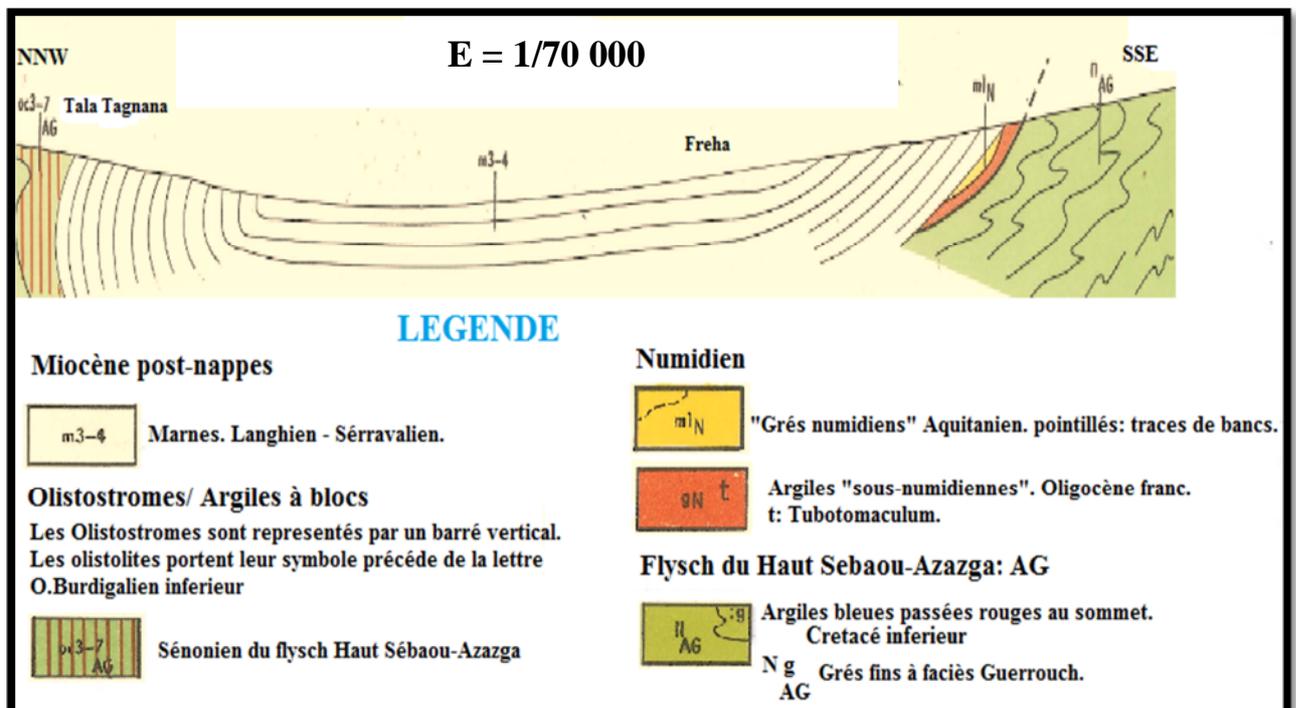
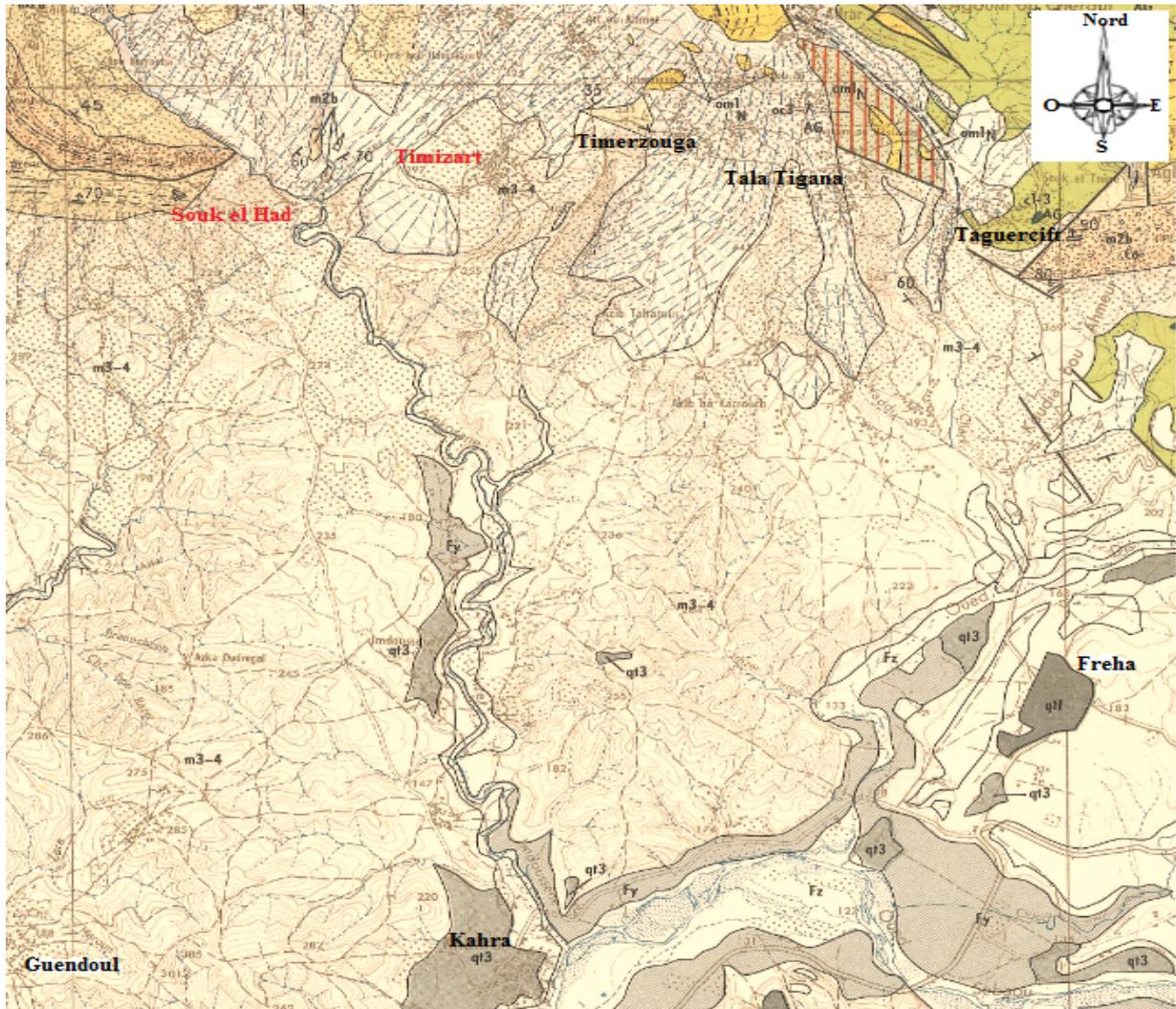


Figure III-5 : Aperçu sur la tectonique entre Tala tigana et Freha. (Extrait de la Carte géologique Azzefoun-Azazga à 1/50.000).



E = 1/55 000

LEGENDE

Formation Quaternaires

	Eboulis
	Alluvions actuelles et subactuelles; sables graviers.
	Alluvions anciennes du Lit majeur des oueds.
	Terasse des 10m
	Terasse des 40m

Miocène post - nappes

	Marnes. langhien - sérravalien
	Conglomérats. Burdigalien terminal
	Molasses. Burdigalien terminal

Olistostromes/Argiles à blocs

Les Olistostrome sont représentés par un barré verticale. Les olistolites portent leur symbole précède de la lettre O.

Burdigalien inférieur

	Sénonien supérieur du flysc d'Afir - Azeffoun
	Sénonien du flysch du Haut Sébaou - Azazga

Numidien

	"Grés numidiens" Aquitanie. Pointillés: traces de bancs.
--	--

Flysch du Haut Sebaou - Azazga: AG

	Phanites, calcaires fins en petits bancs. Cénomano Turonien
	Argiles Bleues, passées rouges au sommet. Crétacé inférieur N g grés fin à faciès Guerrouch. AG

Figure III-6 : Géologie de la région de Freha. (Extrait de la Carte géologique Azzefoun-Azazga à 1/50.000).

III-2.2 Tectonique du gisement

Le gisement ne présente aucun indice d'accident tectonique. La direction de la couche de marne argileux (à la base de la partie exploitée) est de N 130° et du pendage de 25° sud. La direction des marnes gréseuses est de N 35°.

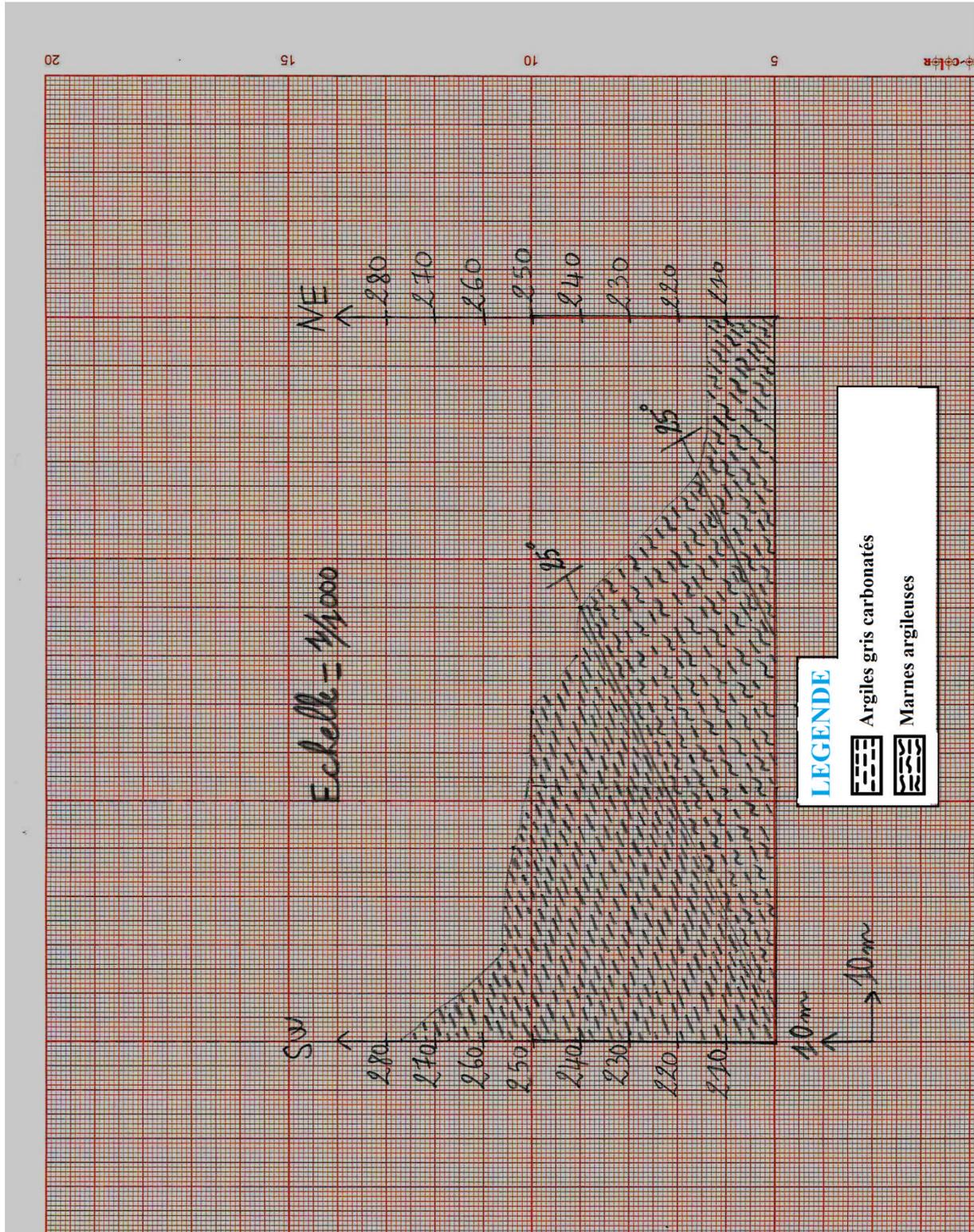


Figure III-7 : Coupe géologique de la partie exploitée du gisement d'argiles de Freha.

Chapitre IV : Généralités sur les argiles et normes d'exploitation des carrières

IV-1 Rappel sur les argiles

IV-1.1/ Définition

Le terme « argile » est défini comme : « matériau naturel qui est composé essentiellement de minéraux finement divisés, plastique après hydratation avec une quantité d'eau appropriée, et qui durcit au séchage ou à la cuisson. L'argile contient généralement des phyllosilicates et peut aussi contenir d'autres matériaux (incluant la matière organique) qui peuvent agir ou non sur la plasticité ou le durcissement ».

Les roches argileuses composées principalement de silicates en feuillets (phyllosilicates) d'Al, plus ou moins hydratés. Ce sont les plus abondants des roches sédimentaires : 50% des sédiments (69% des sédiments continentaux). Constituant principaux des sols : elles sont formées de particules fines, de l'ordre de μm .

IV-1.2/ Structure des minéraux argileux

Les minéraux argileux appartiennent majoritairement au groupe des phyllosilicates, ou communément appelés « silicates en feuillets ». Les feuillets sont constitués de couches de polyèdres élémentaires. Les polyèdres élémentaires sont composés d'un cation central lié par des liaisons intermédiaires ioniques-covalentes aux anions qui l'entourent (O^{2-} et/ou OH^-), situés aux sommets du polyèdre.

Les argiles sont constituées de minéraux dont les particules sont essentiellement des phyllosilicates, empilement de feuillets bidimensionnels silicatés.

Les feuillets qui constituent le motif de base de ces matériaux, sont formés par l'assemblage d'une ou deux couches de tétraèdres siliceux SiO_4 et d'une couche d'octaèdres alumineux, ferrifères ou magnésiens.

L'organisation structurale des phyllosilicates est basée sur une charpente d'ions O^{2-} et OH^- . Ces anions (ions négatifs) occupent les sommets d'assemblages octaédriques (O^{2-} et OH^-) et tétraédriques O^{2-} .

Dans les cavités de ces unités structurales élémentaires viennent se loger des cations de tailles variables (Si^{4+} , Al^{3+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Mg^{2+}) en position tétraédriques ou octaédriques. Ces éléments s'organisent suivant un plan pour constituer des couches octaédriques et tétraédriques dont le nombre détermine l'épaisseur du feuillet.

L'espace entre deux feuillets parallèles s'appelle espace inter foliaire.

-La structure cristalline du feuillet de l'ensemble des minéraux argileux est définie par 2 types de couches :

La couche tétraédrique : Elle est formée par des tétraèdres composés de quatre oxygènes et d'un cation central Si^{4+} , (SiO_4 dominant) et/ou Al^{3+} (AlO_4^{5-} fréquent) et/ou Fe^{3+} (FeO_4^{5-} occasionnel). Les tétraèdres sont liés par la mise en commun de trois sommets sur quatre (oxygène basaux, le quatrième étant l'oxygène apical). Les oxygènes basaux forment un plan d'oxygène de symétrie hexagonale.

La couche octaédrique : Elle est formée par des octaèdres composés de six oxygènes et/ou hydroxyles et d'un cation central généralement Al^{3+} et/ou Fe^{3+} et/ou Mg^{2+} et/ou Fe^{2+} . Si tous les sites octaédriques sont occupés, principalement par les cations bivalents, chaque anion est

partagé entre trois octaèdres voisins. La couche est dite trioctaédrique. Si les cations des octaèdres sont principalement trivalents, deux sites sur trois sont occupés ; chaque anion est partagé entre deux octaèdres voisins. La couche est dite dioctaédrique.

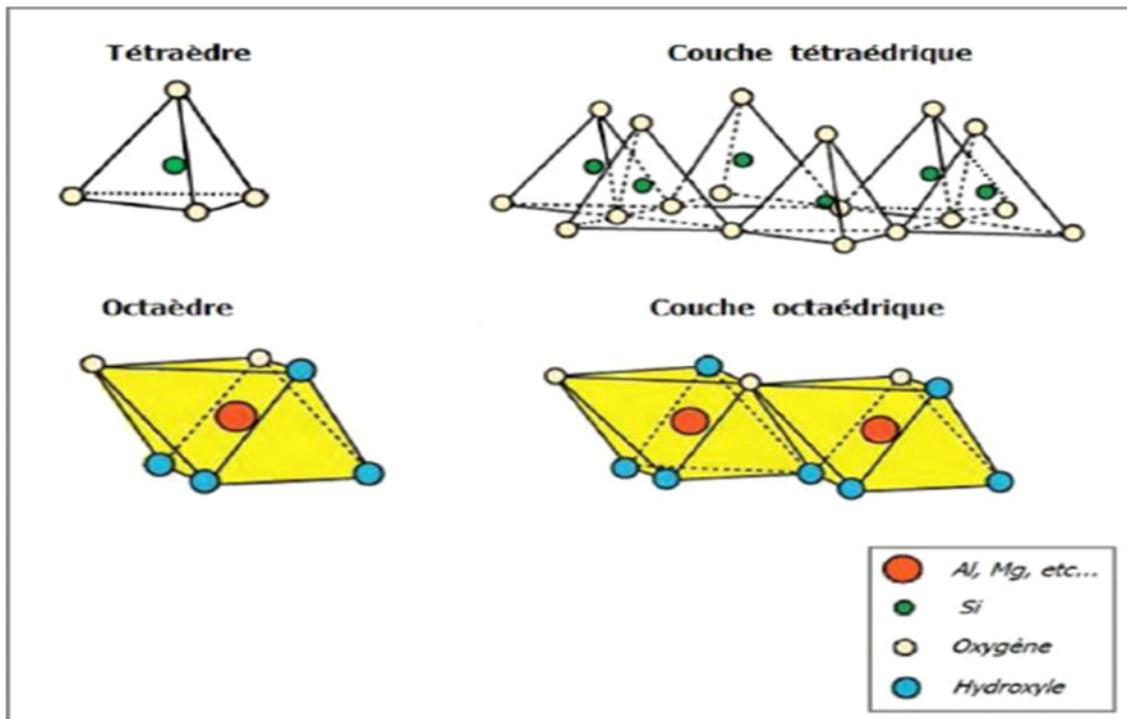


Figure IV-1 : Représentation des tétraèdres et des octaèdres (Mathieu Gautier).

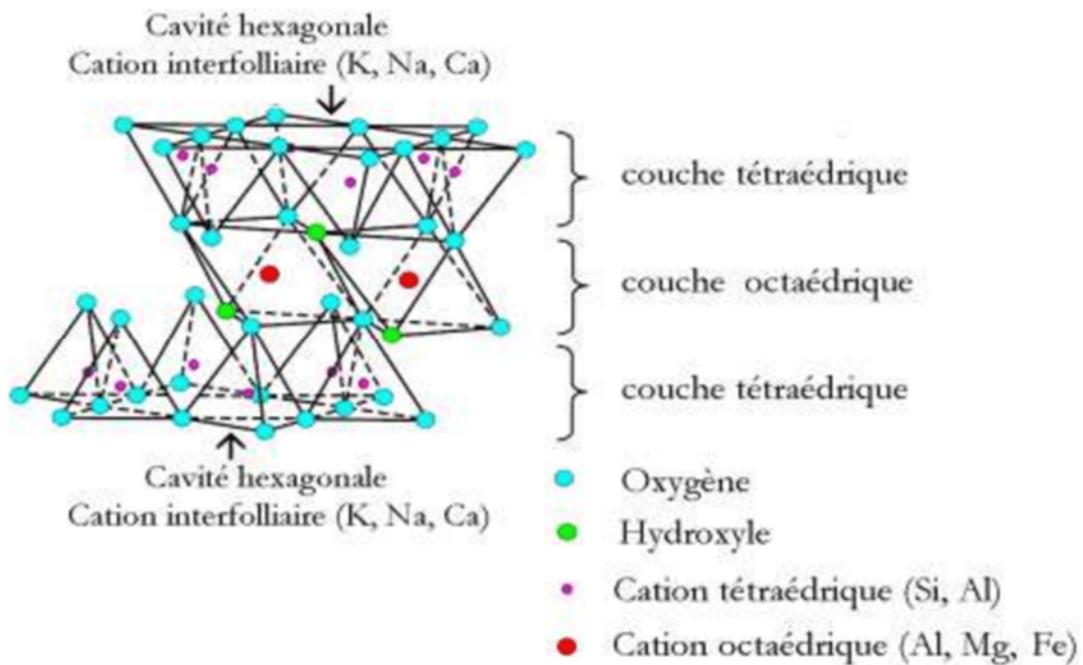


Figure IV-2 : Représentation schématique d'un feuillet de phyllosilicates. (L.J. Poppe, V.F. Paskevich, J.C. Hathaway, and D.S. Blackwood).

IV-1.3/ Classification des argiles

Les travaux de l'AIPEA (Association Internationale Pour l'Etude des Argiles) (1966-1972) et plus tard, ceux de Pédro (1994), ont permis d'aboutir à une classification qui repose sur l'utilisation des critères suivants:

- Type de feuillets 2:1 ou 1:1;
- Charge globale du feuillet;
- Nature des cations interfoliaires.

Il existe différentes classifications des argiles. La plus classique est basée sur l'épaisseur et la structure du feuillet. On distingue ainsi 4 groupes:

Minéraux à 7 Å: Le feuillet est constitué d'une couche tétraédrique et d'une couche octaédrique. Il est qualifié de T:O ou de type 1:1. Son épaisseur est d'environ 7 Å.

Minéraux à 10 Å: Le feuillet est constitué de deux couches tétraédriques et d'une couche octaédrique. Il est qualifié de T:O:T ou de type 2:1. Son épaisseur est d'environ 10 Å.

Minéraux à 14 Å: Le feuillet est constitué de l'alternance de feuillets T:O:T et de couches octaédriques interfoliaires.

Minéraux interstratifiés: L'épaisseur du feuillet est variable.

IV-1.4/ Origine des argiles

« Les roches qui affleurent à la surface du globe ne sont pas, la plupart du temps, en équilibre avec les conditions qui règnent dans le milieu superficiel. Elles évoluent donc obligatoirement en donnant naissance à un nouveau matériau (sol), ce qui implique non seulement une perte de massivité, mais encore un changement plus ou moins important dans la composition chimique et de la constitution minéralogique » (Pedro, 1994). A partir de cette introduction, il est aisé d'appréhender les trois origines des minéraux argileux du sol distinguées par (Millot, 1964):

- **l'héritage** : le minéral argileux est directement issu de la roche mère sans modification de ses caractéristiques cristallographiques. C'est un minéral argileux primaire (i.e. micas et illite de plusieurs dizaines de microns ; chlorite trioctaédrique...)

- **la transformation** : les conditions de surface entraînent une modification des caractéristiques cristallographiques du minéral argileux, néanmoins sa structure de base originelle reste conservée. Le minéral argileux peut subir une altération biogéochimique (dépend de la solution du sol et/ou de l'action des microorganismes) et/ou physique (microdivision). Dans ce cas, c'est un minéral argileux secondaire issu de l'altération d'un minéral argileux primaire (i.e. illite de quelques dizaines de nanomètres dans sols sur dépôt de loess; vermiculite alumineuse des sols acides...)

- **la néoformation** : les conditions de surface entraînent la dissolution des minéraux primaires contenus dans la roche mère (argileux et/ou non argileux). Les cations et anions issus de cette dissolution passent dans la solution du sol.

Si les conditions de nucléation et de croissance d'un minéral argileux sont réunies, un nouveau minéral argileux est formé dans le sol. Le minéral argileux est dans ce cas un minéral argileux secondaire néoformé (i.e. kaolinite des sols latéritiques, smectite des vertisols en bas de toposéquence).

Les facteurs qui interviennent dans l'origine de l'assemblage des minéraux argileux d'un sol sont les mêmes que ceux qui conditionnent la formation du sol, c'est-à-dire la nature de la roche mère, le climat (température, précipitation), les organismes vivants (faune, flore et microorganismes), le relief (altitude et pente) et le temps.

IV-1.5/ Caractéristiques des argiles pour tuiles et briques

Les argiles pour tuiles et briques sont des matériaux d'origine et de composition très variées, de nombreux types d'argiles peuvent convenir après l'ajout de produits correctifs et en particulier des dégraissants, comme les sables quartzueux, les déchets de fabrications, des cendres volcaniques.

A/ Aspect géologique

Les argiles idéales seraient une argile composée :

- De minéraux argileux assurant la plasticité et la cohésion de la pâte avant cuisson et la liaison céramique à haut température, un mélange kaolinite-illite avec un peu de smectite étant le plus favorable.
- de sable quartzueux jouent le rôle de dégraissant permettent de diminuer le retrait de séchage et de cuisson et de faciliter l'évacuation de l'eau de façonnage.
- de calcite fine favorable à une basse dilatation à l'humidité des produits, la calcite en grains étant à éviter car provoquant des éclatements après cuisson.
- des éléments colorants tels que : Fe_2O_3 , TiO_2 , devant être également finement répartis dans la masse argileuse.

B/ Critères géologiques de sélection des argiles pour tuiles et briques

- une composition essentiellement kaolino-illitique.
- Smectite inférieur à 10%.
- Sable quartzueux en proportion variable selon les utilisations, mais en moyenne de 30 à 40%.
- Calcite fine de l'ordre de 5 à 10% souhaitée, acceptable jusqu'à 25%, mais il est bon de se limiter à 15%.
- élément colorants : Fe_2O_3 : 5-10% de Fe_2O_3briques rouges.
3-10% de TiO_2 en présence de Fe_2O_3briques jaunes.
0,5-4% de MnO_2 en présence de Fe_2O_3briques brunes.
- matière organique souhaitée si elle est présente en faible proportion.
- Impuretés nuisibles : $CaSO_4$ inférieur à 4%, $NaCl$ inférieur à 1,5%, Na_2SO_4 inférieur à 0,4%, $MgSO_4$ inférieur à 1%, calcite et élément colorants en grains.

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₃	CaO	MgO	K ₂ O+ Na ₂ O	PF
35-80 %	7-23 %	2,5-9 %	0,02-4 %	< 20 %	0,5-3 %	1-4 %	< 14%

Tableau IV-1 : Exigence de la composition chimique pour la fabrication de briques et tuile.

IV-2 Normes Internationales d'exploitation des carrières

IV-2.1/ Normes française

Les carrières sont soumises à la réglementation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement sous la rubrique n°2510. Ainsi, il est nécessaire pour ouvrir une nouvelle exploitation ou étendre une exploitation existante de produire une étude d'impact (Cf. intervention de J.M. Watelet - Demande d'autorisation d'exploitation d'une carrière souterraine).

L'objectif de l'étude d'impact est d'identifier et de quantifier les impacts sur l'environnement de l'installation, de décrire les mesures prises pour compenser ces impacts et de proposer une remise en état du site après exploitation. L'étude d'impact est effectuée sous la responsabilité du pétitionnaire. L'article 3 du décret n° 77-1133 du 21 septembre 1977 modifié permet également au préfet de demander une analyse critique du dossier. Celle-ci peut être demandée avant ou après l'enquête publique et est faite aux frais du demandeur. Dans ce cas, l'organisme compétent donne un avis critique sur l'ensemble des documents et prescrit éventuellement des études complémentaires à effectuer.

Le contenu de l'étude d'impact est défini dans l'article 3 du décret n°77-1133 du 21 septembre 1977 modifié. Ainsi, l'étude doit comprendre :

- une analyse de l'état initial du site;
- une analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents de l'installation sur l'environnement, complétée par une description des installations et des méthodes d'exploitation.
- une justification du choix du site.
- les mesures envisagées pour supprimer, limiter et si possible compenser les inconvénients de l'installation.
- les conditions de remise en état des lieux.
- une analyse des méthodes utilisées pour évaluer les effets de l'installation sur l'environnement.
- un résumé non technique.

IV-2.2/ Normes canadiennes (Québec)

L'amélioration du milieu de vie et de l'environnement est le principe général invoqué en matière de restauration et de réaménagement.

La loi de la qualité de l'environnement et la réglementation qui l'accompagne concernant les carrières et sablières veillent désormais à éviter que le nombre de trous abandonnés n'augmente dans l'avenir. Cependant, elle néglige les sites abandonnés avant 1972, qui peuvent être une source de danger pour la société (chutes, noyades, pollution de l'air ou de l'eau).

La loi de la qualité de l'environnement

La loi de la qualité de l'environnement, adoptée en 1972, comporte certains articles intéressant la restauration. Les articles 20, 22, 23, 25 et 27 établissent d'abord le cadre et les principes généraux de la loi en matière d'émission de contaminants. L'activité d'extraction est évidemment touchée par ces articles puisqu'elle contribue à la pollution de l'environnement par l'émission de produits toxiques (H₂SO₄, fibres d'amiante, mercure, métaux lourds, cyanures, arsenic, hématite spéculaire (fer)), de poussières et de matières en suspension dans l'eau, tout en étant une source de bruit et de vibrations sismiques indésirables.

Contenu des articles 20, 23, 25 et 27 de la loi de la qualité de l'Environnement :

20. Nul ne doit émettre, déposer, dégager ou rejeter ni permettre l'émission, le dépôt, le dégagement ou le rejet dans l'environnement d'un contaminant au-delà de la quantité ou de la concentration prévue par le règlement du lieutenant-gouverneur en conseil.

23. Dans le cas d'une demande d'autorisation relative à certaines catégories de projets, activités ou industries susceptibles de porter atteinte ou de détruire la surface du sol et déterminées par règlement du lieutenant-gouverneur en conseil, le requérant doit soumettre un plan de réaménagement du terrain de même que toute garantie exigible, le tout conformément aux normes et modalités prévues par règlement du lieutenant-gouverneur en conseil.

25. Lorsqu'il constate la présence dans l'environnement d'un contaminant visé à l'article 20, le Directeur peut ordonner au responsable de la source de contamination de cesser définitivement ou temporairement ou de limiter, selon les conditions qu'il impose, l'émission, le dépôt, le dégagement ou le rejet de ce contaminant.

27. Le Directeur peut, lorsqu'il l'estime nécessaire pour assurer la protection ou l'assainissement de l'environnement, ordonner au responsable d'une source de contamination d'utiliser toute catégorie ou type d'appareil qu'il indique, aux fins de réduire ou d'éliminer l'émission, le dépôt, le dégagement ou le rejet d'un contaminant.

27a. Le Directeur peut ordonner à l'exploitant de toute carrière ou sablière déjà en exploitation de préparer et de mettre en œuvre un plan de réaménagement du terrain selon les conditions qu'il indique.

Les règlements concernant les carrières et sablières :

C'est en 1977 que fut adoptée la réglementation sur les carrières et sablières au Québec; celle-ci ressemble d'ailleurs étrangement à la législation ontarienne en ce domaine (Pit and Quarry Control Act, 1971). Cette réglementation définit tout d'abord certains termes techniques tels que carrière, sablière, aire d'exploitation, etc. La section suivante traite du certificat d'autorisation requis pour l'ouverture et l'opération d'une nouvelle carrière ou sablière, et du contenu de cette demande. La section III définit ensuite les normes de localisation et les distances à respecter de toute nouvelle aire d'exploitation. La section IV établit les normes en matière de pollution des eaux; ces chiffres peuvent être utilisés comme référence à la fois pour les carrières actives ou abandonnées. C'est ainsi que la charge maximale de matières en

suspension est fixée à 25 mg/l. et celle d'huiles/grasses et goudrons à 15 mg/l. Le pH est aussi un facteur réglementé et doit être compris entre 5,5 et 9,5.

Les normes concernant la prévention de la pollution atmosphérique ne réglementent que les poussières émises aux points de chutes (transferts) ou par le matériel de concassage, de tamisage, de convoi ou autres équipements; celles-ci ne doivent pas dépasser 50 mg/m³ (sablères exclues).

La section VII traite finalement de la restauration du sol; elle établit les possibilités de restauration ou de réaménagement et certaines obligations concernant la pente, le roc, la végétation, les délais, la garantie (sablères seulement) et la propreté générale des lieux après la cessation des travaux. Enfin, la dernière section établit les territoires pour lesquels il est désormais interdit d'opérer une carrière ou une sablière.

IV-3 Normes Algériennes

➤ **IV-3.1/ Normes relative à l'exploitation des carrières**

En Algérie c'est L'ANAM (Agence National des Activités Minières) qui est chargé de la gestion du patrimoine minier et du contrôle des activités minières (d'après l'article 37), celle-ci est une agence nationale de l'état Algérien, dotée de structure juridique et de l'autonomie financière, instituée par la loi n°14-05 du 24 Rabie Ethani 1435 correspondant au 24 Février 2014 portant loi minière, elle appartient au secteur de Ministère de l'Industrie et des Mines.

Les permis miniers sont délivrer, renouveler, suspendre et retirer par cette agence sous le contrôle du ministre chargé des mines.

Cette agence favorise toute action de nature à contribuer au développement minier du pays, et cela par le pouvoir d'exécuter tous ces fonctions telles qu'il est mentionné dans l'article 40 de la présente loi.

Domaine d'application

La loi n°14-05 du 24 Rabie Ethani 1435 correspondant au 24 Février 2014 ne s'applique pas aux eaux, des gisements d'hydrocarbures liquides ou gazeux et des schistes combustibles pétrolifères et gaziers, qui sont soumis aux dispositions législatives qui leur sont spécifiques, mais qui demeurent, néanmoins, soumis à l'obligation de dépôt légal de l'information géologique.

Accès à l'investissement dans le domaine minier

D'après l'article 70, les activités de recherche et d'exploitation minières sont réalisées sur le fondement d'un permis minier délivré exclusivement à une entreprise publique économique dont le capital social est exclusivement détenu directement ou indirectement par l'Etat ou à un établissement public. Pour exercer les activités, l'entreprise publique économique, ou l'établissement public peut conclure un contrat avec toute personne morale de droit étranger ou toute personne morale de droit algérien.

Le taux de participation dans le contrat de l'entreprise publique économique, ou de l'établissement public doit être d'un minimum de 51 %.

L'article 74 impose à toute personne morale de droit étranger ou personne morale de droit algérien désirant conclure un contrat avec l'entreprise publique économique ou l'établissement public pour la recherche et l'exploitation des substances minérales ou fossiles stratégiques doit justifier de capacités techniques et financières nécessaires à la bonne réalisation desdites activités.

L'article 126 impose à tout demandeur d'un permis d'exploitation de mines ou de carrières, de joindre à sa demande les études d'impact et de danger de l'activité minière sur l'environnement, accompagnées du plan de gestion de l'environnement et du plan de restauration et de remise en état des lieux.

Des permis miniers et de l'exercice des activités minières

Les permis miniers sont de deux types : ceux délivrés pour la recherche minière et ceux autorisant l'exploitation minière.

➤ Permission de recherche (prospection et exploration) minière

D'après l'article 90 La durée du permis de prospection minière ne peut excéder une (1) année. Son titulaire peut demander au maximum deux (2) prorogations de six (6) mois chacune, s'il a respecté les obligations lui incombant en vertu du permis de prospection de la période précédente.

D'après l'article 95 La durée d'un permis d'exploration ne peut excéder trois (3) ans. Son titulaire peut demander au maximum deux (2) prorogations de deux (2) années au maximum chacune, l'article 94 impose qu'un même périmètre d'exploration ne peut être attribué qu'à un seul demandeur.

D'après l'article 97 titulaire d'un permis d'exploration a droit à l'utilisation des explosifs pour la réalisation des travaux miniers d'exploration nécessitant l'utilisation de ces substances, conformément aux dispositions législatives et réglementaires de la présente loi.

➤ Permission d'exploitation minière

D'après l'article 107, le permis d'exploitation de mines ou de carrières est délivré, après paiement du droit d'établissement d'acte, par l'autorité administrative compétente concernée, pour une période maximale de vingt (20) ans avec possibilité de renouvellements successifs, chacun de durée inférieure ou égale à dix (10) ans pour chaque renouvellement.

D'après l'article 108 le permis d'exploitation minière artisanale est délivré après paiement du droit d'établissement d'acte, pour une durée qui ne peut excéder cinq (5) ans avec possibilité de renouvellements successifs chacun de durée inférieure ou égale à deux (2) ans.

Les Obligations des titulaires de permis miniers

➤ Obligations liées à la protection de l'environnement

Les articles 48 et 124 de la loi minière n° 14-05 du 24 février 2014 imposent au titulaire d'un permis minier la protection de l'environnement, et de procéder à la remise en état des lieux.

Des mesures seront pris en cas de présence d'un danger pour l'environnement d'après les articles 46, 56, de la loi minière n° 14-05 du 24 février 2014, et des sanctions seront appliquer en cas de non-respect des conditions de protection de l'environnement d'après les articles 83, 151, 153, 177 de la présente loi.

➤ **Obligations liées à la prévention des risques**

L'article 54 impose à tout titulaire d'un permis minier d'exploration ou d'exploitation minière de mettre en place, à ses frais, un système de prévention des risques miniers que peut entraîner son activité.

➤ **Obligations liées au dépôt légal de l'information géologique**

Le dépôt légal de l'information géologique, est la conservation du patrimoine des connaissances géologiques nationales.

L'article 31 impose à tout opérateur ou chercheur, producteur de données géologiques, quel que soit le secteur d'activité et le cadre dans lequel il opère, de faire déclaration au dépôt légal de l'information géologique.

L'article 33 impose à tout titulaire d'un permis minier d'assurer la conservation de tout document, carotte et renseignement d'ordre géologique, géophysique et géochimique portant sur le périmètre octroyé, conformément à la législation en vigueur, en vue de les remettre au dépôt légal de l'information géologique.

➤ **Obligations liées aux taxes**

D'après l'article 132, les titulaires de permis d'exploration minière et de permis d'exploitation minière sont soumis à une taxe superficielle.

L'article 141 impose aux titulaires de permis d'exploitation minière de constituer annuellement, avant détermination des résultats bruts, une provision pour restauration et remise en état des lieux ainsi que pour la prise en charge des risques, désordres et nuisances résiduels après la fin du permis minier. Le taux de cette provision, déterminé par l'agence nationale des activités minières, est fixé, au maximum, à deux pour cent (2%) du chiffre d'affaires annuel hors taxes, en rapport avec le degré des nuisances et modifications susceptibles d'être apportés à l'état des lieux et à l'intégrité du site minier. Cette provision doit obligatoirement être placée dans un compte de consignation, compte-séquestre, ouvert auprès du Trésor au nom du titulaire du permis minier.

➤ **Obligation générale**

D'après l'article 124, le titulaire d'un permis minier est tenu notamment :

-de réaliser les travaux de prospection, d'exploration et d'exploitation prévus dans les cahiers de charges, conformément aux conditions fixées par la présente loi et les textes pris pour son application.

-de maintenir les ouvrages et installations d'exploitation, de secours et de sécurité, conformément aux dispositions et normes prévues par la législation et la réglementation en

vigueur.

-de respecter les conditions techniques et réglementaires édictées en matière :

* d'emploi des explosifs.

* de sécurité, et d'hygiène.

* de protection de l'environnement.

* de protection du patrimoine végétal et animal.

* de protection du patrimoine culturel.

* de périmètres de protection.

* d'écoulements d'eau et d'alimentation en eau potable, d'irrigation ou pour les besoins de l'industrie.

-de s'acquitter, conformément aux conditions prévues par la présente loi et ses textes d'application de tous droits, impôts, taxes et redevances à raison de son activité ou de ses installations.

-d'adresser semestriellement un rapport de son activité minière à l'agence nationale des activités minières et aux services déconcentrés de l'administration chargée des mines, dont le contenu sera fixé par arrêté du ministre chargé des mines.

-de réparer les préjudices causés aux personnes et aux biens, résultant de l'exercice de ses activités minières.

-d'accueillir des élèves et des techniciens stagiaires dans les spécialités minières et autres, selon des calendriers conclus avec les universités, écoles et instituts de formation des cadres.

-de procéder à la remise en état des lieux, et le cas échéant, arrêter avec l'autorité administrative compétente le coût estimé pour assurer les missions de contrôle et de prévention de l'après-mine.

-de protéger la santé des travailleurs et respecter leurs droits prévus par la législation en vigueur.

-de souscrire des contrats d'assurance pour couvrir les risques inhérents à toutes ses activités.

➤ **IV-3.2/Normes algériennes relatives aux niveaux des bruits**

Décret exécutif n° 93 -184 du 27 juillet 1993 réglementant l'émission des bruits.

Décrète

Article 1 : le présent décret a pour objet de régler l'émission des bruits et ce en application de l'article 121 de la loi n° 83-03 du 05 février 1983, susvisée.

Article 2 : les niveaux sonores maximums admis dans les zones d'habitation et dans les voies et lieux publics ou privés sont de 70 décibels (70DB) en période diurne (6 heures à 22 heures) et de 45 décibels (45DB) en période nocturne (22 heures à 6 heures).

Article 3 : les niveaux sonores maximums admis au voisinage immédiat des établissements hospitaliers ou d'enseignement et dans les aires de repos et de détente ainsi que dans leur enceinte sont de 45 décibels (DB) en période diurne (6 heures à 22 heures) et de 40 décibels (40DB) en période nocturne (22 heures à 6 heures).

Article 4 : Sont considérés comme une atteinte à la quiétude du voisinage, une gêne excessive, une nuisance à la santé et une compromission de la tranquillité de la population

toutes les émissions sonores supérieures aux valeurs limites indiquées aux articles 2 et 3 ci-dessus.

Article 5 : Les méthodes de caractérisation et de mesurage des bruits sont effectuées conformément aux normes algériennes en vigueur.

Article 6 : Toute personne physique ou morale exploitant des activités exigeant l'emploi de moteurs, d'outils, de machines, d'équipements ou d'appareils générateurs de bruits de niveaux supérieurs aux valeurs limites telles que définies par le présent décret est tenue de mettre en place des dispositifs d'insonorisation ou des aménagements appropriés de nature à éviter d'incommoder la population ou de nuire à sa santé.

➤ **IV-3.3/Normes algériennes relatives aux niveaux des rejets atmosphériques**

Décret exécutif n° 06-138 du 16 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 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.

SECTION 1 : Des dispositions préliminaires

Article 2 : Au sens du présent décret on entend par émission dans l'atmosphère de gaz, fumées, vapeurs particules liquides ou solides désignés ci-après par "rejets atmosphériques", tout rejet de ces matières par des sources fixes et notamment par les installations industrielles.

Article 3 : Les valeurs limites des rejets atmosphériques sont celles fixées en annexe du présent décret. Toutefois, en attendant la mise à niveau des installations industrielles anciennes dans un délai de cinq (5) ans, les limites des rejets atmosphériques prennent en charge l'ancienneté des installations industrielles en déterminant une tolérance pour les rejets atmosphériques émanant de ces installations.

En outre et en raison des particularités propres aux technologies utilisées, des tolérances particulières aux valeurs limites sont également accordées selon les catégories industrielles concernées. Ces tolérances sont annexées au présent décret.

SECTION 2 : Des prescriptions techniques relatives aux rejets atmosphériques

Article 4 : Les installations générant des rejets atmosphériques doivent être conçues, construites et exploitées de manière à éviter, prévenir ou réduire, à la source, leurs rejets atmosphériques qui ne doivent pas dépasser les limites d'émissions fixées en annexe du présent décret.

Article 10 : Quiconque exploite ou projette de réaliser une installation générant des rejets atmosphériques ne relevant pas de la réglementation des installations classées doit fournir à l'autorité compétente toutes les informations portant sur :

- la nature et la quantité des émissions ;
- le lieu de rejet, la hauteur à partir du sol à laquelle il apparaît et ses variations dans le temps,

- toute autre caractéristique du rejet, nécessaire pour évaluer les émissions ;
- les mesures de réduction des émissions.

SECTION 3 : Du contrôle des rejets atmosphériques

Article 11 : Au titre de l'autocontrôle et de l'auto surveillance, les exploitants d'installations générant des rejets atmosphériques doivent tenir un registre où sont consignés la date et les résultats des analyses qu'ils effectuent selon des modalités fixées par arrêté du ministre chargé de l'environnement et, le cas échéant, par arrêté conjoint avec le ministre chargé du secteur concerné. Les mesures sont effectuées sous la responsabilité de l'exploitant et à ses frais dans les conditions fixées par la réglementation en vigueur.

Article 12 : Les résultats des analyses doivent être mis à la disposition des services de contrôle habilités.

- Valeurs limites des paramètres de rejets atmosphériques :

N°	Paramètres	Unité	Valeurs limites	Tolérance des valeurs limites des industries
1	Poussières totales	mg/Nm ³	50	100
2	Oxydes d'azote (exprimés en dioxyde d'azote)	mg/Nm ³	300	500
3	Protoxyde d'azote	mg/Nm ³	300	500

Tableau IV-2 : Valeurs limites des paramètres de rejets atmosphériques.

➤ IV-3.4/Normes algériennes relatives aux zones humides

Arrêté du 27 Rabie Ethani 1433 correspondant au 20 mars 2012 portant création d'un comité national des zones humides.

Le ministre de l'agriculture et du développement rural,

Vu le décret n° 82-439 du 11 décembre 1982 portant adhésion de l'Algérie à la convention relative aux zones humides, d'importance internationale, particulièrement comme habitat de la sauvagine, signée à Ramzar (Iran) le 2 février 1971 ;

Vu le décret exécutif n° 90-12 du 1er janvier 1990, modifié et complété, fixant les attributions du ministre de l'agriculture ;

Vu le décret exécutif n° 95-201 du 27 Safar 1416 correspondant au 25 juillet 1995, modifié et complété, portant organisation de l'administration centrale de la direction générale des forêts,

Arrête :

Article 1 : Il est créé, sous la tutelle du ministre chargé des forêts et auprès de la direction générale des forêts, un comité national des zones humides, ci- après désigné « le comité »,

conformément aux dispositions des articles 2 et 3 du décret exécutif n° 90-12 du 1er janvier 1990, modifié et complété, susvisé.

Article 2 : Pour assurer une gestion multisectorielle et durable des zones humides et des ressources qu'elles recèlent, le comité est chargé de :

- suivre l'élaboration de la stratégie nationale et du plan d'action pour la gestion et la préservation des zones humides.
- veiller à la mise en œuvre de la stratégie nationale et du plan d'action des zones humides.

Article 3 : Le comité, présidé par le ministre chargé des forêts ou par son représentant, est composé comme suit :

- un représentant du ministère de l'intérieur et des collectivités locales ;
- un représentant du ministère des affaires étrangères ;
- un représentant du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique ;
- un représentant du ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement ;
- un représentant du ministère de la pêche et des ressources halieutiques ;
- un représentant du ministère des ressources en eau ;
- un représentant du ministère du tourisme et de l'artisanat ;
- un représentant du ministère de la culture ;
- un représentant du ministère de la communication ;
- un représentant du ministère des finances ;
- un représentant du ministère de l'énergie et des mines ;
- un représentant du ministère de l'éducation nationale ;
- un représentant du ministère des travaux publics ;
- un représentant du centre de développement des énergies renouvelables ;
- un représentant de l'agence spatiale algérienne ;
- deux (2) représentants des associations de protection de l'environnement agissant dans le domaine des zones humides.

Le comité peut faire appel à toute personne ou institution compétente susceptible de l'aider dans ses travaux.

Article 4 : Les membres du comité sont nommés par décision du ministre chargé des forêts sur proposition des institutions dont ils relèvent pour une période de trois (3) ans renouvelable. En cas d'interruption du mandat d'un membre du comité, il est procédé à son remplacement dans les mêmes formes pour le restant du mandat.

Article 5 : Le comité se réunit en session ordinaire deux (2) fois par an sur convocation de son président, il peut être convoqué en session extraordinaire, pour délibérer sur des points urgents ou particulièrement importants, chaque fois que son président ou un tiers (1/3) au moins des membres le demande.

Les convocations sont adressées aux membres du comité ainsi que les dossiers à examiner, au moins une semaine avant la tenue de la réunion.

Article 6 : Après chaque réunion, le comité élabore un procès-verbal de délibération et le transmet au ministre chargé des forêts, dans les trente (30) jours après la tenue de la réunion.

Chapitre V : Carrière d'argile et usine de production de briques et tuiles de Freha

V-1 Mode de gisement

Le gisement d'argile de Freha comporte des marnes argileuses surmonté par des argiles gris carbonatés. Les argiles gris carbonatés renferment au sommet des lentilles d'argiles jaunes avec des taches d'oxydes de fer.

L'argile contient des minéraux argileux (l'illite, kaolinite, chlorite, et montmorillonite), ainsi que du quartz, gypse, calcite, dolomite et des minéraux ferrugineux talque la pyrite et l'hématite.

Dans la partie exploitée du gisement on a rencontrés des marnes gréseuses intercalées dans les marnes argileuses et les argiles gris carbonatés. Ce faciès annonce l'proximité du rivage ou bien la faible profondeur des eaux.

Les traces de gypse dans les argiles carbonatées sont former par évaporation de l'eau de mer sous un climat ou le taux d'évaporation excède les précipitations (climat semi aride).

Il semble que le milieu de dépôt est un milieu marin qui à connue une période de régression d'age l'hélvitien.

V-2 Caractéristiques des argiles de Freha

- **Propriétés physico-mécanique**

Le gisement de Freha comporte des argiles de type fusible poly minéral. Elles ont une composition homogène et une répartition relativement régulière des impuretés.

- **Propriétés chimiques et minéralogique**

Différents échantillons ont subi une analyse chimique et minéralogique.

Echantillon	Composition chimique	Composition minéralogique
AR 16 068 19	SiO ₂ =48.33 ; Al ₂ O ₃ =12.26 ; Fe ₂ O ₃ =4.9 ; CaO=13.22 MgO=2.64, SO ₃ =0.33 ; K ₂ O= 2.0 ; NA ₂ O=0.42, P ₂ O ₅ =0.19, TiO ₂ =0.62, PF=15.10	Quartz=32, Calcite=22, Dolomite=03, Albite=04, Illite=17, Kaolinite=08, Chlorite=09, Minéraux ferrugineux (pyrite) + Autres=05
MG 13 03434	SiO ₂ =48,49, Al ₂ O ₃ =12,51, Fe ₂ O ₃ =5,03, CaO=12,78, MgO=2,59, SO ₃ =0,66, K ₂ O=2,15, NA ₂ O=0,32, P ₂ O ₅ =0,18, TiO ₂ =0,63, PF=14,21.	/

Tableau V-1 : Données chimiques et minéralogiques de quelques échantillons prélever du gisement d'argile de Freha.

➤ **L'échantillon AR 16 068 19**

Les essais sur l'échantillon AR 16 06819 ont été effectué par le Centre d'Etudes et de Services Technologiques de l'Industrie des Matériaux de construction « C.E.T.I.M. » du groupe industriel des ciments d'Algérie.

- **Granulométrie :**

- Le mélange d'argile codifié MG 13 03434 composé de 80% d'AR 13 03433 (argile grise) et de 20% d'AR 13 03432 (argile jaune) a fait l'objet d'un essai complet.

Analyse Granulométrique :

Codes échantillons	5,00 (mm)	2,00 (mm)	1,00 (mm)	0,63 (mm)	0,200 (mm)	Cumul sur tamis 0,200 (mm)
AR 13 03432	0,00	0,00	0,16	0,10	0,20	0,46
AR 13 03433	0,00	0,03	0,06	0,10	0,26	0,45

Tableau V-2 : Données granulométrique des échantillons AR 13 03432 et AR 13 03433.

Les refus cumulés sur tamis 0,200mm sont constitués :

- D'argile carbonatée et trace de gypse pour l'argile Grise (AR 13 03433).
- D'argile carbonatée et traces de sable pour l'argile Jaune (AR 13 03432).

- **Conclusion**

-La composition chimique des argiles de Freha indique qu'ils sont dans les normes admissible utilisable pour fabrication de briques et tuiles (après ajout du sable) (voire tableau IV-1). La perte au feu légèrement élevé est liée à la teneur en eau élevé des argiles, cette valeur va être diminuer après l'ajoute du sable (dégraissent), car le sable facilite l'évacuation d'eau de façonnage.

-La teneur en CaCo₃ du gisement d'argile de Freha est entre 10 à 30% (Calcite = 22%) , la distinction entre marne et argile est basé sur la teneur en CaCo₃ tel qu'elle est montré dans le tableau suivant :

Classification LCPC	
% de CaCo₃	Roches
0 à 10	Argile ou Silt
10 à 30	Argile ou Silt-Marneux
30 à 70	Marne
70 à 90	Calcaire-Marneux
90 à 100	Calcaire

Source : (Pejon, Le roux et Guignard, 1997).

Tableau V-3 : Classification courante des roches selon la teneur en carbonate.

V-3 Données d'exploitation

➤ V-3.1 Périmètre d'exploitation

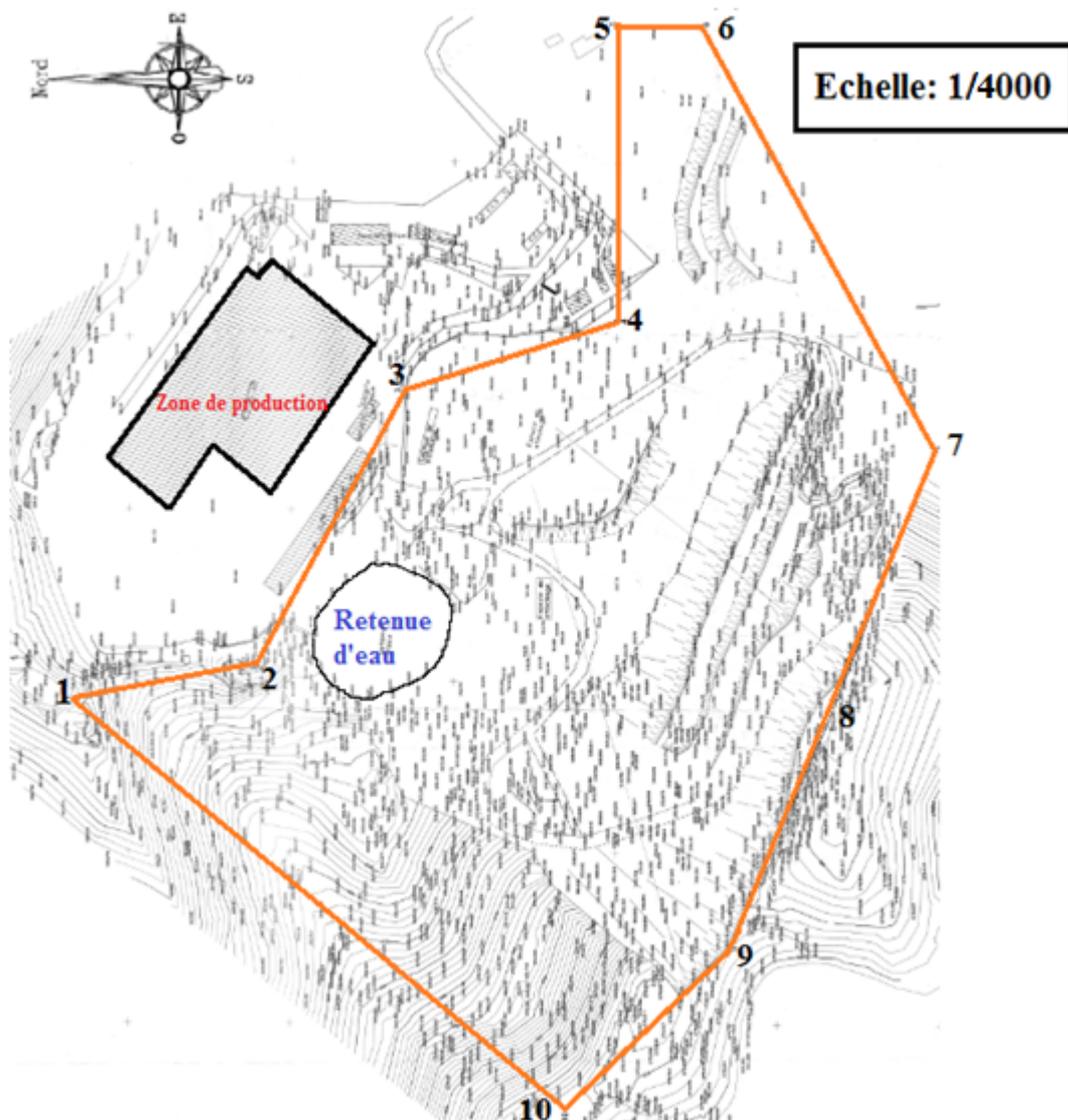


Figure V-2 :-Périmètre d'exploitation du gisement d'argile de Freha.

N° BORNE	X UTM	Y UTM	S=15,086 Ha
1	615390.000	4068135.000	
2	615410.000	4068020.000	
3	615570.000	4067930.000	
4	615610.000	4067800.000	
5	615780.000	4067800.000	
6	615780.000	4067750.000	
7	615535.000	4067605.000	
8	615375.000	4067670.000	
9	615245.000	4067730.000	
10	615150.000	4067830.000	

-Tableau V-4 : Les coordonnées des bornes délimitant la carrière de Freha.

➤ V-3.2 Mode d'exploitation

-Le décapage est une opération qui précède l'exploitation, cette dernière consiste à dégager la couverture appelée terre végétale, elle a une épaisseur qui varie de 1 à 1,5m. Celle-ci est poussée dans les tranchées obtenus l'ors de l'exploitation du précédant gradins. Après celle-ci, on dégage l'argile jaune à l'extrémité de la carrière, celle-ci est d'une épaisseur de 0,7 à 2m. Elle se mélangera plus tard avec la grise à faible pourcentage.

A/ Ancien mode d'exploitation

L'exploitation de la carrière d'argile se fait par gradin de 10 à 15m dans le sens Est-Ouest.

Le bulldozer creuse par ripper (1seul) d'abord dans le sens de la longueur, jusqu'à en faire avec toute la surface, puis dans le sens de la largeur.

Après cette opération il descend au gradin supérieur, creuse un jour avant et pousse toute la matière plus au moins effrite déjà et constitue un stock pour l'alimentation de brise motte, en mélangeant à faible pourcentage l'argile stockée à l'extrémité de la carrière. à l'approche de l'hiver en commence de remblayer les gradins creusés déjà en profondeur, d'un côté pour débarrasser de la terre végétale, et d'un autre coté pour éviter la stagnation des eaux pluviales pouvant nous causer un préjudice pour le stock déjà constitué (mouillage).

L'alimentation de l'usine se fait de la carrière vers la trémie par une pelle chargeur ENMTP de 2320 ayant une capacité de godet de 3m³ avec une distance de 50m.

B/ Mode d'exploitation récente

Le schéma technologique préconisé est simple, Il s'agit des travaux d'excavation par bulldozers, de chargement par chargeuse, de transport par camion et de fabrication.

L'extraction des argiles s'effectuera par ripage et décapage par tranches transversales par bulldozers et constitution des stocks de reprise en tas sur la plateforme principale.

Les moyens d'extraction mis en œuvre par l'entreprise sont 02 bulldozers type KOMATSU D155 et LIEBHERR 744, un chargeur interne KUMATSU WA 600 avec une capacité de 6m³, et un autre chargeur de location avec une capacité de 3 m³.

Les réserves géologiques en argile évaluées par la méthode des coupes sont estimées à 6 000 000 m³. Les réserves exploitables passent à 3,5 millions de m³ sous un angle de bord de 35°.

Désignations	Valeurs
Hauteur du gradin	5 m
Angle du bord inexploitable (liquidation)	35 – 45°
Largeur de la berme de sécurité	3 m
Plateforme supérieure	Niveau 270 m
Plateforme inférieure	Niveau 190 m

Tableau V-5 : Caractéristiques techniques du front de taille de la carrière.

- **Phases d'exploitation**

Compte tenu, des conditions naturelles, des propriétés du matériau exploité et des éléments morphologiques du site, les travaux d'exploitation se dérouleront conformément aux plans élaborés à cet effet suivant les étapes énumérées ci-dessous :

A/ Travaux préparatoires

Cette phase va porter sur l'aménagement de la piste d'accès à la partie sommitale du site et suivi des tranchées de découpage puis de la préparation de la plateforme de travail.

B/ Travaux d'extraction

Une fois, les travaux d'aménagement et de préparation de la plateforme de travail achevés, l'entreprise entamera l'exploitation en commençant du haut vers le bas, avec des gradins descendants de 05 m, conformément aux plans d'exploitation.

En tenant compte des propriétés géologiques et des caractéristiques physico-mécaniques, les travaux d'extraction du matériau s'effectueront par prélèvement mécanique.

L'extraction de l'argile se fera par émottage et ripage mécanique, à l'aide d'un bulldozer.

Le chargement du matériau se fera à l'aide d'une chargeuse ou deux et le transport par camions.



Figure V-3 : Exploitation à ciel ouvert du gisement d'argile de Freha.

V-4 Unité de production :

➤ **V-4.1es utilités de l'usine**

- L'eau : La consommation en eau de l'usine est assuré par une retenue colinéaire construite par l'entreprise au côté bas de la carrière, elle recueille une partie de l'eau

de pluie par ruissèlement pour être stocké et utilisé pour la fabrication de produits rouges.

- Le gaz : Le gaz utilisé est l'oxygène et l'acétylène en cas de panne pour soudage des engins d'exploitations.
-L'entreprise possède un séchoir rapide, et la cuisson est assuré par un four de plus de 100 mètre de longueur, ces derniers sont alimentés par une station de gaz méthane appartenant à SONELGAZ.
- Le Stockage : Le gaz oil utilisé pour la consommation des engins est stocké dans une citerne enfoui dans le sol, sa capacité est de 7000 litres.
- Maintenance : La briqueterie possède un atelier d'usinage, de soudure, et de réparation d'engins et camions..etc.

Note : deux citernes enfuis dans le sol sont hors usage.

➤ V-4.2 Traitement des argiles

-L'argile extraite de la carrière est transportée par camion vers l'usine de fabrication.

-Lorsque le matériau est prêt à la transformation, il est entreposé près du hall de broyage où il va subir le traitement mécanique approprié (état divisé). L'argile est par la suite acheminée par convoyeur dans des pétrins. Mélangée avec de l'eau, elle donne une pâte facilement malléable et prête pour l'extrusion.

-La colonne d'argile coupée en longueur bien définie traverse le système de broches coupantes pour recevoir le dimensionnement nécessaire.

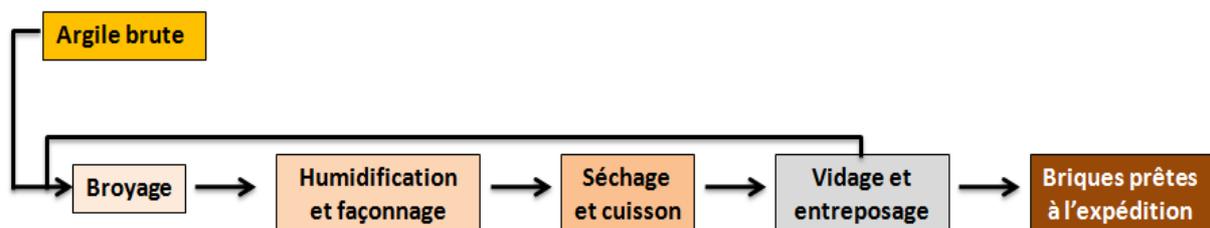
-Les briques sont empilées (gâteau) sur des wagons afin d'être entreposées pour le séchage et la cuisson.

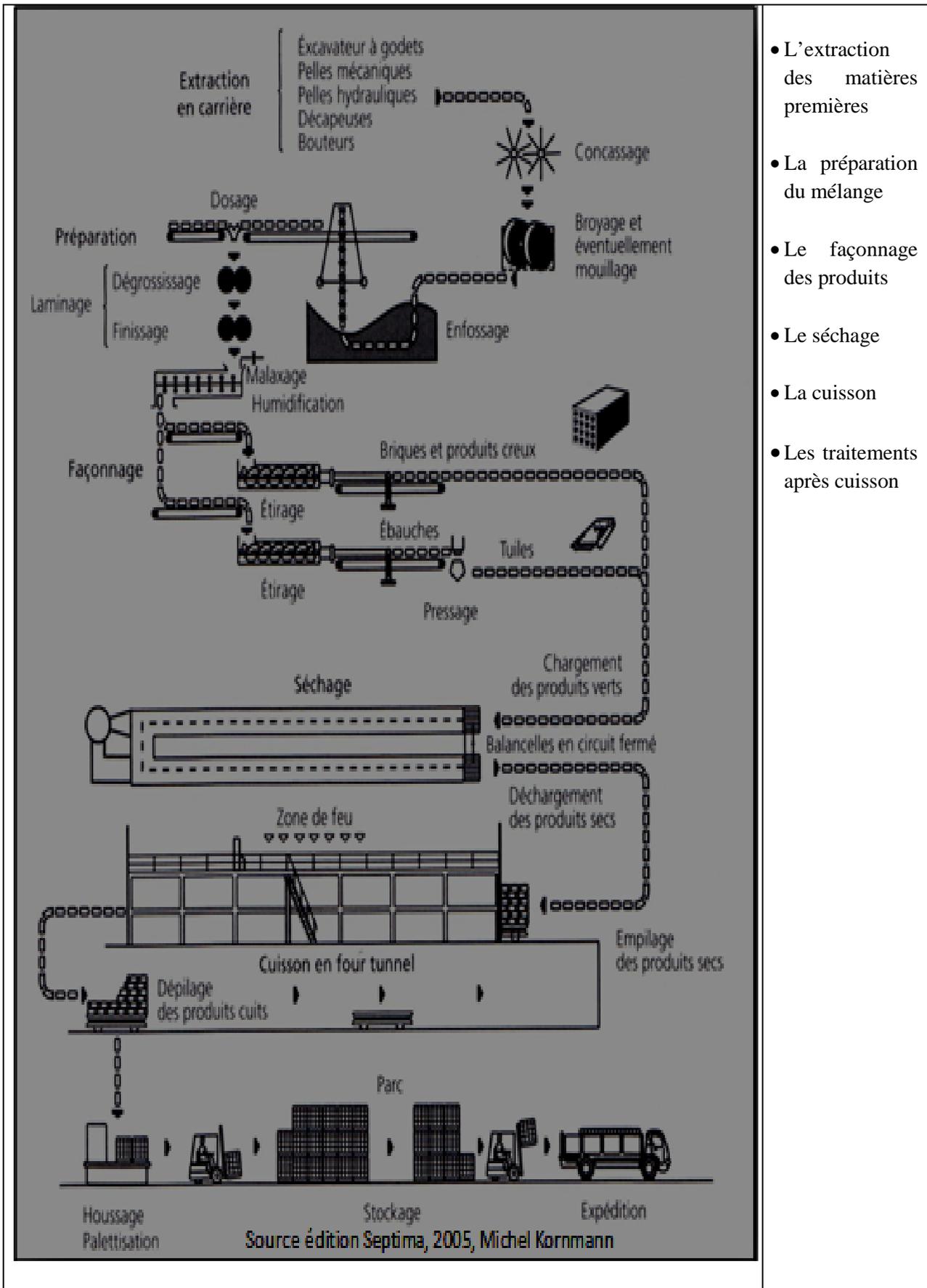
-L'air chaud provenant de la zone de refroidissement du four est acheminée au séchoir afin d'éliminer l'humidité contenue dans la brique. Cette dernière est cuite dans un four avec une température qui augmente graduellement jusqu'à 1000°C.

-Le refroidissement se fait par un système de ventilateurs qui propulsent l'air chaud vers les séchoirs.

-Les plus importants étapes de ce procédé sont schématisées dans la figure V-4.

-Le processus de fabrication se résume en quatre principales étapes :





- L'extraction des matières premières
- La préparation du mélange
- Le façonnage des produits
- Le séchage
- La cuisson
- Les traitements après cuisson

Figure V-4 : Procédé de fabrication des produits en terre cuite.

V-5 Effets sur l'environnement

La carrière objet de notre étude n'utilise aucuns des produits chimiques dangereux ou des additifs ou éléments susceptibles de générer des dégagements ou des rejets très nuisibles pour l'environnement ou la santé publique, le seul additif utilisé est le sable (comme dégraissant).

➤ V-5.1 Impacts et risques

1/ Impacts sur le sol

L'exploitation actuelle à pour but de diminuer la pente du terrain en cours d'exploitation. En attendant l'état actuelle du sol présente des problèmes de drainage des eaux de pluies (figure V-5), et en ce qui concerne les glissements on a rencontré des loupes de glissement (au sommet de la partie exploitée du gisement) sous aucune incidence grave. (figure V-6).



Figure V-5 : l'état de gisement d'argile de Freha pendant l'hiver.

L'exploitation actuelle de la carrière se fait du haut vers la bas, selon les règles d'exploitation minière à ciel ouvert, ce qui évite toute déstabilisation éventuelle des sols tant en amont qu'en aval de la carrière. Mais les aménagements continuels des vides créés par l'extraction du matériau, accompagnés d'un reboisement des zones libérées, seront des facteurs stabilisants de l'érosion des sols concernés de près ou de loin par cette activité.

Durant le processus d'exploitation, il est nécessaire de maintenir l'angle du bord de la carrière à 45° afin de garantir stabilité suffisante du terrain, ainsi faciliter l'écoulement des eaux de surface de l'amont vers l'aval.



Figure V-6 : Loupe de glissement rencontré dans la partie exploitée du gisement.

2/ Impacts sur l'eau

Il faut noter que l'exploitation d'argile objet de la présente étude n'utilise aucuns des produits dangereux, nocifs ni de réactifs chimiques dans son processus de production, donc il n'existe aucun risque d'infiltration dans le sol et de polluer les eaux de surface.

Toutefois, les opérations d'entretien du matériel d'exploitation, peuvent présenter une source de danger pour les eaux superficielle et souterraines et ce par l'infiltration des carburants et huiles usagées en profondeur qui peuvent engendrer des impacts très néfastes pour l'environnement surtout en ce qui concerne les eaux et plus particulièrement les eaux de surface.

3/ Impacts sur la flore et la faune

La situation de la carrière près des zones agricoles impose des effets possibles sur la faune et la flore locale, les résultats effectués par Auclair montrent que les effets des poussières sur les plantes peuvent provoquer :

- un effet chimique possible à long terme (pouvant entraîner des nécroses, dessèchements et même parfois la mort).
- un effet notable sur la photosynthèse en diminuant l'énergie lumineuse utilisable par la plante. (Auclair, 1976a et 1976b).

4/ Impacts sur le paysage

L'impact sur le paysage peut être considéré comme un facteur d'une importante sensibilité. La perception visuelle et particulièrement pour cette région devient une contrainte que l'on peut admettre comme forte.



Figure V-7: L'impact paysager de la carrière.

5/ Impacts sur la santé et la sécurité

L'exploitation de l'argile et l'unité de fabrication des briques de Freha, peuvent produire plusieurs risques et nuisances en liaison avec les causes des risques, comme résumé dans le tableau ci-dessous :

La cause des risques	Les Risques
Hauteur des gradins.	glissement
Stockage des carburants.	Les brûlures, infiltrations, explosion, contamination de l'environnement.
Machines tournantes	Bruits, poussières, incendie.
Machines électriques	Electrocution, incendie.
Eaux de ruissèlement (en hiver)	Inondation

Tableau V-6 : Répartition d'éventuels accidents qui peuvent se produire dans la carrière selon la cause du risque.

Les impacts sur la santé du personnel de la carrière peuvent se résumer en deux :

- L'inhalation de la poussière engendrée par la circulation des engins et camions, les travaux de découverte et le traitement de l'argile peuvent provoquer des maladies respiratoires.
- La longue exposition aux nuisances sonores engendrées par le bruit des engins et camions ainsi que les stations de traitement en générale peuvent provoquer des surdités et des maux de têtes chroniques.

En effet, les personnes opérant dans la carrière ne sont pas à l'abri d'un accident induit par un engin en opération ou un glissement de terrains. Le personnel de la station de concassage est tout aussi concerné par les accidents étant donné l'existence des moteurs électriques, courroies, et des équipements de concassage. Tous ces éléments font de la station de concassage un poste à haut risque d'accidents qui peuvent être mortels.

6/ Impact sur la population locale

Comme il a été déjà signalé au paravent l'agglomération la plus proche celle de la commune Freha se trouve à 2km du site et aussi à 1,5 km la route nationale. Aucun impact n'est enregistré d'une façon valable sur la population locale à part l'impact indirect qui s'agit de l'impact paysagère (Vue de loin de la carrière).

7/ Impacts liés à la poussière

-L'activité de la carrière est une source d'émission de poussières qui proviennent généralement des opérations de décapage, de la circulation des engins ainsi que le traitement au niveau de l'usine de préparation de la matière première et au niveau de la zone de production.

- Des couches de poussières non négligeables situées au rentré vers la carrière et à l'intérieur de l'usine, cela peut provoquer la dispersion d'une dose importante de la poussière par le vent vers les terrains agricoles voisins, et même des problèmes respiratoires sur les personnels de la carrière et de l'usine.

-La carrière objet de notre étude dispose de 2 camions pour le transport de l'argile, d'un bulldozer, et..., cependant la quantité des poussières engendrée n'est pas importante, vu la proximité de la carrière à l'unité de production et l'arrosage au niveau de la zone de stockage.



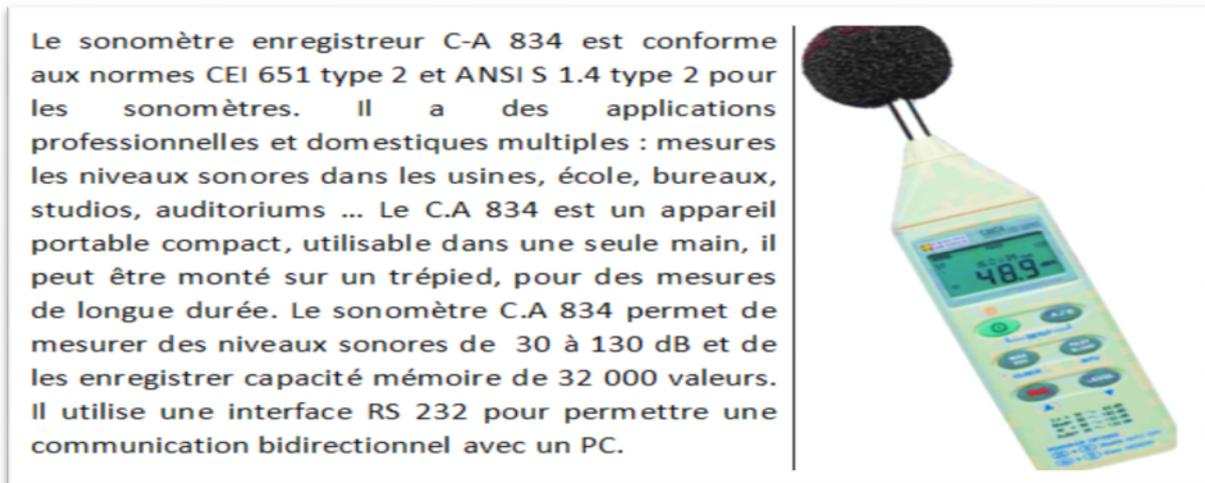
Figure V-8: Zone de préparation de la matière première.

8/ Impact par le bruit

Dans cette catégorie d'exploitation, l'impact par le bruit est provoqué généralement par la mécanisation utilisée puisque le matériau n'est pas consolidé et par conséquent ne nécessite pas l'utilisation d'explosifs. L'excavation est mécanique donc aucune détonation ou vibration ne sera enregistrée et des sources de bruit seront celles réservées aux engins et/ou matérielles utilisés, les installations de préparation mécanique et de la production.

Pour éviter les problèmes de voisinage et pour confirmer la pression acoustique à l'intérieur et à l'extérieur de la briquetterie de Freha, des mesures ont été effectuées sur plusieurs endroits et des cartes de bruits sont élaborées dans plusieurs situations.

Les mesures ont été réalisées à l'aide d'un sonomètre enregistreur C-A 834 conçu pour évaluer les nuisances sonores conformément aux impératifs de sécurité et à la législation en vigueur.



La Figure V-9 montre les 3 zones de l'unité de production où les niveaux de bruits ont été mesurés.

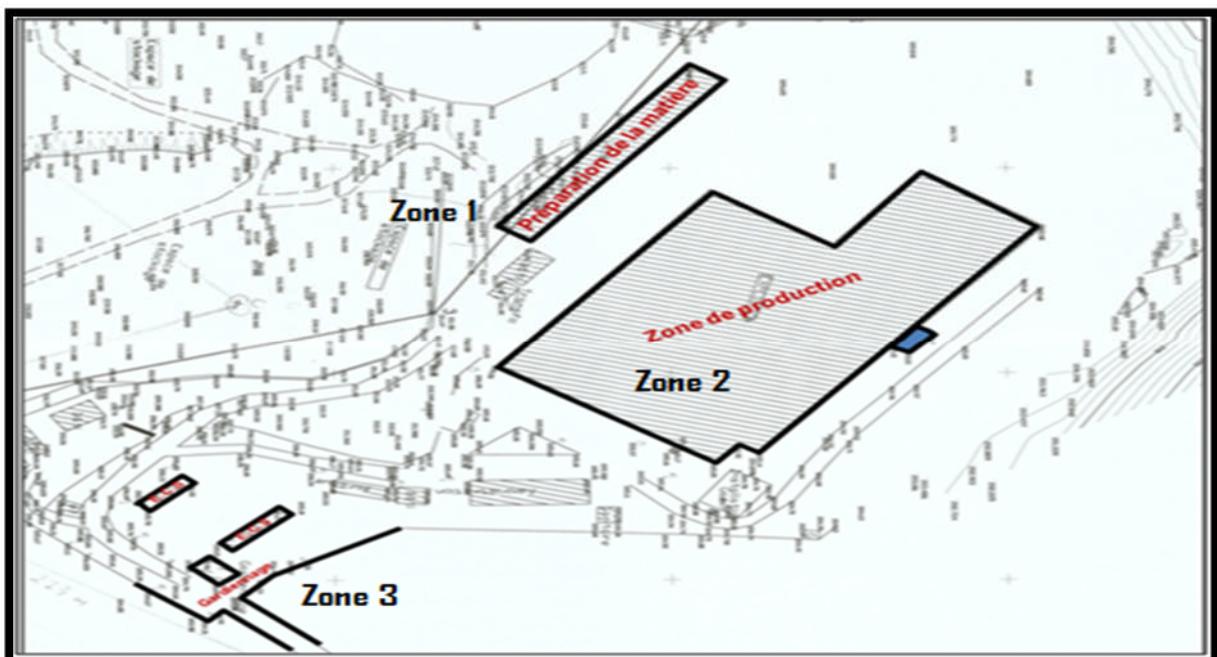


Figure V-9 : Les 3 zones de l'unité de production (zone 1 : de préparation de la matière première, zone 2 : de Production, zone 3 : poste de gardiennage et le parking).

A/ Niveaux de bruit de la zone N° 1 (usine - préparation de la matière première)

➤ **à l'extérieur de l'usine de préparation de la matière première**

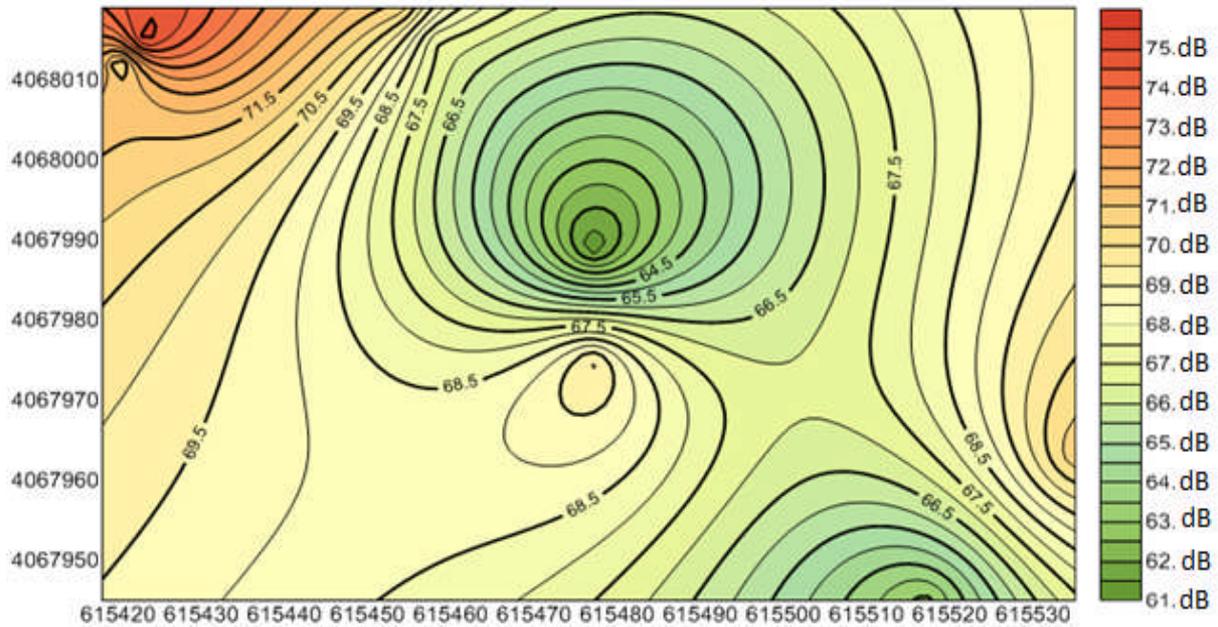


Figure V-10 : Niveaux de bruit à l'extérieur de la zone de la préparation.

La carte de bruit d'usine en marche montre que les pressions acoustiques varient de 61 à 75 dB. Les valeurs maximales ont été enregistrées au niveau du poste transformateur maçonnerie juste après le mur de l'usine où se trouve l'installation de la préparation de la matière première.

➤ **à l'intérieur de l'usine de préparation de la matière première**

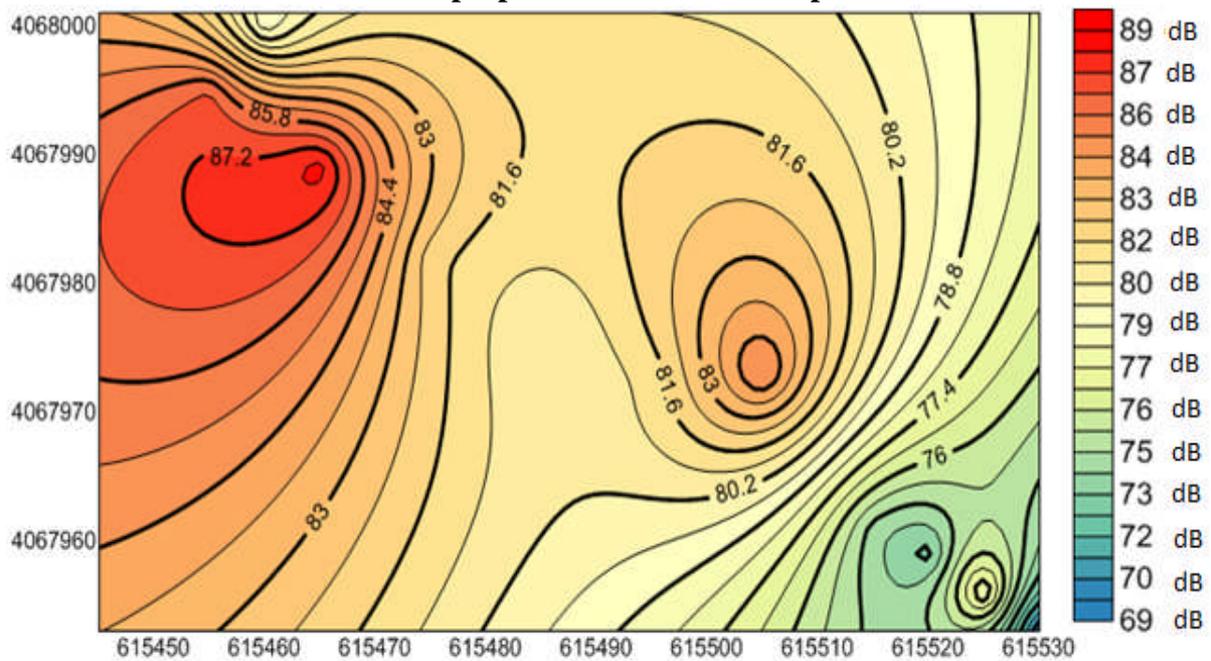


Figure V-11 : Niveaux de bruit dans la zone de la préparation de la matière première pendant le fonctionnement des installations.

La carte illustre les mesures de bruit dans la zone de la préparation de la matière première pendant le fonctionnement des installations qui varient de 69 à 89 dB. Les valeurs maximales de la pression acoustiques se concentrent dans les endroits où se trouvent le doseur, la brise motte, le broyeur dégrossisseur et le malaxeur.



Figure V-12 : Niveau de bruit dans la zone de préparation de la matière première.

La carte de bruit a été réalisée lors de l'arrêt broyeur dégrossisseur, ont donné les résultats présenté sur la carte suivante :

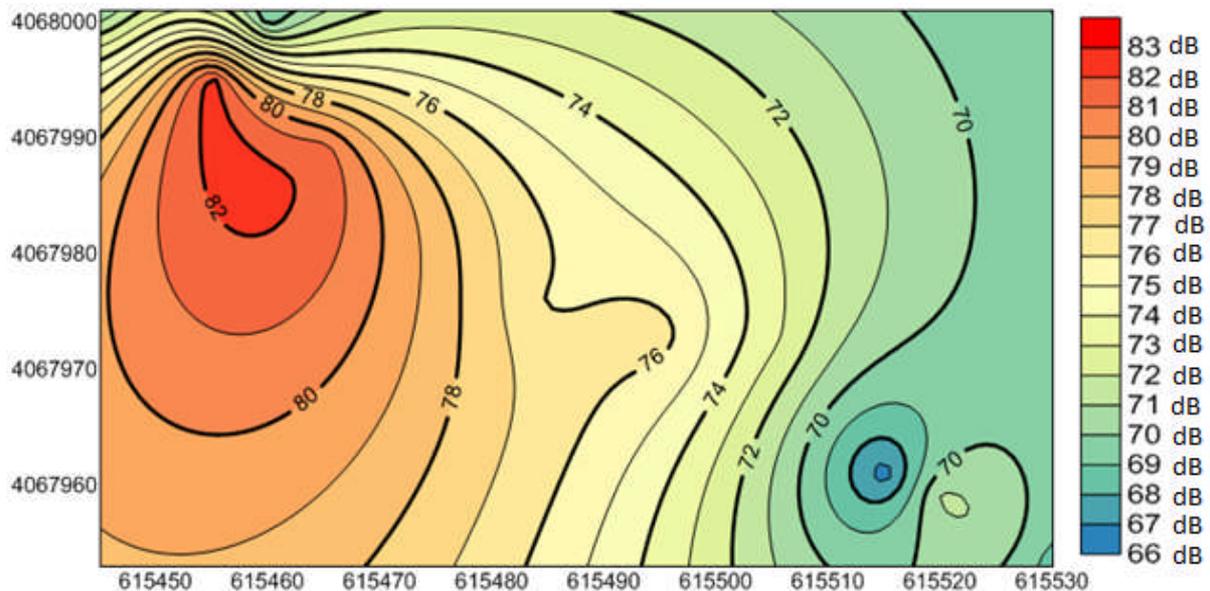


Figure V-13 : Niveaux de bruit dans la zone de préparation de la matière première lors de l'arrêt broyeur dégrossisseur.

-La carte montre que la pression acoustique diminue pendant l'arrêt du broyeur "dégrossisseur" les valeurs varient de 66 à 83 dB.

B/ Niveaux de bruit de la zone N° 2 (zone de la production)

➤ à l'extérieur de la zone de production

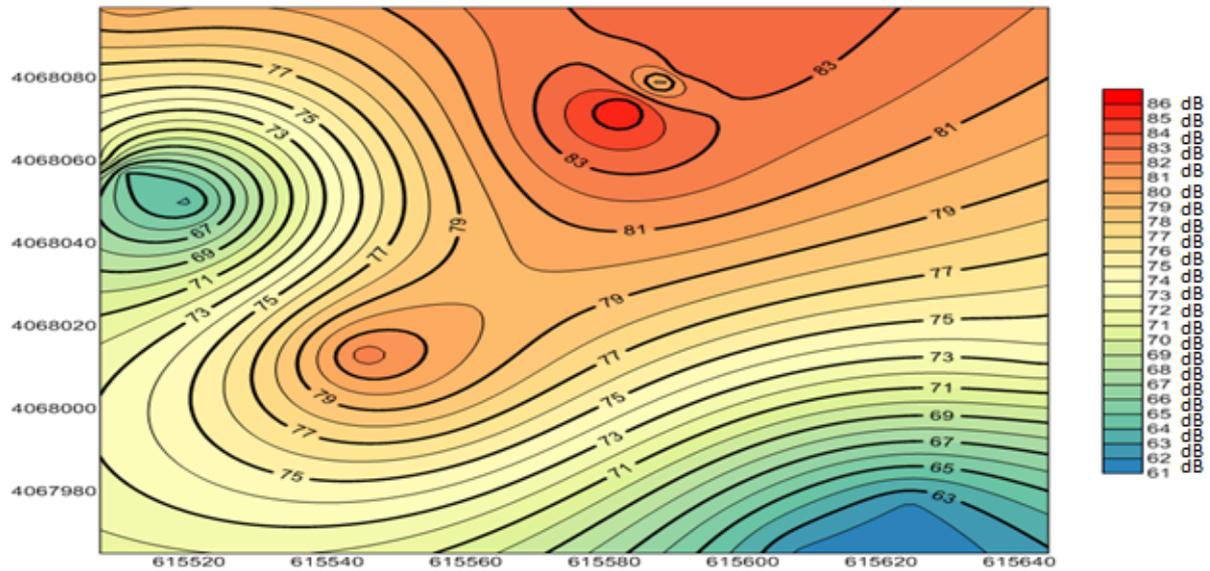


Figure V-14 : Niveaux de bruit à l'extérieur de la zone de production.

Cette carte montre que les pressions acoustiques varient de 61 à 86 dB, est cette valeur maximale a été enregistrée au niveau du compresseur.

➤ à l'intérieur de la zone de production

Avec la mise en marche de l'ensemble des installations les mesures effectuées à l'intérieur de la zone de production (le four, séchoir, chambres de séchoir abandonnées,...) ont donné les résultats présentés sur la carte suivante :

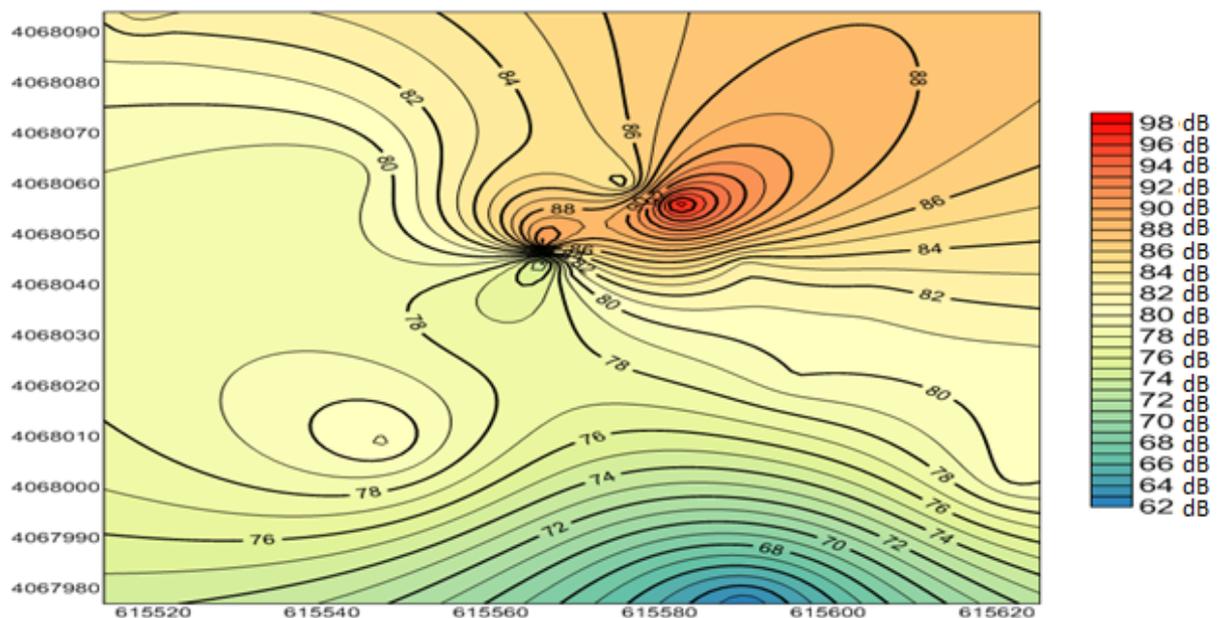


Figure V-15: Niveaux de bruit à l'intérieur de la zone de production.

On remarque que les valeurs maximales de pressions acoustiques se concentrent dans les lieux où se trouvent le séchoir au niveau de la meuleuse, le four.

- **Carte de bruit au niveau du four**

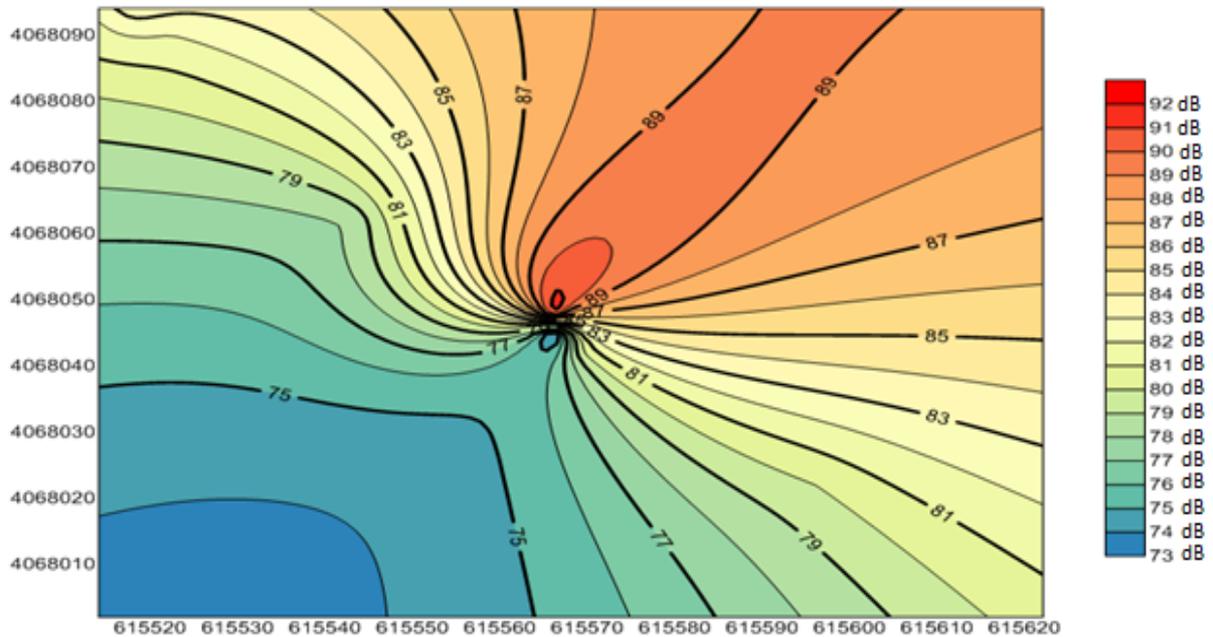


Figure V-16 : Niveaux de bruit à l'intérieur de la zone de production-au niveau du four.

On remarque que la pression acoustique maximale est de 92 dB enregistrée sur le toit du four en face la salle de contrôle.

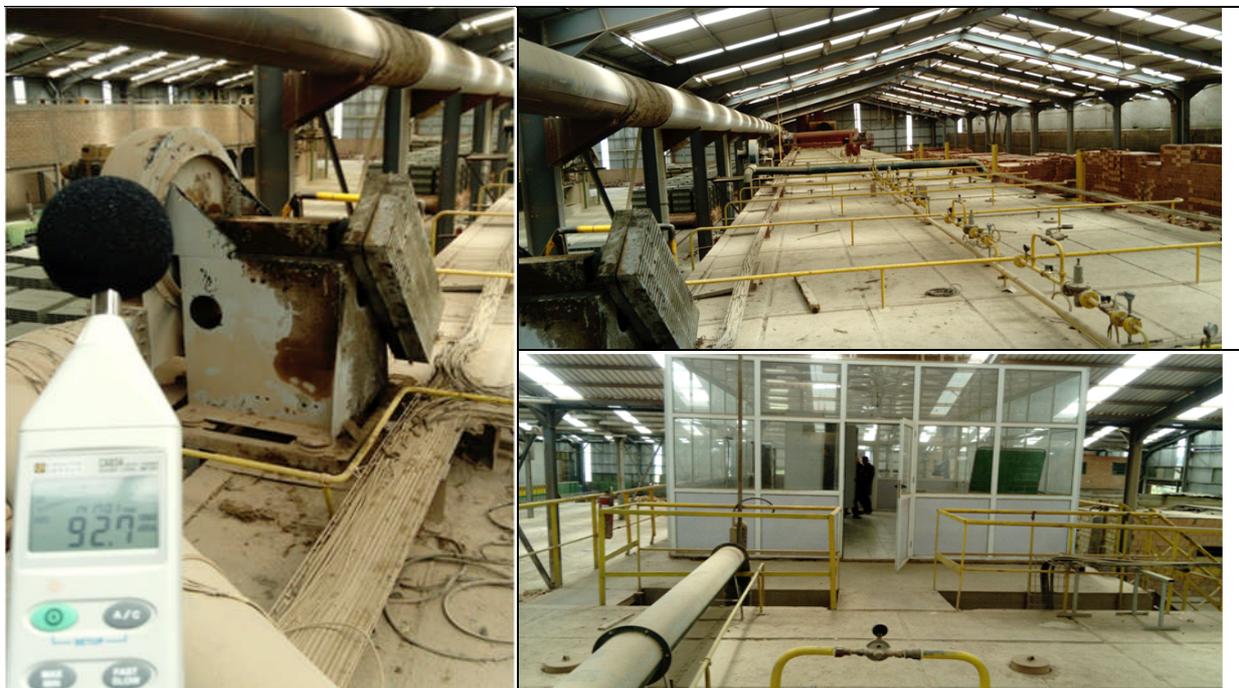


Figure V-17 : Niveau de bruit à l'intérieur de la zone de production- sur le toit du four en face la salle de contrôle.

- Carte de bruit niveau du séchoir

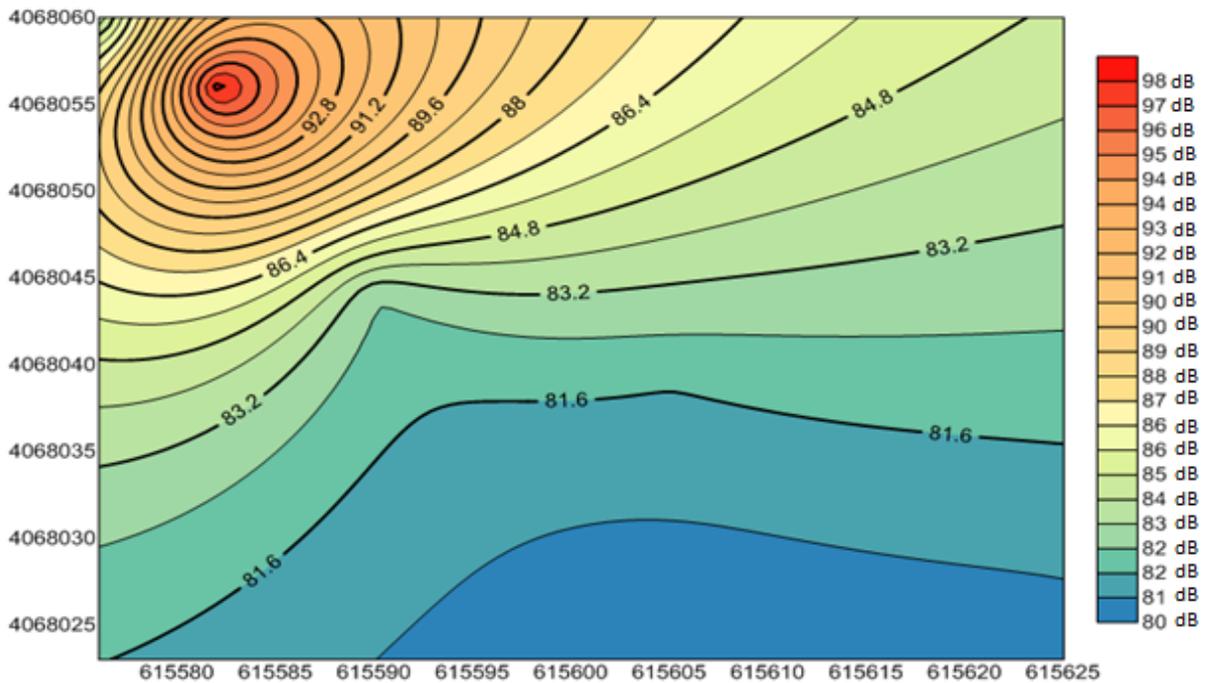


Figure V-18 : Niveaux de bruit à l'intérieur de la zone de production-au niveau du séchoir.

-Dans cette carte les valeurs de la pression acoustique sont importantes varient de 80 à 98 dB, la valeur maximale enregistrée au niveau du ventilateur de la chaîne de séchoir.



Figure V-19 : Le séchoir de la zone de production.

C/ Niveaux de bruit de la zone N°3 (poste de gardiennage et le parking)

À l'extérieur de toutes les unités de préparation et de fabrication, une mesure de bruit a été effectuée au niveau du poste de gardiennage et le parking de la carrière Freha, les résultats sont présentés dans la carte suivante :

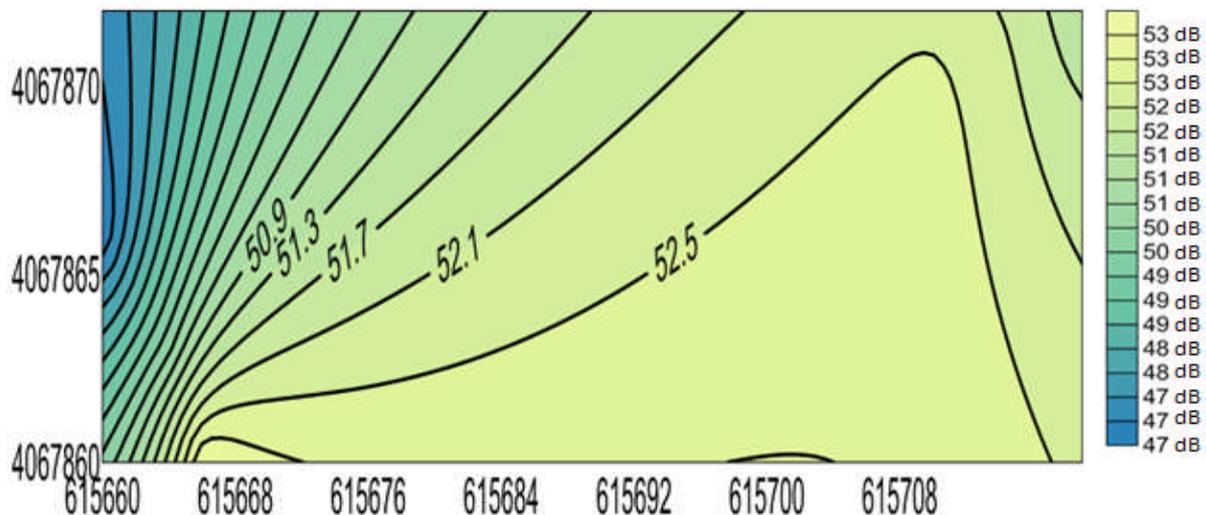


Figure V-20 : Niveaux de bruit au niveau du poste de gardiennage et le parking.

- La pression acoustique maximale enregistrée est de 53 dB, donc aucune nuisance de bruit ne provoque le voisinage.

D/ Niveaux de bruit de toute l'unité de Freha

Avec la mise en marche de l'ensemble des installations soit de la préparation soit de la production, les mesures effectuées à l'extérieur et intérieur d'unité de fabrication de brique, ont donné les résultats présentés sur la carte suivante :

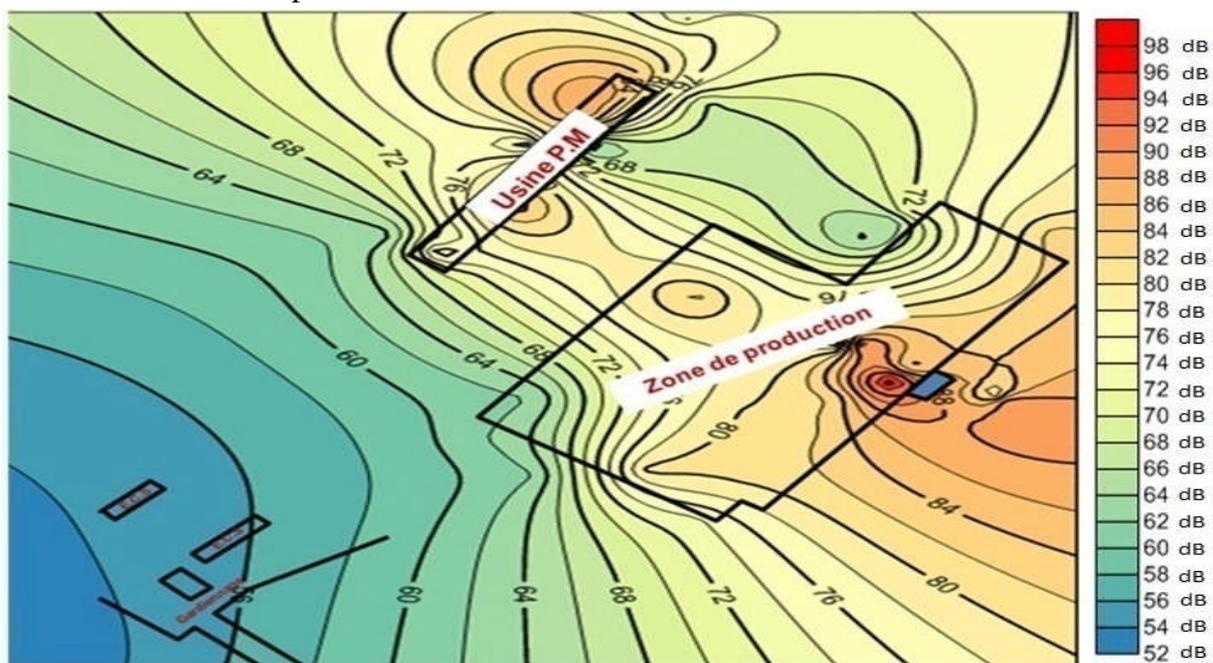


Figure V-21 : Niveaux de bruits à l'intérieur et l'extérieur d'unité de fabrication de brique de Freha.

-La carte de bruit de l'unité de production de briques et tuiles de Freha montre que les pressions acoustiques varient de 52 à 92 dB.

-Les personnes qui travaillent dans les salles de contrôles ne sont pas exposées aux valeurs maximales (qui dépassent 85 dB A) puisque dans leur poste de travail le bruit est moins ressenti, et aussi parce qu'ils portent des casques anti-bruit.

-Les autres employés de l'usine qui travaillent hors des salles de contrôles, doivent porter les casques anti-bruit.

-Les niveaux sonores admissibles selon la durée journalière d'exposition sont indiqués dans le tableau suivant :

Niveau de pression acoustique continu équivalent L_{eq} mesuré en dB(A)	Durée journalière d'exposition conduisant à une dose sonore reçue équivalente à celle d'une exposition à un niveau de 85 dB(A)
85	8 h
88	4 h
91	2 h
94	1 h
97	30 minutes
100	15 minutes

Tableau V-7 : Durées limites pour une exposition sonore quotidienne continue équivalente de 85dB(A) (en application de la norme NF S 31-084).

Exemples : 88 dB(A) durant 4 h équivalent à 85 dB(A) durant 8 h.

97 dB(A) durant 30minutes équivalent à 85 dB(A) durant 8 h.

-La valeur 85 dB(A) (l'évaluation en décibels d'un niveau sonore avec la pondération A) est acceptée comme le seuil à partir duquel survient la possibilité de lésion auditive, et elle est largement adoptée comme limite d'action pour la gestion du bruit au travail.

-Aucune nuisance de bruit ne provoque le voisinage.

9/ Effet cumulatif engendré par l'exploitation

La non utilisation des produits chimiques et l'absence de rejets liquides font que la seule nuisance éventuelle qui pourrait avoir des effets cumulatifs sur l'environnement, dans notre cas, sont les poussières et le bruit et glissement de terrains.

Les aménagements continus des vides créés par l'extraction du matériau, accompagnés d'un reboisement des zones libérées, seront des facteurs stabilisants de l'érosion des sols concernés, donc le risque de glissement de terrain sera réduit à l'avenir.

Dans le cas de respect des mesures d'atténuation des impacts, les risques d'existence d'effet cumulatif sera réduit.

➤ **V-5.2 Mesures d'atténuation et de compensation des impacts**

Les mesures et les dispositions à entreprendre pour minimiser ou compenser les effets indésirables durant l'exploitation.

A. Poussières

-L'évacuation de la couche de poussière importante située à l'entrée de la carrière et à l'intérieur de l'usine.

- L'arrosage continu et soutenu des voies de circulation et d'accès ainsi le nettoyage des ateliers de productions et les zone de stockages. (Surtout en période sèche).

- Plantation des brise-vents (Pin d'Alep, Eucalyptus) autour de la périphérie de l'usine. Ces espèces permettront la création de micro climat naturel favorisant l'absorption de la poussière (fraction des fumées de poussières par le taux d'humidité créée le long de la chaîne d'arbres.

De plus, et grâce à la barrière qui va se créer, ce brise vent permettra de minimiser la vitesse de vent dont il est indispensable pour freiner la dispersion de la poussière dans l'environnement, de favoriser le développement biologique de certaines espèces (faune et flore) et enfin, ce rideau permettra de cacher l'impact paysager désagréable de la carrière.

B. Bruit

Porter les casques anti-bruit est une obligation qui doit être respecté.

C. Incendies

-Vérifié le matériel au moins une fois par an.

En outre, il est recommandé de respecter les consignes suivantes :

- Placer les extincteurs fixes à des endroits accessibles et vérifier leur état chaque 6 mois.
- Prêter attention aux produits inflammables (gaz oïl et l'acétylène) et aux courts-circuits électriques (isolation des câbles, foudre ...etc.).

D. Consommables usés et les lubrifiants

Les produits résultants de l'entretien des engins et camions ne seront en aucun cas jetés dans la nature. Ils devront être triés et stockés dans des endroits isolés avec un étiquetage, puis repris par des spécialistes de gestion et d'élimination des déchets.

E. Sécurité

Il est recommandé de construire un réseau de rigoles pour permettre l'évacuation des eaux vers la retenue d'eau ou vers l'Oued Diss.

L'opérateur minier doit former et sensibiliser le personnel sur la sécurité individuelle et collective et les différents points de concentration de divers dangers.

V-6 Suggestion d'un plan de remise en état

-Dans le cas de notre étude, on a remarqué que la région de Freha est caractérisée par le manque d'espaces vert, pour cela la remise en état doit favoriser l'intégration de la carrière dans l'environnement, et construire d'avantages à long terme pour la région de freha.(Figure V-22).

La remise en état proposer comprend 5 étapes :

1/ Démontage et évacuation de tous les équipements et infrastructures liées à l'usine.

2/ Remblayage de la retenu d'eau pour éliminer le risque d'une eutrophisation à l'avenir. (l'eutrophisation peut contaminer les sols et les cours d'eaux).

3/ Revégétalisation : il est preferable d'eviter la réalisation de cette opération pendant l'été.

a) Les plateformes et les talus seront systématiquement reboisés par des arbustes (nécessite 50 cm de terre végétale), cela après la réduction de la pente. Le reboisement comme beaucoup d'autres actions concourent, à l'amélioration de l'environnement. La végétation a un rôle efficace contre l'érosion, elle amortit la chute des pluies, favorise l'infiltration des eaux dans le sol, et constitue une barrière en diminuant la vitesse de ruissellement.

b) La mise en prairie (épaisseur moyenne de la terre végétale de 20cm) et la plantation d'arbustes (50 cm de terre végétale) : cette opération concerne toute les espaces de la plateforme qui entour le centre environnemental (indiqué dans l'étape suivante).

-La qualité de la terre végétale doit etre ideal pour la réussite de reverdissement, pour cela il peut s'avere utile d'effectuer des apports d'engrais organiques tel que le fumier, si les sols en place s'avèrent pauvres.

4/ La construction d'un réservoir d'eau (avec une géomembrane) en raison :

a) D'une possible difficulté à mobiliser une ressource en eau nécessaire dans les premiers temps de la vegetalisation pour permettre l'ensemencement ou le démarrage des plantations.

b) D'une source pour le centre enviromental à construire (indiquer dans la dernière étape).

-Les eaux de pluies seront amenées par le réseau de rigoles vers le reservoir d'eau, en cas de surplus ils seront drainer vers l'Oued Diss.

- Une géomembrane EPDM offre de nombreux avantages : elle est léger, flexible, robuste et non nuisible pour l'environnement, en plus de ça elles est recyclable.

-La superficie proposer pour ce reservoir est de 400 metre carré et une profondeur d'environ 4 mètres.

5/ La construction d'un centre environnemental et qui aura comme missions :

A)- Prévoir des actions massives pour plantations d'arbres et tous autres arbustes, et réalisation des plans environnementale (milieux écologiques) dans la région.

B)- Réaliser des recherches scientifiques dans les laboratoires ou centres de recherches.

C)- Le suivi de développement des espèces qui vivent dans la région avant et après la création des milieux écologique.

D)-Programmer des séminaires scientifiques (avec les universités) ou culturels (avec tout personnes concernées ou associations).

E)-Le contrôle de la qualité d'eau des zones agricoles de la région.

F)- La contribution au développement des activités agricoles de la région selon des méthodes favorables à l'environnement (Loin d'engrais toxiques).

G) -La protection de l'environnement de la région.

Objectifs :

-Le but de la mission A c'est : de contribuer au développement écologique de la région.

-Le but de la mission B consiste à soutenir la recherche scientifique dans ce domaine.

-Le but de la mission C est de confirmer l'un des avantages de cette opération (les résultats positifs à chaque réalisation d'un milieu écologique).

-Le but de la mission la mission D : Cette action vise à la sensibilisation des dangers qui menacent l'environnement et les actions à réaliser pour le protéger, et construire une base de connaissance scolaire pour les enfants.

-Le but de la mission E c'est : de protéger l'une des sources alimentaires de la population locale.

Note : Le centre environnemental peut comporter plusieurs blocs car le périmètre d'exploitation est largement suffisant.

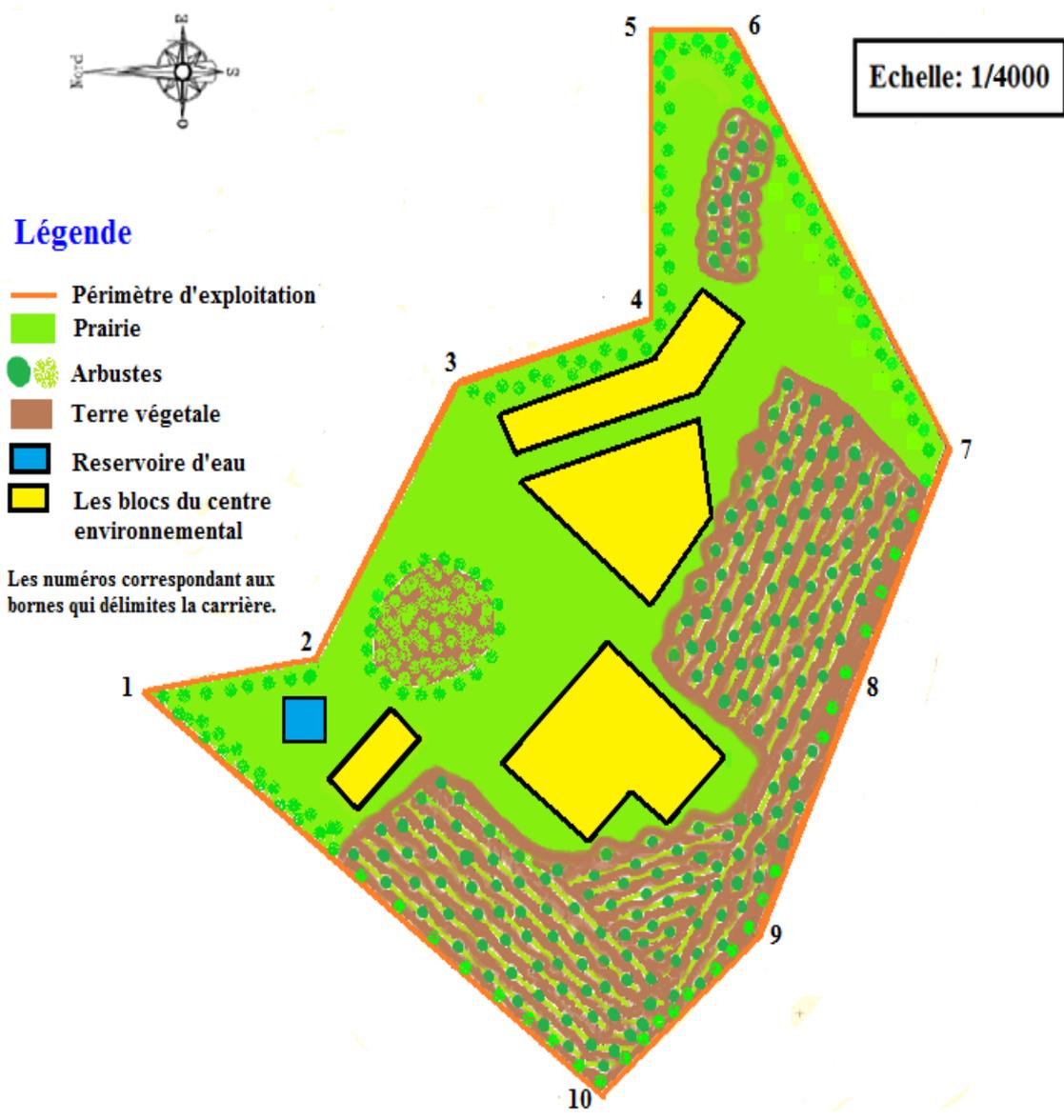


Figure V-22 : La remise en état proposée.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Le gisement d'argile de Freha situé à proximité de l'Oued Diss représente une source importante pour la production de briques et tuiles.

L'étude géologique réalisée nous a permis de définir les différentes formations de la région d'étude qui sont, les marnes argileuses surmontées par des argiles grises carbonatées renfermant au sommet des lentilles d'argiles jaunes avec des taches d'oxydes de fer. Dans la partie exploitée du gisement, on a rencontré aussi des marnes gréseuses intercalées dans les formations de marnes argileuses et celles des argiles grises carbonatées. Cette étude nous a permis aussi de définir le milieu de dépôt comme étant un milieu marin peu profond et tectoniquement stable.

La composition chimique des argiles du gisement étudié est compatible avec les exigences industrielles requises pour la fabrication de briques et tuiles. L'analyse minéralogique a montré l'existence d'une composition essentiellement argileuse avec de l'illite et kaolinite, ainsi que de la chlorite, quartz, gypse, calcite, dolomite et des minéraux ferrugineux tels que la pyrite et l'hématite.

Du point de vue environnemental, la carrière n'utilise aucun produit chimique dangereux et aucun additif ou éléments susceptibles de générer des dégagements ou des rejets très nuisibles pour l'environnement ou la santé publique. Le seul additif utilisé est le sable qui joue le rôle de dégraissant.

Le mode et la méthode d'exploitation en cours d'exécution consiste à réduire la pente de 62° à 45° avec des hauteurs des gradins de 5 mètres et une largeur de la berme de sécurité de 3 mètres. Pour les risques d'accidents, ils sont nombreux: risques des camions en opération, glissements de terrain toujours présent vu la hauteur des gradins, grandes valeurs de la pente, nature du terrain et composition des argiles.

Quant aux bruits causés par l'usine, les personnes qui travaillent dans les salles de contrôle ne sont pas exposées aux valeurs maximales qui dépassent 85 dB puisque dans leur poste de travail le bruit est moins ressenti. Les autres employés de l'usine qui travaillent hors des salles de contrôles, doivent porter des casques antibruit ou respecter la durée journalière d'exposition qui ne doit pas dépasser les valeurs de la norme NF S 31-084 (Tableau V-7).

Les résultats de l'étude du bruit ne montrent aucune nuisance sonore sur l'environnement.

Comme recommandations, on préconise l'évacuation de la poussière produite à l'entrée de la carrière et à l'intérieur de l'usine. Il faudrait également prêter attention aux produits inflammables et aux courts-circuits électriques, et enfin la maîtrise le stockage du gasoil et de l'acétylène qui constituent l'ensemble des priorités que l'opérateur minier doit respecter.

La remise en état proposée à comme objectif l'intégration de la carrière dans un environnement propre et adéquat et avantageux à long terme pour l'environnement de la région de Freha.

D'après le rapport sur les résultats de la prospection détaillée effectuée en 1978-1979 par la division recherche (actuel ORGM) de Tizi-Ouzou sur ce gisement d'argile, les réserves calculées sont environ de 3.000.000 tonnes.

Bibliographie

Arrêté du 27 Rabie Ethani 1433 correspondant au 20 mars 2012 portant création d'un comité national des zones humides. Journal officiel de la république algérienne n° 47.

Auclair, d, 1977 : Effets des poussières sur la photosynthèse II. Influence des polluants particuliers sur la photosynthèse du Pin sylvestre et du Peuplier- Station de Recherches sur la forêt et l'environnement. Centre de Recherches forestières d'Orléans, I.N.R.A., Ardon, 45160 Olivet - Ann. Sci. forest, 1977, 34 (1), 47-57.

Boivin, D. 1981 : Analyse de la législation actuelle au Québec, en matière de restauration et de réaménagement de mines et carrières abandonnées. Cahiers de géographie du Québec, 25 (65), 269–282. doi:10.7202/021517ar.

Bossière,G.,1980 : un complexe métamorphique polycyclique et sa blastomylonitisation. Etude pétrologique de la partie occidentale du massif de Grande-Kabylie (Algérie). Unpubl.Doct.Etat Thesis, Nantes Univ., 302 p.

Boudlale omar, 2013 : étude expérimentale du comportement mécanique des fines dans la stabilité des talus et des fondations, thèse de doctorat, département de génie civil, laboratoire de recherche en géomatériaux environnement et aménagement (L.G.E.A), UMMTO, 222 pages.

Bouillin J. P. 1986 : le bassin maghrébin, une ancienne limite entre l'Europe et l'Afrique à l'Ouest des Alpes. Bull. Soc. Géol. Fr. t. II (8) n°4. pp. Paris.

Bouillin J.P 1977 : géologie alpine de la petite Kabylie dans les régions de Collo et d'El Milia (Algérie) thèse de doctorat, Université de paris VI (pierre et marie Curie), 476p.

Bouillin, J.P., Raoult, J.F., 1971 : Présence sur le socle kabyle du Constantinois d'un olistostrome lié au charriage des flyschs ; le Numidien peut-il être un néo-autochtone. Bulletin de la Société Géologique de France, t.XIII.

Claire-Odile Silvestrin, 1996 : Spécificités des études d'impact des carrières à ciel ouvert/. Journée professionnelle "L'exploitation de carrières. De la réglementation à la sécurité au respect de l'environnement", Paris, France. pp.97-108.ineris-00971987.

Décret exécutif n°93-184 du 27 juillet 1993 réglementant l'émission des bruits. Journal officiel de la république algérienne n°50.

Décret exécutif n° 06-138 du 16 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 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. Journal officiel de la république algérienne n° 24.

Djoudi merabet, 2017 : étude d'impact sur l'environnement de l'unité briqueterie de Freha-EPE/SPA-Divindus, APMC.

Domzing, A., 2006 : déformation active et récente, et structuration tectono-sédimentaire de la marge algérienne, Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale.

Durand Delga .M 1969 : Mise au point sur la structure de Nord Est de la Berbérie Publ Serv. carte. géol. Algérie, N° 39.

Durand Delga .M 1980 : la méditerranée occidentale, étapes de sa genèse et problème structuraux liée à celles-ci.Mém.Soc.Géol.Fr.

Ficheur. e, 1890 : 1ère thèse. - les terrains éocènes de la Kabylie du Djurjura. 2ème thèse : propositions données par la Faculté des sciences de paris-série A, N° 136 N° d'ordre 688- 474 pages.

Gelard jean pierre, Cherfouh el hadi, 1997 : Carte Géologique Azzefoun-Azazga à 1/50.000, l'Office Nationale de la Recherche Géologique et Minière, Division du Service Géologique de l'Algérie.

Haouchine sabrina, 2011 : recherches sur la faunistiques et l'écologie des macros invertébrés des cours d'eau de Kabylie, mémoire magistère, sciences biologiques UMMTO, 157 pages.

Hubert fabien, 2008 : Modélisation des diffratogrammes de minéraux argileux en assemblages complexes dans deux sols de climat tempère. Implication minéralogique et pédologique, thèse doctorat, université Poitiers, Faculté des Sciences Fondamentales et Appliquée), Ecole doctorale : « ICBG », 205pages

Hugo DUJOURDY, 2016 : Diffusion acoustique dans les lieux de travail, Thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie-paris 6, 188 pages.

Kedjem abdellah, 2015 : Gisement d'argile de la carrière de Freha, Audit environnementale, agrément ANGCM N° 25/2007 T.O.

Lansiart. m. et Odent. b, 1999 : la remise en état des carrières : principes généraux, recommandations techniques et exemples par types d'exploitation. Rap. BRGM R40450, 60pages.

L.J. Poppe, V.F. Paskevich, J.C. Hathaway, and D.S. Blackwood. A Laboratory Manual for X-Ray Powder Diffraction. U. S. Geological Survey Open-File Report 01-041.

Livret des substances utiles non métalliques de la wilaya de Tizi-Ouzou.

Loi n° 14-05 du 24 Rabie Ethani 1435 correspondant au 24 février 2014 portant loi minière. Journal officiel de la république algérienne n° 18.

Mathieu Gautier, 2008 : Interactions entre argile ammoniée et molécules organiques dans le contexte du stockage des déchets. Cas de molécules à courtes chaînes.. Géologie appliquée. Université d'Orléans, 276 pages.

Millot, 1964 : Géologie des argiles, altérations, sédimentologie, géo-chimie. Paris, Masson et Cie, I Vol. , 499 p.

Mohand Améziane Chedded, 2015 : Analyse de l'impact des investissements agricoles réalisés dans le cadre du Plan National de Développement Agricole (PNDA) sur l'évolution des techniques de productions laitières, céréalières et oléicoles en Algérie : étude de cas dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Autre [qbio.OT]. Université d'Avignon. NNT:2015AVIG0669. tel-01241684.

Nevila Jozja, 2003 : Étude de matériaux argileux albanais. Caractérisation "multi-échelle" d'une bentonite magnésienne. Minéralogie. Université d'Orléans, 275pages.

Pédro G, 1994 : Les minéraux argileux, 47-64, dans pédologie. 2-Constituants et propriétés du sol. Eds. Duchaufour Ph. et Southier B. Masson, Paris 665p.

Pierre Muraour, 1956 : Contribution à l'étude stratigraphique et sédimentologique de la basse-Kabylie (région de Dellys-Tizi-Ouzou) suivie de notes paléontologiques-bulletin N°7, service de la carte géologique de l'algerie- Alger-379 page.

Raoult J.F (1974) : géologie de centre de la chaîne numidique (nord de Constantine, Algérie) thèse, Paris, 163 pages.

Rapport inédit, 2014 : la carrière-argile Freha, entreprise briqueterie tuilerie de Freha. ANAM, Alger.

Rapport inédit, 2017 : rapport d'essai n°2193/16- Sous-direction laboratoire analytique-direction des laboratoires - Centre d'Etude et de Services Technologiques de l'Industrie des Matériaux de Construction « C.E.T.I.M ».

Rapport inédit, 2017 : Plan topographique (Carrière d'argile Freha), bureau d'étude de topographie générale taïbi abderrahmane, Géomètre Expert Foncier inscrit au tableau de l'ordre des GEF sous le n° 161.

Rapport inédit, ASGA, Alger.

Raymond daniel, 1984 : Carte Géologique Dellys-Tizi-Ouzou à 1/50.000, Feuille N° 8/23, La Sous-Direction de la Géologie. Institut National de Cartographie-Alger.

Saadallah A, 1992 : Le cristallin de la Grand Kabylie (Algérie) : sa place dans la chaîne des maghrébides. These de doctorat, Univ. USTHB Alger, 252 p.

Sid Ahmed HAMMOUDA, Abdelhak MEHDID, 2011: Contribution a l'étude des ressources minérales dans les monts des traras (calcaire, sable et argile), état actuel, perspectives et impact sur l'environnement, mémoire de fin d'études, université abou bekr belkaid-tlemcen, département des sciences de la terre et de l'univers, 41 pages.

Souiki souheila 2007 : Les argiles du bassin Mila-Constantine : composition minérale, chimique, caractéristiques géotechniques et répartition des gisements, Mémoire de magister, géologie des substances utiles, université mentouri constantine N° d'ordre : 002 / ST / 2007, N° de série : 220 / Mag / 2007, 123 pages.

Villa J.M. 1980 : La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens. Thèse de doctorat d'état, université Pierre et Marie Curie – Paris VI, 663p

Vila, J. M., 1970 : Le Djebel Edough: un massif cristallin externe du N.E. de la Berbérie. Bulletin de la Société Géologique de France, 7, (XII).

Wildi W. 1983 : La chaîne tello-rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie), structure stratigraphique et évolutions du Trias au Miocène Rev. Géol, Dyn, géog, Phys.

Yves Berton et Patrick le Berre, 1990 : guide de prospection des matériaux de carrière, manuels et méthodes N°5, Edition de BRGM, Office des publications universitaires, 160 pages.

DJOUHRI Mohamed, 2007 : Confection d'une brique à base de sable de dunes, Mémoire de fin d'étude, Université KASDI Merbah de Ouargla, Département d'hydraulique et Génie Civil, 83 pages.