



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI TIZI OUZOU

FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DE SCIENCES GEOLOGIQUES

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master en: **GEOLOGIE**

Option: **Ressources minérales, géomatériaux et environnement**

Thème:

Etude du gisement: Projet d'exploitation de la carrière d'argile d'Irdjen dans la wilaya de Tizi-Ouzou

Encadré par: Mme IZRI Dehbia

Réalisé par: SABAO Dulce Isabel

Soutenu publiquement le: 21 / 07 /2019, devant le jury compose par:

Mr. ZAGHOUE H.	MCB	FSBSA/UMMTO	Examineur
Mr. MAKHLOUF A.	MCB	FSBSA/UMMTO	Président
Mme IZRI Dehbia	MAA	FSBSA/UMMTO	Promotrice

Promotion 2018/2019

DEDICACES

A TOUTE MA FAMILLE. EN PARTICULIER:

A MES PARENTS: PAULO SABAO (MON CHER PERE)

SERGIA ROSALINA JASSE (MA CHERE MERE)

A MES PETITS FRERES ET SOEURS: Claudia Ambrozio

Donelia Sabao

Jennyfer Sabao

Tendai Sabao

Carla Armacao

Taorai Sabao

A toutes mes amies et tous ceux que je n'ai pas pu citer, mais que m'ont donnée leur soutien physique et moral, direct ou indirect, de loin ou de près...

A vous tous un très grand merci.

REMERCIEMENTS

Je remercie d'abord, et en tout premier lieu Dieu de m'avoir conduit jusqu'ici et d'avoir été à mes côtés pendant toute cette longue période (6 ans) d'études dans ce pays, loin de ma famille et de tous mes chers.

- Merci, à l'**UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI TIZI OUZOU** et au **DEPARTEMENT DES SCIENCES GEOLOGIQUES**.
- Merci, à ma promotrice Mme. IZRI Dahbia pour m'avoir accompagné dirigé et sagement conseillé pendant la réalisation de ce travail.
- Merci, aux enseignants membres du jury, Mr. ZEGHOUE H. et Mr. MAKHLOUF A. qui ont accepté d'examiner et juger ce travail.
- Merci, au Directeur de la EURL Briqueterie Irdjen d'avoir permis la réalisation de mon stage, et à Mr. Saoudi qui m'a guidé dans l'entreprise.
- Merci, à tous les enseignants du Département des Sciences géologiques qui ont suivi, direct ou indirectement ma trajectoire et mon évolution pendant mes années d'études. Merci infiniment, vous m'avez aidé à acquérir mon bien le plus cher, LE SAVOIR.
- Merci, à tous ceux qui de loin ou de près, m'ont aidé et encouragé pendant la réalisation de mon travail.

Pour finir, je tiens énormément à dire MERCI L'ALGERIE, vous m'avez accueillie. Merci la Kabylie, vous avez été ma maison.

Résumé

Le site d'étude est situé sur les versants de coteaux, faisant partie d'une vaste zone alluvionnaire s'étalant autour de la ville de la vallée d'Oued Aissi-Irdjen, faisant partie du bassin néogène de Tizi-Ouzou. La géologie de cette région est caractérisée essentiellement par les formations marneuses et argileuses du Miocène post nappe.

Les argiles du gisement sont de couleur jaune àjaune verdâtre en surface et grise àgrise bleuâtre dans la partie inférieure de la série. Il s'agit d'argiles poly minérales compactes non litées homogènes, àcassure terreuse ou terro-conchoïdale.

L'analyse minéralogique par diffraction RX montre qu'il s'agit des minéraux argileux tels: l'illite et la kaolinite. Les minéraux non argileux sont: quartz, calcite, dolomie, feldspaths sodique et potassique, et le chlorite.

L'objectif principal de ce travail est de traiter l'aspect technico-géologique de l'exploitation soit, les moyens matériel, moyens humains, les méthodes et les techniques d'exploitation utilisées dans la carrière, ainsi qu'une évaluation du potentiel minéral en matière première, du projet d'exploitation de la carrière de Bouilef.

Ces recherches (ou investigations) vont mener àconnaître la rentabilitéde cette carrière, qui est sans doute liée àl'optimisation des réserves exploitables, et a une planification minière avec une exécution rigoureuse et flexible des plans établis conformément aux lois minières et environnementales en vigueur.

Une étude d'impacts sur l'environnement va permettre de déterminer les risques que cette activitéest susceptible de faire courir àl'environnement et de proposer les mesures d'atténuation ou de correction. Cette étude, permettra aussi àla fin de l'exploitation, de proposer un plan de réhabilitation du site, qui est celui d'un aménagement mixte. La carrière va ainsi retrouver sa vocation agricole initiale et, au même temps, il aura la création d'une zone agricole et un boisement forestier.

Mots clés: exploitation, carrière, argile, briqueterie, calcul des réserves, environnement.

Abstract

The study area is located on the slopes of hillsides, forming part of a vast alluvial zone spread around the city of the Oued Aissi-Irdjen valley, forming part of the Neogene basin of Tizi-Ouzou. The geology of this region is essentially characterized by marl and clay formations of the Miocene post-nape.

The clays of the deposit are yellow to greenish yellow in surface and gray to bluish gray in the lower part of the series. It is compact unalloyed compact poly-mineral clays with an earthy or terro-conchoidal fracture.

Mineralogical analysis by X-ray diffraction shows clay minerals such as illite and kaolinite; the non-clay minerals are: quartz, calcite, dolomite, sodium feldspar and potassium, and chlorite.

The main objective of this work is to treat the technical-geological aspect of the exploitation, the material means, the human resources, the methods and the exploitation technique used in the career, as well as an evaluation of the mineral potential in raw material, of the exploitation on the career of Bouilef. This research (or investigation) will lead to the profitability of this quarry, which is undoubtedly linked to the optimization of the exploitable reserves, and to a mining planning with a rigorous and flexible execution of the plans established in accordance with the mining and environmental laws.

An environmental impact study will make it possible to determine the risks that this activity may pose to the environment and to propose mitigation or correction measures. This study will also allow, at the end of the exploitation, to propose a plan of rehabilitation of the site, which is that of a mixed development. The quarry will thus return to its original agricultural vocation and, at the same time, it will have the creation of an agricultural zone and a forest afforestation.

Keywords: exploitation, career, clay, brickyard, reserve calculation, environment.

TABLE DES MATIÈRES

Dédicaces

Remerciements

Résumé/Abstract

CHAPITRE I: GENERALITES

I. INTRODUCTION GENERALE	16
II. BUT ET METHODOLOGIE DE TRAVAIL	17
II.1. But du travail	17
II.2. Méthodologie du travail	17
III. INFORMATION GENERALE SUR LA REGION D'ETUDE	18
III.1. Information géographique et administrative	18
III.2. Aperçu économique et infrastructurel	20
III.3. Le climat	22
III.4 Etudes géologiques antérieures	24

CHAPITRE II: GEOLOGIE GENERALE ET REGIONALE

I. GEOLOGIE REGIONALE	27
I.1. Aperçu géologique	27
I.2. Hydrogéologie	31
I.3. Réseau hydrographique	31
I.4. Orographie	32
II. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES DU GISEMENT	33
II.1. Géologie locale	33
II.2. Hydrogéologie du gisement	34
II.3. Géomorphologie du gisement	34
II.4. Les vents	34
II.5. Topographie	35

CHAPITRE III: PLAN DE DEVELOPPEMENT

I. INTRODUCTION	37
II. ESTIMATION ET CALCUL DES RESERVES	40
II.1. Calcul des réserves	40
II.2. Estimation et calcul des réserves géologiques	40
II.3. Méthodes de calcul et délimitation des blocs	42
II.4. Conclusion	44
III. CARACTERISTIQUES CHIMIQUES ET MINERALOGIQUES DU GISEMENT	
III.1. Résultats des essais sur les argiles	45
IV. CONDITIONS TECHNICO-MINIERES DE LA CARRIERE ET DE L'EXPLOITATION	47
IV.1. Conditions technico-minières de la carrière	47
IV.1.1. Régime de fonctionnement et capacité de production de la carrière	47
IV.2. Conditions technico-minière d'exploitation	49
IV.2.1. Couverture et stérile	49
IV.2.2. Système d'exploitation	49
V. METHODE D'EXPLOITATION UTILISEE	50
V.1. La découverte	50
V.1.1. L'extraction	50
V.2. Le traitement du matériau	51
V.2.1. La fermentation	51
V.2.2. Le stockage de l'argile	51
VI. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES OUVRAGES MINIERES	52
VI.1. Les gradins	52
VI.2. Les bernes de sécurité internes	52
VI.3. Les bernes de sécurité externes	52
VI.4. La piste d'accès	52
VI.5. Le rayon de virage	53
VI.6. Décharge ou déblais	53
VI.7. La stabilité du talus	53

VI.8. Drainage des eaux-----	55
VI.9. Programme de control du front-----	56
VII. INSTALLATION D'ELECTRICITE ET D'EAU-----	56
VIII. ORGANISATION DES OPERATIONS D'EXTRACTION-----	56
VIII.1. Ripage et décapage-----	56
VIII.2. Stockage-----	57
VIII.3. Chargement-----	57
IX. LES DIFFERENTS PHASES D'EXPLOITATION-----	60
X. EFFECTIF ET QUALIFICATION DU PERSONNEL-----	64
XI. NATURE ET CARACTERISTIQUES DES EQUIPEMENTS-----	65
XII. MESURES DE SECURITE ET D'HYGIENE ENVISAGEES-----	66

CHAPITRE IV: PROCESSUS DE FABRICATION DES BRIQUES

I. INTRODUCTION-----	73
II. HISTORIQUE DE LA BRIQUE	
II.1. La terre crue-----	73
II.1.1 L'adobe-----	74
II.1.2. Les pisés-----	75
II.1.3. Les blocs de terre comprimée-----	78
II.2. La terre cuite-----	81
III. LA BRIQUE-----	81
IV. PROCESSUS DE FABRICATION DE LA BRIQUE-----	84
IV.1. Dans la carrière-----	85
IV.1.1. Extraction-----	86
IV.1.2. Fermentation-----	86
IV.1.3. Stockage-----	86
IV.2. Dans l'usine-----	87
IV.2.1. Préparation de l'argile-----	87
IV.2.2. Façonnage-----	88

IV.2.3. Séchage-----	89
IV.2.4. Cuisson-----	90
IV.2.5. Emballage-----	91
IV.3. Conclusion-----	92

CHAPITRE V: PLAN DE REMISE EN ETAT DES LIEUX

I. GENERALITES-----	94
I.1. Les règles générales-----	94
II. CADRE LEGAL-----	95
III. REMISE EN ETAT DES LIEUX-----	95
III.1. Aménagement agricole-----	96
III.2. Aménagement en terrain agricole et boisements forestiers-----	97
IV. SUIVIE ENVIRONNEMENTAL-----	98
IV.1. Réaménagement des talus et des plates-formes-----	98
IV.2. Evaluation de l'opération-----	98
IV.2.1. Correction des plates-formes-----	99
IV.2.2. Travaux de remblayage avec de la terre végétale-----	99
IV.2.3. Achats de plantes-----	99
IV.2.4. Travaux de creusement et de mise en fouille-----	100
IV.3. Chiffre d'affaire estimatif-----	100
V. ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT-----	101
V.1. Réglementation Algérienne sur l'exploitation minière, son impact sur l'environnement et la réhabilitation des carrières-----	102
V.2. Méthodes d'évaluation des impacts sur l'environnement-----	107
VI. PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL-----	110
VI.1. Procédure de contrôle-----	110
VI.2. Procédure d'audit environnemental-----	110
VI.3. Plan de réponse aux urgences environnementales-----	111
VI.4. Autres recommandations-----	113
VII. CONCLUSION-----	115

➤ CONCLUSION GENERALE-----	117
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES-----	118

LISTE DES FIGURES

Num éro	Titre	Page
01	Localisation g éographique de la wilaya de Tizi-Ouzou	19
02	Limites administratives de la commune d'Irdjen	19
03	Situation g éographique de la r égion d' étude (Bouilef). (Extrait de la carte topographique TIZI OUZOU/1/25 000)	20
04	Carte du r éseau routier de la wilaya de Tizi-Ouzou.	22
05	Diagramme ombrothermique de Begnoul et Gaussen de la r égion de Tizi-Ouzou pour la p ériode (1998-2008)	23
06	Rose des vents de la r égion (illustration des vents dominants)	24
07	Carte des unit és g éologiques de la Kabylie (étude g éologique de la grande Kabyle, J. FLANDRIN)	27
08	Diagramme de r épartition des zone de vall ées, plaine et d épression (ANDI: Agence National du D éveloppement de l'Investissement)	33
09	La carte géologique au 500.000 de l'Algérie par M.J.FLANDRIN	33
10	Situation g éographique du site (Carte topographique Echelle:1/25000, Tizi-Ouzou N -31- V- 32- Ouest)	38
11	Plan de localisation de la briqueterie et de la carri ère	39
12	Photo satellite montrant la sch ématisation des blocs	40
13	Stock d'argiles d écáp ées	51
14	Param ètres g éom étriques d'un gradin	54
15	Param ètres g éom étriques du talus	55
16	Photo de moulage et s échage des blocs adobe	75
17	Coffrage utilis édans la conception de murs en pis é	76
18	Maison construite en pis é	77
19	Photos de brique de terre crue compressée réalisée à l'aide d'une presse manuelle	79
20	La brique creuse (Conseils-thermiques, 2016)	82
21	La brique de parement (Conseils-thermiques, 2016)	82
22	La brique pleine (Archiexpo, 2017)	83
23	La brique réfractaire (Bource d'Algérie, 2017)	83
24	Photos d'argile grise, et d'argile sur un sol dess éch é	85
25	Hangar de stockage d'argiles	86
26	Diagramme de production de briques d'argiles	87
27	Argile et sables utilis ées dans la carri ère	88
28	Diagramme du processus de cuisson de la brique	91
29	Palettes de brique empil ées et emball ées	91

30	Étapes de la fabrication des briques	92
31	Schémas de l'aménagement après exploitation.	97
32	Plan de remise en état des lieux	101
33	Equipement de protection individuelle	115

LISTE DES TABLEAUX

Num éro	Titre	Page
01	Tableau des températures moyennes mensuelles de la région de Tizi-Ouzou pour la période (1998-2008). Source ONM de Tizi-Ouzou	23
02	Tableau des précipitations moyennes mensuelles de la région de Tizi-Ouzou pour la période (1998-2008). Source ONM de Tizi-Ouzou	24
03	Calcul de pourcentage des ensembles physique par rapport à la superficie total de la wilaya (ANDI: Agence National du Développement de l'Investissement)	32
04	Les coordonnées (Lambert) du site d'exploitation (en UTM Nord Sahara, fuseau 31)	37
05	Description du projet	39
06	Estimation des réserves globales	42
07	Estimation des réserves restantes	44
08	Tableau de la composition chimique des argiles de la carrière	45
09	Tableau des minéraux argileux du site	46
10	Tableau des analyses granulométriques	46
11	Tableau des aptitudes céramiques des argiles	47
12	Phases d'ouverture des fronts de taille	63
13	Production de la carrière	63
14	Matériel à acquérir pour la carrière	65
15	Capacités moyennes de production	66
16	Analyse de la terre de pisé (Hamlaoui & Meradji, 2016)	77
17	Résistance mécanique (Ecobati, 2018)	78
18	Les caractéristiques des briques de terre crue (adobe, pisé BTC)	80
19	Cout des travaux de remblayage	99
20	Estimation du cout de la remise en état	100
21	Mesures à prendre pour minimiser les effets indésirables durant l'exploitation	113

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ANDI: Agence National de Développement de l'Investissement

BRGM: Bureau de Recherche Géologique Minière

BTC: Bloc de Terre Comprimée

EIE: Etude d'impact sur l'Environnement

ORGM: Office National de la Recherche Géologique et Minière

RX: rayons X

UMMTO: Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou

m³: mètre cube

m: mètre

cm: centimètre

Da: dinar algérien

Kg: kilogramme

Km: kilomètre

h: heure

t: tonne

MPa: mégapascal

dB: Décibel

CHAPITRE I

GÉNÉRALITÉS

I. INTRODUCTION GENERALE

Une carrière est par définition «un site d'où l'on extrait des roches propres à la construction ou bien toute exploitation à ciel ouvert par opposition à une «mine» (dictionnaire LAROUSSE).

Une exploitation à ciel ouvert englobe toutes les formes d'extraction de matières premières minérales à partir de gisements affleurant. Le gisement est mis à nu par enlèvement des roches de recouvrement ou morts-terrains (débais) pour permettre la récupération du minerai. Cette exploitation à ciel ouvert peut être, soit à flanc de coteau, soit dans une fosse qui va en s'approfondissant (parfois jusqu'à une centaine de mètres) et en s'élargissant.

Les principaux objectifs du projet d'exploitation de la carrière de Bouilef sont:

- Assurer l'alimentation de la briqueterie installée sur le site
- Élargissement du champ des opportunités d'emploi (offre d'emploi et des opportunités de travail et de revenu plus importants à la population)
- Augmentation de la consommation des matériaux locaux par la population et au même temps, une amélioration du marché Algérien en matériaux de construction.

Tout projet de développement d'une carrière ainsi que sa rentabilité est basée sur une évaluation géologique, géotechnique, technico-économique et environnementale. L'ouverture d'une carrière est soumise à l'approbation de tous les services administratifs de la wilaya (agriculture, hydraulique, domaine, environnement).

Ce travail est développé en cinq (5) chapitres différents, qui sont:

- **CHAPITRE I:** aperçu sur les informations générales à propos de la région d'étude.
- **CHAPITRE II:** un aperçu sur l'étude géologique générale et régionale.
- **CHAPITRE III:** traitement du plan de développement, estimation des calculs de réserves du gisement, et des différents aspects tel que: les conditions technico-minières de la carrière et d'exploitation, les méthodes d'exploitation, l'organisation des opérations d'extractions, les phases d'exploitations et les mesures de sécurité et d'hygiènes envisagées dans la carrière.
- **CHAPITRE IV:** ce chapitre est consacré au monde de la «brique», à savoir: sa définition, les types des briques et leur processus de fabrication.
- **CHAPITRE V:** réserve au plan de remise en état, ce chapitre est une évaluation environnementale consacrée à la mise en point d'un suivi environnemental, ainsi que les impacts causés par l'exploitation de la carrière et le mode de remise en état des lieux.

Et pour finir, une conclusion générale et des recommandations.

II. BUT ET METHODOLOGIE DU TRAVAIL

II.1. But de travail

Ce travail est exclusivement centré sur l'étude du gisement de Bouilef, localisé dans la commune d'Irdjen dans la wilaya de Tizi-Ouzou. L'étude comporte une évaluation géologique, technique et environnementale du projet d'exploitation.

On s'intéresse donc à effectuer:

- Une description des faciès composant le gisement
- Une estimation du potentiel de réserves, et une évaluation de la faisabilité du projet
- Une présentation de la méthode d'exploitation
- Une évaluation des impacts de l'exploitation du gisement sur l'environnement
- Un plan de remise en état des lieux

II.2. Méthodologie de travail

Ce travail a été effectué en plusieurs phases successives:

- Une synthèse bibliographique sur les travaux antérieurs réalisés dans la région (en rapport avec la géologie et géologie de la région)
- Une étude du terrain: précisément, un stage a été effectué dans la carrière.

Cette étape a consisté en un levé géologique et un prélèvement d'échantillons en surface dans le site. En ce qui concerne le levé environnemental, un ensemble d'investigations ont été effectués dans le but d'acquies le maximum d'informations possibles pour mieux enrichir le contenu.

- Une étude de laboratoire: réalisation des analyses de laboratoire

Après le prélèvement, ces échantillons sont soumis à des analyses (minéralogique, chimique, granulométrique...), on se basant sur l'interprétation de ces résultats, on a pu aboutir à identifier l'utilité et la destination du produit. Le traitement des données a été possible grâce à l'aide des logiciels tel que l'Autocad.

III. INFORMATION GENERALE SUR LA REGION

III.1. Information géographique et administrative

La zone d'étude fait partie de la wilaya de Tizi-Ouzou, qui est située au centre nord de l'Algérie. Elle est distante de 100km à l'est de la capitale Alger, et s'étend sur une superficie de 2.957.93km² (soit 0.13% du territoire national) dont 83% en relief montagneux avec une altitude moyenne de 800m, le reste étant des piémonts et des vallées relativement larges (Sébaou, Draa El Mizan).

Elle est située dans la région de la grande Kabylie en plein cœur du massif du Djurdjura, et est divisée administrativement en 67 communes et 21 daïras.

La wilaya de Tizi-Ouzou contient le plus grand nombre de communes en Algérie et fait partie des wilayas formant la région nord centre du pays (Alger, Aïn Defla, Bejaïa, Blida, Bouira, Boumerdes, Chlef, Medea, Tipaza et Tizi-Ouzou).

Elle est limitée par :

- La mer Méditerranée au Nord,
- La wilaya de Bejaïa à l'Est,
- La wilaya de Bouira au Sud,
- La wilaya de Boumerdes à l'Ouest.

Cette région est constituée d'une succession de chaînes de montagnes qui sont d'orientation Est-ouest, et un enlèvement de plaines alluviales très étroites. (Figure 1)



Figure 1: Localisation géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou

III.1.1. Situation géographique et administrative de la commune d'Irdjen

Irdjen (ou Irġen en kabyle) est une commune de la wilaya de Tizi-Ouzou en Algérie, située à 20 km au sud-est de Tizi-Ouzou. Son territoire est situé au centre de la wilaya de Tizi-Ouzou, avec une superficie de 21,24 km² et 13 149 habitants d'après le recensement de 2008. (Figure 2)



Figure 2: Limites administratifs de la commune d'Irdjen

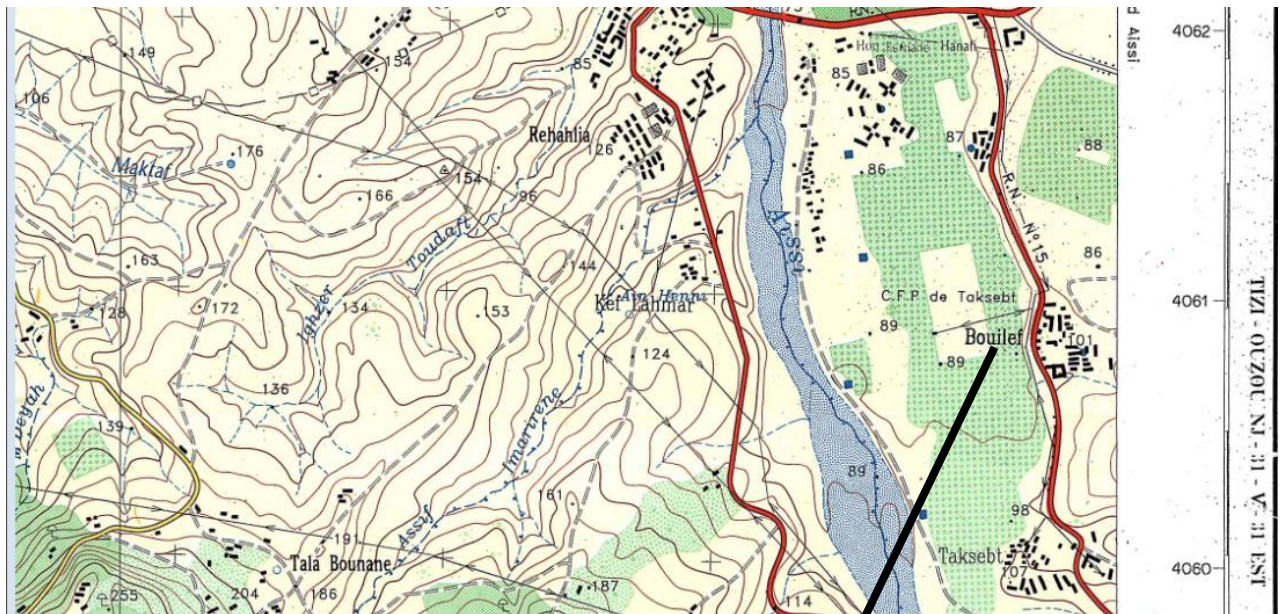


Figure 3: Situation géographique de la région d'étude (Bouilef). (Extrait de la carte topographique TIZI OUZOU/1/25 000)

III.2. Aperçu économique et infrastructurel

Une bonne partie de la population de la wilaya vit de l'émigration ou de son apport indirect (pensions, retraites). Une minorité s'occupe de l'agriculture (environ 9200 personnes selon les statistiques de 1987) et ceci à cause de la faible superficie agricole (environ 4% du territoire).

La majorité travaille dans diverses unités de filature, montage, traitement et production à savoir:

- Usine textile de Drâa-ben-Khedda
- Complexe Electro-Ménager d'Oued Aissi.
- Complexe de moteurs électriques de Fréha.
- Unité de transformation du bois de Mechtras...

➤ Concernant les matériaux de construction, nous citerons entre autres:

- Les unités et production de briques-tuiles de Drâa-ben khedda, Fréha, Tizi-Ouzou.
- Unité de production de carreaux-faïence (wilaya Tizi-Ouzou).
- Unité de carreaux-granito de Tizi-Ghenif.
- Unité de granulats et poudre de marbre de Mekla (ENAMARBRE).

Le réseau gaz naturel est limité à deux (2) axes:

- l'axe médian passant par Tadmait, Drâa ben Khedda, Tizi-Ouzou, Fréha jusqu'à Azzazga.
- l'axe au sud touchant Drâa El-Mizan en passant par Tizi-Ghénif.

L'approvisionnement en gaz butane effectué à partir de l'unité de remplissage situé à Oued Aissi, minimise le déficit en ce type d'énergie dans la région qui est très peuplée, très accidentée et parfois difficile d'accès.

➤ Réseau routier

Le réseau routier est bien développé et relie les villes et villages par des routes goudronnées, parfois des pistes carrossables bien entretenues et, de plus, une voie ferrée relie Alger à Tizi-Ouzou. Ce réseau routier de la wilaya s'étend sur une longueur totale de 4 965 kms:

- 609, 453 Kms de routes nationales dont 58, 123 Kms en mauvais état et 26, 645 Km en moyen état.
- 652,273 Kms de chemins de wilaya dont 637, 873 Km en bon état et 28 Kms en moyen état.
- 3 703, 015 Km de chemins communaux dont 702, 856 Km ne sont pas revêtus.

Ce réseau couvre un linéaire de 4, 38 Kms pour 1000 habitants et une densité de 1, 68 Kms de route pour un km² de superficie. C'est un réseau relativement dense constitué à 75 % de chemins communaux desservant dans des conditions difficiles une multitude de villages et agglomérations en zone de montagne.



Figure 4: Carte du réseau routier de la wilaya de Tizi-Ouzou.

III.3. Le climat

Le climat de la région de Tizi-Ouzou relève du climat méditerranéen, donc caractérisé par une saison froide à pluviométrie importante et une saison chaude et sèche.

Pour une meilleure caractérisation du climat de la zone d'étude, nous avons utilisé des données climatiques obtenues au niveau de l'ONM de Tizi-Ouzou s'étalant sur une période de 10 ans (1998-2008).

- **Les températures**

Le tableau montre que le mois le plus chaud est le mois de Juillet où l'on enregistre une moyenne mensuelle de 32.02 C°. Les minimales sont enregistrées pour le mois de Janvier et Février respectivement, 10. C0 et 11.74C° (voir tableau 1).

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
T(°C)	10	11.74	13.91	15.88	22.35	27.367	32.02	29.02	24.93	20.78	16.52	11.86

Tableau 1: Tableau des températures moyennes mensuelles de la région de Tizi-Ouzou pour la période (1998-2008). Source ONM de Tizi-Ouzou.

A partir de cette donnée, nous pouvons tracer le diagramme ombrothermique en portant en abscisses les mois et en ordonnées les températures moyennes et les pluviométries mensuelles avec une échelle double pour la première.

Le diagramme ombrothermique de la région de Tizi-Ouzou pour la période 1998-2008, révèle la présence d'une période sèche qui dépasse quatre mois, et s'étalant de la fin du mois de Mai à la fin du mois de Septembre, comme l'indique le graphique de la figure 5.

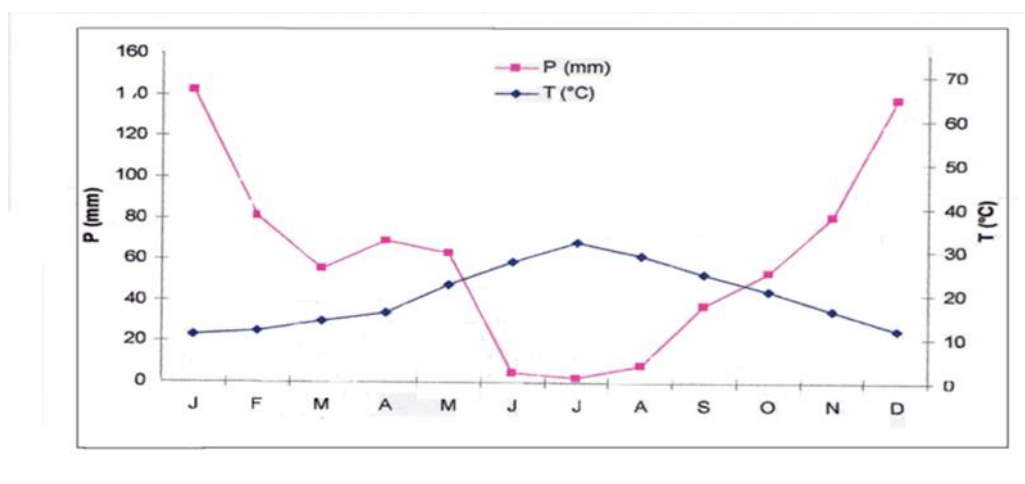


Figure 5: Diagramme ombrothermique de Begnoul et Gaussen de la région de Tizi-Ouzou pour la période (1998-2008)

- **La pluviométrie:**

La Wilaya de Tizi-Ouzou, est marquée par des précipitations, qui se présentent surtout sous forme d'averses avec une moyenne annuelle de 735.89 mm. Le maximum est enregistré au mois de Janvier (142 mm) et le minimum en Juillet (2.28mm), (voir tableau 3).

Sur le littoral les pluies sont moyennement abondantes alors que dans le sud, la pluviométrie est plus intense à cause de l'influence de l'orographie. La saison des pluies s'étend d'Octobre à Mai.

Mois	Jan.	F év.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	D éc.
P (mm)	142	80.61	55.25	69.1	63.09	5.05	2.28	8.55	37.73	53.35	80.77	138.1

Tableau 2: Tableau des précipitations moyennes mensuelles de la région de Tizi-Ouzou pour la période (1998-2008). Source ONM de Tizi-Ouzou

• Les vents

Le vent exerce une influence importante sur le transport de la poussière qui sera dégagée pendant la réalisation et l'exploitation de la carrière. Il a aussi un rôle considérable dans la dispersion, des aérosols, des polluants, des fumées, des odeurs, etc. La connaissance de l'intensité et de la fréquence du vent permet de prévoir les zones d'impact de la poussière créée par cette carrière.

- au printemps et en hiver, les vents sont de direction Nord-Ouest.

- en été et en hiver les vents sont de direction Ouest.

Les vents dominants viennent de l'Ouest et du Nord-Ouest ; les vents du matin viennent surtout de l'Ouest ce qui explique l'alternance entre la brise de la montagne et la vallée. La région connaît également les vents de Sirocco de Juin à Août, alors que les vents les plus importants ont pour origine les orages de Mai et Septembre.

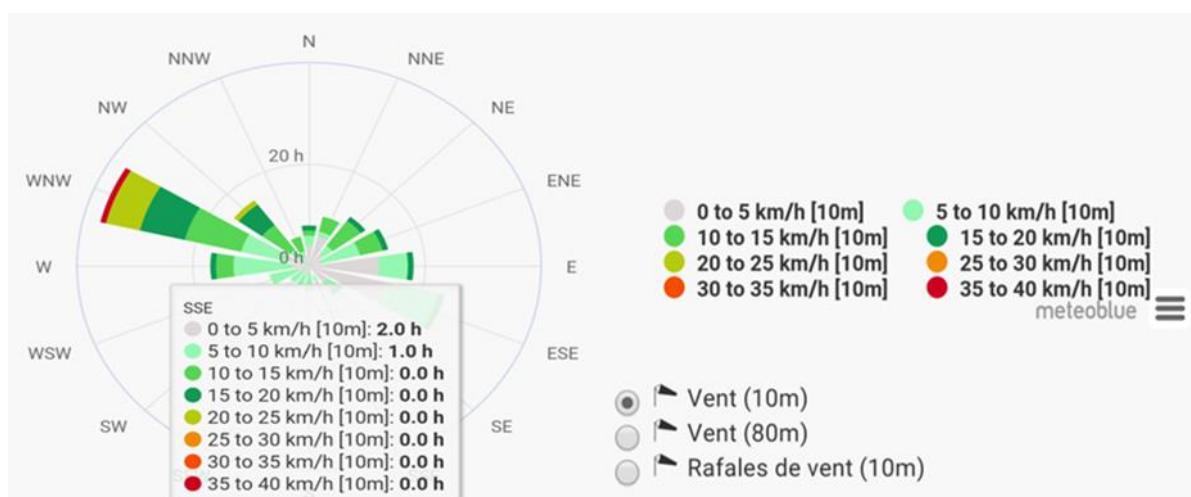


Figure 6: Rose des vents de la région (illustration des vents dominants)

III.4. Etudes géologiques antérieures

Les études géologiques dans la Kabylie ont débuté depuis le 19^{ème} siècle. Divers ouvrages ont été publiés, dont:

- Constitution géologiques de Kabylie, Apéron 1867;

- Études géologiques réalisées dans la Kabylie, L. Ville, 1868 ;
- Description géologiques dans la Kabylie du Djurdjura E. Ficheur, 1890

En 1958, P Murarour présente une étude stratigraphique et sédimentologique de la basse Kabylie et J.P Gelard élabore, en 1979, une étude sur la géologie du Nord-est de la grande Kabylie.

Quant aux travaux de recherche et prospection des substances utiles, citons l'ERM, l'ORGM et l'UREG/ENDMC.

CHAPITRE II
GEOLOGIE GENERAL
ET REGIONAL

I. GEOLOGIE REGIONALE

I.1. Aperçu géologique

Sur le plan géologique, la wilaya de Tizi-Ouzou s'inscrit dans l'orogénèse alpine périméditerranéenne de la chaîne littorale d'Afrique du Nord (voir figure 7).

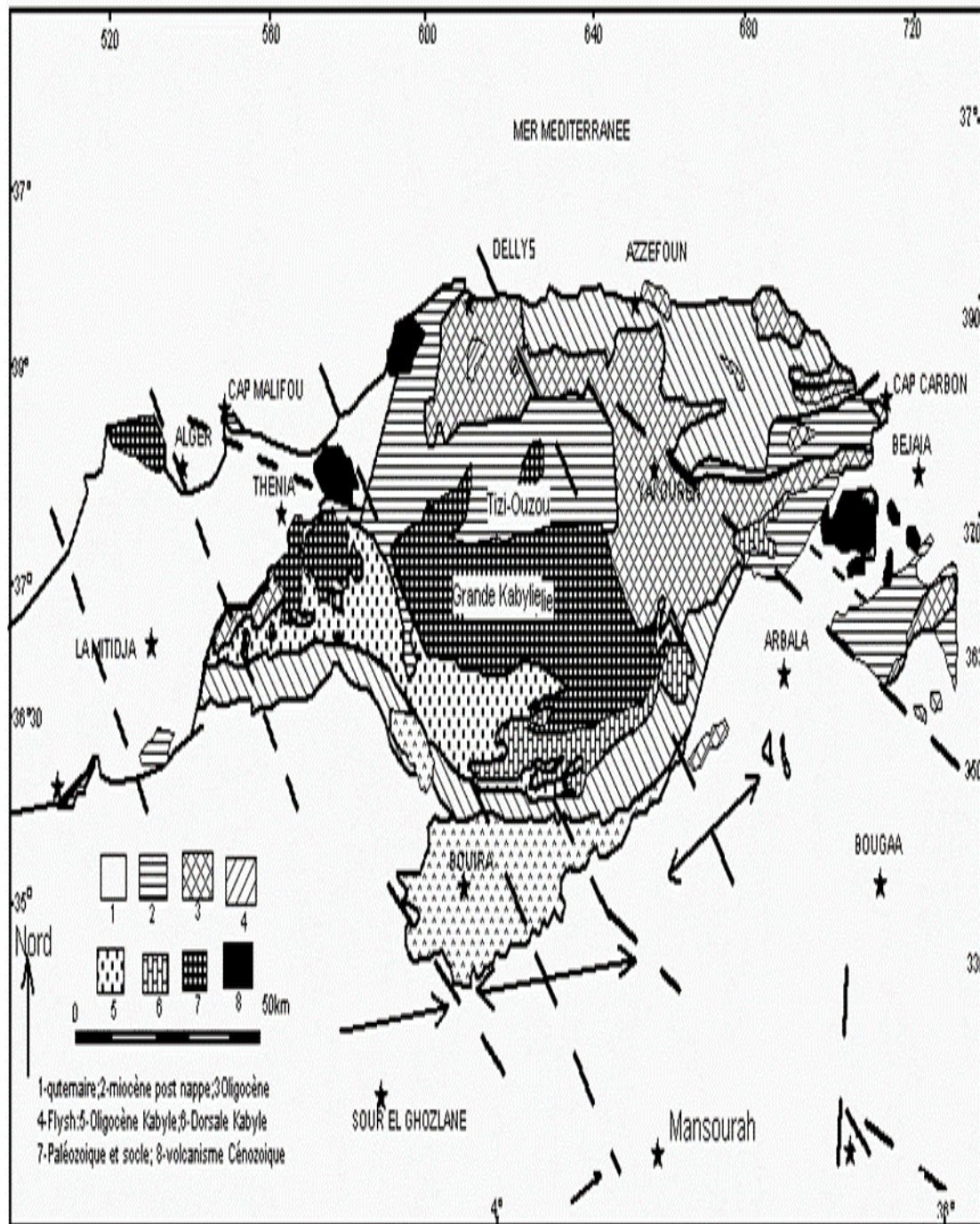


Figure 7: Carte des unités géologiques de la Kabylie (J. FLANDRIN)

Les formations qui affleurent dans la région sont:

- le socle kabyle et sa couverture paléozoïque.
- la dorsale Kabyle.
- l'Oligo-Miocène
- les nappes de flysch.
- le Miocène post-nappe
- le Quaternaire.

1. Le socle Kabyle

Ce sont les massifs kabyles, ils sont représentés par une puissante série cristallophyllienne dont la base est un complexe gneissique surmonté par des micas schistes et des phyllades, l'ensemble est recoupé par quelques intrusions granitiques.

Les terrains métamorphiques affleurent en grande partie à l'Ouest de Tizi-Ouzou au centre et à la limite des flancs nord du Djurdjura.

Cette unité se subdivise en trois ensembles structuraux, qui se superposent de bas en haut comme suit :

- Le socle gneissique très métamorphisé composé de gneiss fins, parfois des migmatites, auxquels se superposent des gneiss œillets (à biotite, muscovite, plagioclase).
- Les schistes : c'est une série de schistes satinés, ayant subi un faible métamorphisme, qui s'exprime par la présence de minéraux de basse température tels que (séricite, chlorite). A la base de cette série on trouve de bas en haut, des marbres, des quartzites, des séricitoschistes et des amphibolites.
- Des schistes argileux et silteux, peu ou pas métamorphiques.

2. La dorsale Kabyle

C'est une mince bande, qui s'étend sur près de 50km d'Ouest en Est et culmine à 2305m avec le Mont de Lala Khadîja.

Le Djurdjura constitue le tronçon le plus important de la dorsal, c'est une chaîne de montagne récente fortement soulevée. Elle est issue de plissements alpins présentant de jeunes reliefs pointus et des vallées qui s'étagent en une succession de plateaux au-dessus de 1900m d'altitude sans végétation.

Cette chaîne se dresse comme une barrière entre les formations du socle métamorphiques au Nord et celles du Crétacé tertiaire au Sud. Ce sont les formations calcaires liasiques ou localement ceux de l'Eocène qui déterminent ces principaux reliefs, les terrains qui constituent cette unité sont d'âges:

a) Carbonifère :

Les formations qui constituent la chaîne du Djurdjura débutent par des dépôts carbonifères qui surmontent immédiatement les schistes cristallins. Le Carbonifère est représenté par une

puissante série (environ 500m) de dépôts, où l'on peut distinguer de bas en haut trois ensembles principaux:

- Des schistes gris ou gris verdâtre, à rares intercalations de grés fins micacés et de lydiennes.
- Une alternance des schistes micacés, de psammites à débris végétaux, de grés généralement fins.
- Une 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.

b) Permo-Trias et Trias :

Ils sont représentés par des formations « continentales » formées essentiellement par des grés siliceux rouges, des calcaires dolomitiques mais dont les termes caractéristiques sont des calcaires vermiculés.

c) Lias :

Dans le Djurdjura on subdivise l'époque liasique en deux périodes :

➤ Infra-Lias-Lias inférieur

Les dépôts de l'infra-lias et du Lias inférieur sont représentés par des cargneules et dolomies (infra-Lias), des calcaires dolomitiques jaunâtres que se poursuivent par des cargneules et dolomies (Infra-Lias), des calcaires massifs, de teinte grise claire à pâte fine ou parfois oolithiques.

➤ Lias supérieur

Les dépôts de cet étage se distinguent nettement de ceux du Lias inférieur; ils sont représentés par un ensemble de calcaires en dalles à silex de faciès variés, de marno-calcaires et de marnes.

d) Crétacé:

Les dépôts de cette période présentent de nombreuses lacunes sédimentaires, ils n'affleurent pas du tout dans notre zone d'étude.

e) Lutétien :

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

e) Oligocène :

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

Sur le versant nord du Djurdjura l'Oligocène est représenté par des grés tendres, de faciès assez particulier, connus sous le nom de « grés Drâ-el-Mizan ». Ces grés 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 pantes ou petits amas lenticulaires de lignites.

Les bancs constitués de ces grés sont séparés par des intercalations de marnes sableuses et de marnes qui deviennent quelquefois prédominantes. L'épaisseur de cette formation peut atteindre ou même dépasser 1000m.

Les grandes falaises calcaires du Djurdjura sont généralement bordées par d'importantes masses d'éboulis, fréquemment cimentés et se transforment en brèches. Elles sont très développées et s'étaient en cône de déjection dans la dépression de Boghni et de Mechtras.

3. L'Oglio-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 créacé recouvert par les nappes de flysch Nord de la Kabylie.

4. Les nappes de flysch

Elles sont à matériel créacé et nummulitique et 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 flysch Numidiens, les flysch Massyliens, les flysch de haut Sôbaou-Azazga, les flysch de port Guedon et les flysch Maurétanien.

5. Le miocène post-nappe

Ce sont des terrains d'âge miocène déposés postérieurement à la mise en place des nappes.

Les terrains de cet ensemble géologique occupent un vaste synclinorium qui s'étend 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 de 100 à 250m d'épaisseur, une formation molassique gréo-marneuse de 250m et une formation argilo marneuse de 500 m au maximum.

6. Le Quaternaire

Il est représenté par des alluvions de faciès variés type cailloutis, grés polygène, gravelites, déplacés et redéposés par l'eau à des distances très importante, occupant les vallées.

En grande Kabylie, ils forment la dépression de l'Oued Sébaou qui s'étend d'Est en Ouest entre Fréha et du Nord au Sud entre la chaîne côtière et le massif central Kabyle, ces dépôts du quaternaire reposent sur un substratum tertiaire de marnes miocènes, post nappes.

I.2. Hydrogéologie

Les argiles du miocène couvrent une grande superficie de la partie de la plaine et du synclinaurium de Tizi-Ouzou, en particulier les dépressions situées en contre bas des massifs montagneux et métamorphiques. Ces argiles représentent un grand handicap pour le stockage des eaux souterraines.

En terme hydrogéologique les couches d'argiles sont des écrans pour l'infiltration, vu qu'ils sont imperméables à toute filtration de surface.

Les résultats de prospection en profondeur par forage réalisé au cours de l'évaluation du gisement, montrent que l'humidité naturelle des argiles est inversement proportionnelle de haut en bas. "Les argiles en profondeur sont plus compacte et moins humide".

I.3. Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique est également assez développé avec des oueds à écoulement semi permanent dont les plus importants sont l'oued Boghni et l'oued Ksari qui sont deux affluents importants de l'oued Bougdoura qu'ils rejoignent au Nord pour se jeter dans l'oued Sebaou dont un tronçon apparaît dans le cadran nord-est de la feuille.

Les autres cours d'eau sont très denses et bien entaillés. Ils sont souvent à sec en période estivale et en cru en période hivernale où ils transportent en abondance du matériel d'érosion résultant de la forte érosion qui touche les flancs des montagnes.

Dans la wilaya de Tizi-Ouzou, on note l'existence de trois barrages dont le plus important est celui de Taksebt ainsi que de nombreuses retenues collinaires de moindre importance.

La pluviométrie moyenne de l'année dans la Wilaya a atteint 900 mm. La plus part des cours d'eaux connaissent des périodes de tarissement en été. Le débit de l'Oued Sebaou connaît de sensibles fluctuations et arrive à conserver une faible tranche d'eau en été.

De nombreuses sources de débit variable qui dépassent 1.5l/s, sont dénombrées sur la route de Tizi-Ouzou, Mekla, Ain El Hammam, Larbâa Nath Irathen, elles sont situées dans les calcaires cristallins très fissurés, les gneiss, et schistes satinés. La nappe la plus importante se trouve localisée dans les alluvions des terrasses de l'oued Sébaou (principale source d'alimentation en eau potable des villages environnants).

La principale ressource en eau potable de la Wilaya est soutirée à partir de:

- La nappe alluviale de l'Oued Sebaou: 36%
- Ressources superficielles (barrages): 58 % Sources superficielles
- Prise d'eau: 5 %
- Dessalement: 1 %

I.4. Orographie

La wilaya de Tizi-Ouzou présente trois types de relief, la Chaîne côtière elle, comprend en gros le territoire situé de la rive droite de Sebaou jusqu'à la mer, soit la totalité des communes relevant des dairates de Tigzirt, Makouda, Ouaguenoun, Azeffoun, et Azazga, ainsi que la commune de Sidi-Nâmane rattachée à la daïra de Drâa-Ben-Khedda (21 communes au total).

La grande Kabylie est constituée d'un certain massif (Massif Central) délimité à l'Ouest et situé entre l'Oued Sebaou et la dépression de Drâa-El-Mizan, Ouadhias. Il a des limites moins nettes à l'Est où il bute contre le Djurdjura.

Le massif central comprend presque la totalité des dairas de Drâa-Ben-Khedda, Larbaâ-Nath-Irathen, et une partie des dairas de Drâa-El-Mizan, Boghni et Aïn-El-Hammam. Le massif central est ancien (ère primaire) et se distingue par des formes tantôt larges et arrondies du fait de l'érosion et tantôt étroites et aiguës. Ces altitudes se situent en général entre 800 et 1000 mètres. De nombreux oueds provenant du Djurdjura (Oued-Aissi, Ksari, Rabta) ont entaillé le massif et les pentes sont presque toujours élevées (supérieures à 12%).

➤ Le Djurdjura

Souvent synonyme de Kabylie et n'occupant en fait qu'une partie restreinte de la wilaya, dans sa partie méridionale. Une quinzaine de communes se trouvent en partie ou en totalité sur les contreforts de la chaîne, toutes comprises dans les dairates d'Ain El Hammam, Béni-Yenni, Ouacifs, Boghni et Ouadhias.

La chaîne se déploie d'Ouest en Est dans la partie Sud de la wilaya en une véritable barrière d'altitude souvent supérieure à 2000 mètres.

Quelques cols (Tizi-N'Kouilal, Tirourda, Chelatta) à l'importance stratégique et historique connue permettent de rejoindre aisément les régions de Bouïra et de Bejaia. (Tableau 3)

➤ Zone de Touarès

Avec collines argileuses (piémonts).

➤ Zone de vallées, plaine et dépression

Vallée du Sébaou, la plaine côtière d'Azeffoun et la dépression de Drâa-El-Mizan qui s'arrête aux abords d'Ouadhias.

Ensembles physiques	Pente (en %)	Pourcentage par rapport à la superficie totale de la Wilaya
Plaines	0 à 3	6,24
Bas piémonts	3 à 12,5	10.50
Hauts piémonts	12,5 à 25	31,42
Très hautes montagnes	25	51.84
Total		100

Tableau 3: Calcul de pourcentage des ensembles physique par rapport à la superficie total de la wilaya (ANDI)

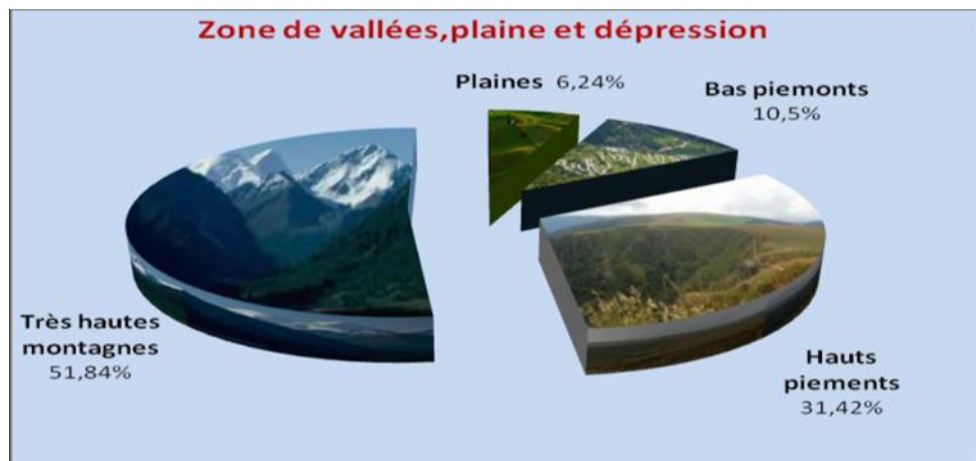
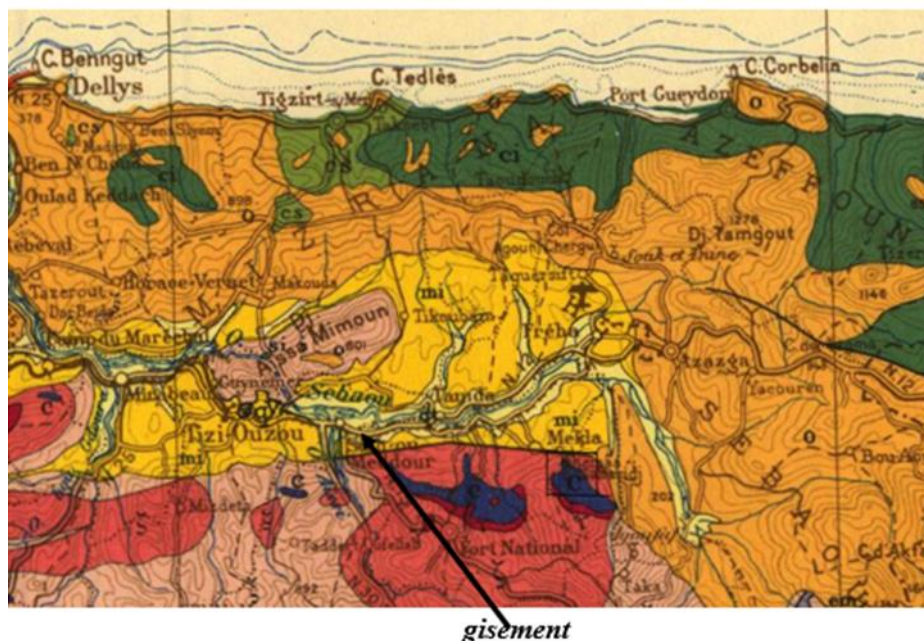


Figure 8: Diagramme de répartition des zone de vallées, plaine et d'épression (ANDI)

II. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES DU GISEMENT

II.1. Géologie locale

Le site est situé sur les versants de coteaux, faisant partie d'une vaste zone alluvionnaire s'étalant autour de la ville de la vallée d'Oued Aissi-Irdjen, faisant partie du bassin n'éogène de Tizi-Ouzou.



Légende:

- Miocène post-nappe argileux marneux.
- Micas schistes, schistes satinés.

-  Gneiss.
-  Calcaires métamorphiques cipolins
-  Pegmatite, granite, granodiorite

Figure 9: La carte géologique au 500.000 de l'Algérie par M.J.FLANDRIN

La géologie de cette région est caractérisée essentiellement par les formations marneuses et argileuses du Miocène post nappe. La coupe géologique s'établit comme suit:

- la croûte superficielle constituée d'alluvions fines à dominante de limons et limons argileux.
- la couche intermédiaire est une argile d'altération, plastique, de consistance assez molle.
- la formation supportant ces deux faciès, est une puissante assise de marne, datée du Cartenien. C'est une argile marneuse compacte, dont le cœur massif est dur.

La première couche exploitable est représentée par une argile d'altération, c'est une formation résiduelle résultant d'un processus de transformation chimique donnant un silicate hydroxylé d'alumine.

II.2. Hydrogéologie du gisement

Dans les limites du gisement étudié, et à travers les observations de surface on n'a pas de manifestation d'aquifère, qui traverse le site, mais néanmoins on signale la présence de l'oued Sebaou qui traverse la région du Sud vers le Nord, le tracé de l'oued est parallèle à la nationale 15 ou il rejoint le lit du Sibaou au Nord.

II.3. Géomorphologie du gisement

Le site est situé sur les versants de coteaux, faisant partie d'une vaste zone alluvionnaire s'étalant autour de la ville de la vallée d'Oued Aissi-Irdjen, faisant partie du bassin néogène de Tizi-Ouzou. Il se constitue d'un relief peu escarpé avec pente douce à moyenne et forte dénivelée jusqu'à soixante-dix mètres.

Les côtes dans les limites du gisement varient de 106 à 220m.

II.4. Les vents

Le vent exerce une influence importante sur le transport de la poussière qui sera dégagée pendant la réalisation et l'exploitation de la carrière. La connaissance de l'intensité et de la fréquence du vent permet de prévoir les zones d'impact de la poussière créée par cette carrière.

- au printemps et en hiver, les vents sont de direction Nord-Ouest.
- en été et en hiver les vents sont de direction Ouest.

Les vents dominants viennent de l'Ouest et du Nord-Ouest ; les vents du matin viennent surtout de l'Ouest ce qui explique l'alternance entre la brise de la montagne et la vallée. la région connaît également les vents de Sirocco de Juin à Août, alors que les vents les importants ont pour origine les orages de Mai et Septembre.

II.5. Topographie

Le gisement d'étude est situé sur une plaine, constitué d'un relief peu escarpé avec une pente douce à moyenne et forte dénivelée jusqu'à soixante-dix mètres.

Les cotes dans les limites du gisement varient de 106 à 220m.

CHAPITRE III
PLAN DE
DEVELOPPEMENT

I. INTRODUCTION

Ce chapitre est consacré au traitement du développement de la carrière d'argiles appartenant à **EURL BRIQUETERIE BERBERE** et également au traitement de l'aspect technico-géologique d'exploitation, soit moyens matériels, moyens humains, méthodes et technique d'exploitation. Les réserves exploitables restantes sont largement suffisantes, justifiant une durée de vie de l'exploitation de 54 années avec un rendement moyen de 80.000 m³.

➤ Localisation administrative de la carrière

Du point de vue administratif, le gisement BOUILEF est relié à la Wilaya de Tizi-Ouzou, Commune et Daïra de Fort national, Village d'Irdjen.

La superficie du périmètre est de 28 hectares.

Le gisement est compris à l'intérieur du périmètre défini par les lignes de coordonnées UTM, relevées sur la décision d'assimilation:

LES POINTS	X(m)	Y(m)
1	601200	4060100
2	601000	4060100
3	601000	4060200
4	600900	4060200
5	600500	4060300
6	600900	4060300
7	600500	4060600
8	600600	4060600
9	600600	4060700
10	600900	4060700
11	600900	4060600
12	601100	4060600
13	601100	4060500
14	600600	4060600

Tableau 4: Les coordonnées (Lambert) du site d'exploitation (en UTM Nord Sahara, fuseau 31)

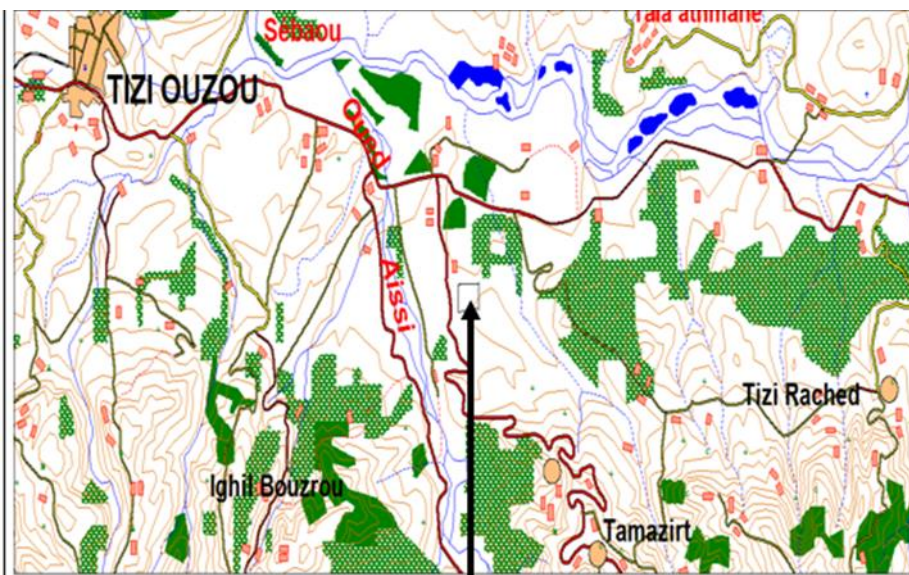


Figure 10: Situation géographique du site (Carte topographique Echelle : 1/25000
Tizi-Ouzou N -31- V- 32- Ouest)

➤ **Infrastructure routière**

L'accès à la carrière se fait par la route nationale N°15 reliant Tizi-Ouzou à Adeni.

➤ **Localisation du périmètre**

La carrière est reliée à la commune d'Irdjen au lieu-dit Bouilef, située sur une colline surplombant la plaine d'Oued Aissi, sur la périphérie Sud-est, à 15km au sud-ouest de la wilaya de Tizi-Ouzou

La carrière et la briqueterie sont Situées sur la route nationale N°15, dans la zone industrielle d'oued Aissi.

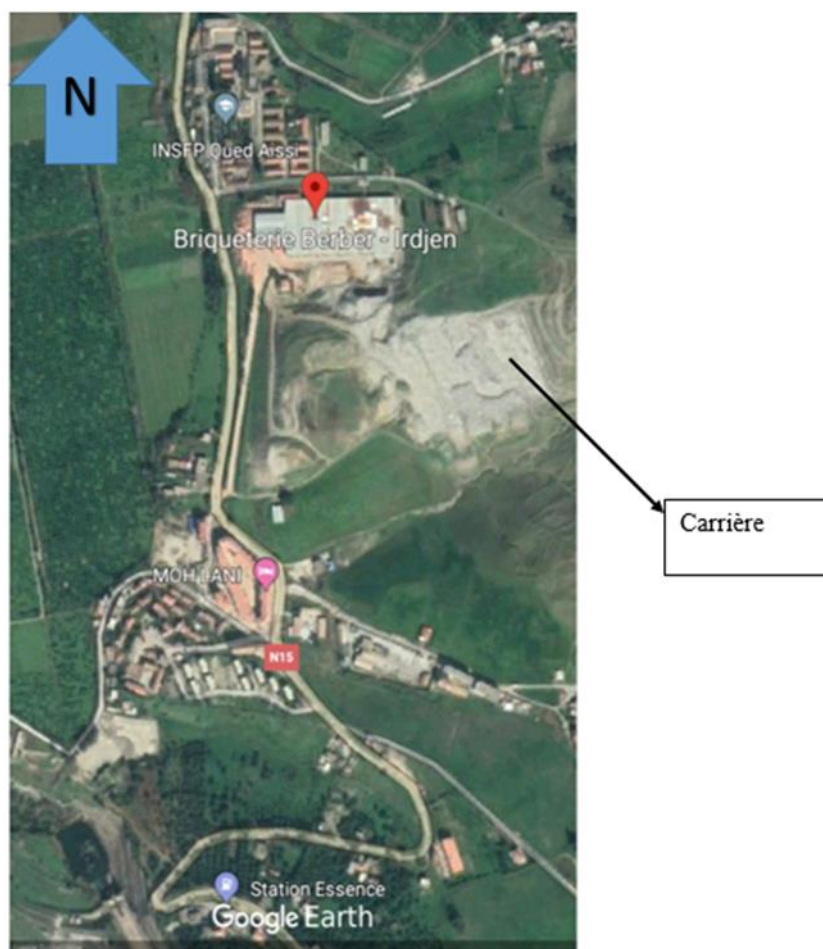


Figure 11: Plan de localisation de la briqueterie et de la carrière

➤ **Description du projet:**

Promoteur / Projet	EURL BRIQUETERIE BERBERE
Nature et cadre du projet	Petite et moyenne mine ; Exploitation minière à ciel ouvert « Carrière »
Référence du projet	Titre Minier N°401 PXC
Nature des matières premières	Substance utile ; ARGILE
Utilisation	Matériaux de construction Fabrication Briques.
Surface exploitable	28 hectares
Nature juridique du terrain	Domanial
Réserve Géologique	6 168 381m ³ - 11 103 086,808 Tonnes
Réserve exploitable	3 570 234m ³ - 6 426 422,685 Tonnes
Capacité de production prévisionnelle	100 000m ³
Durée de vie	54 ans

Tableau 5: Description du projet

➤ **Travaux effectués à l'échelle du gisement:**

Dans le cadre de la délimitation qualitative et quantitative des réserves des argiles du gisement de Bouilef, un certain nombre d'investigation a été effectués en l'occurrence.

- **Travaux topographiques:**

En matière de cartographie le gisement a fait l'objet d'un levé topographique à l'échelle 1:1000ème sur toute l'étendue du périmètre avec un levé.

Au total un levé a porté sur une superficie de 28.3812 Hectares, et un périmètre de 2612.72m.

II. ESTIMATION ET CALCUL DES RESERVES

II.1. Calcul des réserves:

Les réserves géologiques du gisement sont constituées par des calcaires argiles carbonatés « marnes », de structure monoclinale de couche à pendage de 10-30 ° à vergence Nord.

II.2. Estimations et calcul de réserves

Au vu de la structure du gisement et sur la base des ouvrages de recherches et d'études réalisées on peut classer ce gisement dans le groupe (gisement à structure sensiblement inclinée), de ce fait les réserves de matériau peuvent être estimées qu'en catégories C1 et B.

La méthode utilisée sera celle des coupes géologiques.

Les réserves sont calculées jusqu'au niveau 105 m qui correspond au niveau de la plate-forme d'exploitation.

Le gisement est composé de trois blocs de catégories C1.

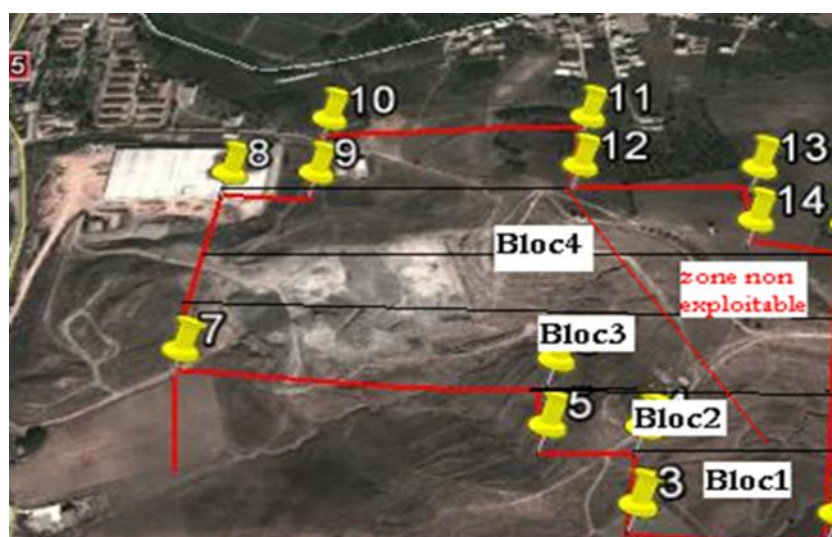


Figure 12: Photo satellite montrant la schématisation des blocs

La quantité des réserves est calculée d'après la formule:

$$Q = V \cdot f$$

Q : quantités des réserves en tonnes

V : volume du bloc en (m³)

f : Masse volumique (t/ m³)

La surface au niveau des coupes géologiques est calculée d'après la formule

$$S_m = \frac{S_1 + S_2}{2} \quad \text{si} \quad \frac{S_1 - S_2}{S_1} < 40\%$$

$$S_m = \frac{S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \times S_2}}{3} \quad \text{si} \quad \frac{S_1 - S_2}{S_1} > 40\%$$

Dans le cas où la différence entre les surfaces des coupes dépasse 40%, le calcul est évalué d'après la formule suivante :

$$Q = \frac{S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \times S_2}}{3} \times L \times f$$

Dans le cas où les surfaces de deux coupes sont à peu près les mêmes, ou la différence entre elles ne dépassent pas 40% nous employons la formule suivante :

$$Q = \frac{(S_1 + S_2)}{2} \times L \times f$$

Pour certains blocs où la matière première est sous forme de coin nous appliquerons la formule :

$$Q = S \times \frac{L \times f}{2}$$

S1 et S2: surface des sections en m²

L: distance moyenne entre les sections en m

Le calcul des réserves est présent dans le tableau 6.

Catégories des réserves	N° du bloc	N° des coupes	Surface des coupes		Surface moyenne (m²)	Distance entre coupes (m)	Volume (m³)	Masse volumique (T/ m³)	Réserves (T)
			S1 (m²)	S2 (m²)					
C1 argiles	B1	1-1'	6862,3929	9339,4248	8100,90885	100	81090,885	1.8	1458163,593
		2-2'							
		2-2'	9339,4248	20799,2686	10869,3467	100	1086934,67	1.8	1956482,406
		3-3'							
	B3	3-3'	20799,2686	17056,0555	18927,66205	100	1892766,205	1.8	3406979,169
4-4'									
	B4	4-4'	17056,0555	12161,8332	14608,94435	100	1460894,435	1.8	2629609,983
		5-5'							
	B5	5-5'	8909,2738	9444,6335	9176,95365	100	917695,365	1.8	1651851,657
		6-6'							
TOTAL							6168381,56 m³		11103086,808

Tableau 6: Estimation des réserves globales

II.3. Méthodes de calcul et délimitation des blocs:

La carrière a une forme de polygone formant globalement un losange d'une superficie de 283812.09m². Les réserves de la carrière sont calculées correspondent à la zone d'affleurements des argiles, sur une superficie de 227635.64m², la partie Nord est quand elle est composée de formations inaptées à l'exploitation du fait de l'existence de ligne de haute tension, de poteaux électriques, et récemment d'une ligne de passage de conduite de gaz, tous ces éléments doivent être pris en compte dans l'exploitation, même si on les intègre dans le calcul de réserves.

La limite inférieure de calcul est 105m, on utilise cinq coupes E-W parallèles espacées de 100 m et perpendiculaires à la structure du gisement, elles sont établies comme suit :

Coupe 1-1' longueur 198 m direction N90°
 Coupe 2-2' longueur 310 m direction N90°
 Coupe 3-3' longueur 700 m direction N 90°
 Coupe 4-4' longueur 700 m direction N 90°
 Coupe 5-5' longueur 700 m direction N 90°

Les quatre coupes définissent deux blocs

Le bloc 1 délimité par les lignes de coupes 1-1' et 2-2', distantes de 100 m

Le bloc 2 délimité par les lignes de coupes 2-2' et 3-3', distantes de 100 m

Le bloc 3 délimité par les lignes de coupes 3-3' et 4-4', distantes de 100 m

Le bloc 4 délimité par les lignes de coupes 4-4' et 5-5', distantes de 100 m

Le volume du bloc est calculé par la méthode suivante :

$$\frac{(S1 + S2)}{2} \times L \times f$$

Les réserves = volumes x densités

➤ **les réserves du gisement sont de 11 103 086,808 T**

Au vu des résultats obtenus de l'étude réalisée sur Bouilef et sur la base des caractéristiques structurales, on peut avancer et dire que les réserves délimitées en catégories C1 permettent de maintenir pleinement l'activité de la carrière, bien que l'exploitation ait débuté, mais les réserves restantes sont très importantes.

Néanmoins les remarques suivantes sont à signaler:

- Sur le site il y a le passage d'une conduite de gaz récente dans le cadre du raccordement en gaz des zones rurale, elle traverse le gisement du côté Nord-Est et Sud-Est, à prendre en considération dans le schéma d'exploitation;
- Nous avons la présence de ligne de haute tension, qui traverse le gisement du Nord au Sud;
- Des poteaux électriques sont positionnés sur les sites;

Vu ces contraintes et par mesures de sécurité que la loi exige, nous préconisons de laisser une marge de sécurité dans le plan d'exploitation (pour cela voir planche 2, photo satellite):

- Il faut donc impérativement éliminer le bloc1 et le Bloc 2 de l'exploitation;
- Pour le reste, il faudrait reculer la limite de la conduite de gaz d'au moins 90m, et par la même de la ligne de haute tension qui se trouvent incluses dans cette limite.

Dans ce cas de figure, les réserves exploitables changent, elles seront calculées comme suit:

- Le bloc1 et le bloc 2 seront éliminés de l'exploitation

- Les limites des blocs 3 et 4 qui seront décalés par rapport aux limites des coordonnées, ces points seront éloignés respectivement des distances suivantes :

La surface de la coupe 3-3' sera calculée de 212m par rapport à la limite du site;

La surface de la coupe 4-4' sera calculée de 160m par rapport à la limite du site;

La surface de la coupe 5-5' sera calculée de 190m par rapport à la limite du site;

La surface de la coupe 6-6' sera calculée par rapport à la limite du site;

Ce qui nous amène à faire un nouveau calcul de réserves réelles à exploiter, car les surfaces vont varier comme suit :

La surface de la coupe 3-3' sera de -----18737.4877m² au lieu de 20799,2686 m²

La surface de la coupe 4-4' sera de -----12702.010 m² au lieu de 17056,0555 m²

La surface de la coupe 5-5' sera de -----8909,2738m² au lieu de 12161,8332 m²

Catégories des réserves	N° du bloc	N° des coupes	Surface des coupes		Surface moyenne (m ²)	Distance entre coupes (m)	Volume (m ³)	Masse volumique (T/m ³)	Réserves (T)
			S1 (m ²)	S2 (m ²)					
C1 argiles	B3	3-3' 4-4'	18737.4877	12702.0107	15719,7492	100	1571974,92	1.8	2829554,856
	B4	4-4' 5-5'	12702.0107	8909,2738	10805,6454	100	1080564,54	1.8	1945016,172
	B5	5-5' 6-6'	8909,2738	9444.6335	9176,95365	100	917695,365	1.8	1651851,657
TOTAL							3570234,825 m³		6426422,685

Tableau 7: Estimation des réserves restantes

II.4. Conclusion

Les réserves = volumes x densités

Les Réserves géologiques exploitables du gisement de Bouilef ont été estimées en catégories C1 à B à

6 426 422,685 Tonnes

Les réserves exploitées sont de **1 000 000 T** jusqu'à 2014

Les réserves restantes jusqu'au niveau 105 sont de : **5 426 422,685 Tonnes**

Ces réserves sont partagées entre argiles et stérile **8-10%**

L'estimation des stériles est de **434113,8148 de Tonnes**

Les réserves restantes sont de 5426422,685 Tonnes

III. CARACTERISTIQUES CHIMIQUES ET MINERALOGIQUES DU GISEMENT

III.1. Résultats des essais sur argiles :

L'analyse chimique effectuée donne une argile assez homogène en profondeur et régulière. Les argiles ont une teneur moyenne acceptable en silice, mais par contre des teneurs assez élevées en magnésium et en alcalins.

Le gisement est composé en général d'argile de groupe illitique. La teneur des différents éléments:

- Teneur en CaO est conforme, c'est une marne (argile calcaire), en plus de la présence de carbonate de calcium dispersés au sein des marnes « calcite »
- Teneurs en Al_2O_3 et Fe_2O_3 sont acceptables
- Teneur en SiO_2 est en deçà des exigences.

Analyse chimique

Eléments	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	PF
Teneur moyenne %	52.6	10.10	4.7	12.5	2.4	2.2	0.58	2.8	15.2

Tableau 8: Tableau de la composition chimique des argiles de la carrière

- **Analyse minéralogique des variétés d'argiles :**

L'analyse minéralogique par diffraction RX montre des minéraux argileux tels, l'illite et la kaolinite; les minéraux non argileux sont: quartz, calcite, dolomie, feldspaths sodique et potassique, et le chlorite.

Minéraux en %	Formules	Codes Echantillons	
		AR-07-27	AR-07-28
QUARTZ	SiO ₂	2305	27
CHLORITE	Al ₄ Mg ₂ O ₇ Si ₃	10	09.0
CALCITE	CaCO ₃	22.0	20.0
FELDSPATHS.K	K (AlSi ₃ O ₈)	05.5	08.0
FELDSPATH.NA, CA	CaMgCo ₃ (AlSi ₃ O ₈)	02.5	02.5
DOLOMITE	Al ₂ (Si ₂ O ₅) (Oh) ₄	02.0	04.0
KAOLINITE	Kal ₂ (Si ₂ O ₅) (Oh) ₄	13.5	14.0
ILLITE	KaL ₅ Si ₃ Al) O ₁₀ (Oh) ₂	15.5	11.0
AUTRE MINÉRAUX FERRUGINEUX	Pyrite (FeS ₂)	05.5	04.5

Tableau 9: Tableau des minéraux argileux du site

- **Caractéristiques granulométriques de l'argile**

Les analyses montrent une limite de camps dans un intervalle 2-3, caractéristique granulométrique qui permettent l'utilisation de cette argile pour la production de brique et de tuiles.

Fractions ϕ (mm)	Sableuse	poussièreuse	Argileuse
Teneur (%)	De 2 à 0.05	0.05-0.005	0.005
Moyenne	11.4	48.9	39.6

Tableau 10: Tableau des analyses granulométriques

- **Aptitude céramique**

L'analyse montre des paramètres suivants:

- une résistance à la flexion et pression élevées;
- une limite normales pour la plasticité humidité de façonnage, retrait sur sec et cuit;
- une sensibilité modérée au séchage.

Désignation	Moyenne
Plasticité %	24.
Humidité de façonnage	26.
Retrait sur sec %	7.8
Retrait sur cuit %	0.6
Coefficient de sensibilité au séchage %	0.9
Perte au feu %	14.8
Absorption d'eau sous vide %	13.1
Poids volumique kg/Cm ³	1.9
Résistance à la flexion kg/Cm ²	145.
Résistance à la compression kg/Cm ²	296

Tableau 11: Tableau des aptitudes céramiques des argiles

IV. CONDITIONS TECHNO-MINIERES DE LA CARRIERE ET D'EXPLOITATION

IV.1. Conditions technico-mini ères de la carri ère

IV.1.1. Régime de fonctionnement et capacité de production de la carri ère

Les travaux d'exploitation de la carrière se font sur une moyenne de six mois, l'activité s'étale du mois de mars au mois d'octobre afin d'assurer les besoins de la carrière en matière première pour toute l'année. Le régime de fonctionnement de la carrière est donc comme suit:

- nombre de jour ouvrable par an: 250 jours
- nombre de jour ouvrable par mois: 21 jours
- nombre de jour ouvrable par semaine: 05 jours
- nombre de poste par jour: 01 poste
- durée effective d'un poste de travail: 07 heures

A. Capacité annuelle de production

La production annuelle (Pa) de l'entreprise est de 100 000 t/an.

B. Production mensuelle

La production mensuelle (Pm) est déterminée par la formule suivante:

$$Pm = \frac{Pa}{N\left(\frac{m}{n}\right)}$$

- $N\left(\frac{m}{n}\right)$: nombre de mois ouvrables par an (12)

Donc: $Pm = \frac{100000}{12} = 8333,33 \text{ t/mois}$

C. Production journalière

On tenant compte:

- NjC : nombre de jours du calendrier (365)
- Njf : nombre de jours fériés (20)
- Njr : nombre de jours repos (Week-end) (50)
- NjC : nombre de jours des congés (45)

Alors le nombre de jours ouvrables par an (Nj) sera calculé par: $Nj = NjC - (Njf + Njr + NjC)$

- $Nj = 365 - (20 + 50 + 45) = 250j$

La production journalière (Pj) est déterminée par la formule suivante:

$$Pj = \frac{Pa}{Nj}$$

Donc: $Pj = \frac{100000}{250} = 400 \text{ t/jour}$

- La société prévoit une production de 57,14 T/h

D. Production par poste de travail:

- $Rps = Rm \times Nmp \times Ku$

Rm : rendement par heure.

Nmp : nombre d'heures effectuées par poste de travail (07 heures).

Ku : coefficient d'utilisation de la machine (0.9).

Nps : nombre de poste / jour, 1 poste de 07 heures

Donc on aura : $Rps = 57,14 \times 7 \times 0.9$

$Rps = 359,982T$

❖ Le rendement du primaire:

Sachant la carrière produit un peu près 5% de stérile du tout-venant, le rendement annuel du primaire de la carrière est de:

$$Rac = \frac{Pa}{Ku}$$

Alors: $Rac = \frac{100000}{0,9} = 111\,111,111t/an$

IV.2. Conditions techno-mini ères d'exploitation

La puissance totale des marnes d'épasse les 70m ères avec une couche alt é ée sup érieure ayant une épaisseur de 3 à 8m.

Le gisement est sous forme de couches monoclinales à faible pendage de 10 à 30 ° avec un plongement vers le Nord, et intérieurement composé par des argiles de couleur jaune à jaune verdâtre en surface et grise à grise bleuâtre dans la partie inférieure de la série. Il s'agit d'argiles poly min érales compactes non lit ées homog ènes, à cassure terreuse ou terro-concho ïdale.

Les argiles sont compactes et plastiques. La morphologie et le caractère structural du gisement présentent des paramètres géotechniques de stabilité des sols fiables pour tous travaux d'exploitation, de même les argiles ont des caractéristiques physiques telles que la plasticité « indiquant une haute adhérence » et imperméabilité favorisant la fixation des sols.

IV.2.1. Couverture et st érie

La couverture (terre végétale) est inexistante sur tout le gisement, elle a été décapée par l'entreprise de réalisation du barrage de Taksep. Le niveau pédologique du site est seulement entre 20 et 30 cm.

IV.2.2. Syst ème d'exploitation

L'exploitation de la carrière se déroule à ciel ouvert et s'effectue par des gradins superposés du haut vers le bas, et par des tranches transversales.

En se basant sur des critères économiques, de réglementation et de sécurité nous recommandons les éléments suivants du système d'exploitation:

- le niveau le plus bas sera de +130m et la hauteur des gradins de 3m
- l'existence d'une ligne de haute tension, des poteaux électriques et récemment d'une ligne de passage de conduite de gaz, nous oblige impérativement à laisser une distance de sécurité égale à 90m afin d'éviter tout risque d'accidents, glissements de terrain ou autres dangers, ce qui a causé l'élimination des blocs B1 et B2 de l'exploitation

❖ Param ètres physiques de la carrière

- Surface total du site: 28 hectares
- Surface en exploitation: 4000 m²

❖ Param ètres des ouvrages miniers:

a) Plateforme d'exploitation ou plancher de la carrière:

- Surface: 7000 m² (niveau moyen avec penchement vers le sud-ouest).

b) Gradins:

- Gradin n°1, niveau 133 - 136 m (hauteur 3m) avec une longueur moyenne de 123 m
- Gradin n°2 (correction du gradin Gr2), niveau 136 - 139 m (hauteur 3m) avec une longueur moyenne de 90m.
- Gradins n°3 (correction du gradin Gr3), niveau 139-142 (hauteur 3.5m) avec une longueur moyenne de 85 m.
- Gradins n°4 (correction du gradin), niveau 142-145 (hauteur 3.5m) avec une longueur moyenne 70 m.
- Inclinaison du front de taille: 45° par rapport à l'horizontal.
- Largeur des banquettes: moyenne 3 m.

V. METHODE D'EXPLOITATION UTILISEE

L'exploitation va évoluer du Nord-ouest vers le Sud et principalement sur le Nord-ouest et cela pour des raisons d'accessibilité au site.

Le processus de l'exploitation de la carrière est réalisé suivant les opérations:

V.1. La découverte:

Cette phase est consacrée à la mise à nu du gisement. On procède donc à un déchiffrement boisé et à l'aménagement des pistes des chantiers.

Le processus de découverte est effectué successivement du Nord-ouest vers le Sud et surtout sur le Nord-ouest, tout en suivant l'évolution de l'exploitation.

Les produits décapés de la couche de couverture ainsi que les produits stériles extraits seront stockés dans une plateforme qui a été économe préalablement. Ces produits seront donc conservés et utilisés à la fin de la phase d'exploitation dans les travaux de restauration et remise en état de lieux.

V.1.1. L'extraction:

Le gisement est structuralement simple et représente des couches d'argiles monoclinales. La méthode d'exploitation retenue pour l'extraction des argiles est le ripage et décapage par tranches transversales de haut en bas. La méthode de ripage permet l'ouverture et l'affaiblissement des argiles compactes, ce qui va ainsi faciliter le décapage.

Le refoulement des produits décapés et du stérile est fait par bull. On aura donc la constitution des stocks en tas sur la plateforme principale en vue du pourrissement suivie de leur transport vers l'unité de fabrication.

Il faut donc savoir que l'exploitant est le responsable tenu de suivre les meilleures techniques d'exploitation reliant productivité et le respect de l'environnement.

V.1.2. Le traitement du matériau

Une fois le décapage est effectué, les argiles sont transportées par camion vers une plateforme implantée en contre bas de la carrière. Les argiles ne nécessitent aucun traitement en particulier.



Figure 13: Stock d'argiles décapées

V.1.2.1 La fermentation

L'argile ne subit aucun traitement (ni mécanique, ni chimique), elle est stockée à l'air libre et généralement mélangée avec des tufs ou autre types d'argiles tel que les jaunes, dans le but de pourrissage (par phénomène de gel et dégel) durant tout l'hiver, afin de permettre une perte maximale par les eaux des pluies de toutes les impuretés chimiques (lessivage des oxydes de fer et des sels) et la matière organique.

En raison des variations des conditions de son dépôt et l'âge du dépôt des argiles, les impuretés en cause, peuvent altérées la qualité de l'argile, ce qui peut influencer sur le processus de fabrication ainsi que la qualité du produit fini.

Pour une bonne qualité de pourrissement, il est donc conseillé de laisser les argiles passer tout l'hiver et ne les utiliser qu'après le printemps, cela garantit un bon lessivage de l'argile.

V.1.2.2. Le stockage de l'argile

Les argiles fermentées sont déplacées de la plate-forme, vers un endroit pour le stockage dans un hangar aménagé à cet effet, en attendant leur utilisation dans la briqueterie.

La superposition et le stockage de grandes réserves permet, d'éliminer les variations, existantes entre les différentes couches des argiles.

VI. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES OUVRAGES MINIERS

VI.1. Les gradins

Conformément au règlement en cours (qui permet une hauteur maximale de 5m), les gradins auront une hauteur maximale de 3m avec un angle de talus entre 45 ° à 50 ° légèrement incline.

Le choix de la hauteur maximale du gradin est prévue pour que l'exploitation soit économiquement rentable et pour éviter de laisser trop de matière sur place, tout en étant en concordance avec les normes de sécurité

Les niveaux d'exploitation sont projetés aux horizons suivants: 127, 130, 133, 136, 139, 142.

VI.2. Les berms de sécurité interne

Pour assurer la sécurité et la stabilité des talus, des berms doivent être aménagées entre les gradins successifs, la largeur de ces berms sera au minimum de 8m, durant l'exploitation afin de permettre une mobilité des engins et du personnel en toute sécurité en phase finale la largeur de la banquette sera de 3m.

VI.3. Les berms de sécurité externes

L'exploitation doit laisser une berm de sécurité externe qui permet de ne pas empiéter sur la limite des terrains limitrophes (voisins), afin d'éviter tout conflit quel qu'il soit humains ou administratif, la bande de sécurité doit être au minimum de 10m, sur l'ensemble du périmètre de l'exploitation.

VI.4. La piste d'accès

L'accès à la carrière est à partir de la route nationale N°15.

➤ Largeur de la piste

La largeur de la chaussée de la piste doit être de 12m minimum.

➤ Pente de la piste

Le profil des pistes doit permettre un bon écoulement des eaux météoriques, pour cela les pistes doivent être légèrement inclinées à moins de 14%. On aura donc:

- une pente de 8-10% en ligne droite.
- une pente de 6-8% dans les virages.

Afin d'éviter que les engins miniers et de transport ne se déportent de la piste, il faut prévoir dans les virages, un léger devers qui doit être inférieur à 3%.

VI.5. Rayon de virage

Les rayons de virage doivent être au minimum égaux au rayon de braquage des camions, ainsi un rayon de 8m est parfaitement adéquat.

VI.6. Décharges ou déblais

Les déblais ou produits de la découverture seront stockés en dehors du périmètre d'exploitation afin de ne produire aucun gêne.

VI.7. Stabilité des talus :

➤ Calcul de stabilité

Les paramètres géométriques sont:

❖ Paramètres géotechniques :

- Résistance à la compression $\sigma_c = 52-80 \text{ Pma}$
- Masse volumique = 1.8 g/cm^3
- Densité de l'argile = 1.5
- Humidité Naturelle varie entre = 11,5 % et 20%
- Coefficient de foisonnement est de = 0,765 %
- Angle de frottement = $30-32^\circ$:
- Cohésion = 5-17 Mpa

❖ paramètres géométriques :

La hauteur d'exploitation des gradins est de 3m

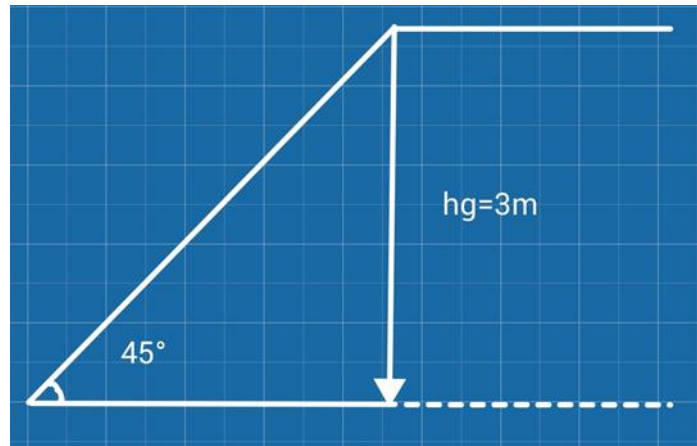


Figure 14: Paramètres géométriques d'un gradin

❖ la pente générale du talus en fin d'exploitation sera :

$$\text{Tg}(\alpha_t) = \text{ht}/D, \text{ht} = 18$$

Ng : nombre de gradins,

b: largeur de la banquette

$$D = (Ng-1) b + Ng \text{ hg}/\text{tg}(\alpha_g)$$

$$Ng=6, b=3, \text{hg}=4, \text{ht}=18$$

$$\alpha_t = \text{arc tg}(\text{ht}/D)$$

La pente générale du talus en fin d'exploitation aura une valeur de:

$$\alpha_t = 28^\circ$$

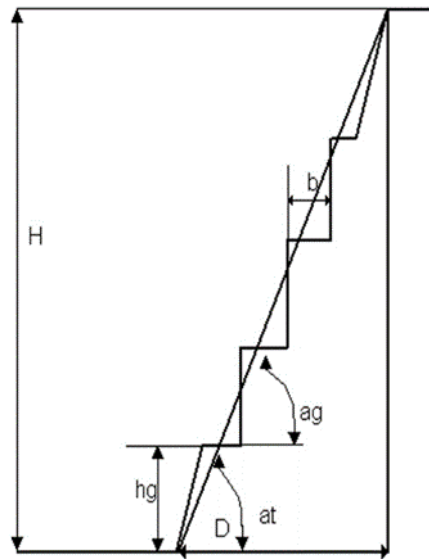


Figure 15: Paramètres géométriques du talus

H: profondeur de la fosse

at.: angle général du talus

ag: angle du gradin

b: largeur de la banquette

hg: hauteur du gradin

H= 18m

hg= 3m

b= 3m

ag= 45 °

at= 28 °

V.1.8. Drainage des eaux

Il a été possible de prendre les mesures de drainage des eaux de pluie de la carrière grâce aux données de la topographie, les données hydrographiques et les données climatiques.

La maîtrise de la circulation des eaux consiste à dresser de petites digues (endiguements), orientées afin d'acheminer l'eau vers le milieu naturel et éviter le ravinement sur le talus.

Le plancher d'exploitation doit avoir une pente de 3%-4% au contre pente du gradin.

Il est conseillé de faire des rigoles le long des pistes et au niveau des talwegs recoupant celle-ci en vue d'optimiser la durée de vie des voies d'accès de la carrière.

V.1.9. Programme de control et suivie des travaux d'exploitation

Cette opération sera conduite par le chef d'exploitation et implantation des travaux d'exploitation, il doit surveiller systématiquement les paramètres et les variations géométriques des champs de la carrière.

- Contrôle des paramètres des gradins en exploitation.
- Contrôle de stabilité des talus des pistes et plateforme.
- Drainage des eaux de surface.
- Assurer la sécurité des biens et du personnel.

➤ Programme de control du front

L'état du front de taille est placé sous la responsabilité du chef de carrière, et sous la surveillance directe du chef de chantier, nominativement désigné

La visite des fronts aura lieu systématiquement :

- Au début de chaque poste qui suivra une journée de repos,
- Avant toute reprise de travail en période, de grand vent et de grandes pluies.
- Toutes les fois que le directeur technique ou le chef de chantier le jugera utile.

VII. INSTALLATIONS D'ELECTRICITE ET D'EAU

➤ Installation électrique :

La principale installation électrique sera le poste de transformateur, installée pour les besoins de la carrière en cas de panne.

➤ Installation d'eau :

La production de la carrière ne nécessite pas l'utilisation de l'eau, donc n'a pas besoin d'installation d'eau.

➤ Installation d'air comprimé :

Le fonctionnement des engins et de la carrière ne nécessite pas l'utilisation d'air comprimé, vu que l'exploitation se fait en « open space ».

VIII. ORGANISATION DES OPERATIONS D'EXTRACTION

VIII.1. Le ripage et le décapage

Les processus de ripage et de décapage sont facilités par la caractéristique friable (par dessiccation et évaporation) de ces argiles, due à leur origine résiduelle. Le ripage et le décapage

est effectué par des pelles retochargeuses, suivie d'un déplacement par bull pour l'entreposage dans la plate-forme en vue de leur pourrissement.

VIII.2. Le stockage

Une fois terminé le processus de pourrissement, les argiles sont stockées dans un hangar pour permettre la libération d'espace dans la plate-forme.

VIII.3. Le chargement

Le chargement des argiles est effectué par un chargeur:

➤ **détermination du temps de cycle de la chargeuse:**

La durée du travail d'un cycle de la chargeuse lors de la réalisation des travaux de chargement et de transport est calculée par l'expression suivante:

$$T_c = T_R + T_{CH} + T_D + T_v$$

Où T_R : durée de remplissage du godet, $t_r=20$ sec ;

T_D : durée de déchargement du godet, $t_d=15$ sec ;

T_{CH} : durée de parcours de la chargeuse chargée vers le lien du déchargement, il est déterminé par la formule suivante :

$$T_{ch} = \frac{3.6 \times L_{ch}}{V_{ch}}$$

Où L_{ch} : longueur de parcours   vide vers le lien du chargement, $L_{ch}=15$ m

V_{ch} : vitesse de parcours de charge, $V_{ch}=2$ km/h.

$$T_{ch}=27 \text{ sec}$$

T_v : durée de parcours   vide vers le lieu du chargement, elle est donnée par l'expression suivante :

$$T_v = \frac{3.6 \times L_v}{V_v}$$

L_v : longueur de parcours   vide, $L_v=15$ m.

V_v : vitesse de la chargeuse   vide, $V_v=6$ km/h.

$$T_v=9 \text{ sec}$$

$$\text{Donc } T_c = 20 + 27 + 15 + 9 = 71 \text{ sec}$$

$T_c = 71 \text{ sec}$

➤ **détermination du volume du godet de la chargeuse :**

Le nombre de cycle par poste «Ncy»

$$N_{cy} = \frac{3600 \times T_p \times K_u}{T_c}$$

Où:

T_p : durée de poste de travail, **T_p**=7h

K_u : coefficient d'utilisation pratique par poste; **K_u**=0.8

T_c : durée de cycle de la chargeuse, **T_c**=71 sec

$$N_{cy} = 283,94 \text{ cycles}$$

❖ le volume déplacé par cycle:

$$V_c = \frac{A_p \times K_f}{N_{cy}}$$

Où: **A_p**: charge à déplacer par poste équivalente à la production par poste, **A_p**= 359,982T/poste

K_f: coefficient de foisonnement, **K_f**=0.765

Y: masse volumique du matériau, **Y**=2.54t/m³

N_c: nombre de cycles de travail de la chargeuse par poste, **N_c**= 283,94 cycles

Le calcul donne :

$$V_c = 2,46 \text{ m}^3/\text{cycle}$$

Volume théorique de la chargeuse qu'il faut utiliser :

$$V_g = \frac{V_c}{R_y}$$

R_y : rendement volumique de la chargeuse **R_y**=0.9

$$V_g = 2,73 \text{ m}^3$$

➤ le choix du type de la chargeuse :

A partir du volume théorique du godet qui est égale à 2,73 m³, on va opter pour une chargeuse sur pneus intermédiaire de type « Caterpillar 927H ».

➤ rendement de la chargeuse :

Le rendement par poste de la chargeuse est déterminé par la formule suivante:

$$R_{ch} = \frac{(3600 \times E \times K_r \times Y \times T_p \times K_u)}{T_c \times K_f} \left(\frac{t}{P} \right)$$

E : capacité du godet de la chargeuse=3.8m³

Kr : coefficient du godet de la chargeuse : 0.9

Y : poids volumique du tout-venant (1.8 t/m³)

tp : durée de travail, 7 heures par jour

Ku : coefficient d'utilisation de la chargeuse durant un poste Ku=0.7

Tc : temps de cycle de chargement 71s

Kf : coefficient de foisonnement K_f=0.765

Pour **E**=2,7m³

Rch= 1 443,3

Le nombre de chargeuses nécessaires :

Ap /Rch= Une chargeuse de godet à 2,7m³ est largement suffisante.

➤ Le transport :

L'argile ne subit pas un déplacement important car l'unité de production est sur place, à proximité du hangar de stockage (20m).

La matière première sera transportée du point de chargement (front de taille) à la plateforme d'entreposage.

❖ Rendement d'un camion par poste :

$$\mathbf{Rc = G * Tp * Ku / Tcc(t/poste)}$$

G : capacité de la benne du camion 35t

Tp : durée d'un poste de travail, 7 heures ; 420 minutes.

Ku : coefficient d'utilisation du camion Ku=0.85

Tcc : durée d'un cycle du camion, minutes.

Tcc=Tch+Tm+ (60*L/V1) + (60*L/V2) +Td.....min

Tch : temps de chargement du camion, Tch=14min.

Tm : temps nécessaire aux manœuvres ; Tm=2min.

L : distance de transport L=0.53Km.

V1 : vitesse à charge, V1=23Km/h.

V2 : vitesse à vide, V2=35Km/h

Td : temps de déchargement, Td=0.7min

$$\mathbf{Tcc = 19min}$$

Rcc= 657,63 tonnes/poste

Nombre de camion nécessaire = **Ap/Rcc**

Ap : quantité de matière à déplacer par poste 400t.

Le nombre de camion nécessaire est de 1.

IX. LES DIFFERENTES PHASES D'EXPLOITATION

Les phases présentées, résument les phases d'exploitation de la carrière sur une période de 10 ans.

➤ **La production annuelle est de 100 000 tonnes/an.**

Volume foisonné = 100 000 / densité

Volume foisonné = 66 666,66 m³.

Volume massif = volume foisonné / coefficient de foisonnement.

Volume massif = 66 666,66 / 0.765 = 87 145,96 m³.

➤ **Volume massif = 87 145,69 m³**

IX.1 Les phases d'exploitation

Les travaux de développement de la carrière sont effectués de telle manière à ce que les réserves exploitables soient suffisantes pour produire les 3 570 234,825 m³, soit 6 426 422,685 tonnes prévus pour une période de près de 54 ans.

➤ **Première phase d'exploitation**

Cette phase a comme but principal la réalisation des travaux de préparation, qui sont essentielles pour l'exploitation du site, on peut la décrire comme suit:

- acquisition des équipements nécessaires à la carrière.
- réalisation des travaux de découverture et la mise à nu de la roche.
- aménagement des pistes d'accès.
- ouverture des premiers fronts de taille.

❖ Réalisation des travaux de découverture

Cette étape consiste à faire l'enlèvement du stérile et couverture végétale, pour permettre la mise à nu de la matière principale. Le site présente un gisement entièrement composé d'argiles, il n'est pas boisé et son niveau pédologique est réduite, de 20 à 30 cm.

❖ L'aménagement des pistes d'accès

Les travaux de développement et aménagement de la carrière consistent en:

- découverte des surfaces situées sur les hauteurs du niveau N°6 soit, une surface de 3000 m² incluse entre le niveau 127 et 133m.
- le déplacement des stocks d'argiles, car ils sont trop proches du gradin N°5 (voir plan topo actualisé) ils présentent une gêne considérable
- aménagement de dépôts de stériles
- mise en terril des stériles
- viabilisation des pistes d'exploitations

Pour l'ouverture du sixième gradin, les distances de déplacement sont comme suit :

- déplacement stock 1 de-----91m
- déplacement stock 2 de-----106m
- déplacement stock 3 de-----125m

❖ La piste d'accès

La piste d'accès est le prolongement d'une piste préexistante, elle permet de servir tous les niveaux d'exploitation et elle sera maintenue durant toute la période d'activité de la carrière.

La piste principale d'accès dans la carrière sera aménagée entre la plate-forme (au nord-ouest) d'exploitation de la carrière et le premier gradin d'exploitation.

Les caractéristiques de cette piste:

- longueur totale: 450m
- largeur totale: 12m
- pente moyenne: 10%

❖ Ouverture des fronts de taille

Cette étape concerne aux travaux de terrassement et d'installation de la carrière (qu'on était déjà effectués).

Les travaux sont divisés en quatre phases, à savoir:

➤ Phase 1

- **première niveau:** ouverture et exploitation du niveau 170-165, à savoir un volume de 90 001,8 m³ de roche à ripper
- **deuxième niveau:** ouverture et exploitation du niveau 165-155, à savoir un volume de 137 558,345 m³ de roche à ripper

➤ Phase 2

- **premier niveau:** ouverture et exploitation du niveau 150-140, à savoir un volume de 286 088,275 m³ de roche à ripper
- **deuxième niveau:** ouverture et exploitation du niveau 130-125, à savoir un volume de 1 021 974,345 m³ de roche à ripper

➤ **Phase 3**

- **premier niveau:** ouverture et exploitation du niveau 120-115, à savoir un volume de 1 138 289,815 m³ de roche à ripper
- **deuxième niveau:** ouverture et exploitation du niveau 110-105, à savoir un volume de 275 979,83 m³ de roche à ripper

➤ **Phase 4**

- **Phase de remise en état:** cette phase vise à faire la plantation des arbres du côté Nord-ouest vers le Sud de la carrière, en bordant toutes les limites de la concession. Pour aboutir il faut donc, rectifier les fronts de taille, corriger les pentes des plates-formes et faire un nettoyage du site (matériel de chantier, dépôts de pièces métalliques,...), sans oublier la mise en stock du matériel végétal pour une réutilisation dans la phase final.

Assignation	Volume de roche à ripper (m ³)	Quantité en Tonnes	Durée
1- Ouverture de la piste d'accès			3 mois
2- Travaux de terrassement et d'installation de la carrière			6 mois
Phase 1			
*premier niveau: ouverture et exploitation du niveau 170-165	90 001,8	162 003,24	2 ans
*deuxième niveau: ouverture et exploitation du niveau 165-155	137 558,345	247 605,021	3 ans et 22 jours
Phase 2			
*premier niveau: ouverture et exploitation du niveau 150-140	286 088,275	514 958,895	5 ans et 24 jours

*deuxième niveau: ouverture et exploitation du niveau 130-125	1 021 974,465	1 839 554,037	17 ans et 23 jours
Phase 3 *premier niveau: ouverture et exploitation du niveau 120-115	1 138 289,815	2 048 921,667	20 ans et 27 jours
*deuxième niveau: ouverture et exploitation du niveau 110-105	275 979,83	496 763,694	5 ans et 19 jours
Phase 4 : phase de remise en état			10 mois
TOTAL	2 949 892,53	5 309 806,554	53 ans et 10 mois

Tableau 12: Phases d'ouverture des fronts de taille

Annuellement, le volume massif extrait de la carrière est de 87 145,69m³ ; soit une quantité de 100 000 tonnes.

Le régime de fonctionnement ordinaire de la carrière est de:

- 07 heures par jour
- 05 jours par semaine
- 20 jours par mois
- 250 jours par an

➤ La production et la durée de vie de la carrière

Les calculs à base des rapports annuels de la carrière donnent un rendement de près de 100 000 tonnes comme résultat des productions.

N°	Matériau	Annuelle		Mensuelle		Journalière		Horaire	
		m ³	T	m ³	T	m ³	T	m ³	T
1	Argile	65 000 M³	100000T	4629.63	8333.33	220.45	400	31.49	57,14
2	Stérile	2777,77 M³	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 13: Production de la carrière

Les réserves exploitables prévisionnelles de la carrière sont de **5 426 422,68 tonnes**

La durée de vie de la carrière est composée par:

- une durée de construction
- une durée d'exploitation que l'on va calculer
- une durée de fermeture

La durée d'exploitation est calculée par l'expression suivante:

$$T = \frac{Q}{A}$$

Q: réserves exploitables du gisement, m³.

A: production annuelle de la carrière, m³/an.

➤ **Durée de vie de la carrière:**

Durée de vie de la production		
Productions annuelles M ³	Réserves exploitables M ³	Temps (ans)
65 000 m ³ /an.	3 570 234,825 m ³	54 ans

La durée de vie prévue pour la carrière est de 54 ans.

X. EFFECTIF ET QUALIFICATION DU PERSONNEL

X.1. Cadre techniques:

- Chef carrière responsable, tâche principale orientation et suivi de l'exploitation.
- Chef service comptabilité et administration.
- Un géologue

X.2. Agents de maîtrise:

- Deux (02) adjoints administratifs.
- Un chauffeur P.L, voiture de liaison et assistance.
- Quatre (04) chauffeurs engins.

- Quatre (04) gardiens.

XI. NATURE ET CARACTERISTIQUES DES EQUIPEMENTS

Le matériel à acquérir pour la carrière:

matériel	Nombre	prix Da
Bulldozer	01	12 000 000.00
Pelle chargeuse	01	20 000 000.00
Pelle excavatrice	01	20 000 000.00
Camions	02	12 000 000.00
TOTAL		64000 000.00

Tableau 14: Matériel à acquérir pour la carrière

XI.1. Capacité de production des équipements:

- **Bulldozer Komatsu D 155** : Lame 2.10x1.30m Angle Dozer capacité moyenne de décapage sur les fronts de taille dans les conditions normale production 192m³.
- **Bulldozer Komatsu D 85** : Lame 2.0 x1.60m, pousseur, capacité de production dans les conditions normales : travaux de découverture et stockages des stériles, assemblage des argiles dans la plateforme de chargement ; volume évalué à 200 m³/jour.
- **Pelle excavatrice ENMTP 9311** : godet 1.20 m³. Ouverture des gradins, travaux de décapage des argiles ; dans les conditions normales 70 m³/jour.
- **Pelle chargeuse ENMTP 2320** : godet 2.50 m³. Dans les conditions normales à chargement de 10 minute par camion de 12 m³, soit 576 m³/jour.

➤ **Récapitulatif des capacités et moyens de production:**

Désignation	Types de travaux	Capacité de production en m ³		
		Jour	Mois	An
Bulldozer D 155	Décapage des argiles sur les fronts de taille.	192	4224	49920
Bulldozer D 85	Assemblage des argiles excavées dans la plateforme de chargement et stockage. Découverture et assemblage des stériles.	200	4400	52000
Pelle excavatrice 3911	Ouverture des fronts de taille.	70	1540	18200
Pelle chargeuse 2320	Chargement des camions	576	12672	149760

Tableau 15: Capacités moyennes de production

XII. MESURES DE SECURITE ET D'HYGIENE ENVISAGEES

➤ **Les premiers soins et secours**

Pour assurer une intervention rapide et efficace lors d'un cas d'accident sur le site, la carrière doit avoir des moyens de secours disponibles pour assurer les premiers soins avant une évacuation vers l'hôpital.

Il est donc très important de disposer:

- une trousse de premiers soins adéquate, constamment réassortie et en bon état, devrait toujours être accessible dans la carrière, et un secouriste dûment formé devrait être disponible en tout temps lorsque les travaux d'exploitation sont en cours;
- des pansements et des produits antiseptiques devraient être disponibles en tout lieu où des opérations minières se déroulent;
- une salle ou infirmerie située dans un emplacement approprié et d'accès facile permettant le transport des blessés par brancard ou en ambulance devrait être réservée aux premiers soins, aux examens médicaux et aux soins infirmiers; l'hygiène devrait y être maintenue à un niveau convenable et la salle devrait satisfaire aux conditions spécifiées par l'autorité compétente.

➤ **Prévention des incendies et lutte contre le feu**

Il est indispensable de veiller à ce que des moyens efficaces de protection soient disponibles en tout temps, dans tous les bâtiments et dans tous les lieux, à l'intérieur ou au voisinage de la carrière, où existe un risque d'incendie ou accidents imprévus.

Il faut donc désigner une équipe compétente et expérimentée chargée de la sécurité préventive que doit:

- être doté de moyens de lutte contre les incendies accidentels, qui peuvent constituer un palliatif dans l'attente de l'arrivée des équipes de secours.
- établir un plan de prévention des incendies indiquant tous les lieux de la mine où existe un risque d'incendie, la nature du risque ainsi que l'emplacement et le type d'équipement prévu pour la lutte contre le feu;
- inspecter régulièrement tous les points stratégiques à l'intérieur et au voisinage de la mine ainsi que l'équipement de lutte contre le feu;

La carrière doit être dotée d'une réglementation stricte et des consignes d'urgence concernant la lutte contre le feu, l'évacuation et le sauvetage ainsi qu'un système d'alerte pour avertir rapidement les personnes qui peuvent être mises en danger par un incendie (sans oublier aussi la préservation des biens matériels de la carrière).

➤ **Bornage du périmètre et entrée de la carrière**

- le périmètre de la carrière doit être borné. Les bornes doivent être visibles l'une de l'autre, de manière que la surface à exploiter serait clairement marquée. La piste reliant chemin de la route N°15 à la carrière doit être marquée par un panneau de signalisation de la carrière.
- l'entrée de la carrière doit être clôturée et dotée d'une barrière, un poste de gardiennage et une plaque d'identification de la carrière avec les mentions suivantes EURL CARRIÈRE D'ARGILE ET BRIQUETERIE IRDJEN et l'adresse sociale, Téléphone et fax.

a) Mesures de sécurité et consignes pour l'exploitation

Les travaux miniers doivent se dérouler conformément aux consignes de sécurité de travail, appliqués dans les exploitations minières à ciel ouvert et en tenant compte des particularités de l'exploitation.

- l'exploitation doit être conduite de manière que la carrière ne présente pas systématiquement de dangers pour le personnel; en particulier les gradins ainsi que les parois dominant les chantiers doivent pouvoir être efficacement surveillés et purgés; ils ne doivent pas comporter de blocs surplombs.
- la hauteur des gradins ne doit pas dépasser 05 mètres, sauf avec une autorisation du service des mines.

- au pied de chaque gradin doit être aménagée une banquette horizontale d'une largeur suffisante pour permettre sans danger le travail et la circulation du personnel, cette largeur ne peut en aucun cas être inférieure à 3 mètres.
- l'évacuation des produits abattus doit être organisée de manière que les ouvriers ne risquent pas d'être serrés contre les engins servant à cette évacuation ou gênés par eux, en cas d'éboulement ou de remise en mouvement accidentelle d'un bloc abattu.

➤ **Pour la sécurité individuelle:**

- dans tout travail comportant un danger de chute grave, les ouvriers doivent porter des ceintures de sûreté fournies par l'exploitant, à moins d'être protégés contre ce danger par quelque autre moyen approprié
- la ceinture de sûreté doit être attachée à un ancrage solide au-dessus de l'endroit de travail. Sont notamment assujettis à cette règle les ouvriers se tenant, pour le travail, à plus de quatre mètres au-dessus d'une banquette horizontale.
- l'exploitant doit équiper le personnel travaillant dans les endroits à forte concentration de poussière (forage, chargement, concassage....) par des masques anti-poussière.

L'exploitant doit désigner un agent qualifié, préalablement informé, pour la conduite des travaux et pour l'application des règlements et porter à la connaissance du service des mines le nom et la qualité de ce responsable. A défaut, l'exploitant est réputé être en charge de la conduite des travaux et responsable de l'application des règlements.

b) Réglementation générale d'hygiène et de sécurité

➤ **Consignes et règles générales**

Tout travailleur, conformément aux instructions de l'exploitant lorsqu'il est au travail, devrait être tenu:

- de prendre raisonnablement soin de sa sécurité et de sa santé et de celles des autres personnes à qui ses actes ou ses négligences pourraient porter préjudice;
- de respecter les consignes qui lui sont données pour sa propre sécurité et sa propre santé ainsi que pour celles des autres;
- d'utiliser correctement les machines, les substances dangereuses, équipements de transport, les dispositifs de sécurité et les équipements de protection individuelle, conformément aux instructions qui lui ont été données, et les ranger à sa place après chaque utilisation
- de signaler immédiatement à son supérieur hiérarchique toute situation dont il a des raisons de penser qu'elle peut présenter un risque et qu'il ne peut redresser lui-même;
- de signaler tout accident ou atteinte à sa santé survenant au cours du travail ou ayant un rapport avec celui-ci;

➤ Examens médicaux

Le personnel est tenu à se soumettre aux examens médicaux, prévus en matière de médecine du travail:

- avant leur affectation dans la carrière
- après avoir été exposés à des conditions potentiellement dangereuses, les travailleurs qui le désirent devraient pouvoir se soumettre à un examen de santé par un médecin de leur choix ayant les qualifications appropriées
- périodiquement une fois par an
- après une absence pour cause d'accident du travail
- après une absence de plus de 3 semaines pour cause de maladie
- dans tous les cas où le poste exige un examen particulier.

➤ Vêtements de travail

Les vêtements, chaussures de rechange, sacs à mains et autres objets personnels sont interdits sur le site de travail, ils doivent être entreposés dans un vestiaire.

Le port de vêtement de protection est obligatoire, il faut donc avoir:

- des gants de protection pour manipuler des matières ou exécuter des travaux comportant des risques de lésions aux mains; toutefois, il ne faut pas porter de gants s'ils risquent de se coincer dans les parties mobiles des engins, exposant ainsi les travailleurs à des dangers plus graves;
- un casque de sécurité en cas de risque de chute d'objets;
- des chaussures de sécurité appropriées;
- des ceintures et cordes d'assurance en cas de risque de chute;
- des vêtements ajustés pour travailler à proximité de machines ou d'engins en mouvement;
- chaque fois que cela est nécessaire, des bandes fluorescentes pour les casques de sécurité et des vêtements bien visibles.

➤ Propreté des locaux et des machines

Le personnel est tenu de veiller à la propreté des locaux qui lui sont affectés. Les machines et postes de travail doivent être entretenus à la fin de chaque poste, toutes pannes ou déféctuosité ou danger doivent être signalés.

Les véhicules du personnel doivent être fermés et stationnés au parking réservé à cet effet par la direction.

➤ **Règles concernant la formation de sécurité**

L'exploitant devrait veiller à ce que nul ne soit employé à une tâche quelconque dans une mine à ciel ouvert s'il n'a pas reçu l'instruction et la formation nécessaires pour pouvoir s'acquitter de sa tâche avec compétence et en sécurité. Cette obligation s'applique aux travailleurs de tout grade et de toute catégorie.

Une formation de sécurité de base est dispensée au personnel par le responsable de sécurité. Cette formation est basée sur le règlement général d'hygiène et de sécurité ainsi que sur les consignes générales et particulières.

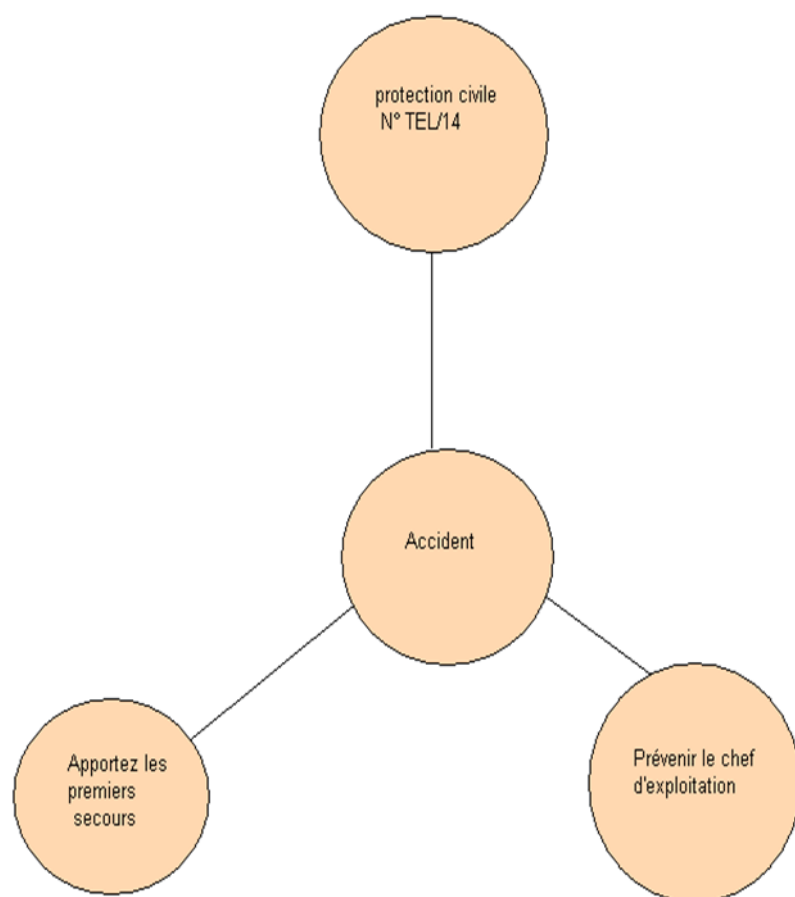
Par ailleurs, une formation de sécurité doit être donnée :

- au personnel changeant de poste.
- au personnel reprenant le travail après un arrêt prolongé
- en cas de modification de poste de travail.

Une formation générale dispensée par le responsable de la sécurité ou un organisme extérieur basé sur :

- les règles générales de sécurité
- l'incendie
- les points particuliers.

c) Consignes d'alertes en cas d'urgence:



CHAPITRE IV
PROCESSUS DE
FABRICATION DE LA
BRIQUE

I. INTRODUCTION

L'argile désigne un matériau naturel composé principalement de minéraux à cristallites très fines. Sa composition chimique est très semblable à la composition moyenne de la surface de la terre, dans son ensemble, qui est composée au moins de 50% de silicate d'alumine plus ou moins hydratés. Elle est caractérisée soit par une structure feuilletée (phyllosilicates) qui explique leur plasticité ou bien une structure fibreuse (sépiolite et palygorskite) qui lui confère des qualités d'adsorption. Les autres éléments sont en général des oxydes, en plus de l'eau. Il n'existe pas de définition unique du terme « argile ». Le mot « argile » englobe deux connotations, l'une liée à la taille des grains et l'autre à la minéralogie. Le géologue ou le pédologue considère comme « argile » tout minérale de faible granulométrie, la limite étant fixée à 2µm. Les ingénieurs s'attachent plutôt aux propriétés de plasticité des matériaux argileux quel que soit leur taille. Les céramistes caractérisent les argiles par leur comportement au feu.

Dans la construction, les argiles sont un constituant essentiel pour la production de briques et tuiles. Les argiles et sédiments argileux utilisables pour les manufactures de briques sont dispersés dans le monde entier. Ils contiennent des argiles comme constituants essentiels et des fragments de roche.

II. HISTORIQUE DE LA BRIQUE

II.1. La terre crue

La terre crue est le matériau de construction traditionnel par excellence. On en retrouve la trace à l'âge de Bronze et la muraille de Chine présente des tronçons. De nombreux monuments inscrits au patrimoine mondial de l'humanité sont en terre crue: forteresses marocaines, pyramides d'Egypte,...etc. Aujourd'hui encore, environ 40% de l'humanité habite des constructions en terre crue. Facilement mobilisable dans les régions où pierre et bois manquent, sans transport, sans cuisson, sans processus de transformation industriel lui confère une empreinte écologique et bilan CO2 exceptionnel.

La terre nécessaire à la fabrication des adobes est de préférence composée d'argile et de sable. Elle était extraite sur place à la pioche, puis pétrie et mûlée avec de l'eau et parfois avec de fines fibres végétales (foin, lin, balle d'avoine ou de blé). L'ajout de fibres permettait de limiter le retrait au séchage et assurait une meilleure cohésion de la brique.

Elle était ensuite moulée manuellement dans un cadre en bois sans fond. Pour faciliter le démoulage, le moule était humidifié et saupoudré de sable, on le remplissait alors avec une masse de terre suffisante en tassant les angles et en raclant l'excédent.

Une fois démoulées on faisait sécher les briques à l'air en les laissant toutefois à l'ombre les deux premiers jours afin d'éviter les fissures, puis on les retournait sur chant pour accélérer le séchage. En période froide la production devait cesser.

L'appareillage se fait brique par brique, jointes entre elles par un mortier de terre identique à celui qui a servi à leur fabrication. Généralement, les murs exposés aux intempéries étaient maçonnés en briques cuites, pierres ou galets.

Les murs en adobes étaient protégés par un enduit de terre parfois enrichi à la chaux ou à la balle d'avoine ou de blé.

Il existe plusieurs types de terre crue, entre autre nous citons:

II.1.1. L'adobe:

➤ Définition:

Les premiers éléments de construction préfabriqués utilisés par l'homme étaient des briques moulées en terre crue appelées «adobes », on est une technologie utilisée depuis des millénaires partout à travers le monde. L'adobe est un matériau de construction fait d'un mélange de sable, d'argile, une quantité de paille hachée ou d'autre fibre. De nature assez argileuse (jusque à 30% de fraction fine), mais très sableuse, ajoutée d'eau jusqu'à obtenir un état de pâte semi ferme (15 à 30% d'eau). Chaque élément du mélange joue son rôle:

- le sable réduit la probabilité de microfissures dans le bloc de terre
- l'argile agglutine les particules
- la paille hachée quant à lui, donne un certain grade de flexible.

Ce mélange est par la suite déposé à la main dans un moule en bois de façon à fabriquer des petits éléments de maçonnerie.

La dimension requise pour être dénoulé et séché directement au sol:

- la brique d'adobe peut varier d'une dimension de 15X25X10 cm soit 30X60X10cm

La résistance à la compression:

- la brique à l'adobe résiste à plus de 19 t/m² soit 19 MPa.

La construction en adobe est très répandue dans le monde, de la Chine aux pays du Moyen – Orient, de l'Afrique, à l'Amérique latine, en France et Etats Unis d'Amérique.



Figure 16: Photo de moulage et s échage des blocs adobe.

➤ **La production:**

La production des blocs d'adobe doit prendre en compte des étapes successives depuis l'extraction de la terre jusqu'au stockage final du matériau prêt à être utilisé en construction.

➤ **Les avantages de l'adobe:**

- L'adobe possède plusieurs avantages par rapport aux matériaux industriels, on peut donc citer:
- la capacité de régulariser l'humidité de l'air.
- d'emmagasiner la chaleur.
- réduire la consommation d'énergie.
- de ne produire virtuellement aucune pollution.
- construction peu coûteux.
- n'entraîne pas la production de gaz.

II.1.2. Les pisés:

➤ **Définition:**

C'est une technique séculaire de mise en œuvre de terre crue, offre des qualités d'habitabilité et d'adaptation exceptionnelles mais nécessite une attention et un suivi régulier. Bien construit et protégé le bâtiment en pisé traverse les siècles et s'adapte tout naturellement aux divers besoins des hommes.

Traditionnellement, les bâtiments en pisé portent de « bonnes bottes » et un « bon chapeau ». C'est à dire que le soubassement est traité de manière à éviter les remontées capillaires (le plus souvent en galets, en pierre ou en briques de terre cuites maçonnées) et le d ébord de toiture est suffisant pour éviter le ruissellement de l'eau sur la façade.

Le pisé, quant à lui, est en fait la compaction d'un volume de terre à l'intérieur d'un coffrage de façon manuelle en utilisant un pilon ou à l'aide de machinerie spécialisée.

La figure 17 montre un exemple de coffrage qui peut être utilisé pour la fabrication de murs en pisé

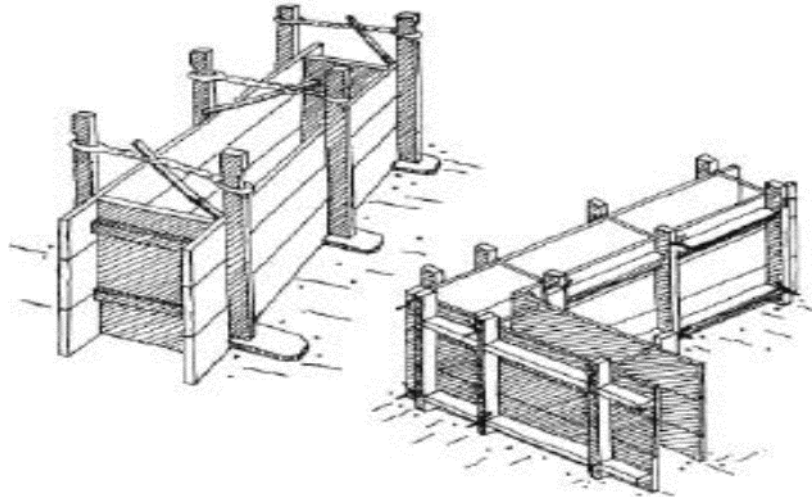


Figure 17: Coffrage utilisé dans la conception de murs en pisé

➤ Les produits des différents types de pisé

L'aspect général du matériau pisé une fois compacté et décoffré est celui d'un "béton maigre de terre", variable selon le type de terre (apparence de graviers et cailloux ou texture plus fine), selon le type de coffrage utilisé et les principes constructifs adoptés pour édifier la maçonnerie de terre en "banchées" successives (en progression horizontale ou verticale avec des coffrages traditionnels).



Figure 18: Maison construite en pisé

Pour l'édification de murs en terre, il faut au préalable identifier la terre que l'on possède afin de déterminer le système constructif que l'on retiendra: pisé, bouge ou torchis. Pour se faire il s'agit de déterminer la composition de la terre et donc sa granulométrie:

Granulométrie		
Rôle	Appellation	Taille
Liant	Argiles	moins de 2 μm
	Silt	2 μm à 20 μm
Agrégat	Sables fins	20 μm à 0,2 mm
	Sables grossiers	0,2 mm à 2 mm
	Graviers	2 mm à 20 mm
	Cailloux	20 mm à 200 mm

Tableau 16: Analyse de la terre de pisé (Hamlaoui & Meradji, 2016)

L'analyse de terre détermine les proportions des différents liants et agrégats présent dans la terre. Elle englobe les argiles, silts, les sables, graviers et cailloux.

Il est important de se rappeler que chaque terre est différente et que les techniques de pisages varient. On peut donc dire que chaque mur en pisé est unique. Les valeurs données ci-dessous sont donc indicatives d'ordre de grandeur.

Résistance mécanique

Type de contrainte	Résistance
Compression	2,0 MPa (20 bar)
Traction et flexion	0,5 MPa à 1,0 MPa (5 à 10 bar)
Cisaillement	0,5 MPa (5 bar)

Tableau 17: Résistance mécanique (Ecobati, 2018)

Comme le montre le tableau, le pisér résiste bien à la compression. Mais en rénovation, les règles de sécurité imposent de considérer le pisé comme ayant une résistance à la compression de seulement un à deux bars.

➤ Les avantages de pisé

La terre possède de multiples qualités dans le domaine du bâtiment:

- régulateur d'humidité: capacité à laisser transiter la vapeur d'eau.
- durée de vie: patrimoine de bâtiments centenaires très présents.
- déphasant: il ralentit le transfert de chaleur (et permet un confort d'été indéniable).
- élément de forte inertie, c'est-à-dire qu'il a une bonne capacité à stocker la chaleur et à la restituer par rayonnement.
- isolation phonique et qualité acoustique.
- reprise aisée, mais nécessitant un savoir-faire

II.1.3. Les Blocs de terre comprimée (BTC) :

➤ Définition:

Les blocs de terre comprimée (BTC) sont des éléments de maçonnerie, des dimensions réduites et des caractéristiques régulières et contrôlées, obtenus par compression statique ou dynamique de terre à l'état humide suivie d'un démoulage immédiat. Les blocs de terre comprimée ont généralement un format parallélépipédique rectangle et sont pleins ou perforés, à relief vertical ou horizontal. Les blocs de terre comprimée sont constitués principalement de terre crue et doivent leur cohésion à l'état humide et à l'état sec essentiellement à la fraction argileuse composant la terre (gravier, sable, limon et argile); un additif tel que le ciment, la chaux, la pouzzolane, etc., peut être ajouté néanmoins à la terre pour améliorer ou développer des caractéristiques particulières des produits. Les caractéristiques finales des BTC dépendent de la qualité des matières premières (terre, additif) et de la qualité de l'exécution des différentes étapes de fabrication (préparation, malaxage, compression, cuisson). (Figure 19)



Figure 19: Photos de brique de terre crue compressée réalisée à l'aide d'une presse manuelle.

➤ **Production des blocs de terre comprimée**

La production des blocs de terre comprimée peut être assimilée à celle des blocs de terre cuite produits sans compactage, exception faite de la phase de cuisson. L'organisation de la production sera selon qu'elle est réalisée dans le cadre de petites unités de production artisanales (ou briqueteries) ou bien dans le cadre d'unités de production semi-industrielles ou industrielles. Les aires de production, de séchage et des stockages varient également selon les modes de production adoptés et les conditions de production issues de l'environnement climatique, social, technique et économique.

➤ **Les avantages des blocs de terre comprimée:**

- c'est un matériau écologique: composée essentiellement d'argile, sable et gravillons et d'un peu de ciment, fabriquée sans cuisson
- procure un confort thermique et phonique excellent: de par son inertie thermique et sa masse, un mur en BTC apporte confort thermique et isolation phonique
- offre une grande résistance: la résistance à la compression d'une BTC dépasse les 60 bars (60kg/cm²)
- présente un intérêt architectural et esthétique: en cloison, en mur porteur, la BTC permet une richesse de formes, et de motifs variés dans son utilisation
- est simple à mettre en œuvre: la BTC se monte avec un mortier de terre amendé.

Caractéristiques	Types de briques de terre crue		
	Adobe	Pisé	BTC
Masse volumique (kg/m^3)	1200 – 1700	1700 – 2200	1700 – 2200
Résistance à la compression (MPa)	2 – 5	< 2,4	< 2,4
Résistance à la traction (MPa)	-	0,5 – 1	-
Conductivité thermique λ ($\text{W/m} \cdot ^\circ\text{C}$)	0,46 – 0,81	0,81 – 0,93	0,81 – 1,04
Chaleur spécifique ($\text{J/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$)	900	850	-
Capacité thermique ($\text{KJ/m}^3 \cdot ^\circ\text{C}$)	1350	510	-
Absorption d'eau (%)	5	10 – 20	10 – 20
Isolation acoustique (dB)	-	50 dB pour 40cm 40 dB pour 20cm	50 dB pour 40cm 40 dB pour 20cm
Retrait au séchage (mm/m)	1	1 – 2	0,2 – 1

Tableau 18: Les caractéristiques des briques de terre crue (adobe, pisé, BTC).

II.1.4. Les inconvénients de la construction en terre crue

- Limitation de la hauteur des édifices: la terre crue, en raison de sa résistance, ne permet de construire que deux étages dans un édifice.
- Vulnérabilité à l'eau: l'eau a un effet érosif sur l'adobe et le pisé, semblable à celui qui se produit sur un sol sans végétation. Cependant, il existe plusieurs techniques développées par la culture populaire pour donner une solution à ce problème. Afin d'éviter l'effet nocif de l'eau accumulée sur le sol, lorsque les précipitations sont intenses, les constructions en terre crue s'élèvent sur des fondations en pierre (ou en un autre matériel résistant à l'eau), qui atteignent une hauteur à laquelle l'eau ne peut arriver. Lorsque la pluie arrive en rafales (c'est-à-dire de façon inclinée par l'action du vent), les solutions sont l'installation de auvents ou l'application d'une couche de chaux sur les murs. Au Mexique, par exemple, une technique ancestrale consiste à recouvrir les murs d'adobe ou de pisé d'un mélange de jus de nopal (figuier de barbarie) et de chaux pour leur donner une protection imperméable.
- Fragilité sismique: ces structures sont sensibles aux effets des tremblements de terre. Il existe toutefois des techniques de construction simples qui permettent aux édifices de terre crue de résister à ces phénomènes naturels. Donner à la maison une forme octogonale, la doter de toitures légères et rigides ou réduire la longueur des murs sont des procédés qui rendent les édifices en terre crue, résistants aux séismes.

II.2. La terre cuite

Ils existent peu de sources écrites sur les méthodes de fabrication des briques cuites utilisées localement dans le passé

➤ Dans l'antiquité:

La brique cuite est la suite logique de la brique crue, dès que l'homme prend connaissance de l'art du potier, il veut faire de même avec les briques, les rendre durables par cuisson, tout fois, la cuisson de grandes quantités de ces éléments ne peut pas être le fait d'un seul homme, cela requiert des fours plus grands, des quantités de combustible importantes et une organisation collective du travail, l'utilisation de la brique n'est ainsi possible que dans une société civilisée.

La créativité de l'homme se met alors au service tant de la société civile que de l'art militaire pour concevoir des briques adaptées à chaque construction particulière: murs de défense, ponts, grands édifices religieux, etc.

La réalisation des briques a déjà atteint un degré de perfection artistique qui n'a plus été dépassé.

➤ Moyen âge:

Certaines régions adoptent la maçonnerie en brique et d'autres pas, il est évident qu'il faut pour cela disposer d'argile et aussi du combustible nécessaire à la cuisson de cette argile, au moyen âge, le droit de prélever du bois dans les forêts ou d'exploiter la tourbe n'est pas donné à tout le monde.

➤ Époque moderne:

La brique ne prend définitivement son essor qu'avec la révolution industrielle, à partir du XVIII^e siècle, elle devient alors le produit de masse que nous connaissons encore aujourd'hui, fruit d'une industrie impliquant les ingénieurs.

Beaucoup d'entre eux ont mis toute leur inventivité au service du développement de fours et des machines à mouler des briques, essayaient de reproduire les manipulations des ouvriers.

III. LA BRIQUE

➤ Définition

La brique est un matériau de construction qui est fabriqué en portant une petite quantité d'argile, préalablement mise en forme, à une température appropriée, la température de frittage. Les particules d'argile commencent alors à fondre et s'agglomèrent pour former une masse à caractère pierreux. Après la cuisson, la brique conserve une certaine porosité qui lui confère d'ailleurs des propriétés spécifiques et la distingue des autres matériaux de construction.

La terre est utilisée pour réaliser des poteries, des sculptures et pour la fabrication de matériaux de construction, brique, tuiles, et carreaux.

➤ Types des briques de terre cuite:

a) La brique creuse:

Adaptée à tous types de travaux, la brique creuse est désormais l'une des plus répandue. Souvent formée en terre cuite, elles offrent à la fois une solidité à toute épreuve et une grande légèreté. Parmi les briques creuses, on favorisera la brique alvéolée, qui offre une excellente isolation phonique et thermique. (Figure 20)

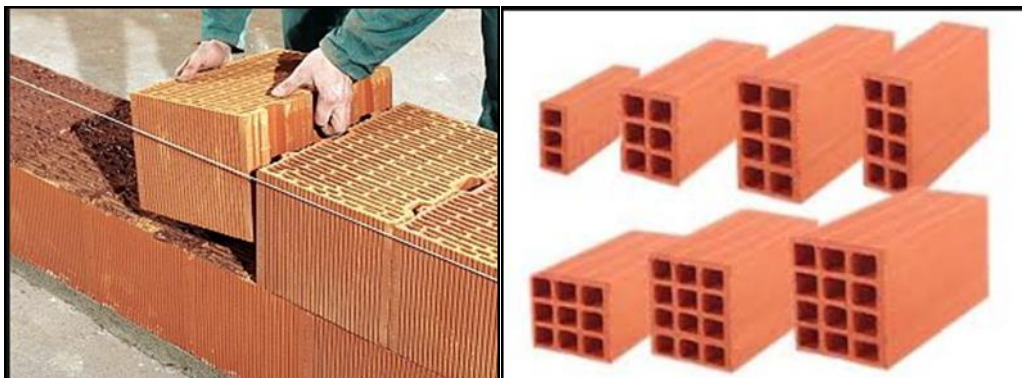


Figure 20: La brique creuse (Conseils-thermiques, 2016)

b) La brique de parement:

Très répandue sur les murs extérieurs, la brique de parement permet de donner une véritable personnalité à une maison. On différenciera les briques de parement moulées, qui donnent un aspect authentique et rural, aux briques de parement pressées, qui offrent un aspect net et contemporain. Il existe un très grand nombre de briques de parement, aux prix très étendus, qui permettent avant tout de designer la façade d'une maison. (Figure 21)

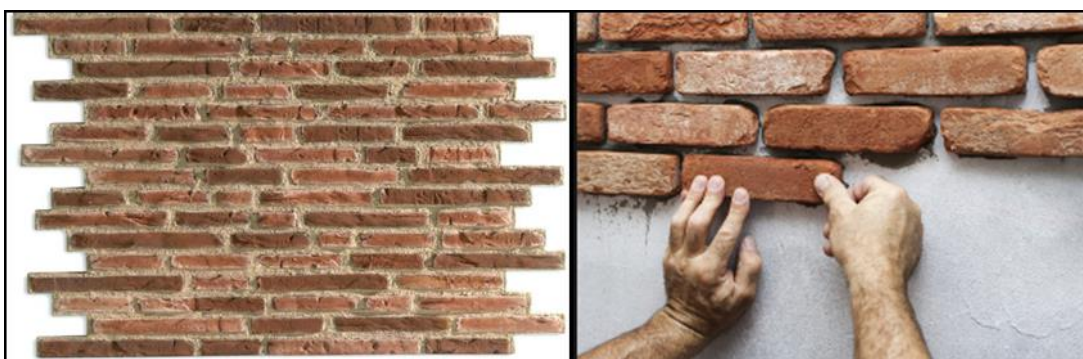


Figure 21: La brique de parement (Conseils-thermiques, 2016)

c) La brique pleine

Classique et pleine de charme, la brique rouge est formée à partir d'argile rouge et de sable. On parlera souvent de brique pleine pour ce type de brique, ce qui les oppose bien entendu à la brique creuse. L'avantage de ce type de briques est qu'elles offrent une très bonne isolation, grâce à l'épaisseur du mur qu'elles forment. Elles sont ainsi utilisées à l'extérieur comme à l'intérieur. Néanmoins, la brique rouge reste assez coûteuse, et est de plus en plus supplantée par la brique creuse. (Figure 22)

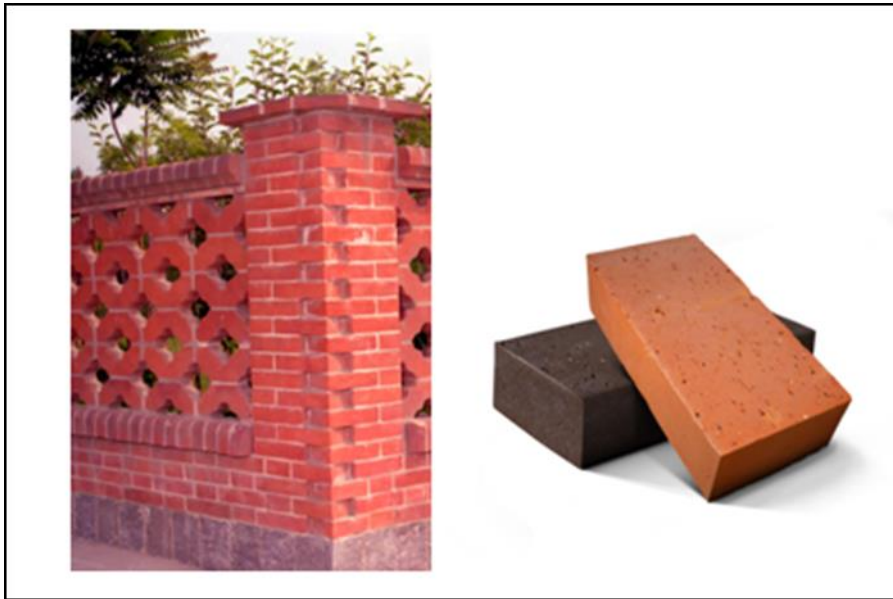


Figure 22: La brique pleine (Archiexpo, 2017)

d) La brique réfractaire:

La brique réfractaire, dont le principal avantage est sa grande résistance à la chaleur, est parfaitement isolante. La brique réfractaire permet de conserver la chaleur, ce pourquoi on l'utilise généralement pour le foyer d'une cheminée ou encore pour un barbecue en briques. Elle sera néanmoins boudée pour construire un mur, tout simplement car elle est bien plus coûteuse que les autres briques. (Figure 23)



Figure 23: La brique réfractaire (Bourse d'Algérie, 2017)

Formes et dimensions des briques:

a) brique à quatre trous

C'est une brique isolante dure et légère avec quatre alvéoles. Elle a une forme caractéristique de parallélépipède rectangle, de dimension : 300x200x50 (mm).

b) brique à huit trous

C'est une brique isolante dure et légère avec huit alvéoles, elle est produite par filage (passage de l'argile dans la filière). La pose du b8 est relativement facile.

Les b8 permettent de monter des murs intérieur et extérieur, simple ou double cloison, ces dimension est de 300x200x100(mm).

c) brique à douze trous

C'est une brique dure et légère, fabriqué avec des matériaux naturels (argile et sable), elle comporte douze alvéoles. Ces perforation renferment de l'air qui forme une barrière de protection contre les déperditions thermiques .ainsi, pendant l'hiver elles accumulent la chaleur de la journée et la restituent la nuit, en été elles préservent la fraîcheur à l'intérieur du bâtiment, ces dimension est de 300x200x150(mm).

➤ Raison de l'utilisation de la brique:

De nos jours, la brique est utilisée dans le monde entier. Mais pas partout de la même manière. Dans certaines régions elle est très populaire et peut être considérée comme le matériau local par excellence, ce n'est en générale pas dû à la présence d'une argile de qualité, mais à l'absence d'une bonne pierre naturelle. Ce manque a forcé les habitants à trouver une solution plus simple et moins coûteuse que l'importation de pierres.

IV. PROCESSUS DE FABRICATION DE LA BRIQUE

Le processus de production de la terre cuite se compose de différentes étapes :

1. L'extraction des matières premières (argiles et limons)
2. La préparation de l'argile
3. Le façonnage
4. Le séchage
5. La cuisson

La brique appartient à la grande famille des céramiques, elle est souvent appelée céramique lourde, ainsi que la tuile, pour la distinguer de ses cousines plus nobles tel que la porcelaine, les grès, les demi-grès, etc..., qui forment la famille des céramiques fines.

Ce qui importe, c'est de trouver une terre qui puisse être facilement mise en forme, sécher sans perdre cette forme et dont la température de cuisson ne soit pas trop élevée (et donc intéressante d'un point de vue économique), cette matière première est présente partout dans le sous-sol, bien que les propriétés en soient très dissemblables suivant les origines géologiques (on parle donc des argiles).

Les argiles

➤ Définition:

L'argile est une roche meuble, de dureté très faible, constituée de minéraux argileux accompagnés d'impuretés qui lui donnent des couleurs variées. Grasse au toucher, elle est avide d'eau, imperméable. Lorsqu'elle se dessèche, elle diminue de volume et acquiert une certaine dureté (Encyclopédie Larousse en ligne)

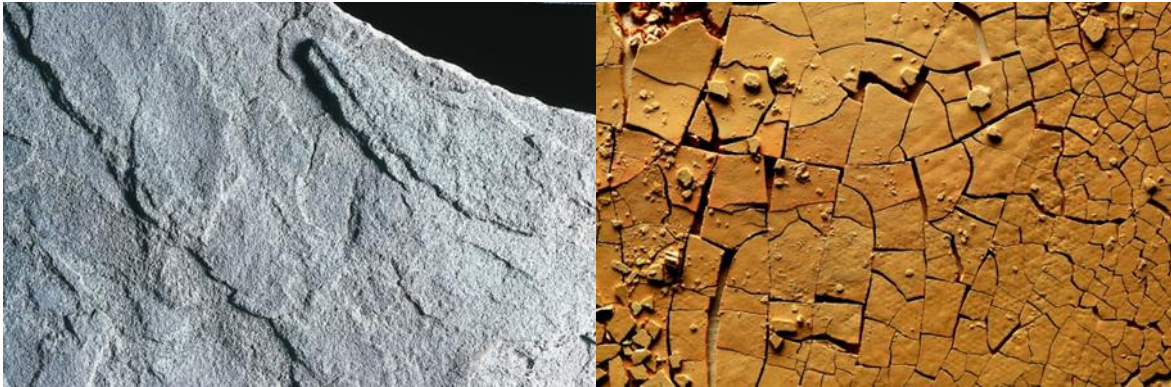


Figure 24: Photos d'argile grise, et d'argile sur un sol desséché

La plus grande partie des argiles est d'origine sédimentaire. L'altération des roches cristallines ou la reprise d'anciens sédiments argileux (au fil du temps sous l'effet du gel, de la chaleur, de l'érosion...) produisent des minéraux argileux qui sont transportés par les cours d'eau et déposés dans les zones de sédimentation, sous forme de vases. Celles-ci sont ensuite compactées sous l'effet de la diagenèse. Mais il existe également des argiles néoformées dans les océans ou liées à une activité hydrothermale.

Le classement des roches désagrégées se fait sur la base de leur granulométrie, c'est à dire des dimensions des éléments qui les composent. Par ordre d'croissant, on trouve les graviers, les sables et les argiles.

Les divers types d'argiles :

- les argiles à grains très fines sont appelées argiles grasses.
- les argiles plus grossières, qui se rapprochent du sable, sont des argiles maigres.

IV.1. Dans la carrière

Dans notre carrière nous retrouvons l'argile de nature montmorillonite, une roche toute légère qui se coupe facilement en mince couches.

L'extraction de la matière première se fait par ripage et décapage, débutant actuellement par le bas de la plaine, afin de dégager une plate-forme de stockage des argiles et des aires circulation.

Premièrement on creuse dans le sol pour extraire l'argile mais ce dernier se fait par méthode de ripage et décapage successif des couches d'argiles de haut en bas par tranche transversale sous forme des gradins avec une longueur de 12 mètre, la hauteur de 3 mètre et une pente de 45°.

IV.1.1. Extraction:

La matière première naturelle de la brique de terre cuite est l'argile. Il faut entendre 'argile' au sens large et considérer également les terres limoneuses et schisteuses, matières premières de même composition minéralogique que l'argile. L'argile est extraite dans des argilières situées en zone d'extraction. Elle est omniprésente dans le sous-sol et ses propriétés diffèrent en fonction de l'origine géologique. Certaines briqueteries ajoutent des argiles en provenance d'autres argilières afin d'étoffer la gamme de produits. Le transport reste toutefois limité.

IV.1.2. Fermentation:

On procède à l'entreposage des argiles à l'air libre, généralement mélangées (gris jaune) pour un temps permettant une première fermentation (en but du pourrissement), l'argile est soumise au phénomène du gel et dégel, pour permettre la dégradation par les eaux de pluies de tous résidus de matière organique, le lessivage des oxydes de fer et de sel considérés comme impuretés.

Pour une bonne qualité de pourrissement il est conseillé de laisser les argiles passer tout l'hiver et ne les utiliser qu'après le printemps, cela garantit un bon lessivage de l'argile donc la perte du maximum d'impureté.

Les matières extraites sur les fronts de tailles sont rassemblées en tas dans les plateformes d'exploitation, d'ici se fait le chargement vers l'unité de fabrication.

IV.1.3. Stockage:

Les argiles fermentées sont déplacées de la plate-forme, vers un endroit pour le stockage dans un hangar aménagé à cet effet, en attendant leur utilisation dans la briqueterie.

La superposition et le stockage de grandes réserves permet, d'éliminer les variations, existantes entre les différentes couches des argiles. (Figure 25)



Figure 25: Hangar de stockage d'argiles

IV.2. Dans l'usine

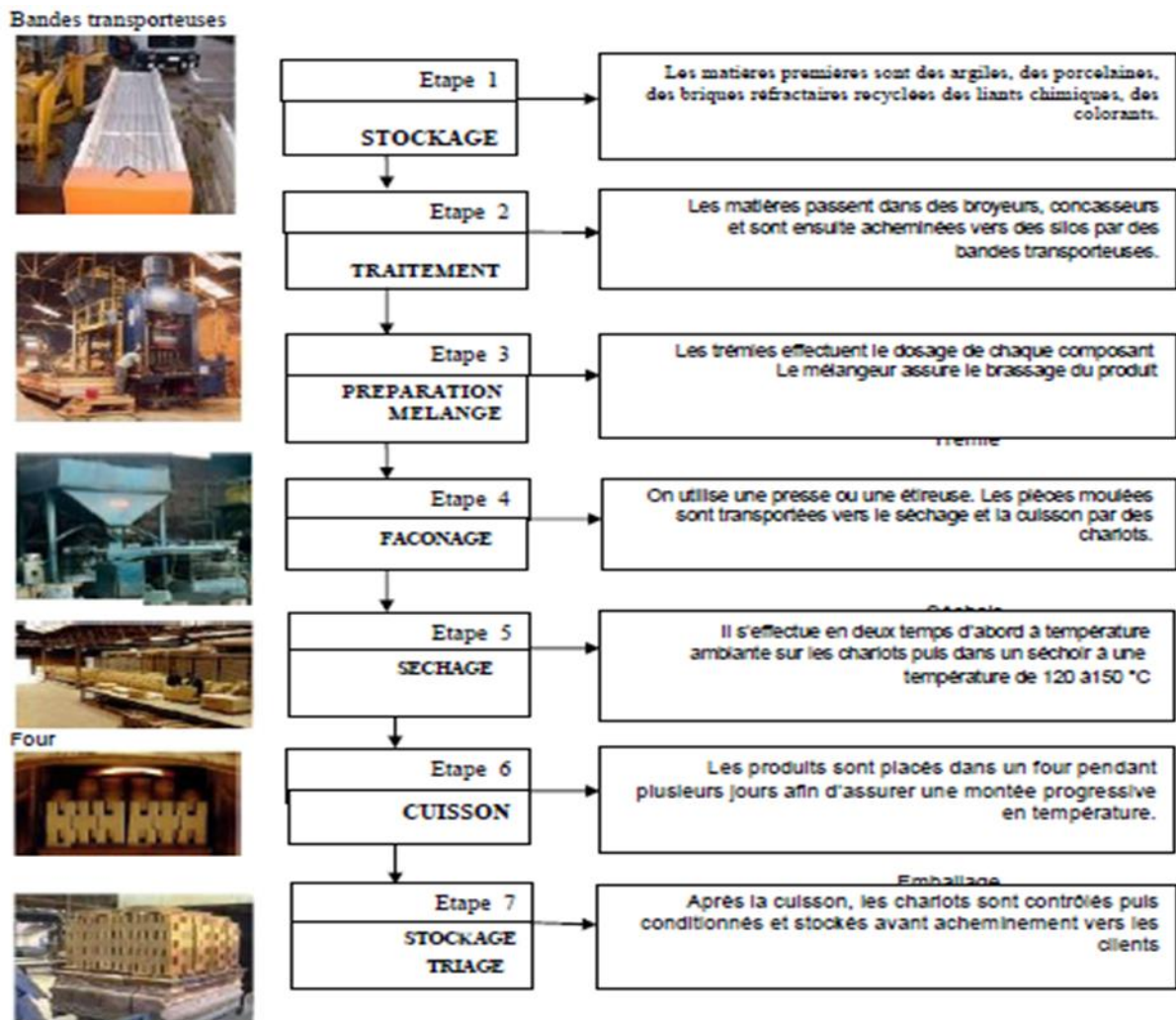


Figure 26: Diagramme de production de briques d'argiles.

IV.2.1. Préparation de l'argile:

La préparation comprend deux opérations principales:

Le broyage et le malaxage d'une part, le dosage et le mélange des matières premières d'autre part. Le but est d'obtenir une masse argileuse bien homogène et plastique qui sera facilement transformée en produit fini.

a) Broyage et malaxage:

Ces opérations ont pour but de rendre la masse d'argile homogène et de lui conférer la plasticité nécessaire au moulage des briques. Cette opération a également pour but de réduire les inclusions solides éventuellement présentes dans l'argile (ex: nodules de pyrite et inclusions de chaux) pouvant influencer négativement la structure du produit en terre cuite. Cette étape très importante s'effectue dans des broyeurs mécaniques à meules verticales ou à cylindres horizontaux.

b) Dosage et mélange:

Aujourd'hui, on ne fabrique plus les briques uniquement à partir des argiles locales. Pour obtenir une qualité optimale de la matière première, divers types d'argile sont mélangés, toujours sous un contrôle permanent. On peut ainsi garantir la qualité constante des produits en terre cuite. (Figure 27)



Figures 27: Argile et sables utilisées dans la carrière

La préparation de la matière première s'accompagne également d'ajout d'eau ou de vapeur. L'ajout d'eau permet de garantir une mise en forme facile de l'argile, tandis que la vapeur augmente la plasticité de l'argile.

Les machines à doser sont constituées de réservoirs contenant les différentes matières premières dont des « nourrices » alimentent régulièrement, et dans les proportions requises, un ou plusieurs mélangeurs.

IV.2.2. Façonnage

On distingue divers types de briques, en fonction de la manière dont elles sont mises en forme:

➤ Briques moulées main:

La méthode de moulage la plus ancienne est le façonnage à la main des briques. Le mouleur prend une certaine quantité d'argile, la jette dans un moule en bois préalablement sablé pour éviter que la pâte n'adhère aux parois, presse convenablement la terre pour remplir le moule, arase l'excédent et retourne l'appareil pour démouler la brique crue ou « verte » (= brique non cuite).

Pour faciliter cette opération, l'argile doit être relativement ductile (et humide par conséquent), évitant ainsi au mouleur de devoir exercer un effort trop important. Ceci a pour conséquence que la brique «moulée main» présente une surface irrégulière, caractérisée par des plissures.

Dans l'industrie briquetier moderne, hautement mécanisée, les briques « moulées main» ne le sont toutefois plus par la main de l'homme. Toutes les opérations sont restées identiques, mais ce sont des machines qui ont pris la relève. Après avoir servi au façonnage, les moules sont nettoyés à l'eau et réutilisés. L'eau est réutilisée en circuit fermé. L'excès d'argile arasé lors du moulage est quant à lui, réintroduit dans la matière première.

Le sablage des moules avec du sable ou de la sciure est aujourd'hui aussi entièrement mécanisé. Si l'on remplace ce sablage des moules par un rinçage à l'eau, on obtient une brique non sablée qui a la couleur pure de la terre cuite. La partie inférieure du moule comporte également un renflement qu'on retrouve dans la brique de terre cuite comme un évidement

Il arrive encore qu'une brique soit réellement moulée à la main mais seulement pour certains formats particuliers non compatibles avec la machine ou en cas d'utilisation d'argiles spéciales.

➤ **Briques pressées :**

Les briques moulées à la presse forment une catégorie à part. On introduit dans les moules de l'argile relativement sèche que l'on comprime vigoureusement pour lui donner la cohésion voulue.

Ces produits présentent une surface grenue et une forme géométrique bien marquée.

➤ **Briques étirées :**

Enfin, dans notre pays, les briques pour maçonnerie ordinaire sont presque exclusivement fabriquées par extrusion. Dans cette machine, la masse d'argile est extrudée sous forme d'une carotte continue à section rectangulaire. Ce «boudin» d'argile est alors coupé à intervalles réguliers. Chaque élément forme une brique qui présente quatre faces assez lisses suite au coulissement dans la filière, et deux faces de sectionnement plus grossières.

L'étireuse permet une production beaucoup plus rapide que n'importe quel autre procédé, et de plus, elle est parfaitement adaptée au façonnage de briques perforées. Ce mode de fabrication est également utilisé pour produire des briques de parement, mais dans ce cas, l'aspect des faces (deux boutisses et une panneresse en général) sera plus soigné

IV.2.3. Séchage:

Avant d'être cuites, les briques doivent encore perdre une grande partie de leur teneur en eau – du moins en est-il ainsi pour la plupart des argiles. Le séchage se poursuit jusqu'à ce que les briques ne contiennent plus qu'environ 2% d'eau. Le risque serait en effet de les voir se fendre ou éclater sous la dilatation de la vapeur dans la masse. D'autre part, la stabilité dimensionnelle du produit n'est obtenue qu'au terme du retrait consécutif à la dessiccation.

Le séchage s'opère dans des chambres ou des tunnels où il se poursuit de manière régulière et rapide (généralement de 2 à 4 jours). On utilise l'air chaud de la zone de refroidissement du

four pour le séchage des briques. La température et le taux d'humidité sont contrôlés tout au long du processus de séchage, au moyen d'un système informatique réglé de façon très précise.

IV.2.4. Cuisson:

C'est la dernière étape que doit subir la brique d'argile façonnée et séchée, avant de pouvoir devenir une brique de terre cuite à proprement parler. C'est une phase d'une grande importance qui doit se dérouler très progressivement. On augmente graduellement la température jusqu'à l'obtention de la température de cuisson (comprise entre 850 et 1200°C, en fonction du type d'argile); on diminue ensuite progressivement la température jusqu'au refroidissement complet. Chaque mélange d'argile se caractérise par sa propre «courbe de cuisson».

Dans le passé on utilisait différents types de fours. On peut facilement classer ces différents fours en deux catégories : les fours continus et les fours discontinus.

➤ Les fours à fonctionnement discontinu

Le mode opératoire comprend le chargement du four, sa mise à feu, son extinction et refroidissement lorsque la cuisson est terminée.

➤ Fours à fonctionnement continu

Le feu ne s'éteint jamais, et c'est le chargement qui est introduit et extrait du four suivant un cycle régulier et ininterrompu.

Aujourd'hui, on utilise un four continu de type four tunnel. Dans celui-ci, le chargement de briques parcourt un tunnel rectiligne sur des wagonnets et passe successivement par les zones de «préchauffage», de «cuisson» et de «refroidissement».

Dans la zone de préchauffage, les briques sont portées progressivement à température. Cet échauffement se fait grâce aux fumées émanant de la zone de cuisson du four. L'humidité résiduelle des briques est ainsi éliminée.

A partir d'une température comprise entre 450°C et 600°C, on ralentit la montée en température des briques. C'est autour de cette température que se produit le «point de quartz» : il s'agit de la température à laquelle la structure cristalline du quartz est modifiée. A cette étape de la cuisson, les briques sont très sensibles à la formation de fissures.

La cuisson des briques à proprement parler se fait environ à mi-parcours du four, à une température allant de 1000°C à 1200°C. Le frittage de l'argile se fait à cette température et se forme alors la structure définitive de la brique.

Enfin, une troisième et dernière phase consiste à refroidir les briques. Cette opération doit s'effectuer de façon très contrôlée pour éviter tout risque de fissuration. (Figure 28)

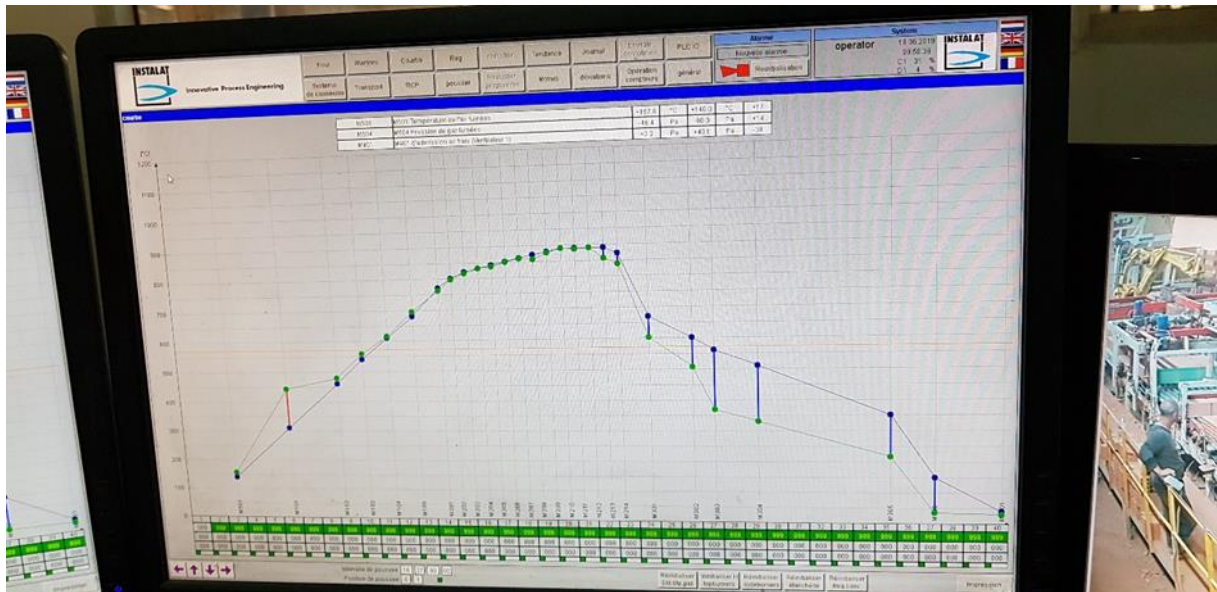


Figure 28: Diagramme du processus de cuisson de la brique

IV.2.5. Emballage

Après la cuisson, les briques sont prêtes à être transportées et livrées sur chantier. Pour des raisons de facilité et de sécurité, elles sont préalablement empilées sur des palettes et emballées de façon à minimiser la quantité d'emballage utilisé. (Figure 29)



Figure 29: Palettes de brique empilées et emballées

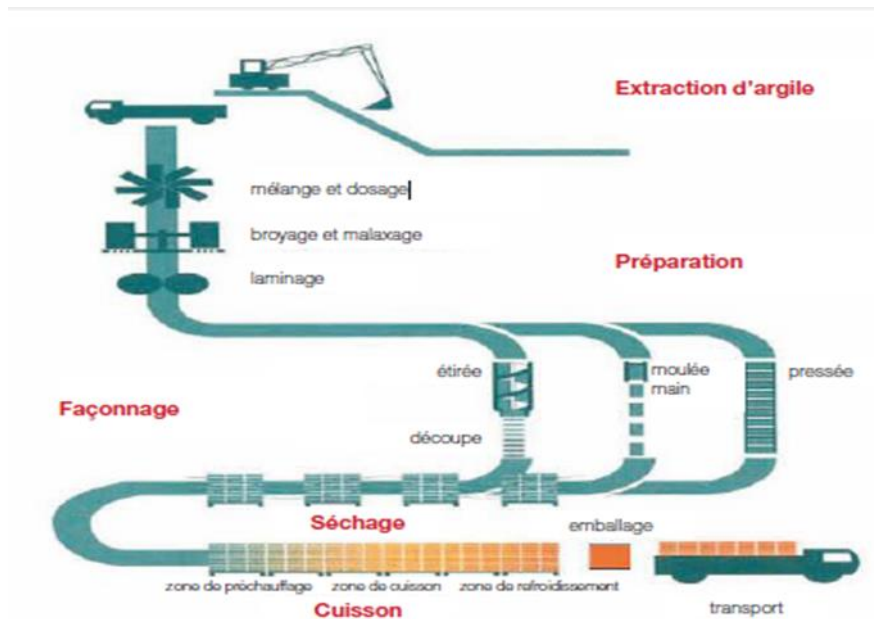


Figure 30: Étapes de la fabrication des briques

V.3. Conclusion:

La gestion de la matière première (l'argile) est planifiée à court, moyen et long terme, alors il faut stimuler l'apport extérieur provenant des travaux d'infrastructure.

En ce que concerne l'économie de l'énergie, la récupération maximale de la chaleur du four pour utiliser dans les chambres est recommandée.

Il faut aussi limiter la distance entre la briqueterie et le chantier, ainsi, on limite le transport tant des matières premières que des produits finis. Cette mesure permet également d'économiser du temps et de l'argent puis que le coût du combustible pour les engins de transport va réduire.

CHAPITRE V
PLAN DE REMISE EN
ÉTAT DES LIEUX

I. GENERALITES

L'étude d'impact réalisée dans le cadre d'une demande d'ouverture de carrière ou, plus généralement, à l'occasion d'une demande d'extension ou de renouvellement d'autorisation, constitue le point de départ de l'organisation de la remise en état et souvent celle de la gestion.

La remise en état est à charge de l'exploitant de la carrière ou du propriétaire des terrains concernés, ils sont obligés par la loi de remettre en état le site suivant le projet minimal, ou suivant une optique de réaménagement final plus ou moins ambitieux présentés dans l'étude d'impact.

La reconstitution de sols, la végétalisation, les ensemencements, l'engazonnement, la mise en place d'arbustes et d'arbres avec si possible des essences locales, vont conduire à une cicatrisation rapide de l'activité passée. Il s'agira donc de respecter le projet initial qui a été proposé et de valoriser l'état final du site dans son cadre géométrique, géologique, hydrologique, hydrogéologique, écologique, économique et paysager.

I.1 Les règles générales

Les règles générales sont les suivantes, quel que soit le parti d'aménagement envisagé :

- il faut obtenir un modelé topographique stable, aussi agréable à l'œil que possible et bien intégré dans le paysage. Un soin tout particulier doit être apporté à l'enlèvement, au stockage et à la réutilisation des terres de découverture, en particulier la terre végétale,
- pour des raisons de sécurité les berges (gravières en eau) et les parois en terrains meubles doivent être talutées et les fronts de tailles en roches calcaires purgés pour éviter les chutes de blocs. Les accès dangereux doivent être condamnés et les parois verticales (cas des carrières calcaires) protégées par une solide clôture,
- on évitera autant que possible les formes géométriques, les arbres régulièrement espacés et les berges trop uniformes pour ne pas donner l'impression d'une création artificielle,
- la végétation que l'on envisage de mettre en place doit être adaptée à la nature du sol qui lui servira de support et se composer de préférence d'espèces locales, sauf dans le cas de réaménagements paysagers à vocation de loisirs.

Ces mesures visent à assurer une remise en état qui aura pour effet:

- une diminution de la disharmonie paysagère.
- une harmonisation avec le paysage environnant.
- une réintégration du site dans sa vocation initiale

Ces mesures entrent dans le cadre de la loi 10-01 du 3 Juillet 2001 et ses textes d'application.

II. CADRE LEGAL

La loi minière soumet tout opérateur, chercheur ou producteur de données géologiques d'en faire déclaration chargée du dépôt légal de l'information géologique.

Tout titulaire d'un titre minier est soumis à la même obligation pour tout document, carotte et renseignement d'ordre géologique, géophysique et géochimique portant sur le périmètre qui lui a été octroyé. L'opérateur est tenu de mettre en place un système de prévention des risques majeurs que peut entraîner son activité.

La loi minière prévoit que tout postulant à l'obtention d'un titre minier doit présenter à l'appui de sa demande une étude d'impact sur l'environnement de l'activité minière projetée.

L'étude d'impact doit être accompagnée d'un plan de gestion environnementale.

Le cadre légal du travail réalisé s'inscrit dans la législation suivante :

- loi 10-01 du 03 Juillet 2001 portant sur la loi minière et ses textes d'application ;
- loi N°03-10 du 19 Juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans la cadre du développement durable et ses textes d'application.

Ordonnance N°76-04 Du 20 FEVRIER relatives aux règles d'application en matière de sécurité contre les risques de l'incendie et de panique et à la création de commission de prévention et de protection civile ;

- loi N°83-17 du 16 Juillet 1983, modifiée et complétée portant codes des eaux ;
- loi N°84-12 du 23 Juin 1984, modifiée et complétée portant régime général des forêts ;
- loi N°85-05 du 16 Février 1985, modifiée et complétée relative à la protection et à la promotion de la santé ;
- loi N°29-23 du 17 décembre 1989, modifiée et complétée relative à la normalisation ;
- loi N°90-30 du 7 Avril 1990 relative à la commune ;
- Loi N°01-19 du 27 Ramadan 1422 qui correspond au 12 Décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets,
- loi N°01- 20 du 27 Ramadan 1422 qui correspond au 12 Décembre 2001, relative à l'aménagement et au développement durable du territoire.

III. REMISE EN ETAT DES LIEUX

La remise en état est l'ensemble des travaux destinés à effacer, ou limiter, les traces de l'exploitation et à favoriser la réinsertion des terrains dans le site, ou plus généralement, dans le milieu environnant. Seule la remise en état est à la charge du permissionnaire.

La remise en état d'une carrière en fin d'exploitation doit conduire à faire oublier, à terme, que le site a été l'objet d'une extraction et de réinsérer le site dans son milieu naturel, en tenant compte de l'environnement avoisinant.

Dans ce contexte il approprié de prendre les mesures suivantes :

- rectifier les fronts de taille selon une pente compatible avec la station du terrain.
- corriger les pentes s'il y a des plates-formes de niveaux d'exploitation achevés en enlevant les bosses et les restes de matériau abandonné
- remblayer partiellement les zones exploitées avec les matériaux inertes (terre végétale), non susceptible de porter atteinte à la qualité des eaux superficielles ou souterraines.
- enlever toutes les constructions du chantier, des blocs de bétons et nettoyer les parcelles occupées de tout matériel de chantier et tout dépôt de paille métallique.
- procéder à la remise en état des lieux, en respectant les recommandations du projet de projet de restauration, projeté initialement et déposé au niveau de l'inspection de l'environnement.

Pour cette restauration nous préconisons deux solutions soit un réaménagement agricole, ou aménagement en terrain agricole et boisements forestiers.

III.1. Aménagement agricole

Dans la carrière de BOUILEF, la restitution des terrains pour l'usage agricole est recommandé en raison de:

- son intérêt économique
- la réaffectation rapide des sols
- l'intégration paysagère plus efficace
- la dominante rurale du site

Ce type de réaménagement peut être éventuellement conduit pendant la vie même de l'exploitation et s'applique aux gravières hors d'eau et, d'une manière générale, aux carrières peu profondes par rapport à leur surface (pour éviter l'ombre des parois et le réaménagement en terrains mixte en terrains agricole et boisement forestiers, stagnation d'air froid) et ayant un fond drainant pour éviter la stagnation de l'eau.

➤ Les caractéristiques des opérations sont les suivantes :

- préparation d'un soubassement stable, correctement aplani pour éviter les mouillères, et présentant une pente vers le bas pour assurer un écoulement convenable des eaux en excès
- nettoyage et calibrage des fossés de drainage
- rectification et talutage des parois.

Il est nécessaire de disposer de matériaux meubles en quantité suffisante pour recouvrir le fond de la carrière d'une couche épaisse au minimum de 1,50 m. ensuite on procède comme suit: (Figure 31)

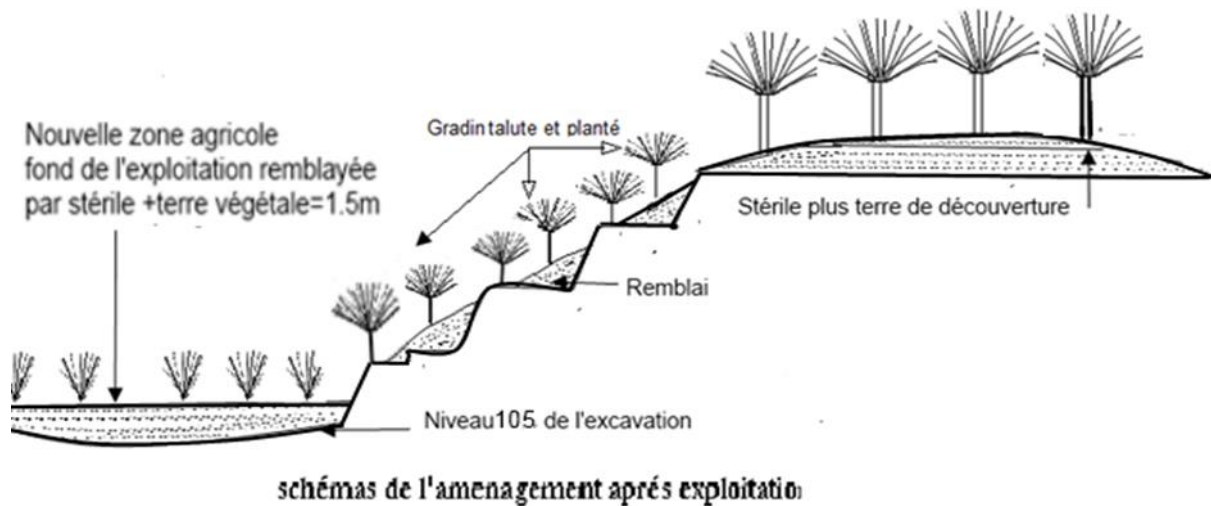


Figure 31: Schémas de l'aménagement après exploitation.

Le processus pour l'apport et réglage sur le fond est le suivant:

- étalé d'abord une couche de stérile ou gravillons sur le fond de l'exploitation au niveau sur une épaisseur de 40 Cm ;
- recouvrir les stériles d'une couche de 40cm de limons extrait de l'exploitation ;
- puis on finit par la couche noire de terre végétale en évitant le compactage;
- correction de la terre végétale par amendements, merlons, fumure de foin...etc.

Pour le semis on propose d'abord la plantation des fourrages comme le dactyle et la luzerne, en raison de leurs bonnes valeurs alimentaires, richesse en protéines et capacité d'adaptation à des nombreux types de climat et sols (voir les sols plus drainés et sèches car elles sont tous les deux sensibles à l'excès d'eau). Ces racines peuvent aller chercher d'eau et nutriment jusqu'à une profondeur de 1.70m aussi bien en sol argileux que limoneux. Elles permettent d'améliorer rapidement la qualité des sols pauvres et compacts, les rations à base de dactyle permettent des productions de lait ou de viande intéressantes. 8 mois après on peut démarrer une activité agricole.

III.2. Aménagement en terrain agricole et boisements forestiers

Le choix d'un aménagement mixte peut permettre la création d'une zone agricole et un boisement forestier. Étant donné que ce dernier choix ne demande pas des sols aussi fertiles, il est donc possible d'envisager la reconstitution artificielle susceptible de convenir à la plantation d'arbres comme les conifères à feuillage épais, les muriers (arbre fructifère), les pins, cèdre, chêne vert, olivier qui sont des espèces rustiques très peu exigeantes et qui ont un système racinaire profond qui permet le maintien des sols. On propose donc la plantation des oliviers en raison de la localisation rurale et prédominance de cette espèce dans le site.

Après la fin de l'exploitation, il aura la création d'un dénivellement important par rapport à l'excavation (près de 70m). Pour ce fait, on prévoit la plantation des arbres du côté Nord-ouest

vers le Sud en bordant les limites de toute la concession. Cette plantation sera effectuée après le talutage des gradins sur la pente adoucie pour permettre la stabilisation des talus sans oublier, la protection des jeunes plantes contre les prédateurs.

On conclut donc que le schéma le plus adapté pour le site est l'aménagement mixte, la carrière va donc intégrer sa vocation initiale agricole et les flancs vont subir un boisement qui servira aussi comme brise vent. On poursuivra à l'ajout d'une bonne quantité de sable pour aérer les sols, car les sols argileux sont très lourds.

IV. SUIVI ENVIRONNEMENTAL

Cette étape consiste à faire la quantification et une planification avec l'évaluation de la remise en état des lieux de la carrière exploitée. Étant donné que la durée de vie et les quantités à extraire sont variables, on donnera une estimation de l'opération après la liquidation de la carrière.

On précisera que le mode de restauration de la carrière adapté à la situation consiste en :

- la correction des talus et plates-formes
- le nettoyage total du site
- le remblayage des fosses
- la plantation d'arbre sur les talus de gradins et périmètre et semis au niveau de l'excavation.

IV.1. Réaménagement des talus et plates-formes :

La restauration de la carrière se fera par un réaménagement des talus et des plates-formes d'exploitation. La hauteur de liquidation de chaque niveau est de 3m avec un angle de talus de 52°.

Sachant que la superficie totale à restaurer est de 28 hectares, la densité agricole choisie en fonction du terrain est de 100 arbres par hectare.

Alors on aura besoin de 2800 plants pour toute la superficie utile.

IV.2. Evaluation de l'opération :

Pour l'opération complète les travaux peuvent être décomposés en quatre étapes:

- travaux de correction des plates-formes et des talus
- travaux de remblayage avec les terres végétales
- achat de plants
- travaux de creusement et plantations des arbres.

IV.2.1. Correction des plates-formes:

Cette opération nécessite la mobilisation d'un Bulldozer de type D8 ou D9, pendant une durée de 15 jours à raison de 30 000 Da/Jours.

Le coût global de l'opération est de 420 000 Da/14 Jours.

IV.2.2. Travaux de remblayage avec terre végétale

Ces travaux seront effectués à l'aide d'un chargeur sur pneus à partir des camions de transport à benne.

Le total de terre végétale à déplacer est de $283812.09 \text{ m}^2 \times 0,5 \text{ m} = 141\,906,045 \text{ m}^3$

Sachant que le taux de matériau transporté à partir du terroir du site est de 55%, on aura donc $78\,048,32475 \text{ m}^3$. Le nombre de rotations maximales pouvant être effectuées par un camion est de 24. La quantité de terre pouvant être déplacée en une journée est de 480 m^3 .

L'opération aura une durée de 30 jours et le nombre de camions nécessaires est 6. (Tableau 19)

Opération	Temps/jours	Coût par jour	Coût global (Da)
Location de Bull	20	30 000	600 000
Location de niveleuse	20	30 000	600 000
Location de chargeur	30	20 000	600 000
Location de 6 camions	30	72 000	2 160 000
TOTAL			3 960 000

Tableau 19: Coût des travaux de remblayage

IV.2.3. Achat des plantes

L'acquisition des plantes avec livraison incluse aura un prix de:

$200 \times 2800 = 560\,000 \text{ Da}$

➤ achat des semis

Le coût de l'achat d'un sac de semis de 25 Kg revient à 4000 Da,

- la quantité nécessaire par hectare est de 15-20 Kg.
- la quantité utile pour le site est de $20 \times 28 = 560 \text{ Kg}$
- la quantité de sac est de $380/20 = 28 \text{ sacs}$
- le coût des semis $28 \times 4000 = 112\,000 \text{ Da}$
- le coût de la plantation $4000 \times 28 = 112\,000 \text{ Da}$

IV.2.4. Travaux de creusement et plantation des arbres

Le creusement des fouilles et la mise en terre des plantes coûteront au tour de 150da par plante.

- estimation du cout de l'opération: $2800 \times 150 = 420\,000\text{da}$

➤ **Le cout global de la remise en état est de 7 544 000 Da.**

Opération	Cout global (Da)
Correction des talus et plateformes	420 000
Remblayage et re-etalement des terres	3 960 000
Achats des plantes	560 000
Creusement et mise en terre	420 000
Achats de semis et plantation	224 000
TOTAL	5 584 000

Tableau 20: Estimation du cout de la remise en état.

IV.3. Chiffre d'affaire estimatif

- le chiffre d'affaire estimatif de l'exploitation est de 22 750 000 Da.
- Le montant destiné à la remise en état est de 0,5%.

$$22\,750\,000 \times 0,5\% = \mathbf{113\,750\,Da}$$

La société doit donc effectuer en moyenne un virement de **113 750 Da** annuellement dans son compte séquestre. En tenant compte du montant estimatif du chiffre d'affaire, on remarque qu'il est largement suffisant pour couvrir la somme allouée à la remise en état du site. (Figure 32)

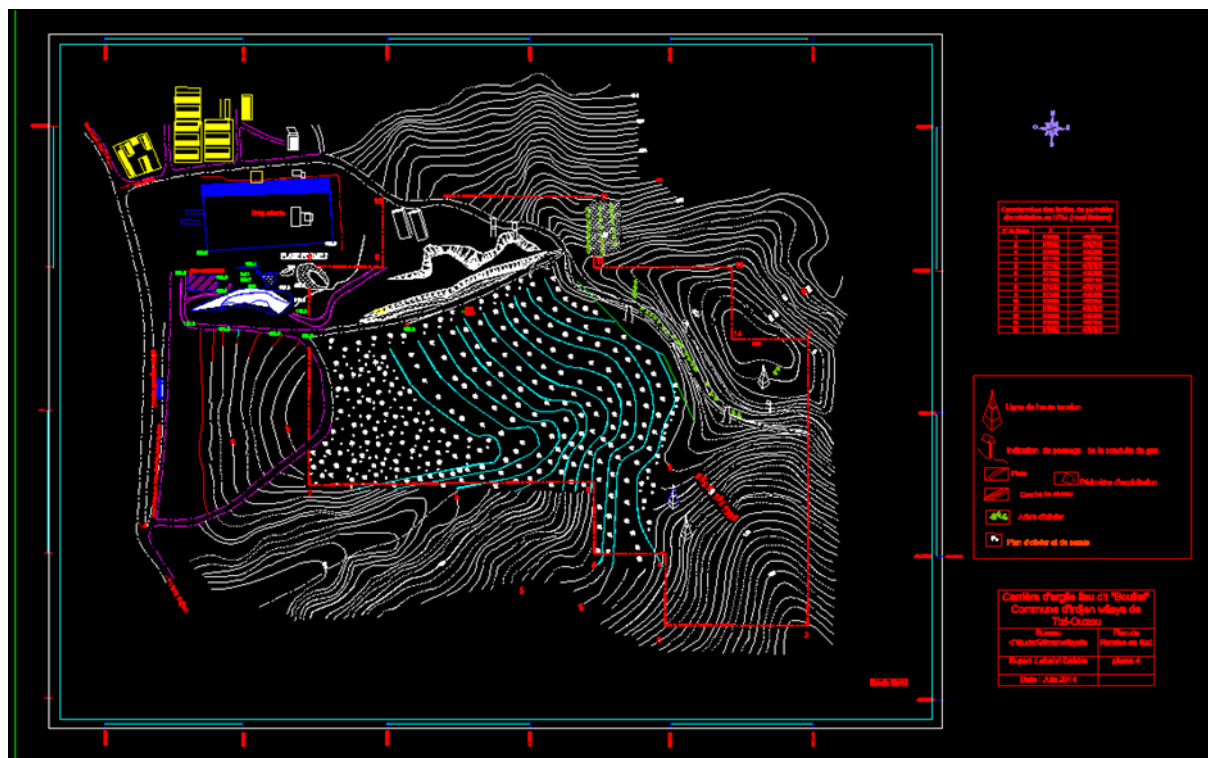


Figure 32: Plan de remise en état

V. ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

L'étude d'impact sur l'environnement est un instrument indispensable et privilégié dans la planification du développement et de l'utilisation des ressources et du territoire. Elle porte l'attention sur les préoccupations environnementales à toutes les phases de réalisation du projet, depuis sa conception jusqu'à son exploitation, sans remettre en jeu sa faisabilité technique et économique.

Cette étude revêt une importance particulière pour les pays qui élaborent des projets dans le cadre de la réorientation et de la restructuration de leur économie. Elle est prévue par la loi dans un grand nombre de pays développés, et est aujourd'hui de plus en plus appliquée dans les législations des pays en développement et dont les économies sont en transition.

L'EIE a pour objet de déterminer les risques qu'une activité envisagée est susceptible de faire courir à l'environnement et de proposer les mesures d'atténuation ou de correction. Elle peut être appréhendée comme l'étude à laquelle il doit être procédé avant d'entreprendre certains projets d'ouvrages ou d'aménagements, publics ou privés, dans le but d'apprécier l'incidence de ces derniers sur l'environnement.

L'EIE apparaît alors comme un outil utile à chacun des trois principaux protagonistes que sont le promoteur de l'activité, l'autorité publique et les populations. Elle permet d'abord au promoteur de l'activité de planifier, concevoir et mettre en œuvre un projet ou programme de développement qui minimise les effets environnementaux négatifs et maximise les bénéfices en termes de coût/efficacité. Elle permet ensuite à l'autorité publique de prendre une décision d'autorisation en connaissance de cause. Elle permet enfin au public de mieux comprendre le

projet ou programme de développement et ses impacts sur l'environnement et les populations concernées.

V.1. REGLEMENTATION ALGERIENNE SUR L'EXPLOITATION MINIERE, SON IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA REHABILITATION DES CARRIERES

En Algérie, la réglementation des exploitations minières à ciel ouvert est soumise aux lois et décrets suivants:

- **Le décret exécutif n° 02-65 du 06 Février 2002 définissant les modalités et procédures d'attribution des titres miniers stipule les exigences en matière de gestion environnementales pour les différents types de permis et autorisations (articles 13, 22 et 31) :**

Les points essentiels de ces articles qui concernent l'étude d'impact sont comme suit :

- préparation d'une mémoire sur l'impact des travaux sur l'environnement et des mesures envisagées pour atténuer cet impact et remettre en état les lieux après achèvement des travaux.
- une étude d'impact sur l'environnement et le plan de gestion environnementale.

- **La loi n°03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable :**

La présente loi a pour objet de définir les règles de protection de l'environnement dans le -145 du 19 mai 2007 déterminant le champ d'application, le contenu et les modalités d'approbation des études et des notices d'impact sur l'environnement, notamment son article 6 qui a précisé le contenu de l'étude ci-après:

- la présentation du Promoteur du projet et du Bureau d'études ;
- la délimitation de la zone d'étude ;
- l'analyse de l'état initial du site et de son environnement portant notamment sur les richesses naturelles et les espaces agricoles, forestiers, maritimes, hydrauliques ou de loisirs affectés par les travaux, aménagements ou ouvrages ;
- la description détaillée des différentes phases du projet ;
- l'estimation des catégories et des quantités des rejets ;
- l'évaluation des impacts prévisibles ;
- les mesures envisagées pour supprimer, réduire et compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement, ainsi que l'estimation des dépenses correspondantes ;
- le plan de gestion environnemental ;
- les incidences financières allouées aux mesures préconisées.

➤ **Le Décret exécutif n°04-95 du 11 safar 1452 correspondant au 1 avril 2004 fixant les règles de l'art minier (Articles 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 15)**

Article. 1 : En application de l'article 56 de la loi n° 01-10 du 11 Rabie Ethani 1421 correspondant au 3 juillet 2001 portant loi minière, le présent décret a pour objet de fixer les règles de l'art minier applicables aux travaux d'exploitation des substances minérales qu'ils soient réalisés à ciel ouvert ou en souterrain ainsi qu'aux dépendances légales de ces exploitations.

Article. 2 : Les règles de l'art minier consistent en des règles techniques et des méthodes d'exploitation à respecter dans l'exercice de toute activité minière réalisée à ciel ouvert ou en souterrain pour valoriser le potentiel du gisement et relatif aux conditions d'hygiène et de sécurité publique et industrielle et de protection de l'environnement immédiat et riverain.

Article. 3 : Le projet de développement et d'exploitation à ciel ouvert du gisement que le titulaire du titre minier ou de l'autorisation fournit dans le dossier de demande doit être élaboré par un expert en études géologiques et minières agréé par l'agence nationale de la géologie et du contrôle minier et comprendre les paramètres suivants :

- Les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques du gisement ;
- Les méthodes d'exploitation utilisées ;
- Les caractéristiques géométriques des ouvrages miniers : gradins, bermes, talus d'exploitation, pistes déroulage, décharges et déblais ;
- Les installations d'électricité, d'eau et d'air comprimé ;
- L'organisation des opérations d'extraction (abattage, chargement, transport);
- Les effectifs et la qualification du personnel ;
- La nature et les caractéristiques des équipements principaux ;
- Les mesures de sécurité et d'hygiène envisagées. Le projet de développement et d'exploitation sera soutenu par les plans ci-après :
- Un levé géologique du gisement à l'échelle appropriée matérialisant les travaux d'exploration effectués ;
- Un plan d'exploitation à une échelle appropriée matérialisant la disposition des fronts d'exploitation, leurs directions, les pistes d'accès, la disposition des engins et le réseau d'utilité installé.

Article. 4 : Dans les cas d'une exploitation industrielle ou d'une petite ou moyenne exploitation minière, le projet visé ci-dessus sera complété par :

- Les études relatives à la stabilité des sols,
- Les dispositions pour l'évacuation des eaux,
- La nature, l'importance, la disposition des charges d'explosives et plus généralement les conditions de tir,
- Les techniques de purge âge,
- Le programme de soutènement additionnel du front,

- Le programme de contrôle du front.

Article. 5 : Les conditions et les règles techniques relatives aux paramètres spécifiques miniers liés à la conduite de l'exploitation à ciel ouvert seront fixées par des arrêtés du ministre chargé des mines. Celles relatives aux autres paramètres seront fixées par des arrêtés conjoints entre le ministre chargé des mines et le ministre concerné

Article. 6 : Dans le cadre de la préservation de la sécurité dans le travail, tout titulaire d'un titre minier d'exploitation à ciel ouvert est tenu de déposer avant le démarrage de son exploitation, auprès de l'agence nationale de la géologie et du contrôle minier, les consignes d'exploitation relatives aux éléments ci-après :

- La disposition des engins d'abattage ou de chargement par rapport au front et les conditions de leur déplacement,
- La nature, l'importance, la disposition des charges d'explosifs et, plus généralement, les conditions de tir,
- Les conditions de circulation des engins servant à l'évacuation des produits,
- Les conditions de circulation du personnel,
- Les conditions de mise en œuvre d'un plan de secours d'urgence.
- Les agents chargés de la police des mines veilleront à la conformité de ces consignes avec les dispositions réglementaires prévues à cet effet, et contrôleront leur application.

Article. 7 : Pour la conduite de l'exploitation en conformité avec les règles de l'art minier, telles que définies dans le présent décret et les arrêtés pris pour son application, le titulaire du titre minier doit désigner un agent responsable qualifié dont le nom, porté dans la convention ou le cahier des charges, sera communiqué à l'agence nationale de la géologie et du contrôle minier et au(x) wali(s) territorialement compétent(s).

A défaut, l'exploitant est réputé être chargé de la conduite des travaux et responsable de l'application de la présente réglementation.

Article. 15 : Tout exploitant de substances minérales doit tenir à jour les registres et les plans d'exploitation et notamment :

- Le registre des entrées et sorties des substances explosives ;
- Le registre d'extraction des matériaux ;
- Les plans actualisés des avancements des fronts.

➤ **Décret exécutif n 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.**

Article 01: En application des dispositions de l'article 10 de la loi n 03-10 du 19 juillet 2003, susvisée, le présent décret a pour objet de définir les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

➤ **Décret exécutif n 06-198 du 4 Joumada El Oula 1427 correspondant au 31 mai 2006 définissant la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement.**

- **D écret ex écutif n 07-144 du 2 Joumada El Oula 1428 correspondant au 19 mai 2007 fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.**

Article 01 :En application des dispositions de l'article 23 de la loi n ° 03-10 du 19 Joumada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003, susvis ée, le pr ésent d écret a pour objet de fixer la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

- **D écret ex écutif n 07-145 du 2 Joumada El Oula 1428 correspondant au 19 mai 2007 déterminant le champ d'application, le contenu et les modalités d'approbation des études et des notices d'impact sur l'environnement.**
- **La Loi mini ère n ° 14-05 du 24 Rabie Ethani 1435 correspondant au 24 février 2014 qui exige qu'une étude d'impact soit à la demande de titre minier qui doit inclure aussi les effets relatifs à la protection de l'environnement (article 126, article 127).**

Article 04 :

- **étude d'impact sur l'environnement :** document élabor é dans les conditions pr évues par les dispositions législatives relatives à la protection de l'environnement dans le cadre du d éveloppement durable ;
- **gestion de l'après-mine :** actions et responsabilit és pour la restauration et la remise en état des sites miniers après la fin du permis minier, tenant compte de la sant é des populations riveraines et de la sécurité du public, du respect de l'intégrité écologique et des principes du d éveloppement durable ;
- **plan de gestion de l'environnement :** document élabor é dans les conditions pr évues par les dispositions législatives relatives à la protection de l'environnement dans le cadre du d éveloppement durable ;
- **plan de restauration et de remise en état des lieux :** document, sans pr éjudice des dispositions législatives relatives à la protection de l'environnement dans le cadre du d éveloppement durable, élabor é par le demandeur du permis d'exploitation de mines ou de carri ères, et faisant partie de l' étude d'impact sur l'environnement. Ce plan comporte les op érations, les actions et les travaux à ex écuter par le titulaire du permis d'exploitation de mines ou de carri ères pour la restauration et la remise en état des lieux exploit és durant l'exploitation et après la fin du permis minier ;
- **règles de l'art minier :** conditions techniques et m éthodes d'exploitation pour mieux valoriser le potentiel du gisement ainsi que pour optimiser la productivité et les conditions de sécurité tant industrielle que publique, et de protection de l'environnement ;

Article 123:

- Tout demandeur d'un permis d'exploitation de mines ou de carri ères doit joindre à sa demande l'étude de faisabilité intégrant un plan de d éveloppement, d'exploitation du gisement, l'analyse économique et financière du projet, le chronogramme détaillé des

travaux à réaliser, le plan de restauration et de remise en état des lieux et les mesures se rapportant à la phase de l'après-mine.

- Le plan de restauration et de remise en état des lieux, qui doit être révisé tous les cinq (5) ans, comporte toutes les actions et travaux de restauration et de remise en état des lieux et évalue les coûts correspondants.
- L'autorité administrative compétente peut, à l'occasion de l'approbation de l'étude de faisabilité, exiger du demandeur du permis minier de fournir une garantie financière dont le montant ne peut dépasser les coûts estimés pour couvrir les opérations, actions et travaux de l'après-mine.
- Le contenu et les modalités pour l'élaboration du plan de restauration et de remise en état des lieux sont précisés par voie réglementaire.

Article 124 : Outre les obligations définies par la législation et la réglementation en vigueur, le titulaire d'un permis minier est tenu notamment :

- de respecter les conditions techniques et réglementaires édictées en matière :
 - 1) d'emploi des explosifs,
 - 2) de sécurité et d'hygiène,
 - 3) de protection de l'environnement,
 - 4) de protection du patrimoine végétal et animal,
 - 5) de protection du patrimoine culturel,
 - 6) d'écoulements d'eau et d'alimentation en eau potable, d'irrigation ou pour les besoins de l'industrie,
 - 7) de périmètres de protection,
- 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, conformément aux dispositions des articles 48 et 123 ci-dessus ;

Article 126 : Tout demandeur d'un permis d'exploitation de mines ou de carrières, doit 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.

Ces études sont soumises à l'examen et à l'approbation des autorités compétentes conformément à la réglementation en vigueur.

Article 127 : Le contenu de l'étude d'impact doit comporter, outre les dispositions législatives relatives à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable, ce qui suit:

- les raisons pour lesquelles, notamment du point de vue des préoccupations relatives à la protection de l'environnement, l'option a été retenue dans le projet minier adopté parmi celles envisagées.
- la procédure pour le choix du mode d'exploitation.

- les conditions techniques d'exploitation qui garantissent la stabilité et l'équilibre du milieu naturel,
- les mesures prises pour la remise en état graduelle des lieux pendant et après l'activité minière, ainsi que pour la prévention des risques miniers dans le cadre de l'après-mine, tenant compte de la santé et de la sécurité du public, du respect de l'intégrité écologique et des principes de développement durable.

L'étude d'impact sur l'environnement, réalisée par des bureaux d'études, des bureaux d'expertise ou des bureaux de consultations agréés, est soumise au ministre chargé de l'environnement, pour approbation.

Article 128: Tout demandeur d'un permis d'exploration minière, d'un permis d'exploitation minière artisanale, ou d'un permis de ramassage, de collecte et/ou de récolte de substances minérales relevant du régime des carrières, doit joindre à sa demande une notice d'impact de l'activité minière sur l'environnement.

V.2. Méthode d'évaluation des impacts sur l'environnement

L'évaluation environnementale désigne l'ensemble de la démarche destinée à analyser les effets sur l'environnement d'un projet d'aménagement, mesurer leur acceptabilité environnementale et éclairer les décideurs. Elle vise à

- améliorer la décision par une prise en compte explicite et sélective des considérations environnementales
- fournir une base solide pour la gestion des conséquences sur l'environnement des actions d'aménagement
- permettre aux citoyens de s'exprimer sur les modifications prévisibles de leur cadre de vie
- favoriser l'intégration des objectifs fondamentaux que sont la protection de l'environnement et le développement durable.

a) L'impact de l'exploitation d'une carrière sur l'environnement

L'impact de l'exploitation d'une carrière sur l'environnement peut être de nature diverse, pour bien les identifier et les minimiser, une évaluation préliminaire du milieu est indispensable. Cette évaluation comporte une analyse de l'état initial du site et de son environnement portant notamment sur:

- les richesses naturelles
- les espaces (naturels, agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs) affectés par les aménagements ou ouvrages
- une analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents du projet sur l'environnement et plus particulièrement sur: la faune et la flore, les sites et les paysages, le sol, l'eau, l'air, le climat, la commodité voisine (effets liés aux bruits, vibrations, odeurs, émissions lumineuses et autres émissions polluantes), l'hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique

- les mesures envisagées par le maître d'ouvrage pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables du projet pour l'environnement et la santé

b) Impacts socio-économiques

Les activités d'exploitation des carrières ont un impact social varié, on cite:

- les répercussions sur la santé des personnes employées et des habitants au voisinage
- des modifications induites dans l'environnement et dans les conditions de vie des populations locales

Pour ce que concerne aux impacts économiques on aura:

- la création de postes d'emploi permanents
- de nouveaux revenus fiscaux pour les collectivités locales
- l'aménagement de nouvelles voies de transport et de communication
- l'occupation des sols, notamment lorsque le site fait l'objet d'une mise en valeur agricole ou forestière.

Sur le plan social, les populations principalement paysannes sont directement touchées, la création de postes d'emplois va encourager les jeunes à travailler dans la carrière et quitter l'activité agricole, poussés par les salaires avantageux et le caractère stable du travail.

c) Impacts sur les ressources en eau (impacts hydrologiques)

Lorsqu'une excavation est créée dans le sous-sol, c'est toute la circulation de l'eau de surface et des eaux souterraines qui peut être modifiée à cet endroit. Le rabattement de nappe est un phénomène couramment observé: le niveau de l'eau souterraine s'abaisse dans les sols situés autour des carrières tandis que celles-ci se remplissent. Les volumes, les trajets de circulation, les vitesses d'écoulement initiales peuvent être perturbés et provoquer un assèchement ou une inondation aux alentours. Seules des investigations lourdes (suivi piézométrique sur plusieurs années) peuvent apporter des éléments de réponse.

d) Impacts hydrologiques

Il est très fréquent qu'une carrière engendre des rejets d'eau au milieu naturel. On distingue deux origines à ces eaux:

- l'eau d'exhaure qui n'est présente que si l'excavation a rencontré un réservoir souterrain.
- l'eau météorique qui peut s'accumuler en fond de fouille après avoir ruisselé sur les pistes, les fronts de taille ou les stocks de matériaux.

L'impact produit est:

- la déviation des cours d'eaux,
- la modification des éléments constitutifs,

- la pollution par des eaux usées contaminées et la pollution due au renforcement de l'érosion.

e) Impacts biologiques (la faune et la flore)

L'effet des polluants poussiéreux sur les végétaux est très mal connu, mais il a été constaté quelques manifestations physiologiques ou parasitaires, dues certainement à des polluants chimiques, sur certaines plantations situées à proximité des sources de pollution. L'effet des poussières sur la flore est caractérisé par la dégradation avec le temps des plantes, le ralentissement du processus de photosynthèse (après constitution d'un écran), la diminution de leur durée de vie, ...etc., créant ainsi une gêne ou une déstabilisation réelle pour l'agriculture et pour l'aspect paysager.

La pollution par les poussières de l'atmosphère joue aussi un rôle non négligeable en faveur du déplacement et de l'émigration des espèces animales. Donc par conséquence, le développement de l'activité d'extraction des matériaux dans une région est de nature à détruire la flore et écarter (faire migrer) la faune.

f) Impacts sur l'atmosphère

La composition de l'atmosphère est stable, l'ajout de certain élément peut engendrer un déséquilibre dans ce système. Les activités humaines sont les facteurs essentiels pour son exhortation.

Dans le cas des carrières à ciel ouvert, la précarité de l'atmosphère est due aux:

- dégagements de poussières par les tirs à l'explosif, et le trafic routier,
- dégagements des gaz nocifs et des effluents gazeux suite à l'ignition spontanée de terrils et les échappements des engins et des automoteurs.

g) Impacts sur le paysage

Il est évident que l'extraction de la carrière entraînerait une transformation du paysage et un impact négatif de la surélévation naturelle des reliefs (altération de la morphologie et l'apparition des surfaces dévastées), produisant des impacts visuels tel que :

- le déboisement.
- la position de l'installation de traitement,
- la forme de l'excavation, laisse des cicatrices dans le paysage.
- l'aspect des fronts de taille,
- le stockage des remblais,
- les contrastes de forme et de couleur.

h) Impacts sur les infrastructures

L'exploitation d'une carrière entraîne à long terme l'effet d'usure permanent des infrastructures routières par l'usage des convois et le risque de dégâts aux constructions voisines par les vibrations introduites. Le transport des matériaux endommage les voiries, la circulation des engins entraîne la dégradation des chaussées et aggrave les risques de dérapage sur les routes par suite de l'épandage des boues.

i) Impact des bruits et vibrations

- déversement et chargement des matériaux extraits dans les bennes des dumpers
- les installations de traitement (broyeur, concasseur...)
- les klaxons de recul des engins et véhicules
- les sirènes de mise en marche des installations

VI. PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL

Il décrit les mesures requises pour prévenir, minimiser, atténuer ou compenser les impacts environnementaux et sociaux négatifs ou pour accroître les impacts positifs. Il consiste à faire respecter les engagements environnementaux du projet.

VI.1. Procédure de contrôle

Le fait de ne pas attendre la fin de l'exploitation pour se préoccuper de la remise en état permet d'étaler dans le temps les dépenses et même de les intégrer, à coût marginal, à celles de l'exploitation.

Les responsables de la carrière doivent travailler et se conformer à un plan préétabli d'été et respecter rigoureusement les recommandations de ce plan.

Les procédures de contrôles doivent être établies par les techniciens eux-mêmes.

VI.2. Procédure d'audit environnemental

L'audit environnemental se définit comme «un processus de vérification systématique et documentée permettant d'obtenir et d'évaluer, d'une manière objective, des preuves d'audit afin de déterminer si les activités, événements, conditions, systèmes de gestion relatifs à l'environnement ou les informations y afférentes, sont en conformité avec les critères d'audit».

L'audit environnemental, doit être réalisé périodiquement pour suivre et avoir un aperçu sur les travaux de remise en état des lieux.

VI.3. Plan de réponse aux urgences environnementales

Nous indiquons ici les mesures et les dispositions à entreprendre par les responsables des carrières pour minimiser ou compenser les effets indésirables durant l'exploitation.

a) Emission de poussières

Il est indispensable de faire un arrosage (de préférence nocturne et surtout en période de grand vent) pour lutter contre les poussières en suspension dans l'air sur tous les lieux de travail, aux points de chargement, de déchargement et de transbordement de matériaux et de déchets, dans les installations de concassage et sur les voies de roulage où la mauvaise visibilité peut créer des risques pour les travailleurs.

Un échantillonnage doit être fait suivant une maille régulière au niveau de la plate-forme d'exploitation et ses environs avec périodicité régulière, à fin de déterminer le taux de poussière déposée sur le sol en g/m² par mois en fonction des distances (50m-100m-150m-200m-250m).

D'autres mesures peuvent aussi être prises:

- prendre des dispositions pour réduire ou supprimer ces poussières et fournir aux ouvriers travaillant à proximité les équipements voulus pour prévenir l'inhalation des poussières et veiller à ce que ces équipements soient constamment utilisés
- équiper la station d'un système de dépoussiérage pour atténuer les effets de la poussière.
- pour limiter l'envol des poussières, la circulation des camions et engins se fera à vitesse réduite (20 Km /h).
- plantation des brises vents autour de la station de concassage et de toute la périphérie du périmètre d'exploitation.

b) Les bruits

L'autorité compétente devrait établir des normes pour la dose maximale moyenne de bruit (pas plus de 8h/jour, à moins de 7m de la source) ainsi que pour les niveaux de crête auxquels un travailleur peut être exposé quotidiennement. Aucun travailleur, dans aucune partie de la mine, ne devrait être exposé à une dose journalière de bruit ou à des niveaux de crête dépassant la norme établie par l'autorité compétente, à moins qu'il porte un dispositif agréé de protection de l'ouïe (casques antibruit).

c) Les incendies

Des consignes d'urgence concernant la lutte contre le feu, l'évacuation et le sauvetage ainsi qu'un système d'alerte pour avertir rapidement les personnes qui peuvent être mises en danger par un incendie doivent être rigoureusement suivies, sans oublier aussi la vérification de l'état du matériel disponible (au moins une fois par an). Il faut aussi:

- placer les extincteurs fixes à des endroits accessibles

- prêter attention aux produits inflammables (faire attention aux lieux de stockage et au danger des possibles fuites) et aux court-circuits électriques (isolation des câbles, foudre ou erreur humaine)

d) Les 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) La pollution des oueds environnants

Aucun danger de ce genre n'est à signaler vu la nature minérale des déchets du gisement, qui ne présente aucun élément toxique. Pour l'entretien du matériel camions et engins de carrière, il s'effectue dans un atelier aménagé à cet effet, à l'intérieur site.

f) La direction des vents et leur fréquence

Il est nécessaire de connaître la direction des vents et leur fréquence afin de mieux apprécier les effets de l'exploitation et déterminer la distance d'influence de la poussière transportée par les vents.

	Effets	Mesures préconisées
Aspect paysager	Modification du paysage liée à l'exploitation qui crée des dépressions.	Remise en état des lieux par remblayage et récultivation des parcelles remblayées.
Faune et flore	On ne signale aucune espèce protégée ou rare dans la région.	Aucune mesure particulière à prendre.
Ressources hydriques	Risque de changements dans les écoulements souterrains.	A l'échelle du périmètre de la carrière, on ne signale aucun aquifère, pas de mesure à prendre.
Emission de poussière	Les poussières émises proviennent de l'exploitation lors du décapage, et le mouvement des camions de transport.	Cet effet peut être réduit par un arrosage fréquent pendant la saison estivale. L'emploi de bâche de protection, ou le recours à une bâche fermée est préconisé.
Bruits	Le bruit a comme source de gêne provient essentiellement et exclusivement de la circulation des engins de la carrière.	Compte tenu de l'éloignement des habitations et la conformité des engins par rapport à la législation cet impact n'a que très peu d'effet sur l'environnement, sauf pour le personnel de la

		carrière en place, qu'il faut protéger par des casques ou stop-bruit.
Hygiène et sécurité	Il s'agit des impacts liés aux rejets solides et liquides au niveau de la carrière, ainsi que le risque d'accident liés aux travaux exécutés quotidiennement de la carrière.	1- La sécurité Au niveau de l'installation : *panneaux de signalisations indiquant l'entrée de carrière portant «sortie d'engins», la clôture de l'ensemble des côtés du périmètre susceptible de constituer une zone de passage pour les animaux ou le riverain; A l'intérieur de la carrière: *baliser les voies de circulation différentes pour les camions chargés et vides; *obligation pour le personnel de port de tenues de protection; 2- L'hygiène: *aucun rejet de liquide ou solide nuisible ne doit être effectué au niveau de la carrière et ses alentours. *l'entretien des engins doit se faire en veillant à la récupération des huiles usées par des moyens adéquats, et transportés vers la station de collecte la plus proche.

Tableau 21: Mesures à prendre pour minimiser les effets indésirables durant l'exploitation

VI.4. Autres recommandations

Le présent travail vise à assurer la bonne conduite de l'exploitation des mines à ciel ouvert, à l'aide de techniques appropriées et conformément aux exigences de la sécurité et aussi à prévenir les accidents, les effets nocifs pour la santé et les maladies résultant du travail dans le site. Pour minimiser tout sort de pertes et accidents et assurer des bonnes conditions de travail, nous proposons d'autres recommandations indispensables:

1. Aux périphéries et/ou à l'extérieur de la carrière:

- clôturer et délimiter le périmètre de l'exploitation (de façon à ce que le périmètre d'exploitation soit clairement identifié)

- l'entrée de la carrière doit être matérialisée par un panneau qui interdira l'accès à toutes les personnes étrangères au site, avec les références de l'unité son titre minier, la validité du titre et l'autorisation d'exploitation

2. A l'intérieur de la carrière:

- prévoir des aires distinctes pour le concassage, le stockage des matériaux et l'entretien du matériel
- baliser et signaler les zones à risques dans les carrières (falaises, crevasses, zones d'éboulement et autres)
- les fronts d'exploitation sont normalisés (à 45°) et surveillés régulièrement par le chef de carrière, surtout en période de fortes pluies
- les géométries des fronts et banquettes doivent permettre d'assurer leur stabilité et une activité économique au cours d'exploitation comme en fin d'exploitation
- les principes généraux de la prévention lors des tirs de mines et les prescriptions réglementaires doivent être respectés lors de la mise en œuvre des explosifs
- doter le personnel de vêtement de travail, de matériel de premiers secours et d'anti incendies
- former et sensibiliser le personnel des risques existants dans une carrière
- l'ensemble des installations électriques, matériel de travail, matériel de premiers secours et lutte contre incendies de l'établissement est vérifié une fois par an par un organisme agréé pour garantir un meilleur rendement et longue durabilité avec le minimum de risques
- remettre en état le site au fur et à mesure de l'avancement de l'exploitation
- prévoir des campagnes d'analyse des rejets et de contrôle de la carrière par des spécialistes et des experts du domaine

3. Protection individuel du personnel

Pour protéger le personnel, un ensemble d'équipements est nécessaire:

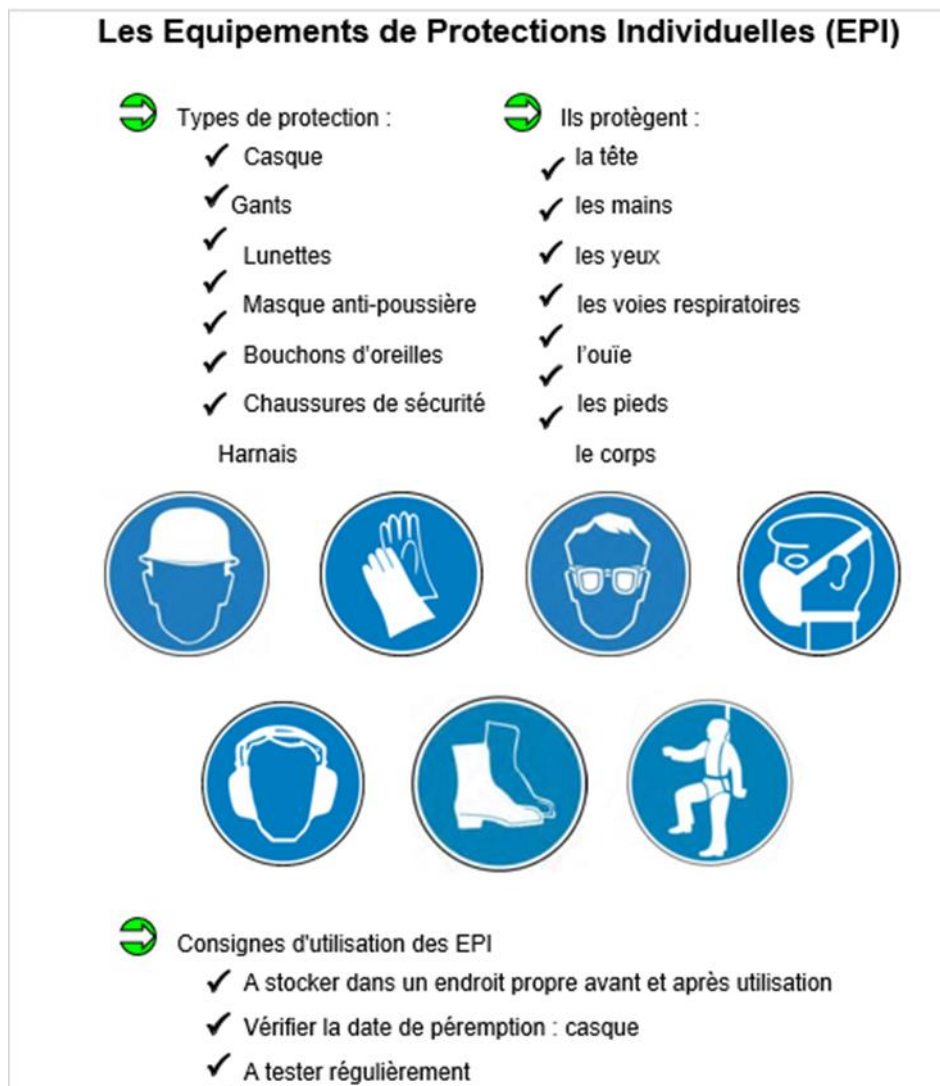


Figure 33: Equipement de protection individuel

VII. CONCLUSION

La remise en état d'une carrière est prescrite dans l'arrêté préfectoral comme étant une obligation en fin d'exploitation, et elle doit donc conduire à faire oublier, à terme, que le site a été l'objet d'une extraction.

L'étude d'impacts sur environnement désigne l'ensemble de la démarche destinée à analyser les effets sur l'environnement d'un projet d'aménagement, mesurer leur acceptabilité environnementale et éclairer les décideurs

Il faut prévoir les conséquences à long terme du réaménagement en visant la pérennité de la solution de remise en état choisie, réussir une intégration et une continuité paysagère de qualité et en particulier prévoir un budget annuel d'entretien (destiné exclusivement à cette remise en état).

CONCLUSIONS

GÉNÉRALE

CONCLUSION

La gestion et l'ouverture d'une carrière pour l'exploitation est un acte que doit, par obligation, être en conformité avec les lois minières et environnementales.

Les recherches et les investigations menées en vue de la réalisation de ce présent travail, indiquent que la rentabilité de cette carrière est liée à une planification minière avec une exécution rigoureuse et flexible des plans établis conformément aux lois en vigueur.

En tenant compte les données présentes ici, on aboutit aux conclusions suivantes:

- les réserves géologiques exploitables du gisement estimées en catégorie C1 à B, sont largement suffisantes pour justifier la durée de vie de 54 ans de l'exploitation
- les résultats des essais sur les argiles montrent qu'elles ont des caractéristiques très favorables à la production de briques et de tuiles
- l'étude d'impact démontre que la carrière est susceptible d'avoir des risques négatifs liés à l'environnement. Toutefois, tous ces impacts sont pour la plupart d'importance mineure, donc aucun impact majeur n'est envisagé comme pouvant résulter des activités de ce projet
- le plan de réhabilitation après la fermeture du gisement conclut que le schéma le plus adapté pour le site est celui d'un aménagement mixte. Le site va donc intégrer sa vocation initiale agricole et, au même temps, subir un boisement forestier
- il est aussi à ne pas négliger que l'installation de ce projet dans cette région est d'une extrême importance sociale et économique, car il contribue à la réduction des taux de chômage chez la population et contribue aussi à une amélioration du marché Algérien en matériaux de construction.

Pour finir, j'espère que ce travail aura les capacités compétentes pour contribuer pédagogiquement à l'enrichissement en ce que concerne à la gestion des projets, dans le but d'assurer, à la fois, une bonne maîtrise et compréhension du sujet.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANDI, (2000): wilaya de Tizi-Ouzou

Anonyme, (2017): Dossier de demande d'autorisation de renouvellement et d'extension du périmètre exploitable d'une exploitation de carrière avec une installation de traitement et une station de transit, Rapport n° R16092701bis – phase 2: notice hygiène et sécurité du personnel – Commune de Rocamadour (46). Online à www.lot.gouv.fr

Anonyme: La sécurité et la sante dans les mines à ciel ouvert, Recueil de directives pratiques du BTI Genève, Bureau international du travail, 1991. Online à www.ilo.org

AZAICHE Samia, KHENDEK Karima, (2018): Contribution à l'étude d'impacts d'une installation classée: cas de la Briqueterie Izerkhef, mémoire présentée par l'obtention du diplôme de master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

HAKKOUM Soumia, (2015): Etude des caractéristiques thermiques et mécaniques des briques en terre cuite traditionnelles dans les régions de la wilaya d'Ouargla, mémoire du magister, Université de Kasdi Merbah – Ouargla.

Histoire de la terre cuite à travers les âges. Online à <https://www.net-azur-traitement.com>

HOURIA Rania, (2017): Etude d'impact sur l'environnement. Cas de la carrière de Beni Senous (wilaya de Tlemcen), mémoire du magister, Université Abou Bekr Belkaid – Tlemcen. Online à: www.dspace.univ-tlemcen.dz

Larousse, 2018. Larousse dictionnaire français. Définition de carrière. Online à: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais>

Mme. IZRI Dahbia, (2014): Carrière d'argiles de la Commune d'IRDJEN - Daïra de Larbaâ Nath Irathen - Wilaya de Tizi-Ouzou; rapport géologique. Entreprise de carrière pour extraction d'argiles et production de briques.

Mme. IZRI Dahbia, (2018): Carrière d'argiles de la Commune d'IRDJEN - Daïra de Larbaâ Nath Irathen - Wilaya de Tizi-Ouzou; plan d'exploitation provisionnelle. Entreprise de carrière pour extraction d'argiles et production de briques.

Minéraleinfo, 2016. Roche ornementales et de construction. Online à: <http://www.mineralinfo.fr/actualites/nouvelle-carte-carrieres-francaises-roches-ornementales-construction>

Saadallah, A., 1990. Le cristallin de la Grande Kabylie (Algerie): sa place dans la chaîne des Maghrebides. Theses Sciences pp. 260, Cartes HT au 1/100 000 de la Grande Kabylie, carte HT de Sidi Ali Bou Nab au 1/50 000 et coupes HT, USTHB (Alger).

TCB, 2018. Travaux de Construction et de bâtiments. Construire en terre crue. Online à http://passerelles.bnf.fr/reperes/terre_crue_01.php