



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI OUZOU**

**FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES  
DEPARTEMENT DES SCIENCES GEOLOGIQUES**

**Memoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master  
En sciences de la Terre et de l'Univers.  
Option: Ressources Minérales et Environnement.**

**Thème :**

**Projet d'exploitation de la carrière d'argile de Drâa  
Ben Khedda, lieu-dit Thilioua, Wilaya de Tizi-Ouzou**

**Encadré par :  
Mme IZRI.D**

**Réalisé par :  
AZIRI Nadia  
MERZOUK Lydia**

**Soutenu publiquement le : ..../2017 Devant le jury composé de :**

**Président : Mr. ZEGHOUANE.H**

**Maitre conférence B (UMMTO)**

**Examinatrice : Melle YAHIAOUL.S**

**Maitre-assistante B (UMMTO)**

**Promotrice : Mme IZRI.D**

**Maitre-assistante A (UMMTO)**

**Promotion : 2016/2017**

## Remerciement

- Avant d'exposer le contenu de ce travail, on tient à remercier "**Dieu**" le tout puissant de nous avoir donné le privilège, la chance d'étudier et de suivre le chemin de la science et de la connaissance.
- Tout d'abord, nous tenons en tout premier lieu à exprimer nos profonds remerciements à Madame **IZRI** Maitre-Chargé de cours A (FSBSA/UMMTO) pour nous avoir encadré et dirigé, pour ses encouragements ses orientations, remarques, corrections et son soutien, qui ont permis l'élaboration de ce travail, et surtout pour sa disponibilité qu'elle a fait preuve à nos égards et l'attention qu'elle nous a consacré malgré ces nombreuses obligations. Merci infiniment !
- Nos remerciements vont aussi aux membres de jury en l'occurrence **Mr zeghouane .H et Melle Yahiaoui.S** qui ont accepté d'examiner et de juger notre travail ;

Toute notre gratitude vont également aux personnels de la carrière de DBK MAT ;

- Un grand remerciement pour les enseignants de géologie (UMMTO,) avec qui on a appris les différentes disciplines de la géologie, qu'ils trouvent ici l'expression de notre gratitude.
- Nombreuses sont les personnes qui, par leurs suggestions, leur aide et leur encouragement ont contribué à la réalisation de ce travail de près ou de loin. Nous tenons à leur exprimer notre profonde gratitude.
- Enfin nos remerciements vont à toute l'équipe pédagogique des sciences géologique de l'UMMTO en particulier à notre promotion. pour tous les bons moments passés ensemble.

MERCI

*✍ Je dédie ce mémoire à ...? ✍*

A la mémoire de ma chère **mère** que j'ai souhaité compter parmi nous le jour  
de ma soutenance ;

A celui qui ma éclaire le chemin de la vie et ne cesse de m'encourager mon  
cher **papa** que Dieu le protège ;

A ma collègue **Nadia** ;

A ma belle-mère na **Hakima** ;

A mes frères **Lounis, Lyes, Mouloud** ;

A mes chères sœurs jumelles **Mida, Hayat** ;

A tous les membres de ma famille (ma chère grande mère, tous mes oncles,  
cousins, cousines petits et grand chacun à son nom).

A mes amies les plus proches (**Fouad, Sofi, Nawal, ...**) ;

A tous ceux ou celles qui me sont chers et que j'ai omis involontairement de  
citer ;

Et a tous ce qui ont contribué par leur soutien moral pendant la conduite de ce  
projet ..... Qu'ils trouvent mes gratitudes et reconnaissance.

A vous.....merci.

**Lydia**

~~✍~~ Je dédie ce mémoire à ...? ~~✍~~

A la mémoire de mon **père** qui sera toujours dans mon cœur, que **Dieu**

L'accueille dans son vaste paradis.

À ma très chère **mère**, que **Dieu** me la préserve.

A ma binôme **lydia** une amie avec qui j'ai partagé le bon et le mauvais de ce  
mémoire.

À Mes chers frères et sœurs.

À ceux qui pensent à moi.

À tous mes enseignants dès le primaire jusqu'à l'université.

À tous mes collègues et amis chacun un à son nom.

À toute la promotion Ressources Minérales et Environnement.

À tous ceux m'ont aidé à réaliser ce travail. Et à tous ceux qui sacrifient leur  
temps au bien être de l'humanité et à la science.

À vous .....merci.

**NADIA**

## Résumé

L'objectif principal de ce projet est de mener une évaluation du potentiel minéral en matière première, de projet d'exploitation à ciel ouvert de la carrière de DBK (**THILIOUA**). Le gisement est constitué par une unité d'argile carbonatée (marnes du cartennien) qui dépasse les limites du secteur prospecté. A la surface les argiles du gisement sont de couleur jaune à jaune verdâtre et grise à grise bleuâtre dans la partie inférieure de la série. Il s'agit d'argiles carbonatées compactes non litées homogènes, à cassure terreuse ou terro-conchoïdale.

L'analyse minéralogique par diffraction RX Montre des Minéraux argileux tels que, l'illite et la kaolinite ; les minéraux non argileux sont : Quartz, calcite, dolomie, feldspaths sodique et potassique, et la chlorite. Ces argiles sont homogènes et plastiques. elles ont une teneur moyenne en silice mais des teneurs élevées en magnésium et en alcalins. Les essais de laboratoires démontrent que ces argiles sont utilisables pour la fabrication des briques creuses de coloration rouge.

La rentabilité de ces carrières est intimement liée à l'optimisation des réserves exploitables, à une bonne planification minière exécution rigoureuse et flexible des plans établis, conformément aux différentes lois minières et environnementales en vigueur.

L'étude d'impact environnemental a permis de proposer un plan de réhabilitation du site DBK (**THILIOUA**). Schémas sont retenus. Un aménagement en terrain agricole et boisements forestiers, est le plus adapté, car ceci pourra permettre de créer une zone agricole et un boisement et le site intégrera sa vocation initiale agricole. Les flancs sud de la carrière pour le boisement comme brise vent.

**Les mots clés :** exploitation, carrière, argile, briqueterie, calcul de réserve, environnement.

## Abstract

The main objective of this project is of leading a assesement of mineral potential in raw material, of plan of roofless working of the career of DBK (**THILIOUA**). The deposit is constituted by a carbonate clay unit (marls of the cartennien) which exceeds the borders of the canvassed sector. In the surface, clay of the deposit is of yellow color with greenish yellow and grey in grey bluish in the lower part of series. It is about carbonates compact loam homogeneous not litters, in muddy break or terro-conchoïdale.

The mineralogical analysis by diffraction RX Watch of the clay Minerals such, the illite and the kaolinite; the not clay minerals are: Quartz, calcite, dolomite, sodium and potassium feldspars, and the chlorite. This clay is homogeneous plastic. They have a medium content of silica but on the contrary high contents of magnesium and alkaline. Trials laboratories show that this loam is usable for the manufacture of the hollow blocks of red coloring.

The profitability of these careers is intimately linked to optimization of exploitable reservations, to good mining planning strict and flexible execution of established plans, in accordance with different mining and environmental laws in force.

An environmental impact assessment environmental will allow to offer a plan of rehabilitation of the site DBK (**THILIOUA**). Diagrams are kept. A development on agricultural ground and forested afforestation, the most adapting is, because this will be able to allow to create an agricultural zone and an afforestation and the site will include its agricultural initial vocation. The south sides of career for the afforestation as wind breaks.

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

# Table des matières

## CHAPITRE I : GENERALITE

<b>I.</b>	<b>I</b>
Introduction général .....	14
<b>II.</b>	<b>B</b>
But et méthodologie de travail .....	15
II.1. But de travail .....	15
II.2. Méthodologie de travail .....	15
<b>III.</b>	
Information générale sur la région d'étude.....	15
III.1. Situation géographique et administrative .....	16
III.2. Aperçu économique et infrastructurel .....	16
III.3. le climat .....	17
III.4. Les travaux Antérieures .....	17
III.5. Orographie .....	18
III.6. Topographie.....	20

## CHAPITRE II : GEOLOGIE GENERALE ET REGIONAL

<b>I. géologie regionale</b> .....	<b>22</b>
I.1. Aperçu géologique.....	22
I.2. hydrogéologie .....	25
I.3. Réseau hydrographique .....	26
<b>II. Caractéristique géologique et hydrogéologique du gisement</b> .....	<b>26</b>
II.1. Géologie local .....	26
II.2. Hydrogéologie du gisement .....	27
II.3. Géomorphologie du gisement .....	28

## CHAPITRE III : PLAN DE DEVELOPPEMENT

<b>I. Introduction</b> .....	<b>30</b>
<b>II. Estimation et calcul des réserves</b> .....	<b>31</b>
II.1. Calcul de réserves .....	31
II.2. Estimation et calcul des réserves géologiques .....	31
<b>III. Caractéristique chimique et mineralogique du gisement</b> .....	<b>36</b>
III.1. résultats des essais sur les argiles .....	36
<b>IV. Conditions technico –minieres et d'exploitation</b> .....	<b>37</b>
IV.1. Condition technico-minièrre de la carrière .....	37
IV.1.1. Régime de fonctionnement et Capacité de production de la carrière .....	37
IV.2. condition technico- minièrre d'exploitation .....	39
IV.2.1. Couvertures et stérile.....	39
IV.2.2. Systèmes d'exploitation .....	39
<b>V. Methode d'exploitation utilise</b> .....	<b>40</b>
V.1. la découverte .....	40
V.1.1. l'extraction .....	41

	V.1.2. le traitement du matériau .....	41
	V.1.2.1. la fermentation .....	42
	V.1.2.2. le stockage de l'argile .....	42
<b>VI.</b>	<b>Caracteristique geometriouque des ouvragesminiers.....</b>	<b>42</b>
	VI.1. Gradins .....	42
	VI.2. Bernes de sécurité interne .....	43
	VI.3. Bernes de sécurité externe .....	43
	VI.4. La piste d'accès .....	43
	VI.5. Rayon de virage .....	43
	VI.6. Décharges ou déblais .....	43
	VI.7. Stabilité des talus .....	44
	VI.8. Drainage des eaux.....	45
	VI.9. Programme de control du front.....	46
<b>VII.</b>	<b>Installation d'electricite, d'eau organisation des operations d'extraction .....</b>	<b>47</b>
<b>VIII.</b>	<b>Irganisation des operations d'extraction .....</b>	<b>47</b>
	VIII.1. Ripage décapage .....	47
	VIII.2. Stockage .....	47
	VIII.3. Chargement .....	48
<b>IX.</b>	<b>Les differentes phases d'exploitation .....</b>	<b>52</b>
	IX.1. Les phases d'exploitations.....	52
<b>X.</b>	<b>Effectif et qualification du personnel .....</b>	<b>57</b>
<b>XI.</b>	<b>Nature et caracteristiques des equipements .....</b>	<b>57</b>
<b>XII.</b>	<b>Mesures de securite et d'hygienes envisagees.....</b>	<b>58</b>
<b>CHAPITRE IV : PROCESSUS DE FABRICATION DE BRIQUE</b>		
<b>I.</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>67</b>
<b>II.</b>	<b>Historique de la brique.....</b>	<b>67</b>
	II.1. Brique crue .....	67
	II.1.1. L'adobe.....	68
	II.1.2. Les pisés .....	69
	II.1.3. Les Blocs de terre comprimée.....	71
	II.2. brique cuite.....	72
<b>III.</b>	<b>Définition de brique.....</b>	<b>73</b>
<b>IV.</b>	<b>Raison de l'utilisation de la brique.....</b>	<b>74</b>
<b>V.</b>	<b>Processus de la fabrication de la brique .....</b>	<b>74</b>
	V.1. Dans la carrière .....	75
	V.1.1. Extraction.....	75
	V.1.2. Fermentation .....	5
	V.1.3. Stockage.....	76
	V.2. Dans l'usine .....	77
	V.2.1. préparation de l'argile .....	77
	V.2.2. Broyage et malaxage.....	77
	V.2.3. Dosage et mélange .....	78
	V.2.4. Façonnage .....	78
	V.2.5. Séchage .....	80

V.2.6 Cuisson.....	80
V.2.7. Emballage .....	81
<b>VI. Conclusion.....</b>	<b>82</b>

## **CHAPITE V : PLAN DE LA REMISE EN ETAT**

<b>I. Introduction .....</b>	<b>84</b>
<b>II. Cadre legal .....</b>	<b>85</b>
<b>III. Remise en etat des lieux .....</b>	<b>86</b>
III.1. aménagement agricole .....	87
III.2. Aménagement en terrain agricole et boisements forestiers .....	89
<b>IV. Suivi environnemental .....</b>	<b>89</b>
IV.1. Réaménagement des talus et plates formes .....	90
IV.2. Evaluation de l'opération.....	90
IV.2.1. Correction des plates formes .....	90.
IV.2.2. Travaux de remblayage avec terre végétale .....	90
IV.2.3. Achats de plants .....	91
IV.2.4. Achat de semis.....	91
IV.2.5 .Travaux de creusement et de mise en fouille .....	91
VI.2.6. Chiffre d'affaire estimatif.....	92
<b>V. Impact sur l'environnement .....</b>	<b>92</b>
V.1. Réglementation algérienne sur l'exploitation minière, son impact sur l'environnement et la réhabilitation des carrières .....	93
V.2. Méthode d'évaluation des impacts sur l'environnement .....	100
<b>VI. Plan de gestion enviremental.....</b>	<b>102</b>
VI.1. Procédure de contrôle.....	102
VI.2. Procédure d'audit.....	103
VI.3. Plan de réponse aux urgences environnementales.....	103
<b>VII. Conclusion generale.</b>	

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.**

## Liste des Figure

Numéros	Titre du Figures	Page
<b>1</b>	diagramme de répartition des zones de vallées, plaine et dépression.	19
<b>2</b>	Situation géographique de la région d'étude DBK (Thilioua).Extrait de la Carte topographique Bordj Menael /1/25 000.....	20
<b>3</b>	Extrait de la carte géologique au 500.000 de l'Algérie par M.J.FLANDRIN... ..	27
<b>4</b>	image satellite et schémas des blocs.....	31
<b>5</b>	position des coupes géologiques pour le calcul de réserves.....	35
<b>6</b>	stockage des argiles dans une plateforme.....	41
<b>7</b>	paramètre géométrique d'un gradin.....	44
<b>8</b>	les paramètres géométriques du talus.....	46
<b>9</b>	représentant un endiguement artificiel.....	47
<b>10</b>	stockage des argiles dans un hangar.....	48
<b>11</b>	Photo de Moulage et séchage des blocs adobe .....	69
<b>12</b>	Coffrage utilisé dans la conception de murs en pisé.....	70
<b>13</b>	Photos de Brique de terre crue compressée réalisée à l'aide d'une presse manuelle.....	71
<b>14</b>	hangar de stockage des argiles .....	76
<b>15</b>	Diagramme de Production de briques d'argiles.....	77
<b>16</b>	mélangeur d'argiles et des tufs .....	78
<b>17</b>	Diagramme du de process de cuisson de la brique.....	81
<b>18</b>	Palette des briques de DBK MAT.....	81
<b>19</b>	les étapes de la fabrication de brique.....	82
<b>20</b>	schémas de l'aménagement après exploitation.....	87
<b>21</b>	Photo des semis proposés.....	88

## Liste des Tableaux

Numéros	Noms des tableaux	Page
<b>1</b>	Calcul de pourcentage des ensembles physique par rapport à la superficie total de la wilaya.....	19
<b>2</b>	calcul de réserves du périmètre exploitable.....	33
<b>3</b>	calcul de réserves exploitables.....	34
<b>4</b>	la composition chimique des argiles de DBK-MAT.....	36
<b>5</b>	la composition chimique des argiles.....	36
<b>6</b>	les déférentes phase de l'exploitation.....	
<b>7</b>	Les minéraux argileux du site DBK.....	45
<b>8</b>	Les phases de l'ouverture de front de taille.....	50
<b>9</b>	Les caractéristiques des briques de terre crue (adobe, pisé, BTC).	72
<b>10</b>	Temps et cout des travaux de remblayage avec terre végétale.....	91
<b>11</b>	cout de travaux de creusement et de mise en fouille.....	91

## *Liste des abréviations*

**ANIREF** : agence nationale d'intermédiation et de régulation foncière.

**ANDI** : agence nationale de développement de l'investissement.

**BRGM** : bureau de recherche géologique minière.

**BTC** : les blocs de terre comprimée.

**B** : bloc.

**C** : catégorie.

**DD** : développement durable.

**DBK** : Draa ben Khedda.

**EIE** : étude d'impact sur l'environnement.

**Fig** : figure.

**ICPE** : installation classées pour la protection de l'environnement.

**ORGM** : office nationale de la recherche géologique et minière.

**RX** : rayon x

**SONREM** : sociale national de recherche et d'exploitations minières.

**USTHB** : Université de la science et de la Technologie Houari Boumediene.

**UMMTO** : Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

**m<sup>3</sup>** : mètre cube.

**m** : mètre.

**Cm** : centimètre.

**Da** : Dinard algérienne.

**Kg** : kilogramme.

**Km** : kilomètre.

**h** : heure.

**t** : tonne.

# **CHAPITRE I**

## **GENERALITE**

## I. Introduction général

Une **carrière** est le lieu d'où sont extraits des matériaux de construction tels que la **Pierre**, le **sable**, ou différents **minéraux** non métalliques ou carbonifères. Le chantier se fait à ciel ouvert, soit « à flanc de coteau », soit « en fosse » jusqu'à une centaine de mètres de profondeur parfois)

Tout projet de développement d'une carrière, est basée sur une évaluation géologique géotechnique technico-économique et environnementale la rentabilité du projet est évaluée selon tous ces paramètres. L'ouverture d'une carrière est soumise à l'approbation de tous les services d'une wilaya agriculture, hydraulique, domaine, environnement.

Le but du projet de la carrière Thilioua est d'alimenter la briqueterie installée sur site, et de recruter le maximum d'employés pour minimiser le chômage dans la région, ainsi qu'une amélioration du marché Algérien en matériau de construction. Le site est situé sur les versants de coteaux, faisant partie d'une vaste zone alluvionnaire s'étalant autour de la ville de Draa Ben Khedda. 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, qui font l'objet d'exploitation au niveau de cette carrière.

Ce mémoire s'articule autour de cinq chapitres :

Dans le **premier** c'est une présentation générale de la zone d'étude,

Dans le **deuxième chapitre**, c'est l'étude géologie locale et régionale,

Dans le **troisième chapitre**, nous traiterons le plan du développement de la carrière l'estimation des coûts d'investissement et des coûts prévisionnels d'exploitation,

Dans le **quatrième chapitre** Une description des phases de fabrication de briques,

Enfin, le **dernier chapitre** sera consacré à la présentation de l'impact de l'exploitation de la carrière sur l'environnement et la remise en état du lieu,

Nous terminerons ce travail par une conclusion générale.

- Nous clôturons ce travail par une conclusion générale.

## **II. But et méthodologie de travail**

### **II.1. But de travail :**

Notre étude s'intéresse au potentiel du gisement de Thilioua, qui est un gisement de marnes Miocène du Carténien. Est une évaluation géologique technique et environnementale du projet d'exploitation de la carrière d'argile de DBK

L'objectif principal de ce travail est accès sur :

- La description des faciès composant le gisement de Thilioua.
- Estimation du potentiel de réserves, et une évaluation de la faisabilité du projet;
- Présentation de la méthode d'exploitation;
- une évaluation des impacts de l'exploitation du gisement de Thilioua sur l'environnement.
- Un plan de remise en état.

### **II.2. Méthodologie de travail :**

Ce travail nécessite l'utilisation de méthodes classiques en commençant par une synthèse bibliographique sur les travaux antérieurs dans la région, concernant la géologie et la géologie, en suite on a effectué un stage de terrain dans notre zone d'étude, suivi d'une étude de laboratoire.

Les travaux de terrains ont consisté, en un levé géologique et échantillonnage sur les affleurements. Pour le volet environnement, il a consisté en un ensemble d'investigations

L'étude au laboratoire a consisté en une série d'analyses, et le traitement de données via les différents logiciels tels qu'Auto-Cad et Covadis.

## **III. INFORMATION GENERALE SUR LA REGION D'ETUDE**

### **III.1. Situation géographique et administrative :**

la région d'études est rattaché a Draa Ben Khedda (DBK), La wilaya de Tizi-Ouzou. Elle est constituée par les communes suivantes : Sidi Naaman, Draa Ben Khedda, Tademaït et Tirmatine.(voir figure 1 )

Elle se situe à 10 Km à l'ouest du chef lieu de la commune de Tizi-Ouzou, avec une superficie de 172,22 Km<sup>2</sup> et 40000 habitants d'après le recensement de 2008.

**❖ Limite administrative de la commune de DBK :**

Comme l'indique la figure, la commune de DBK est délimitée par :

- La commune de Sidi Naaman au nord,
- La commune de Tizi-Ouzou à l'est,
- La commune de Tirmatine au sud,
- La commune de Tademaït à l'ouest

**III.2. Aperçu économique et infrastructurel :**

Une bonne partie de la population 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 Tadmaït, Drâa ben Khedda, Tizi-Ouzou, Fréha jusqu'à Azzazga.
- Un 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 reliant les villes et village, par des routes goudronnées, parfois des pistes carrossable bien entretenus.de plus, une voie ferrée relie Alger à Tizi-Ouzou.

- Le 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 km<sup>2</sup> 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.

**III.3. le climat :**

C'est fait bien établi que l'Algérie fait partie de « l'aire isoclimatique méditerranéenne » puisque son climat est partout caractérisé par l'existence d'une période de sécheresse axée sur la période chaude et imposant a la végétation en place un stress hydrique de durée variable (dager&al.,1988; Quézel&Médail,2003; Le houérou, 2004).D'après la récente classification de rivas-martines (2005) , elle fait partie intégrante du « macroclimat méditerranéen».

Les précipitations s'effectuent en grosses pluies peu nombreuses : entre 600et 1 000 mm peuvent tomber en quelques semaines sous forme de pluies de durées variant de quelques heures à quelques jours. Ces précipitations peuvent varier considérablement d'une année à l'autre. Les neiges peuvent être abondantes sur le Djurdjura et l'extrémité orientale du massif central.

**III.4. Les travaux Antérieures :**

Les recherches et études géologiques dans la kabylie ont débuté depuis le 19<sup>ème</sup> siècle, à savoir :

- constitution géologique des montagnes de kabylie, A.Péron ,1867.
- Etudes géologique réalisée dans la Kabylie, L.ville, 1868.

- Description géologique de la Kabylie du Djurdjura. Ficheur ,1890...

En 1958, P.Muraour présente une étude stratigraphique et sédimentologie de la basse Kabylie et J.P Galardélabore, 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 :

- Les projets de recherches et d'exploitation de la barytine de Bou-mahni et afensou (fort national).
- Recherches du filon de barytine dans la région de makla suivie d'une exploitation du gisement.

### **III.5. orographie :**

La wilaya de Tizi-Ouzou présente trois (03) zones de relief : 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 Tizirt, Makouda, Ouaguenoun, Azeffoun, et Azazga, ainsi que la commune de Sidi-Näamane rattachée à la daïra de Drâa-Ben-Khedda (21 communes au total).

#### **➤ 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 dairates de Drâa-Ben-Khedda, Larbâa-Nath-Irathen, et une partie des dairates de Drâa-El-Mizan, Boghni et Aïn-El-Hammam. Le massif central est ancien (1ère 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%).

#### **➤ 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 Bedjaïa

➤ **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 de Ouadhias.

**Tableau (1) :** Calcul de pourcentage des ensembles physique par rapport à la superficie total de la wilaya.

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		<b>100</b>



**Figure (1) :** diagramme de répartition des zones de vallées, plaine et dépression.

**II.4. Les vents :**

Le vent exerce une influence importante sur le transport 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.

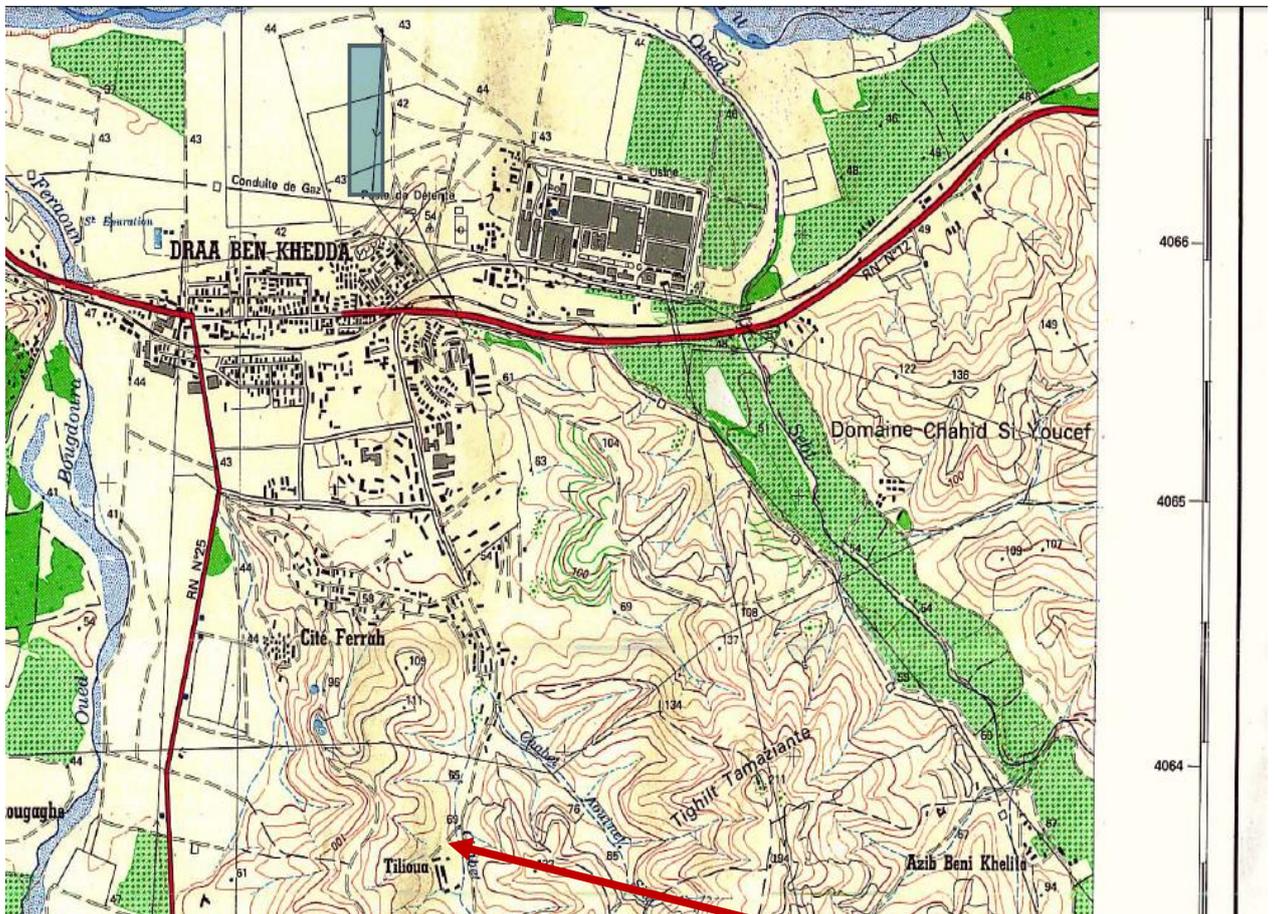
- ✓ au printemps et en hiver, les vents sont de direction Nord-Ouest.
- ✓ en été et en hiver les vents sont de direction Ouest.

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 important 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 côtes dans les limites du gisement varient de 40 à 114m.



**Figure (2) :** Situation géographique de la région d’étude DBK (Thilioua). Extrait de la carte topographique Bordj Menael /1/25 000.

**CHAPITRE II**  
**GEOLOGIE GENERALE ET REGIONALE**

## I. GEOLOGIE REGIONALE

### I.1. Aperçu géologique :

Géologiquement le territoire de la wilaya de Tizi-Ouzou, s'inscrit dans l'orogène alpin périméditerranéen de la chaîne littorale d'Afrique du Nord.

**Les terrains qui affleurent sur ce territoire sont (d'après Ziani Arkoub ,1994) :**

- 1) Le socle kabyle et sa couverture protérozoïque.
- 2) La dorsale kabyle.
- 3) l'Oligo-Miocène.
- 4) Les nappes de flyschs.
- 5) Le Miocène post-nappe.
- 6) Le Quaternaire.

#### 1) Le socle kabyle :

Ce sont les massifs primaires 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 :

- a. le socle gneissique très métamorphisé, composé de gneiss fins, parfois des migmatites, auxquels se superposent des gneiss œillets (à biotite, muscovite, plagioclase).
- b. 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.
- c. des schistes argileux et silteux, peu ou pas métamorphiques.

## 2) la Dorsale kabyle :

La chaîne du Djurdjura constitue le tronçon le plus important de la dorsale kabyle. Elle s'étend sur près de 50 km d'Ouest en Est et culmine à 2 305m avec le lalla khedidja.

Elle se dresse comme une barrière entre les formations du socle métamorphique au Nord et celles du Crétacé telliens au Sud. Ce sont les formations calcaires liasiques ou localement ceux de l'Eocène qui déterminent ses principaux reliefs les terrains qui constituent cette unité structurale 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 :

On subdivise l'époque liasique dans le Djurdjura en deux périodes :

#### ▪ Infra-Lias-Lias inférieur

Les dépôts de l'infra-lias et du Lias inférieur sont représentés par des car des cargneules et dolomies (infra -Lias), des calcaires dolomitiques jaunâtre 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 ce lias inférieur ; ils sont représentés par un ensemble de calcaires en dalles à silex de faciès variés, de marno-calcaires et de marnes.

- **Crétacé :**

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

- **Lutétien :**

Les dépôts de cette période sont représentés essentiellement par des petits bancs de calcaire jaune, surmontés par des calcaire massifs renferment 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.

- **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 Drâa-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 couche pelliculaires, charriées sur les zones externes, et plus rarement sur les zones internes, comme c'est le cas pour le Nord kabyle.

Dans ces unités structurales, on classe les : flysch numidiens ; les flysch massyliens, le flysch du Haut Sebaou-Azazga, le flysch de port Gueydon et le 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 sur près de 80m d'Est en Ouest (Tizi –Ouzou se place au centre du bassin). A l'Est il arrive jusqu'au méridien d'Azazga.

Il est représenté par des conglomérats (100à250m) ; une formation molassiques gréso-marneuse (250m) et une formation argilo-marneuse (500m au maximum).

#### **6) Le Quaternaire :**

Il est représenté par des faciès variés ; dans les vallées il se développe des cailloutis, grés polygène, graveilites et aleurolites qui occupent ces espaces.

### **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 la formation 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 secs en période estivale et en crue en période hivernale où ils transportent en abondance du matériel détritique 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 en cours de 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 sensible fluctuation et arrive à conserver une faible tranche d'eau en été.

De nombreuses sources de débit variable qui dépasse 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).

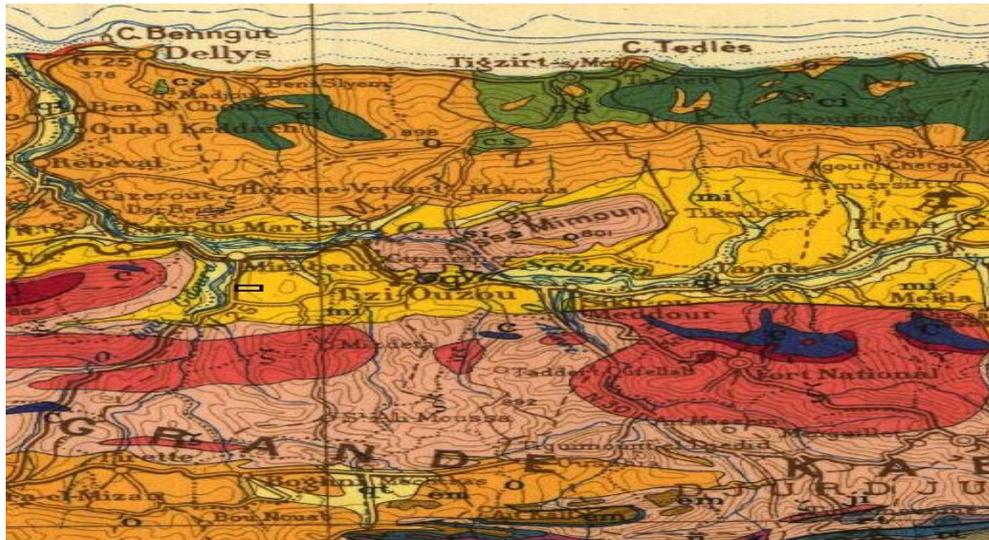
❖ **La principale ressource en eau potable de la Wilaya est soutirée à partir de :**

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

## II. Caractéristique géologique et hydrogéologique du gisement :

### II.1. Géologie local :

Le site est situé sur les versants de coteaux, faisant partie d'une vaste zone alluvionnaire s'étalant autour de la ville de Draa Ben Khedda. Faisant partie du bassin Néogène de Tizi-Ouzou.



- Miocène post nappe argileux marneux.
- Micas schistes, schistes satinés.
- Gneiss.
- Pegmatite, granite, granodiorite.

**Figure(3) :** Extrait de la carte géologique au 1/500.000 de l'Algérie par (M.J.FLANDRIN.1962)

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 fins 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 est 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 Bougdoura qui traverse Draa Ben Khedda du Sud vers le Nord, le tracé de l'oued est parallèle à la nationale 25 où il rejoint le lit du Sébaou au Nord. carte hydrographique

### **II.3. Géomorphologie du gisement :**

Le gisement est situé sur une plaine, faisant partie d'une vaste zone alluvionnaire s'étalant autour de la ville de Draa Ben Khedda. Faisant partie du bassin Néogène de Tizi-Ouzou. Il se constitue d'un relief peu escarpé avec une pente douce à moyenne et forte dénivelée jusqu'à soixante-dix mètres.

Les côtes dans les limites du gisement varient de 40 à 114m.

# **CHAPITRE III**

# **PLAN DE DEVELOPPEMENT**

### I. Introduction :

Ce chapitre a traite le développement de la carrière des argiles dite **SARL-DBK-MAT**, ainsi pour l'aspect technico-géologique d'exploitation soit moyens matériel, moyens humains, méthodes et technique d'exploitation éventuellement pour les 10 années à venir. Les réserves exploitables restantes sont largement suffisantes justifiant une durée de vie de l'exploitation de 10-12 années avec un rendement moyen annuelle de 80.000 M<sup>3</sup>.

#### ➤ fiche technique du site :

La superficie : La superficie du périmètre est de 14 hectares

Les coordonnées (Lambert) du périmètre du gisement (en UTM fuseau 31), sont illustrées dans le tableau suivant :

	UTM - FUSEAU 31	
POINTS	X	Y
A	612.000	382.000
B	620.000	380.000
C	618.000	378.000
D	612.000	377.000

#### ➤ Infrastructure :

- L'accès à la carrière est assuré par une piste au sud de la route nationale 25.

#### ➤ description du projet :

Promoteur / Projet	<b>SARL-DBK-MAT.</b>
Nature et cadre du projet	Petite et moyenne mine ; Exploitation minière à ciel ouvert « Carrière »
Référence du projet	Titre Minier N° 20 Du 22-02-2003
Nature des matières premières	Substance utile ; ARGILE
Utilisation	Matériaux de construction Fabrication Briques.
Surface exploitable	14 hectares
Nature juridique du terrain	Domanial
Réserve Géologique	1449750M <sup>3</sup> , 2609550 t
Réserve exploitable	948200M <sup>3</sup> , 1706760 t
Investissement évalué	100 000 000.00, DA
Capacité de production prévisionnelle	100000 M <sup>3</sup>
Durée de vie	12. ans

## II. ESTIMATION ET CALCUL DES RESERVES

### II.1. Calcul de réserves :

Les réserves sont calculées d'après la méthode graphique et les puissances moyennes des argiles de chacun des blocs. Voir fig9 image satellite et schémas des blocs. Les Surfaces non incluses dans les blocs des réserves ; ont des formes Polygonales et son à proximité de l'unité de production, et présentent des altitudes inférieure au plus bas niveau d'exploitation 50m, afin d'éviter de créer des morphologies de creusement qui posent des problèmes de réaménagement et environnementaux, les blocs B3-B4 ont été exclus de l'exploitation.

Le bloc B1 sera exclu du périmètre d'exploitation car il y a une ligne de haute tension qui passe à proximité, pour pallier à tous dangers nous éliminons ce bloc de l'exploitation. L'exploitation se limitera au bloc B2.



**Figure(4) :** image satellite et schémas des blocs.

### II.2. ESTIMATION ET CALCUL DES RESERVES GEOLOGIQUES :

La structure du gisement, vue l'étude réalisée peut être classé dans le groupe 3, gisement à structure subhorizontale à légèrement incliné. De ce fait les réserves sont estimées en catégorie C1. le bloc concerné est B2.

Les réserves géologiques sont calculées d'après la méthode des coupes parallèle suivant 05 coupes (1-1'',2-2'',3-3',4-4',5-5') équidistantes de ,100m, 100m, 100m, 50m mètres. La Côte minimale des coupes est de +44 m, correspondant au point le bas du plancher de la Carrière.

Les réserves des surfaces irrégulières restantes sont calculées par méthode planimétriques soit surface par puissance arithmétique moyenne.

Le gisement est composé de quatre blocs en catégorie C1

La quantité de réserves est calculée d'après la formule

**Q : Quantité de réserves en**  $Q=V.P$  **tonnes (T)**

**v : Volume du bloc (m<sup>3</sup>)**

**P : Masse volumique (t/m<sup>3</sup>)**

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

**$S_m = S_1 + S_2 / 2$  si  $S_1 - S_2 < 40\%$**

**$S_m = \frac{(S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \times S_2})}{3}$  si  $S_1 - S_2 > 40\%$**

*Les Volumes des réserves géologiques sont détermines d'après la formule suivante :*

$V = \frac{(S_1 + S_2)}{2} \times L$     Où     $V = \frac{(S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \times S_2})}{3} \times L$

Le recours au coefficient de corrélation serait indispensable dans le cas ou la différence entre les surfaces des deux sections atteignant les 40 %.la formule utilisée est la suivante :

**Qx L x P**

**S1et S2 : surfaces des sections limitant le bloc des réserves**

**L : Distance séparant les deux sections.**

Dans le cas où la surface des deux coupes étaient à peu près les mêmes, ou la différence entre elles ne dépassent pas 40% nous avons employé la formule :

$$Q = (S_1 + S_2) \times L \times P$$

Le calcul de réserves géologique présenté dans le tableau est réalisé sur un fond topographique à l'échelle 1/1000. voir plan topographique.

**Calcul de Réserves Géologiques dans les limites du périmètre d'exploitation jusqu'au niveau 50m.**

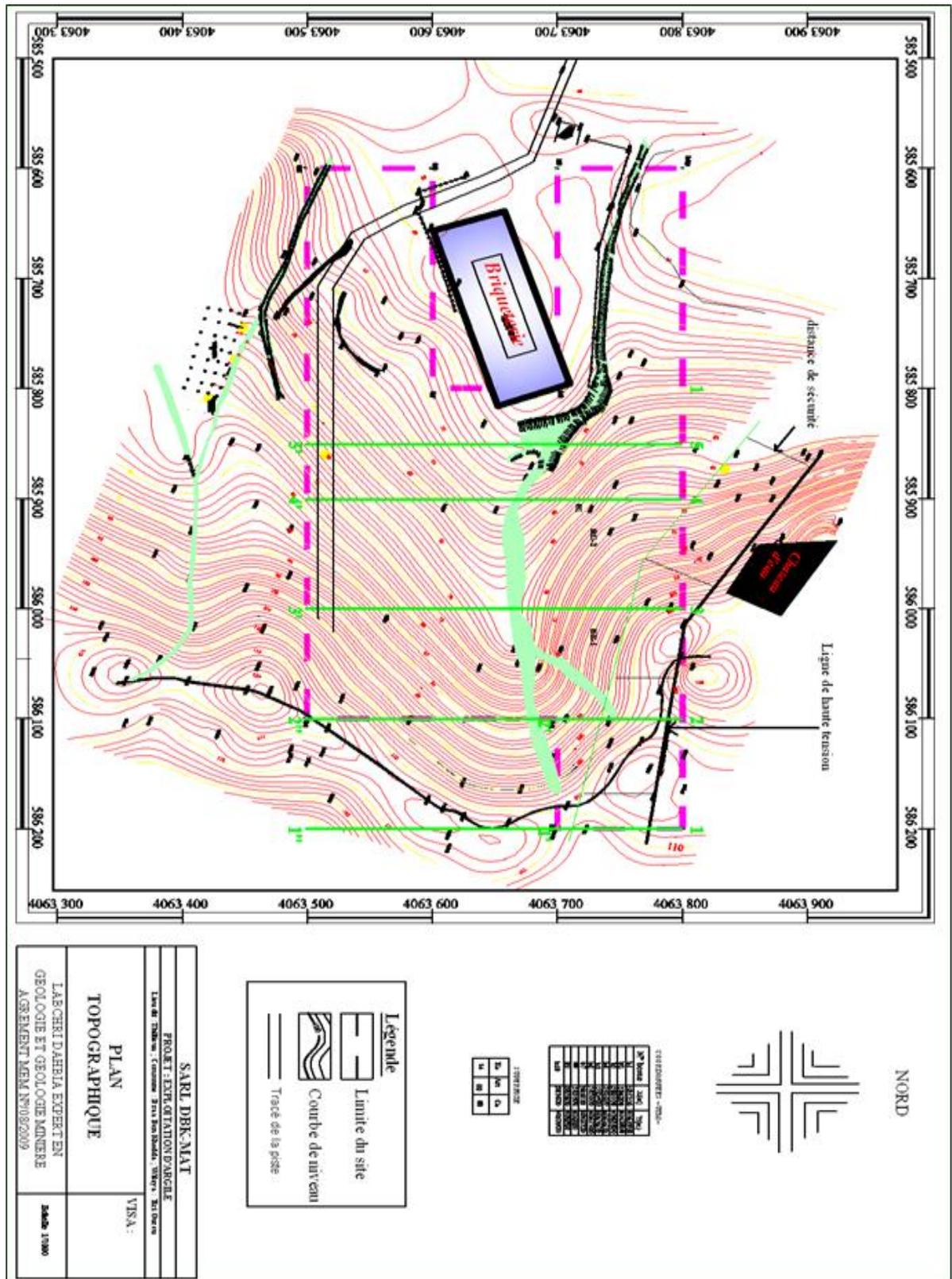
**Tableau (2) : calcul de réserves du périmètre exploitable.**

Catégories des réserves	N° du bloc de calcul	N° des coupes	Superficie des coupes		S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> /2	Surfaces moyenne	Distance	Volume m <sup>3</sup>	Masse volumique	Réserve (T)
			S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>						
Argiles	Bloc BI	1-1', 2-2'	5453	4578	5015.5	100	501550	1.8	902790	
	Bloc BII-1	2-2'', 3-3'	5949	3675	4812	100	481200	1.8	866160	
	BLOC BII-2	3-3', 4-4'	3675	3279	3477	100	347700	1.8	625860	
	BLOC BII-3	4-4', 5-5'	3279	1493	2386	50	119300	1.8	214740	
<b>TOTAL</b>							<b>1449750m<sup>3</sup></b>	<b>2609550t</b>		

Calcul de Réserves exploitables

Tableau(3) : calcul de réserves exploitables.

Catégorie des réserves	N° du bloc de calcul	N° des coupes	Superficie des coupes		Surface moyenne	Distance L m	Volume m <sup>3</sup>	Masse volumique	Réserves (T)
			S1	S2					
Argiles	Bloc BII-1	2-2'', 3-3'	5949	3675	4812	100	481200	1.8	866160
	BLOC BII-2	3-3', 4-4'	3675	3279	3477	100	347700	1.8	625860
	BLOC BII-3	4-4', 5-5'	3279	1493	2386	50	119300	1.8	214740
<b>TO TA L</b>							<b>948200 m<sup>3</sup></b>		<b>1706760t</b>



FIGURE(5): POSITION DES COUPES GEOLOGIQUES POUR LE CALCUL DE RESERVES.

### III. CARACTERISTIQUE CHIMIQUES MINERALOGIQUES DU GISEMENT

#### III.1. résultats des essais sur les argiles :

##### a- analyses chimiques :

**Tableau (4) :** la composition chimique des argiles de DBK-MAT.

Composition chimique	Teneur en (%)								
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO <sub>3</sub>	CaO	MgO	Si <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P.F
AR-07-27	46.47	13.09	5.53	12.96	2.54	0.05	2.18	0.29	15.99
AR-07-28	47.53	12.25	5.00	12.49	3.01	0.71	2.26	0.32	15.62

Les argiles ont une teneur moyenne en silice, mais par contre des teneurs élevées en magnésium et en alcalins.

##### b- analyses minéralogiques des variétés d'argiles :

Le gisement est constitué par une unité d'argiles carbonatées helvétiques qui dépasse les limites du secteur prospecté. Jusqu'à la profondeur de 3.5 à 8.0 m de la surface les argiles sont altérées, jaune-brun, plus en bas (étudié jusqu'à 65 m) reposent des argiles carbonatées grises, les argiles sont homogènes, plastiques, avec des empreintes des foraminifères. Les éléments de gisement ne sont pas nets : le pendage vers le nord Est sous l'angle de 5°-10°.

Fraction sablonneuse (2.0 - 6.05 mm) 3-44%, fraction aleurite (0.05 – 0.005 mm) 20-70%, fraction argileuse 12-56% (43 échantillons). (voir le tableau 5)

**Tableau (5) :** la composition chimique des argiles.

Intervalles	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	PAF
0-3.5	48.8	12.8	5.3	11.7	2.2	0.9	14.7
3.5-15	48.2	10.8	5.3	13.0	2.0	2.2	15.3
15-25	47.2	12.3	5.4	12.6	2.5	1.5	15.5
25-35	47.4	12.0	5.6	12.5	2.1	1.8	15.4
35-45	48.4	12.2	5.3	12.3	2.0	1.6	15.0
45-55	49.4	12.8	5.5	11.5	2.0	2.0	13.0

Les essais de laboratoire démontrent que ces argiles sont apte pour la fabrication des briques creuses de coloration rouge. Le retrait sur sec des échantillons de laboratoire est de 5.5 à 9.5 %, (Recherche d'argile a brique et tuile en grand Kabylie ; 1969).

Les argiles du gisement sont 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 polyminérales compactes non litées homogènes, à cassure terreuse ou terro-conchoïdale.

L'analyse minéralogique par diffraction RX Montre des Minéraux argileux tel, l'illite et la kaolinite ; les minéraux non argileux sont : Quartz, calcite, dolomie, feldspaths sodique et potassique, et la chlorite.

**Tableau(6) :**Les caractéristiques des minéraux argileux du site DBK.

MINERAUX EN %	FORMULES	CODES ECHANTILLONS	
		AR-07-27	AR-07-28
QUARTZ	SiO <sub>2</sub>	2305	27
CHLORITE	Al <sub>4</sub> Mg <sub>2</sub> O <sub>7</sub> Si <sub>3</sub>	10	09.0
CALCITE	CaCO <sub>3</sub>	22.0	20.0
FELDSPATHS.K	K (AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	05.5	08.0
FELDSPATH.NA, CA	CaMgCO <sub>3</sub> (AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	02.5	02.5
DOLOMITE	Al <sub>2</sub> (Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )(Oh) <sub>4</sub>	02.0	04.0
KAOLINITE	KAl <sub>2</sub> (Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (Oh) <sub>4</sub>	13.5	14.0
ILLITE	KAl <sub>5</sub> Si <sub>3</sub> Al O <sub>10</sub> (Oh) <sub>2</sub>	15.5	11.0
AUTRE MINERAUX FERRUGINEUX	Pyrite (FeS <sub>2</sub> )	05.5	04.5

**IV. CONDITION TECHNICO-MINIERE ET D'EXPLOITATION**

**IV.1. Condition technico-minièrre de la carrière**

**IV.1.1. Régime de fonctionnement et Capacité de production de la carrière**

La carrière de THILOUA fonctionne selon le régime suivant :

- ✓ Le nombre de jours ouvrables par an.....220jours/an.
- ✓ Le nombre de jours de travail par semaine.....5 jours/semaine.

- ✓ Le nombre de post de travail par jour est de un.....1 poste.
- ✓ Le nombre d’heure de travail par poste.....8 heures.

**A. rendement de la station :**

La capacité de production journalière est de 800T.

La société prévoit une production de 110t/h.

**B. production par poste de travail :**

$$Rps=RmxNmpxKu$$

Rm : rendement par heure.

Nmp : nombre d’heures effectuées par poste de travail (08 heures).

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

Nps : nombre de poste / jour, 1 poste de 08 heures

$$Rps=100x8x0.9$$

$$Rps=720T$$

**C.Productions journalières :**

$$Rjs=RpsxNps$$

$$Rjs=720x1=720T$$

✓ **Production**

**annuelle :**

$$Ras=RjsxNjo$$

Njo : nombre de jours ouvrables ,220 jour

Rjs : rendement journalier.

✓ **rendements du primaire :**

Sachant la carrière produit à peu pré, 5% de stérile du tout venant.

Le rendement annuel du primaire de la carrière est de :

$$Rac=Ras/0.9$$

$$\text{Rac} = 158400 / 0.9 = 176000 \text{ t/an}$$

#### **IV.2. condition technico- minière d'exploitation :**

Le périmètre d'exploitation du site se dégage nettement sur un relief bombé dont les côtes niveaux absolues varient de 114m au nord à 60-80 m au centre et 45 m au sud-ouest et nord-ouest du site.

La structure interne du gisement ; se présente sous forme de couches subhorizontales, rythmique de composition homogène subdivisé en deux assises distinctes, argiles jaune verdâtre a intercalation de lentilles de sable jaune en surface les premiers mètres d'argiles sont contaminées par des poches d'altérations type ferruginisation, carbonatation, la seconde assise est composée par des argiles grises compacte. La puissance total de la série utile varie sur le périmètre entre de 8 à 32 m. L'assise Utile repose sur une assise marneuse dure.

Les argiles sont compactes 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 la plasticité « indiquant une haute adhérence » et imperméabilité favorisant la fixation des sols.

##### **IV.2.1. Couvertures et stérile :**

Les dépôts de couverture sont composés par des argiles altérées et des poches riches en calcite. La profondeur des altérations des argiles Varie suivant la morphologie du site, sur les périphéries 0.5-0.8m pour atteindre les 2.40 m au sommet. En profondeur la masse argileuse est homogène pure sur l'ensemble du périmètre, les essais confirment l'aptitude de ces argiles pour la fabrication de briques.

##### **IV.2.2. Systèmes d'exploitation :**

Exploitation est à ciel ouvert se fera par gradins superposés de haut vers le bas, et par tranches transversales. Pour des raisons économiques, sécuritaire et réglementaires, nous recommandons les éléments suivants du système d'exploitation :

- ✓ le niveau le plus bas sera de +50m, la hauteur des gradins de 5m.
- ✓ le passage de la ligne électrique de Haute tension, au nord nous oblige à laisser une distance de sécurité égale à 60m et ce afin d'éviter toute sorte de glissement

de terrain ou autre danger ce qui a engendré l'élimination du bloc B1 de l'exploitation.

- ✓ les blocs B3 et B4 ne seront exploités du fait qu'ils sont trop proches de l'usine. Ces terrains seront décapés pour le stockage de la matière, chose qui déjà faite et visible sur la photo satellite (bloc B4).
- ✓ l'exploitation sera effectuée seulement dans le bloc B2 on faisant attention respectant toujours la distance de sécurité par rapport à la ligne de haute tension.

❖ **Paramètres physiques de la carrière :**

- Longueur = 500 m.
- Largeur = 300 m.
- Profondeur maximale de la carrière 66m
- Angle de coupe des réserves 45°.

❖ **Paramètres des ouvrages miniers :** (Voir plan D'exploitation).

- Hauteur des gradins 5m.
- Inclinaison du front de taille 45° par rapport à l'horizontal.
- Largeur des banquettes moyenne 3 m.

## V. METHODE D'EXPLOITATION UTILISEE

La progression de l'exploitation se fera du Nord vers le sud, la remise en états des lieux suivra progressivement.

L'exploitation de la carrière est réalisée suivants les opérations suivantes :

### V.1. la découverte :

Elle a pour but de mettre à nu le gisement. Durant cette phase on procède au défrichage boisée et l'aménagement des pistes de chantiers.

La découverte se fait successivement sur le périmètre du Nord au Sud en fonction de l'avancement de l'exploitation.

- Les produits décapés de la couche de couverture et le stérile extrait, seront stockés au SW (bloc B4) de la carrière ; sur une Plateforme préalablement conçue. En but de leur utilisation dans les travaux de remise en état des lieux en phases finales d'exploitation.

### V.1.1. l'extraction :

La structure du gisement est assez simple représentée par des couches d'argiles sub- horizontales. L'exploitation se fait par méthode de ripage et décapage successif des couches d'argiles de haut en bas par tranche transversale ; le ripage permet l'ouverture et l'affaiblissement des argiles compactes, ce qui facilite ainsi l'avancement du décapage.

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.

Il reste entendu que l'exploitant est tenu de suivre les meilleures techniques d'exploitations ralliant productivité et respect de l'environnement.



**Figure(6) :** stockage des argiles dans une plateforme.

### V.1.2. le traitement du matériau :

Les argiles décapées sont déplacées par le bull vers la plateforme qui est implanté en contre bas de la carrière. Les argiles ne nécessitent aucun traitement particulier.

#### V.1.2.1. la fermentation :

Les argiles pour briques ne nécessitent aucun traitement, mécanique ni chimique. 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.

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 conseillé de laisser les argiles, passer tout l'hiver et ne les utiliser qu'après le printemps, cela garantie un bon lessivage de l'argile donc la perte du maximum d'impureté.

#### **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. CARACTERISTIQUE GEOMETRIQUE DES OUVRAGES MINIERS**

#### **VI.1. Gradins :**

Conformément à la réglementation en cours les gradins auront une hauteur maximale de 5m avec un angle de talus 45°-50° légèrement incliné.

Le choix de la hauteur maximale du gradin, est préconisé pour que l'exploitation sur le plan économique soit rentable, et qu'il n'y ai pas trop de matière laissé sur place en veillant aux normes de sécurité évidemment.

Les niveaux d'exploitation sont projetés aux horizons suivants : 110, 105, 100, 95, 90, 85, 80, 75, 70, 65, 60, 55, 50.

#### **VI.2. Bernes de sécurité interne :**

Pour assurer la sécurité et la stabilité des talus, des bernes doivent être aménagées entre les gradins successifs, la largeur de ces bernes 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. Bernes de sécurité externes :**

L'exploitation doit laisser une berne 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 existe est correspond à la piste ouverte à partir de la route nationale N°25 qui mène à la fois à briqueterie et à la carrière.

#### **➤ 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 il faut que les pistes doivent être légèrement inclinées <14%.

- Il faut une pente de 8-10% en ligne droite.

- Une pente de 6-8% dans les virages.

Dans les virages afin d'éviter que les engins miniers et de transport ne se déportent de la chaussée (piste), il faut envisager 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 découverte seront stockés en dehors du périmètre d'exploitation afin de ne produire aucun gêne.

**VI.7. Stabilité des talus :****➤ Calcul de stabilité :**

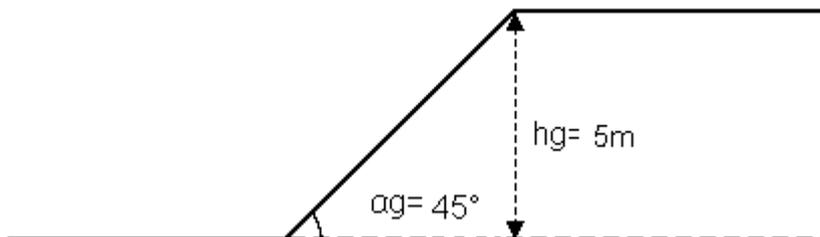
Les formations argileuses caractérisant le gisement de THILIOUA, sont des argiles résiduelles alcalines reposant sur une assise marneuse dure, les paramètres géométriques pris sont les suivants :

**➤ Paramètres géotechniques :**

- résistance à la compression  $\sigma_c = 52-80 \text{ Pma}$
- masse volumique =  $1.8 \text{ g/cm}^3$
- 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 5m



**Figure (7):** paramètre géométrique d'un gradin.

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

$$\text{Tg}(\alpha_t) = \text{ht}/\text{D}, \text{ht} = 66\text{m},$$

$N_g$  : nombre de gradins,

$b$  : largeur de la banquette

$$D = (Ng-1) b + Ng \frac{hg}{tg(\alpha g)}$$

$Ng=13, b=3m, hg=5m, ht= 66m,$

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

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

$$\alpha t = 33^\circ$$

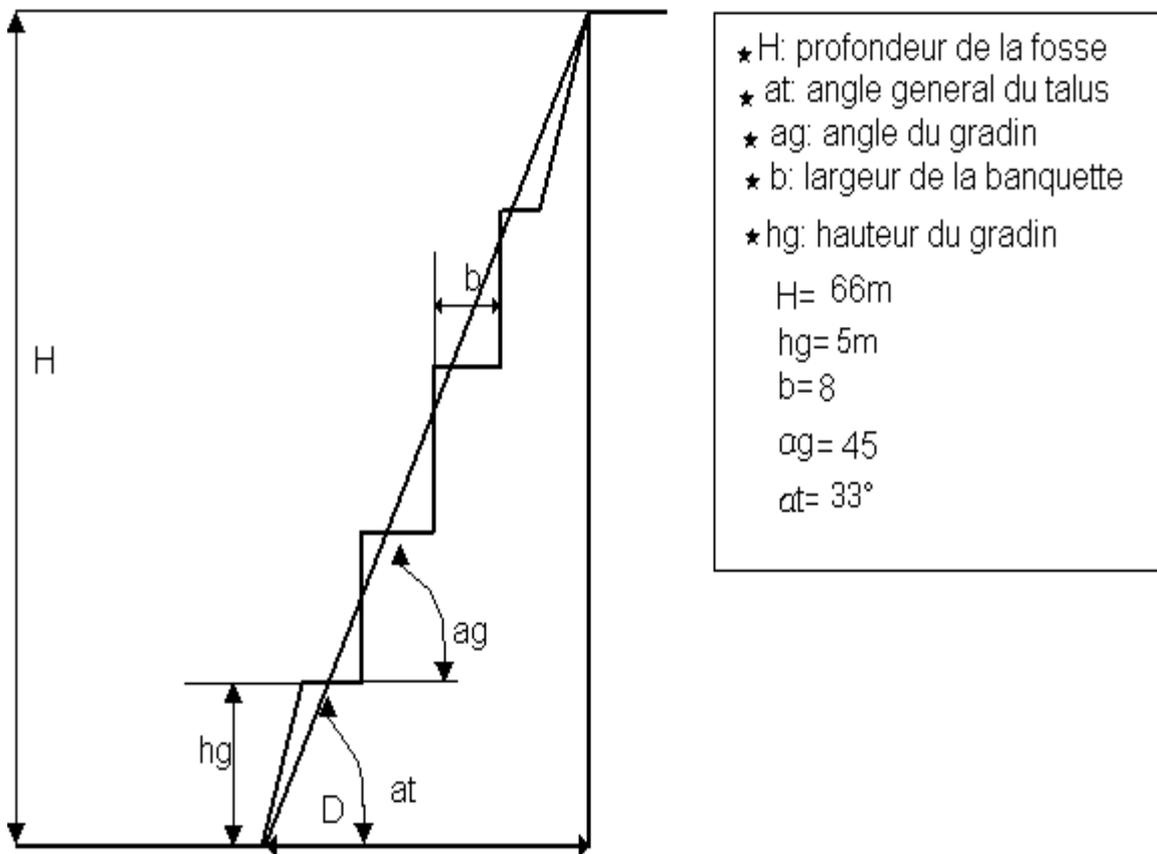


Figure (8) : les paramètres géométriques du talus.

**VI.8. Drainage des eaux :**

La topographie, les données hydrographiques, climatiques ont permis de prendre des mesures pour le drainage des eaux de pluies de la carrière.

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. Voir photo

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

Afin d'optimiser la durée de vie des voies d'accès, il est conseillé de réaliser des rigoles le long des pistes et au niveau des talwegs recoupant celle-ci.



**Figure (9):** représentant un endiguement artificiel.

#### **VI.9.Programme de control du front :**

L'état du front de taille est placé sous la responsabilité du responsable de la 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. INSTALLATION D'ELECTRICITE, D'EAU**

### **✓ Installation électrique :**

La principale installation électrique sera le poste de transformateur, installé 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'à 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, vue que l'exploitation se fait en « open space ».

## **VIII. ORGANISATION DES OPERATIONS D'EXTRACTION**

### **VIII.1. Ripage décapage :**

Les argiles de la carrière étant d'origine résiduelles, elles présentent un aspect friable par dessiccation et évaporation, ce qui facilite le ripage et le décapage, par les pelles rétrochargeuses, et puis le déplacement à l'aide de bull pour l'entreposage dans la plate forme en but de leur pourrissement.

### **VIII.2. Stockage :**

Une fois que les argiles ont pourri on les stocke dans un hangar, afin de libérer de l'espace dans les plates formes.



**Figure (10) :** stockage des argiles dans un hangar.

### VIII.3. Chargement :

Le chargement des argiles ripées sera assuré par un chargeur :

#### a) 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 :

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

$V_{ch}$

Où :  $L_{ch}$  : longueur de parcours à 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 à vide vers le lieu du chargement, elle est donnée par l'expression suivante :

$$T_v = 3.6 \times L_v$$

$V_v$

$L_v$  : longueur de parcours à vide,  $L_v = 15\text{m}$ .

$V_v$  : vitesse de la chargeuse à vide,  $V_v = 6\text{km/h}$ .

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

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

$$T_c = 71 \text{ sec}$$

**b) détermination du volume du godet de la chargeuse :**

Le nombre de cycle par poste «  $N_{cy}$  »

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

Où :

$T_p$  : durée de poste de travail,  $T_p = 8\text{h}$

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

$T_c$  : durée de cycle de la chargeuse,  $T_c = 83 \text{ sec}$

$$N_{cy} = 324.5 \text{ cycles}$$

➤ -le volume déplace 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,

$$A_p = 800\text{T/poste}$$

Kf - coefficient de foisonnement,  $Kf=0.765$

Y-masse volumique du matériau,  $Y=2.54t/m^3$

NcY- nombre de cycles de travail de la chargeuse par poste,  $Ncy=324.5$  cycles.

Le calcul

$$Vc=3.75 \text{ m}^3/\text{ cycle}$$

donne :

**Volume théorique de la chargeuse qu'il faut utiliser :**

$$Vg = \frac{Vc}{Ry}$$

**Ry** : rendement volumique de la chargeuse  $Ry=0.9$

$$Vg=4.16m^3$$

**c) le choix du type de la chargeuse :**

A partir du volume théorique du godet qui est égale à  $3.7m^3$ , on va opter pour une chargeuse sur pneus intermédiaire de type « Caterpillar 927H ».

**d) rendement de la chargeuse :**

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

$$Rch = \frac{(3600 * E * Kr * Y * Tp * Ku)}{Tc * Kf} \text{ (t/P)}$$

**E** : capacité du godet de la chargeuse  $=3.8m^3$

**Kr** : coefficient du godet de la chargeuse : 0.9

**Y** : poids volumique du tout venant ( $1.8 t/m^3$ )

**tp** : durée de travail, 8 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  $Kf=0.765$

Pour  $E=3.8m^3$

**Rch=1664.72 t/poste**

Le nombre de chargeuses nécessaires :

**Ap /Rch=** Une chargeuse de godet à  $3.8m^3$  est largement suffisante.

**e) 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'entre posage.

**-Rendement d'un camion par poste :**

$$Rc = G * Tp * Ku / Tcc(t/poste)$$

**G** : capacité de la benne du camion 35t

**Tp** : durée d'un poste de travail, 8heures ; 480 minutes.

**Ku** : coefficient d'utilisation du camion  $Ku=0.85$

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

$$Tcc = Tch + Tm + (60 * L / V1) + (60 * L / V2) + Td \dots \dots \dots \text{min}$$

**Tch** : temps de chargement du camion,  $Tch=14\text{min}$ .

**Tm** : temps nécessaire aux manœuvres ;  $Tm=2\text{min}$ .

**L** : distance de transport  $L=0.53\text{Km}$ .

**V1** : vitesse à charge,  $V1=23\text{Km/h}$ .

**V2** : vitesse à vide,  $V2=35\text{Km/h}$ .

**Td** : temps de déchargement, **Tcc=19min**  $Td=0.7\text{min}$ .

**Rcc=751.57 tonnes/poste**

Nombre de camion nécessaire =  $\mathbf{Ap/Rcc}$

**Ap** : quantité de matière a déplacé par poste 800t.

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 184 000 tonnes/an.

Volume foisonné=184 000/densité.

Volume foisonné=122666.67m<sup>3</sup>.

Volume massif = volume foisonné /coefficient de foisonnement.

Volume massif=122666.67/0.765=160348.58 m<sup>3</sup>.

**Volume massif= 160348.58m<sup>3</sup>**

### IX.1. Les phases d'exploitations :

Le développement de la carrière, touchera une partie du gisement avec un tonnage en réserves exploitables suffisantes pour produire les **1896400 Mètres cubes soit** 3413520 tonnes prévues sur une période de 10 -12 ans.

#### ➤ 1<sup>ERE</sup> PHASE D'EXPLOITATION :

Elle comporte les étapes suivantes :

Cette étape consiste en la réalisation de travaux de préparation utile pour l'exploitation du site pouvant se résumer comme suit :

- Acquisition des équipements nécessaire à la carrière.

- Réalisation des travaux de découverte et la mise à nu de la roche.
- Aménagement des pistes d'accès.
- Ouverture des premiers fronts de taille côté nord du site.

#### **-Travaux de découverte :**

Les travaux de découverte consisteront à ôter de la terre végétale, le site n'est pas boisé et ne comporte pas de stérile proprement dit, le gisement se compose de d'argile entièrement, sur lequel un niveau pédologique réduit à peine 40cm.

#### **-aménagement de piste d'accès :**

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

- La réalisation d'une piste d'accès aux niveaux supérieur de l'exploitation
- La réalisation de huit bretelles d'accès aux gradins projetés à ouvrir.
- -Découpage des gradins par des demi-tranchées de longueur variant entre 60- et 120 m.

#### **-La piste d'accès :**

C'est le prolongement d'une piste préexistante, la piste principale d'accès sera aménagée entre la plateforme d'exploitation, située au sud-ouest de la carrière et le premier gradin d'exploitation, situé au nord du gisement à la côte 100m sur une longueur d'environ 550m.

Cette piste permettra de desservir tous les niveaux d'exploitation, et sera maintenue durant toute la période d'activité de la carrière.

#### **Les caractéristiques de cette piste :**

Longueur totale : 550m

Largeur totale : 12m

Pente moyenne : 14%

#### **❖ Ouverture de front de taille :**

Travaux de terrassement, et installation de la carrière chose déjà faite

✓ **1<sup>ere</sup> phase**

**1<sup>er</sup> niveau** : ouverture et exploitation du niveau (110-105), soit un volume de **3 511** m<sup>3</sup> de roche à riper.

**2<sup>er</sup> niveau** : ouverture et exploitation du niveau (105-100m), soit un volume de **6 509m<sup>3</sup>** à riper.

**3<sup>eme</sup> niveau** : elle sera consacrée à l'exploitation du niveau (100-95m), soit un volume d'argile de **14 485 m<sup>3</sup>** à décaper.

**4<sup>eme</sup> niveau** : 1<sup>er</sup> niveau : elle sera consacrée à l'ouverture de l'exploitation (95-90m), soit un volume de d'argile de **26 365 m<sup>3</sup>** à riper

✓ **2<sup>eme</sup> phase** :

**1<sup>er</sup> niveau** : elle sera consacrée à l'exploitation (90-85m), soit un volume d'argile de : **39 453m<sup>3</sup>** à décaper.

**2<sup>eme</sup> niveau** : elle sera consacrée à l'exploitation du niveau (85-80m), soit un volume d'argile de : **54 786m<sup>3</sup>** à riper.

**3<sup>eme</sup> niveau** : elle sera consacrée à l'exploitation du niveau (80-75m), soit un volume d'argile de : **67 593m<sup>3</sup>**, à riper.

✓ **3<sup>eme</sup> phase**

**1<sup>er</sup> niveau** : elle sera consacrée à l'exploitation du niveau-75-70m), soit un volume de roche de **94 290m<sup>3</sup>**

**2<sup>eme</sup> niveau** : elle sera consacrée à l'exploitation du niveau (70-65m), soit un volume de roche **147 542 m<sup>3</sup>**.

**3<sup>eme</sup> niveau** : elle sera consacrée à l'exploitation du niveau (65+-60m), soit un volume de **152 605 m<sup>3</sup>**.

✓ **4<sup>eme</sup> phase**

**1<sup>er</sup> niveau** : elle sera consacrée à l'exploitation du niveau (60-55m), soit un volume de roche ; **159 440m<sup>3</sup>**.

**2<sup>eme</sup> niveau** : elle sera consacrée à l'exploitation du niveau (55-50m), soit un volume de roche de : **166 117m<sup>3</sup>**.

✓ **5<sup>eme</sup> phase**

#### **REMISE EN ETAT DES LIEUX :**

La remise en état des lieux se fera progressivement du Nord vers le Sud, avec le remplissage des niveaux profonds exploités de la carrière par les dépôts de stériles.

L'Objectif des travaux de remise en état des lieux l'insertion des surfaces exploitées dans le milieu agricole.

Pour atteindre cet objectif nous prévoyons des travaux de stabilisation des ouvrages miniers par l'adoucissement des pentes et fixation par implantation des Arbres forestiers adaptés au climat et au sol. Type eucalyptus sapins et les pins maritimes.

Le choix de la méthode graduelle de la remise en état des lieux obéit à une logique technico-économique ; Mise en Stocke des stériles sur le côté sud-ouest de la carrière permettant la facilité de leur réutilisation en phase finale de l'exploitation.

**Tableaux (6) :les déférentes phase de l'exploitation**

Signation	Volume massif de roche à riper	Durée
1-Ouverture de la piste d'accès sur une longueur de 550 m, au niveau 100 m		2 mois
2- travaux de terrassement et d'installation de la carrière		5 mois
<b>1ere phase :</b>		
<u>1<sup>er</sup> niveau</u> : ouverture et exploitation du niveau (110-105m).	<b>3 511m<sup>3</sup></b>	10jours
<u>2<sup>eme</sup> niveau</u> : ouverture et exploitation du niveau (105-100m).	<b>6 509 m<sup>3</sup></b>	18jours
<u>3<sup>eme</sup> niveau</u> : ouverture et exploitation du niveau (100-95m),	<b>14 485 m<sup>3</sup></b>	2mois, 1jours
<u>4<sup>eme</sup> niveau</u> : ouverture et exploitation du niveau (95-90m),	<b>26 365 m<sup>3</sup></b>	3mois, 14jours
<b>2<sup>eme</sup> phase</b>		
<u>1er niveau</u> : ouverture et exploitation du niveau (90-85m).	<b>39 453 m<sup>3</sup></b>	5mois, 9jours
<u>2<sup>eme</sup> niveau</u> : ouverture et exploitation du niveau (85-80m).	<b>54 786 m<sup>3</sup></b>	7mois, 13jours
<u>3<sup>eme</sup> niveau</u> : ouverture et exploitation du niveau (80-75m).	<b>67 593 m<sup>3</sup></b>	9mois, 7jours
<b>3<sup>eme</sup> phase</b>		
<u>1<sup>er</sup> niveau</u> : ouverture et exploitation du niveau-75-70m.	<b>94 290 m<sup>3</sup></b>	13mois, 10jours
<u>2<sup>eme</sup> niveau</u> : ouverture et exploitation du niveau (70-65m).	<b>147 542 m<sup>3</sup></b>	1ans,8mois,9jours
<u>3<sup>eme</sup> niveau</u> : ouverture et exploitation du niveau (65+-60m).	<b>152 605 m<sup>3</sup></b>	1an,9mois, 3jours

<b>4<sup>eme</sup> phase</b> 1 <sup>er</sup> niveau : ouverture et exploitation du niveau (60-55m). 2 <sup>eme</sup> niveau : ouverture et exploitation du niveau (55-50m).	<b>159 440 m<sup>3</sup></b> <b>166 117 m<sup>3</sup></b>	1an,10mois,2jours 1an,11mois,1jours
<b>5<sup>eme</sup> phase</b> <b>REMISE EN ETAT DES LIEUX :</b>		5 mois
<b>TOTAL</b>	<b>932 697 m<sup>3</sup></b>	11 ans, 7mois

Le volume massif de roche qui sera extrait annuellement sera de : **80 000 m<sup>3</sup>**, soit **160 000t.**

**-Régime de fonctionnement de la carrière :**

Le régime de fonctionnement ordinaire est de 08 heures/jours, 05 jours/ semaine, 20 jours/mois et 220 jours/an.

**-Production et durée de vie de la carrière :**

La production moyenne annuelle est calculée sur la base des rapports annuels de rendement de la carrière, la moyenne produite est **79 200 m<sup>3</sup>/an.**

Les réserves d'argile exploitable prévisionnelles : **948 200 m<sup>3</sup>.**

**-La durée de vie de la carrière est composée de :**

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

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

$$T=Q/A$$

**Q** : réserves exploitables du gisement, m<sup>3</sup>.

**A** : production annuelle de la carrière, m<sup>3</sup>/an.

**-Durée de vie de la carrière :**

Durée de vie de la production		
Productions annuelles M3	Réserves exploitables M3	Temps (ans)
79200 m <sup>3</sup> /an.	948200 m <sup>3</sup> .	12ans

Durée de vie est de **12 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

- Matériel à acquérir :

MATERIEL	NOMBRE	PRIX DA
<b>Bulldozer</b>	01	12 000 000.00
<b>Pelle chargeuse</b>	01	20 000 000.00
<b>Pelle excavatrice</b>	01	20 000 000.00
<b>Camions</b>	02	12 000 000.00
<b>TOTAL</b>		64000 000.00

### ❖ Capacité de production des équipements :

**Bulldozer Comatsu D 155** : Lame 2.10x1.30m Angle Dozer capacité moyenne de décapage sur les fronts de taille dans les conditions normale production 192m<sup>3</sup>.

**Bulldozer Comatsu 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 m<sup>3</sup>/jour.

**Pelle excavatrice ENMTP 9311** : godet 1.20 m<sup>3</sup>. Ouverture des gradins, travaux de décapage des argiles ; dans les conditions normales 70 m<sup>3</sup>/jour.

**Pelle chargeuse ENMTP 2320** : godet 2.50 m<sup>3</sup>. Dans les conditions normales à chargement de 10 minute par camion de 12 m<sup>3</sup>, soit 576 m<sup>3</sup>/jour.

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

Désignation	Types de travaux	Capacité de production en m <sup>3</sup>		
		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. Découverte 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

**XII. MESURES DE SECURITE ET D'HYGIENES ENVISAGEES**

Les moyens de secours disponible au niveau de la carrière, doivent permettre une intervention rapide et efficace, pour porter les premiers soins et secours immédiat en cas d'accident au niveau de la carrière, avant une évacuation vers l'hôpital.

Il est donc nécessaire de disposer d'une infirmerie équipée, et un véhicule aménagé pour le transport de blessés.

Les moyens d'interventions pour lutter contre, les imprévus accidentels sur le site, il est préconisé d'avoir des équipes chargées de la sécurité préventive dotées de moyens de lutte contre les incendies accidentels, qui peuvent constituer un palliatif dans l'attente de l'arrivée des équipes de secours.

La carrière doit être dotée d'une réglementation stricte, permettant de préserver la sécurité du personnel employé et des biens de la carrière.

Le périmètre de la carrière doit être borné ; Les bornes doivent être visible l'une de l'autre, de manière que la surface à exploitée serrait clairement marqué. La piste reliant

chemin la route N°25 à la carrière doit être marquée par un panneau de signalisation de la carrière.

L'entrée de la carrière doit être clôturée dotée d'une barrière, un poste de gardiennage et une plaque d'identification de la carrière avec les mentions suivantes **CARRIÈRE D'ARGILE ET BRIQUETERIE SARL-DBK-MAT** et l'adresse sociale, Téléphone et fax.

**a) A Mesures de sécurité et consigne 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 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.

- ✓ 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'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.

✓ L'exploitant doit équiper le personnel travaillant dans les endroits à forte concentration de poussière (forage, chargement, concassage....) de 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 :**

Conformément aux instructions de l'exploitant, il est de la responsabilité de chaque personne de prendre soin, en fonction de sa formation et selon ses possibilités, de sa sécurité, de sa santé ainsi que de l'ensemble des personnes concernées et dépendant de ces missions de travail.

Le personnel doit, se conformer à la formation et à l'instruction qu'il a reçue Utiliser correctement :

Les machines, appareils, outils, substances dangereuses, équipements de transport et autres moyens, l'équipement de protection individuelle mis à sa disposition et après utilisation, le ranger à sa place.

##### **❖ Examens médicaux :**

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

- à l'embauche,
- 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,

##### **❖ Vêtement 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 casque, gant, chaussure de sécurité, casques anti bruits, et d'en assurer le bon état de conservation.

D'autre part le matériel destinés à l'usage de la carrière ne doit pas faire l'objet d'une utilisation autres ou un usage personnel.

❖ **Propreté des locaux et 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 défectuosité ou danger doivent être signalées.

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

**c) Règles concernant la formation de sécurité :**

Cette formation doit être dispensée en plusieurs étapes

- 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.

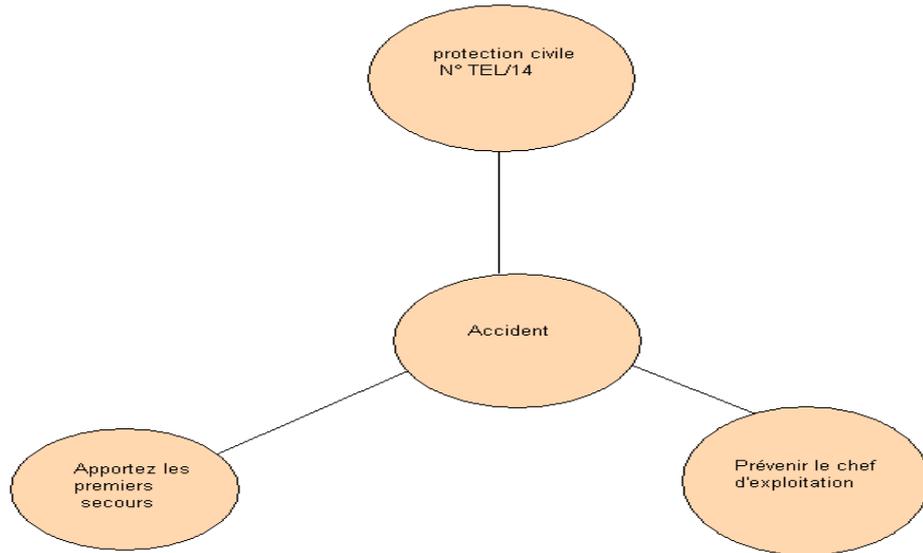
- Par ailleurs, une formation sécurité doit être donnée :

- ✓ 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.

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

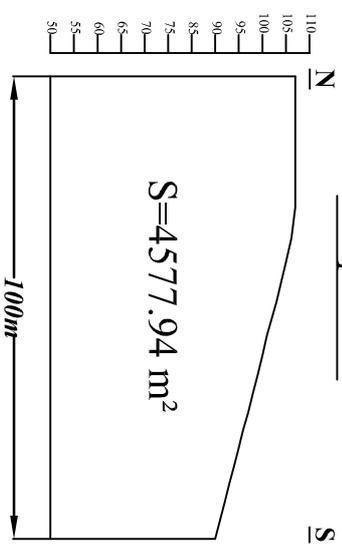


# Coupes géologiques

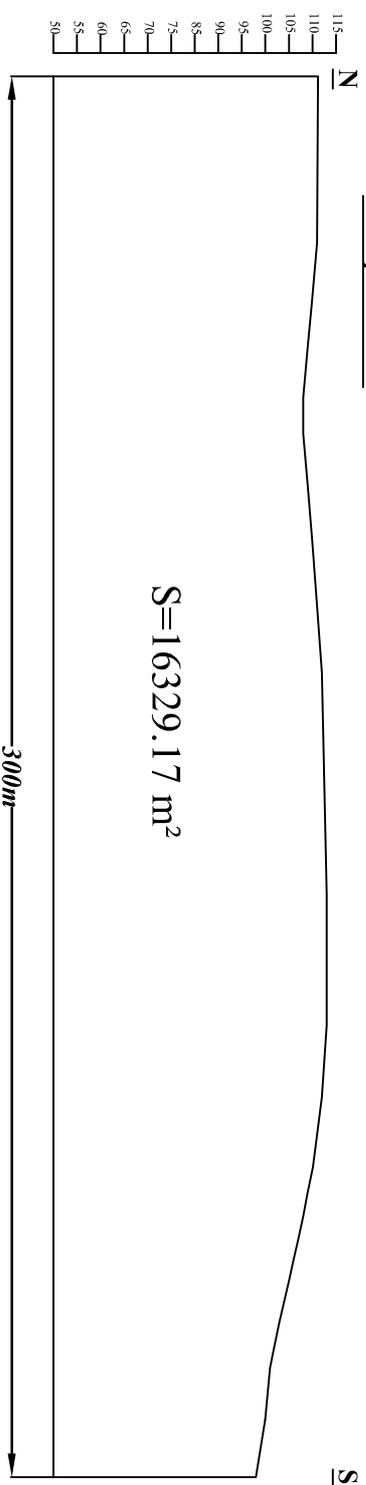
Coupe 1-1'



Coupe 2-2'

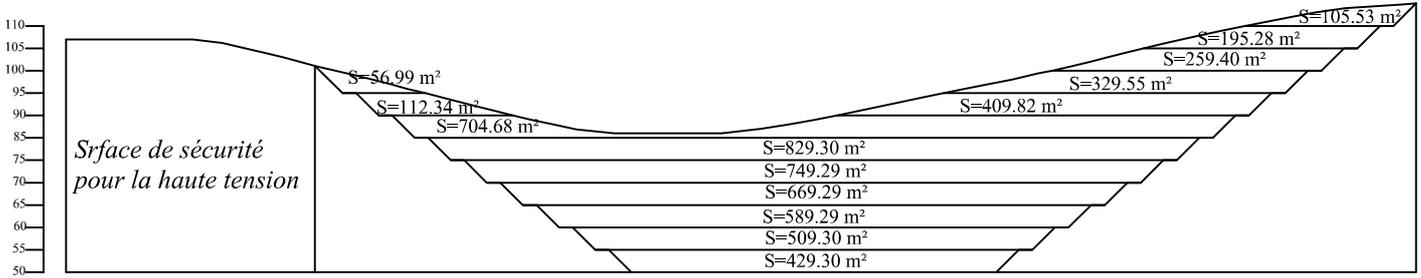


Coupe 1-1''

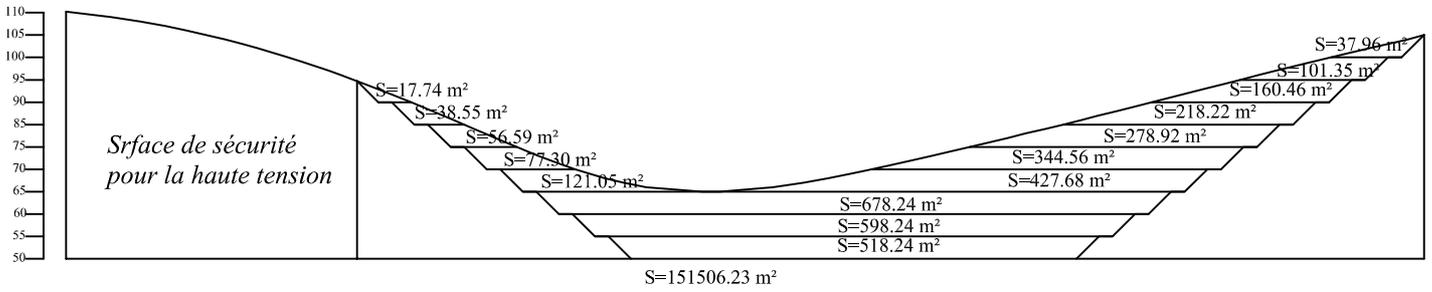


# Coupes d'exploitation

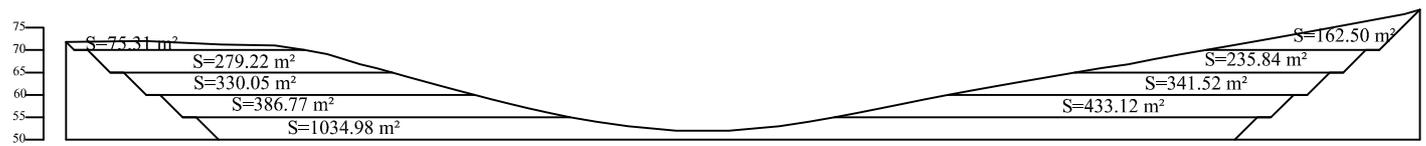
## Coupe 2-2''



## Coupe 3-3''



## Coupe 4-4'

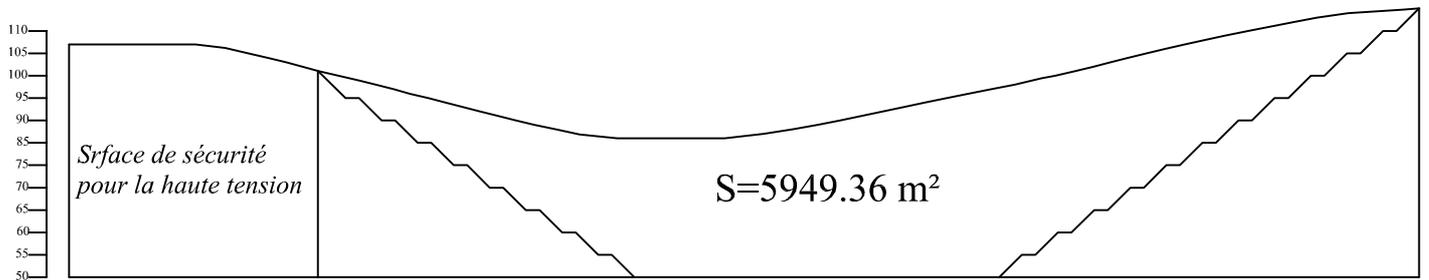


## Coupe 5-5'

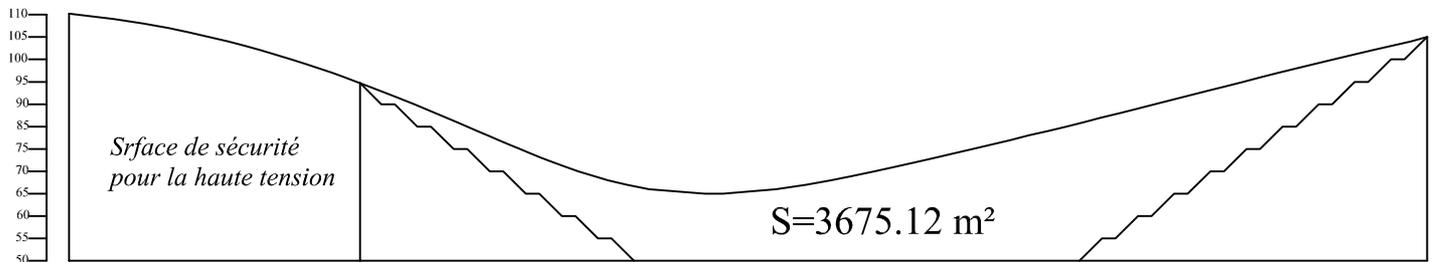


# Coupes d'exploitation par niveau

Coupe 2-2''



Coupe 3-3''



Coupe 4-4'



Coupe 5-5'



**CHAPITRE IV**  
**PROCESSUS DE FABRICATION DE BRIQUES**

## I. INTRODUCTION

L'argile désigne un matériau naturel composé principalement de minéraux à cristallites très fines. Sa composition chimique est très semblable à la décomposition 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 » toute minérale de faible granulométrie, la limite étant fixée à 2 $\mu$ m. 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. Brique 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 [...]. 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 CO<sub>2</sub> 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 mélangée 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 type de terre crue entre autre nous citons :

### **II.1.1. L'adobe :**

#### **a) 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 du paillé 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 et la paille haché, 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 fabriqué des petits éléments de maçonnerie, la dimension requise pour être démoulé et séché directement au sol. La brique d'adobe peut varier d'une dimension de 15 X 25X 10 cm soit 30 X 60 X 10cm. 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 (11):** Photo de Moulage et séchage des blocs adobe.

**b) 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.

**c) Les avantages de l'adobe :**

L'adobe possède plusieurs avantages par rapport aux matériaux industriels sont :

- ✓ Il a 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.

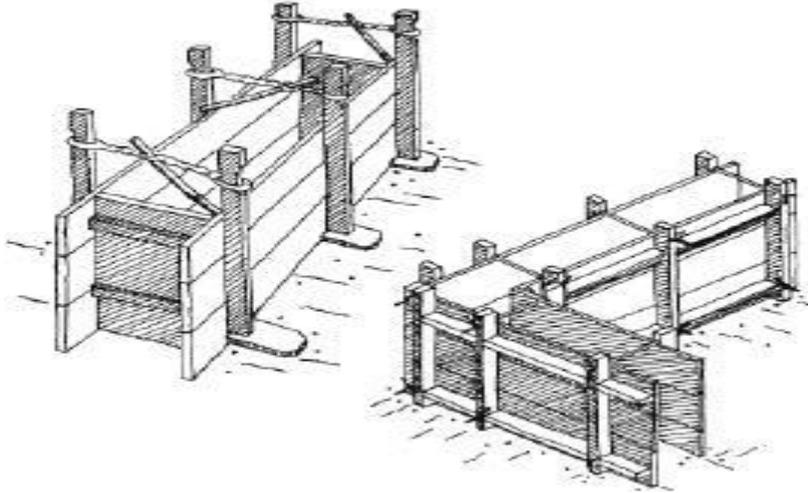
**II.1.2. Les pisés :**

**a) Définition :**

Le pisé, 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 débord 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. (Figure 17) montre un exemple de coffrage qui peut être utilisé pour la fabrication de murs en pisé.



**Figure (12) :** Coffrage utilisé dans la conception de murs en pisé.

### **b) Les produits 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).

### **c) Les Avantages de pisé :**

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

- 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 :

#### a) 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 verticale 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 de (ciment, chaux, pouzzolane etc..) peut être ajouté néanmoins à la terre pour améliorer ou développer des caractéristiques particulières des produits. Les caractéristiques final des BTC dépendent de la qualité des matières premières de (terre, additif) et de la qualité de l'exécution des différentes étapes de fabrication (préparation, malaxage, compression, cure).



**Figure (13) :** Photos de Brique de terre crue comprimée réalisée à l'aide d'une presse manuelle.

#### b) Production des blocs de terre comprimée :

La production des blocs de terre comprimée peut être assimilée à celle des blocs de terre cuite produits pas 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.

## c) Les Avantages de bloc de terre comprimée :

- ✓ La BTC est un matériau écologique : composée essentiellement d'argile, sable et gravillons et d'un peu de ciment, fabriquée sans cuisson.
- ✓ La BTC procure un confort thermique et phonique excellent : de part son inertie thermique et sa masse, un mur en BTC apporte confort thermique et isolation phonique
- ✓ La BTC offre une grande résistance : la résistance à la compression d'une BTC dépasse les 60 bars (60kg/cm<sup>2</sup>)
- ✓ La BTC 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.
- ✓ La BTC est simple à mettre en œuvre : la BTC se monte avec un mortier de terre amendé.

Tableau (8) : Les caractéristiques des briques de terre crue (adobe, pisé, BTC).

Caractéristiques	Types de briques de terre crue		
	Adobe	Pisé	BTC
Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	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 $\lambda$ (W/m.°C)	0,46 – 0,81	0,81 – 0,93	0,81 – 1,04
Chaleur spécifique (J/Kg.°C)	900	850	-
Capacité thermique (KJ/m <sup>3</sup> .°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

## II.2. Brique cuite :

Il existe 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....

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.

**Epoque moderne :**

La brique ne prend définitivement son essor qu'avec la révolution industrielle, à partir du XVIII<sup>e</sup> 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 de machines à mouler des briques, essayaient de reproduire les manipulations des ouvriers.

**III. Définition de brique**

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.

**✓ 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 du à la présence d'une argile de qualité, mais à l'absence d'une bonne pierre naturelle. ce manque à forcé les habitants à trouver une solution plus simple et moins couteuse que l'importation de pierres.

**✓ Processus de la 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 grand famille des céramiques, elle est souvent appelée céramique lourde, ainsi que la tuile, pour la distinguer de ses cousines plus nobles, porcelaine, grés, demi-grés..., qui forment la famille des céramique 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 géologique.

Les argiles proviennent de la désagrégation des roches au fil du temps sous l'effet du gel, de la chaleur, de l'érosion.

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 décroissant, on trouve les graviers, les sables et les argiles.

Les divers types d'argiles :

- Les argiles à grains très fines sont appelées argile grasses.

- Les argiles plus grossières, qui se rapprochent du sable, sont des argiles maigres.

### **V.1. Dans la carrière :**

Dans notre carrière nous retrouvons l'argile de nature une montmorillonite 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°.

#### **V.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. L'argile est omniprésente dans le sous-sol et ses propriétés diffèrent en fonction de l'origine géologique. La carte donne un aperçu des différentes zones argileuses et limoneuses en Belgique. Une briqueterie jouxte généralement une argillère. Certaines briqueteries ajoutent des argiles en provenance d'autres argilières afin d'étoffer la gamme de produits. Le transport reste toutefois limité.

#### **V.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.

### V.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 (19) :** hangar de stockage des argiles.

V.2. Dans l'usine

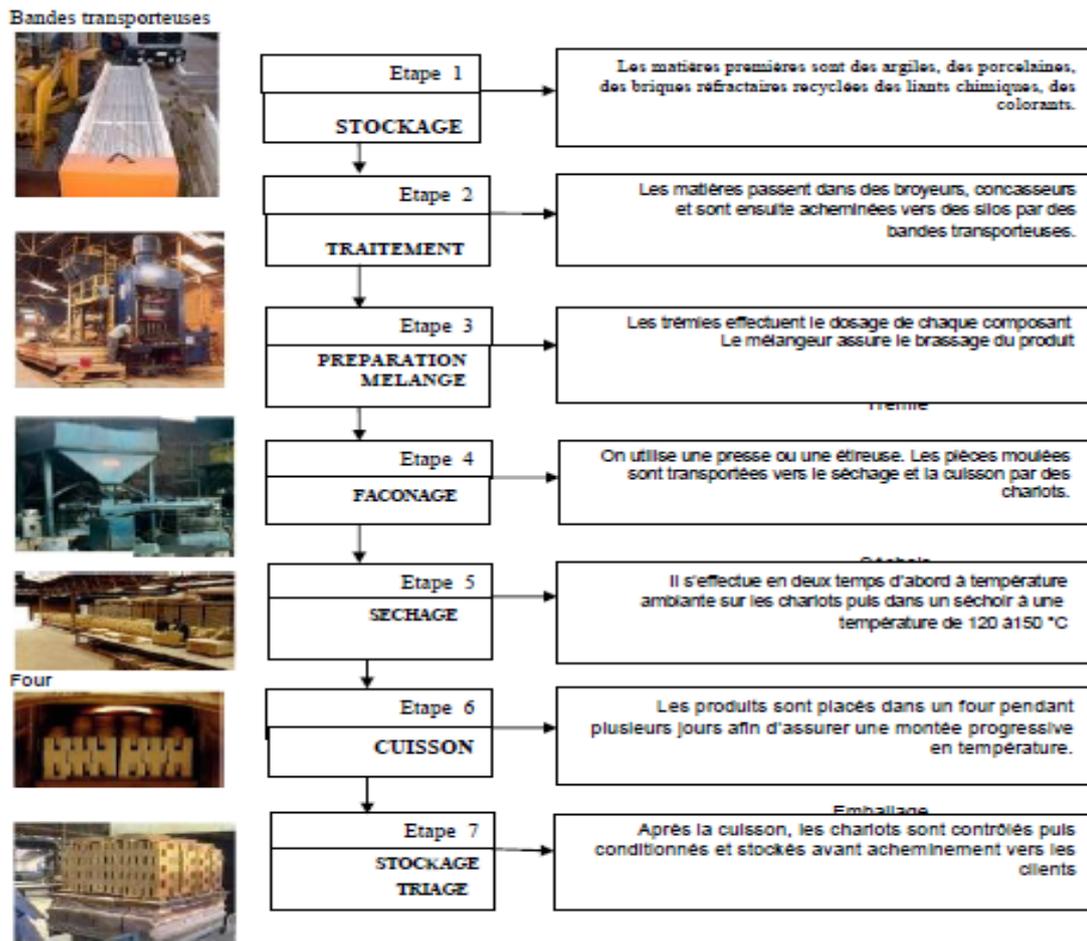


Figure (15) : Diagramme de Production de briques d'argiles.

V.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.

V.2.2.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



**Figure (16) :** mélangeur d'argiles et des tufs.

### V.2.3. 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.

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.

### V.2.4.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 généralement 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.

### V.2.5. 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.

### V.2.6. Cuisson :

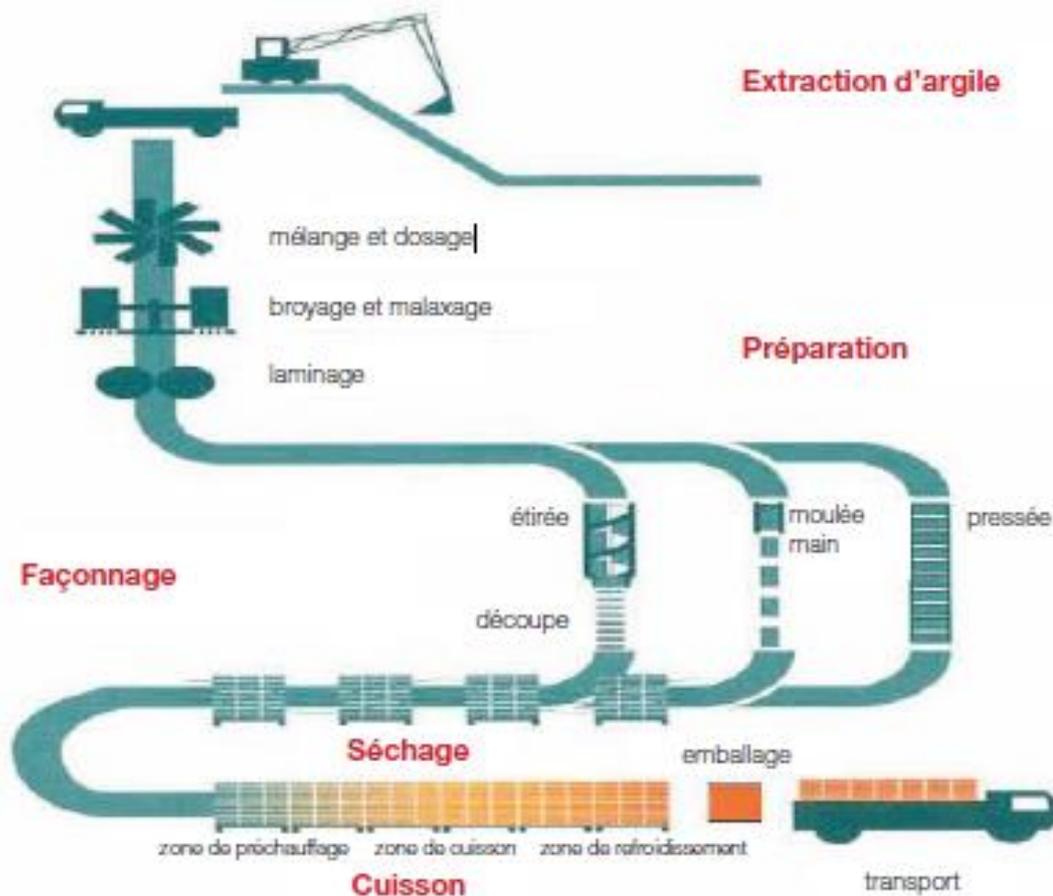
C'est la dernière étape que doit subir la brique d'argile façonnée et séchée, avant de pouvoir devenir une brique de terre cuite à proprement parler. C'est là une phase d'une grande importance qui doit se dérouler très progressivement. On augmente graduellement la température jusqu'à l'obtention de la 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. Pour 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. Dans un four de type 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»





**Figure (19)** : les étapes de la fabrication de brique.

#### IV. Conclusion :

La gestion de la matière première qui est l'argile est planifiée à court, moyen et long terme : stimuler l'apport extérieur, provenant des travaux d'infrastructure.

Minimiser les émissions en intégrant des mesures et des techniques de traitement de fumée au process.

Economie d'énergie : récupération maximal de la chaleur de four pour l'utiliser dans les chambres de séchage.

Une briqueterie à une distance limitée d'un chantier, ainsi, on limite le transport tant des matières premières que des produits finis.

# **CHAPITRE V**

# **PLAN DE REMISE EN ETAT**

## I. INTRODUCTION

L'activité des carrières, fondée sur la présence d'une ressource géologique exploitable, est indispensable à de nombreux secteurs de l'économie régionale.

Après exploitation, et parce que celle-ci a souvent bouleversé la topographie et les équilibres naturels des sites, une réhabilitation s'impose.

Cette remise en état, prévue par la réglementation, a pour objet principal de garantir la sécurité des biens et des personnes. Elle doit aussi être adaptée aux caractéristiques et à l'intérêt des zones concernées.

Réalisée au fur et à mesure de l'extraction selon une programmation prédéfinie, elle s'inscrit dans une politique de réaménagement dont le but est de valoriser le site sur les plans paysager, environnemental et/ou pédagogique...

### ✓ 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 découverte, 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 entre 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 N90-30 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 control 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 du site est une obligation de la loi, un reboisement adéquat pour atténuer l'effet de l'évasion est une solution à envisager. Généralement elle comprend une revitalisation du secteur par une plantation d'essences forestières.

Alors cette étape a pour objectif, d'effacer toute trace liée à l'exploitation de la carrière, 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 ya 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 pièce métallique.
- procédé 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 :

La carrière THILIOUA se situe en milieu rural, il est possible de restituer les terrains en vue d'un usage agricole. Cette option 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.

Le réaménagement agricole de la carrière sur 14 hectares va permettre de rendre au site une vocation agricole.

#### ❖ 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 : (voir schéma illustrés)

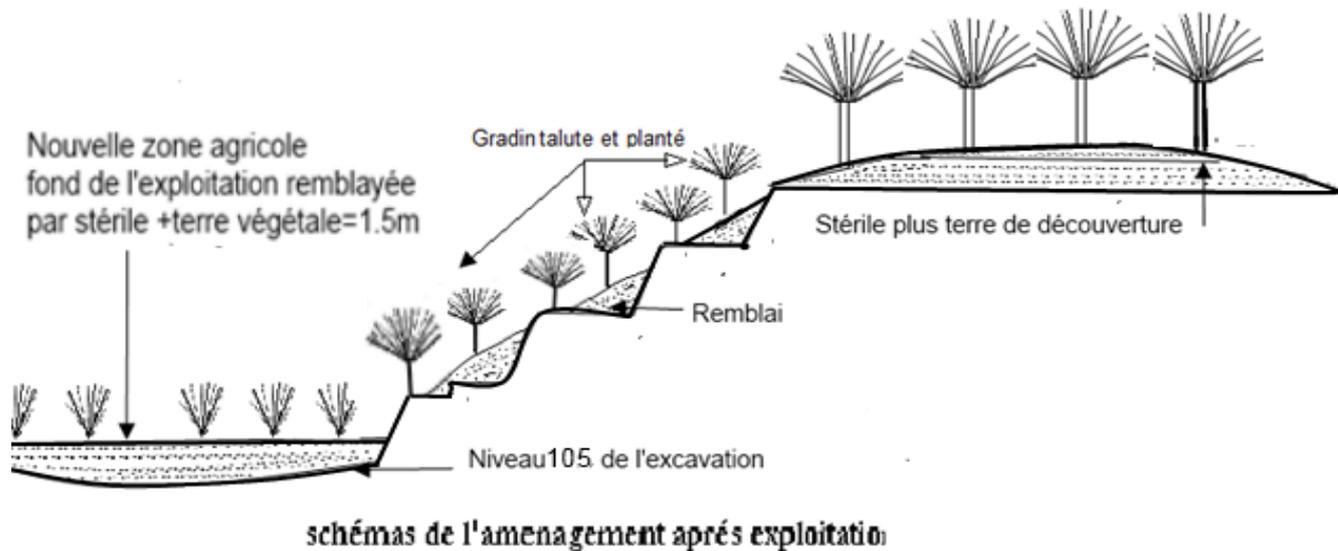


Figure (20) : schémas de l'aménagement après exploitation.

Apport et régalage sur le fond de l'excavation on procédant de la manière suivante :

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

Le semis on propose en premier temps la plantation de fourrage le dactyle et la luzerne qui sont **des fourrages de bonne valeur alimentaire, très riche en protéines**, c'est une plante dont les racines peuvent aller chercher eau et nutriment jusqu'à 1.70m de profondeur aussi bien en sol argileux que limoneux. Elles permettent d'améliorer rapidement la qualité des sols pauvres et compacts .8 mois après on peut démarrer une activité agricole. Les rations à base de dactyle permettent des productions de lait ou de viande intéressantes. (Voir photo).



Le Dactyle

et la luzerne

**Figure (21) :** Photo des semis proposés

### III.2. Aménagement en terrain agricole et boisements forestiers

Cet aménagement étant mixte pourra permettre de créer une zone agricole et un boisement. Le substrat géologique permet de déduire un sol alcalin, ce qui nous permet de choisir les essences adaptées telles que les conifères à feuillage épais, 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, étant dans une région oléicole nous proposons de planter des oliviers.

La principale difficulté du réaménagement c'est la forte dénivelée qui sera créée après la fin de l'exploitation 60m, par rapport à l'excavation, nous préconisons la plantation d'arbre, du côté Est vers l'Ouest et en bordant les limites de toute la concession. Les arbres seront plantés après talutage des gradins sur la pente adoucie, cela permettra de stabiliser les talus.

« En veillant à la protection des jeunes plants contre les prédateurs »

On conclut que le schéma le plus adapté est l'aménagement mixte, le site intégrera sa vocation initiale agricole, et les flancs de la carrière pour le boisement et comme brise vent, tout en veillant à ajouter une bonne proportion de sables au sol, pour l'aérer car les sols argileux sont lourds.

### IV. SUIVI ENVIRONNEMENTAL

On essayera dans cette étape de quantifier et dévaluer avec une planification liée à la remise en état des lieux de la carrière exploitée par l'entreprise.

La durée de vie de la carrière et les quantités à extraire étant variables, on donnera une estimation de l'opération une fois la carrière liquidée.

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 5m avec un angle de talus de 52°.

La superficie totale à restaurer est de 14 Hectares.

La densité arboricole choisie en fonction du terrain, est de 100 arbres par hectares. Pour la superficie utile on aura besoin de 1400 plants.

**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.1.1. Correction des plates formes :**

Cette opération nécessite la mobilisation d'un Bulldozer de type D8 ou D9, pendant une durée de 7jours à raison de 30 000 Da/Jours.

Le cout global de l'opération est de 210 000Da/7Jours.

**IV.1.2. Travaux de remblayage avec terre végétale :**

Cette opération fera appel à un chargeur sur pneus à partir camions de transport à benne.

Total de terre végétale à déplacer  $202100 \text{ m}^2 \times 0.5\text{m} = 101050 \text{ m}^3$ .

Le taux de matériau transporté, à partir du terril du site est de 55% ce qui nous donne  $55\,577,5\text{m}^3$ . 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  $480 \text{ m}^3$ .

La durée de l'opération sera de 24 Jours et le nombre de camions nécessaire pour cette opération est de 5.

**Tableau(10) :** Temps et cout des travaux de remblayage avec terre végétale.

Opération	Temps en jours	Cout à la journée	Cout global en Da
Location de Bull	15	30 000	450 000
Location de niveleuse	15	30 000	450 000
Location de chargeur	24	20 000	480 000
Location de 5 camions	24	72 000	36 000
<b>Total</b>			<b>1 416 000</b>

**VI.2.3. Achats de plants :**

L'acquisition de plants, avec livraison aura un cout global de :  $157 \times 1400 \text{ Da} = 219800 \text{ Da}$

**VI.2.4. Achat de semis :**

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

- la quantité nécessaire par hectare est de 15-20Kg.
- La quantité utile pour le site est de  $20 \times 14 = 380 \text{Kg}$
- La quantité de sac est de  $380/20 = 19 \text{sacs}$
- Le cout des semis  $19 \times 4000 = 76 000 \text{ Da}$
- Le cout de la plantation  $4000 \times 14 = 56 000 \text{Da}$

**VI.2.5. Travaux de creusement et de mise en fouille :**

Le creusement de fouilles et la mise en terre des plants, coutera autour de 100Da par plants.

Le cout de cette opération est estimé à  $2021 \times 150 = 303150 \text{ Da}$

Le cout global de l'opération de remise en état est de 2 136 640 Da

**Tableau (11) :** cout de travaux de creusement et de mise en fouille.

Opération	Cout global en Da
Correction des talus et des plates formes	<b>21 000</b>
Remblayage et ré-étalement des terres	<b>1 416 000</b>
Achat de plants	<b>219800</b>
Creusement et mise en terre	<b>130 000</b>
Achat de semis + plantation	<b>160 840</b>
<b>Total</b>	<b>2136640 Da</b>

### VI.2.6. Chiffre d'affaire estimatif :

Le chiffre d'affaire de l'exploitation, estimé à 5406913 Da.

Le montant destiné à la remise en état est de 0.5%.

$$4\ 213\ 726 \times 0.5\% = 27034,565$$

Le compte séquestre de la société doit être alimenté en moyenne de **25 000 Da** chaque année. On remarque que le chiffre d'affaire réalisé suffit largement à couvrir la somme allouée à la remise en état.

## V. IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT

L'Etude d'Impact sur l'Environnement(EIE) est la procédure qui permet à l'organisme responsable de fournir un exposé détaillé de l'effet d'une action envisagée qui risque d'influer sensiblement sur la qualité de l'environnement humain (Lee, 1993). L'EIE est un instrument technique et juridique de prévention visant à prendre en compte et à protéger l'environnement, dès la première phase d'élaboration d'un projet ou d'une installation.

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 en transition.

L'EIE constitue une synthèse du cadre où s'intègre la planification et la gestion globale de l'environnement avec l'activité humaine, en prenant en considération les interactions entre cette dernière et les différents milieux naturels (air, eau, et sol). D'autre part, elle donne au processus de planification, l'estimation des conséquences positives et/ou négatives sur l'environnement, elle devient ainsi un instrument du Développement Durable (DD). L'EIE relie aussi les structures internes de l'installation avec ses riverains (les citoyens) puisque, d'une part, elle collecte, analyse et exploite les données scientifiques et techniques en prenant en considération les contrôles et l'assurance qualité, et d'autre part, elle souligne l'importance des consultations, avant l'octroi de permis, entre les organismes responsables de l'environnement et le public qui pourrait être touché par le projet.

### **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.**

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

**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, susvisée, le présent décret a

pour objet de fixer la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

➤ **Décret exécutif n 07-145 du 2 Joumada El Oula 1428 correspondant au 19 mai 2007 déterminant le champ d'application, le contenu et les modalités d'approbation des études et des notices d'impact sur l'environnement.**

➤ **La Loi minière 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 élaboré dans les conditions prévues par les dispositions législatives relatives à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ;

- **gestion de l'après-mine** : actions et responsabilités pour la restauration et la remise en état des sites miniers après la fin du permis minier, tenant compte de la santé des populations riveraines et de la sécurité du public, du respect de l'intégrité écologique et des principes du développement durable ;

- **plan de gestion de l'environnement** : document élaboré dans les conditions prévues par les dispositions législatives relatives à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ;

- **plan de restauration et de remise en état des lieux** : document, sans préjudice des dispositions législatives relatives à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable, élaboré par le demandeur du permis d'exploitation de mines ou de carrières, et faisant partie de l'étude d'impact sur l'environnement. Ce plan comporte les opérations, les actions et les travaux à exécuter par le titulaire du permis d'exploitation de mines ou de carrières pour la restauration et la remise en état des lieux exploités durant l'exploitation et après la fin du permis minier ;

- **règles de l'art minier** : conditions techniques et méthodes 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 carrières doit joindre à sa demande l'étude de faisabilité intégrant un plan de développement, 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 :**

Il s'agit de déterminer la nature, l'étendue et l'intensité des différents impacts. Cet impact se traduira par une analyse des effets de l'exploitation sur l'environnement concernant le site et le paysage, la faune et la flore, les milieux naturels, les eaux naturelles et le voisinage (poussière, bruit, odeur, etc...)

L'évaluation des impacts sera énumérée comme suit pour définir rapidement les impacts positifs ou négatifs de l'exploitation de la carrière sur l'environnement.

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

L'impact lié à l'exploitation d'une carrière sur l'environnement avoisinant peut être direct ou indirect. Il est très variable en fonction du type de matériau, méthode d'exploitation et de l'environnement du site (climat, conditions météorologiques dominants, faunes et flores de la région).

### **b) Impact socio-économique :**

Les activités d'exploitation des carrières ont un impact social tel que 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. Un impact économique tel que ; 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 déjà 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 hydrogéologiques) :**

En raison des activités qui lui sont liées (sur tout l'abatage des roches), une carrière peut avoir un impact direct non négligeable sur l'écoulement souterrain des eaux. Les effets sur la qualité de l'eau, et la disponibilité des ressources en eau dans la zone du projet, constituent peut-être l'impact le plus important d'un projet d'exploitation minière. Ainsi, si l'exploitation se poursuit dans une nappe phréatique ou à proximité de celle-ci, le rabattement engendré pourrait, selon les cas, provoquer l'assèchement des puits ou cours d'eaux environnants, donc il peut résulter une modification de la piézométrie et

un abaissement du niveau de la nappe phréatique, ainsi qu'une altération de la qualité des eaux souterraines.

**d) Impact hydrologique :**

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) Impact biologique (Impact sur 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) Impact 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) Impact 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) Impact 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) Bruits et vibrations :**

Les sources de bruit dans une carrière à ciel ouvert sont différentes:

- ✓ Déversement et chargement des matériaux extraits dans les bennes des dumpers ;
- ✓ Traitement des matériaux (broyage, concassage) ;
- ✓ Circulation des engins (bruit de moteur, klaxon de recul...).

## **VI. PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL**

### **VI.1 Procédure de contrôle :**

Le control de l'avancement des travaux et de la gestion, de la remise en état des lieux graduelle avec l'exploitation doit aller de pair, afin d'éviter d'avoir à réaliser des travaux couteux, et durable dans le temps.

Les responsables de la carrière doivent travailler et se conformer à un plan préétabli déjà, 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 :**

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 poussière :**

Un arrosage préliminaire (nocturne de préférence) des pistes fréquentées par les véhicules et les engins de la carrière et surtout en période de grand vent , avant la reprise de l'intensité du travail, des pistes ainsi que la plate- forme de concassage est une disposition indispensable afin d'atténuer les risques.

Il consiste à déterminer le taux de poussière déposée sur le sol en g/m<sup>2</sup> par mois en fonction des distance (50m-100m-150m-200m-250m), un échantillonnage doit être fait suivant une maille régulière au niveau de la plate forme d'exploitation et ses environs avec périodicité régulière.

- réduire l'émanation de poussières et avoir une sécurité accrue par obligation de porter les masques anti-poussières pour les ouvriers y travaillant à proximité.
- Equiper 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) Bruit :**

Afin de réduire le niveau sonore, l'explication est tenu de faire utiliser les casques antibruit par le personnel de la carrière surtout celui de la station de concassage

où le mineur est astreint à une présence d'au moins 8h/jour, à moins de 7 mètres de la source.

**c) Incendies :**

Il faut un matériel conforme aux normes en vigueur, en bon état et vérifié au moins une fois par an. En outre, il est recommandé de respecter les consignes suivantes :

- placer les extincteurs fixes à des endroits accessibles,
- prêter attention aux produits inflammables et aux courts-circuits électriques (isolation des câbles, foudre ou erreur humaine)

**d) Consommables usés et les lubrifiants :**

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

**e) 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.

	Effet	Mesures préconisée
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	On ne signale aucune espèce protégée ou rare dans la région.	Aucune mesure particulière à prendre.
Ressource hydrique	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 pour être réduit par un arrosage fréquent pendant la saison estivale .l'emploi de bâche de protection, ou le recours à de bene fermée est préconisée
Bruit	Le bruit à 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.	pour cet impact des mesures et précautions doivent être prises afin de réduire au maximum les nuisances : Au niveau de l'installation : *panneaux de signalisations indiquant l'entrée de carrière portant « sortie d'engins », la clôture de l'ensemble des cotés du périmètre susceptible de constituer une zone de passage pou 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-impact lié à 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.

**VI.4 Conclusion :**

Prescrite dans l'arrêté préfectoral d'autorisation, la remise en état est une obligation. Et l'étude d'impact sur l'environnement présente L'analyse détaillée des effets prévisibles de la carrière sur L'environnement, Les mesures à mettre en œuvre pour Limiter les inconvénients pendant L'exploitation de La carrière et lors de La remise en état du site. Alors les avis, réserves et préconisations de cette étude accompagnent la demande d'autorisation de L'exploitant et permettent d'anticiper dans Le détail les conséquences de l'exploitation d'une carrière.

# CONCLUSION GENERAL

## Références bibliographiques

**ALIOUCHE .M.(2008)** :Exploitation des substances utiles à ciel ouvert et impact sur l'environnement ; Etude de cas dans l'Est Algérien (Les gisements de Djebel Salah, Région de Constantine) ;Mémoire de magister en géologie, Université Mentouri-Constantine.

**Anonyme01.(1969)** : recherche d'argiles a briques et tuiles en grande Kabylie .département recherches - SONAREM.

**Anonyme02.** (2000) : Livre des substances utiles nom métalliques de l'Algérie. ORGM, wilaya de Tizi Ouzou.

**Anonyme 03.**(2013) :ANDI, wilaya de Tizi-Ouzou.

**Anonyme04.** (2013) : monographie de la wilaya de Tizi Ouzou. ANIREF, rubrique monographie wilaya.

**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, universitéKasdiMerbah –Ouargla.

**Hervé Gwtind.**terre cuite et carrières d'argile, fédération française ;TUILES ET BRIQUES17, rue Letellier - 75015 Paris

**M<sup>ME</sup>IzriDahbia.** (2003) : Carrière d'argiles de THILiOUA (Ex.Marchal)Commune de Draa Ben Khedda -Daïra de Draa Ben Khedda -Wilaya de Tizi-Ouzou ;plan d'exploitation (SARL-DBK-MAT).Entreprise de carrière pour extraction d'argiles et production de briques.

**M<sup>ME</sup>Izri Dahbia.** (2014) : plan de gestion environnemental ; Entreprise de carrière pour extraction d'argile et production de briques .wilaya de Tizi Ouzou.

**Pierre Delot.**(2015).les adobes production et mise en œuvre.**Sid Ahmed HAMMOUDA;**

**AbdelhakMEHDID.**(2011) : contribution à l'étude des ressources minérales dans les monts traras (calcaire, sable, et argile) Etat actuel perspectives et impacte sur l'environnement,mémoire de master II,université Abou BekrBelkaid-Telmcen.

## CONCLUSION GENERALE

---

La gestion et l'exploitation d'un gisement doivent se faire conformément aux Différentes lois minières et environnementales en vigueur. Le respect de la législation Contribuerait à une exploitation économiquement rentable et saine d'un point de vue.

L'exploitation du gisement de Thlioua a été orientée de manière à prévenir et éviter les dangers potentiels. Les estimations des réserves du gisement ont montré que La durée de vie de la carrière est de 12 ans, durant laquelle l'exploitation pourrait être maintenue, est le projet est économiquement rentable, avec des impacts positifs il ya eu création d'emploi et une activité industrielle ainsi qu'une valeur ajoutée à la localité.

L'étude d'impact à montré que la carrière est loin de tout risque environnemental et aucun impact négatif n'est décelable sur le milieu, le gisement de Thlioua est respectueux de son environnement.

Le plan de réhabilitation après fermeture du gisement de Thlioua, permettra au site d'être restaurer dans une bonne insertion paysagère, et qui lui permettra de retrouver sa vocation initiale.

### **. Autres recommandations :**

Au terme du présent travail qui vise à enrichir le milieu étudiantin en matière de technique d'exploration et d'exploitation rationnelle et optimale des carrières et gisements divers, nous proposons d'autres recommandations nécessaires et indispensables afin de faire pertes :

- clôturer et délimiter le périmètre d'exploitation ;
- prévoir des aires distinctes pour le concassage, le stockage des matériaux et l'entretien du matériel ;

une activité économique avec le minimum de risque et de créer des pistes d'accès à la carrière et aux fronts de taille large et compacte ;

- respecter les consignes de sécurité de l'ingénieur en matière de tir de mine ;
- normaliser les fronts de taille (45°) et éviter de créer des dépressions et des fronts trop abrupts ;
- baliser et signaler les zones à risques dans les carrières (falaises, crevasses, zones d'éboulement et autres) ;
- doter le personnel de vêtement de travail, de matériel de premiers secours et d'anti incendies;

## CONCLUSION GENERALE

---

- former et sensibiliser le personnel des risques existants dans une carrière ;
- entretenir régulièrement le matériel afin de lui garantir un meilleur rendement et une longue durabilité avec le minimum de risque ;
- 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 ;

Ces recommandations restent indispensables pour le bon déroulement de l'activité minière. Pour cela, les opérateurs en matière de mines et carrières doivent envisager la possibilité de recruter des ingénieurs géologues pour le suivi des travaux d'exploitation.

## Références bibliographiques

**ALIOUCHE .M.(2008)** :Exploitation des substances utiles à ciel ouvert et impact sur l'environnement ; Etude de cas dans l'Est Algérien (Les gisements de Djebel Salah, Région de Constantine) ;Mémoire de magister en géologie, Université Mentouri-Constantine.

**Anonyme01.**(1969) : recherche d'argiles a briques et tuiles en grande Kabylie .département recherches - SONAREM.

**Anonyme02.** (2000) : Livre des substances utiles nom métalliques de l'Algérie. ORGM, wilaya de Tizi Ouzou.

**Anonyme 03.**(2013) :ANDI, wilaya de Tizi-Ouzou.

**Anonyme04.** (2013) : monographie de la wilaya de Tizi Ouzou. ANIREF, rubrique monographie wilaya.

**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, universitéKasdiMerbah –Ouargla.

**Hervé Gwtind.**terre cuite et carrières d'argile, fédération française ;TUILES ET BRIQUES17, rue Letellier - 75015 Paris

**M<sup>ME</sup>IzriDahbia.** (2003) : Carrière d'argiles de THILiOUA (Ex.Marchal)Commune de Draa Ben Khedda -Daïra de Draa Ben Khedda -Wilaya de Tizi-Ouzou ;plan d'exploitation (SARL-DBK-MAT).Entreprise de carrière pour extraction d'argiles et production de briques.

**M<sup>ME</sup>Izri Dahbia.** (2014) : plan de gestion environnemental ; Entreprise de carrière pour extraction d'argile et production de briques .wilaya de Tizi Ouzou.

**Pierre Delot.**(2015).les adobes production et mise en œuvre.**Sid Ahmed HAMMOUDA;**

**AbdelhakMEHDID.**(2011) : contribution à l'étude des ressources minérales dans les monts traras (calcaire, sable, et argile) Etat actuel perspectives et impacte sur l'environnement,mémoire de master II,université Abou BekrBelkaid-Telmcen.

**SouikiSouheila.**(2007) : Les argiles du bassin de Mila –Constantine: Composition minérale, chimique, caractéristiques géotechniques et répartition des gisements,mémoire de magistère,Option Géologie des Substances Utiles .

**Fabrication de briques** : <https://www.brique.be>

**L'histoire de la terre cuite à travers les âges** :[https:// www.net-azur-traitement.com](https://www.net-azur-traitement.com)