

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologique et des Sciences Agronomiques
Département de Biologie



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme du master en science biologique
Spécialité : Gestion des Déchets Solides

Sujet

**Recyclage et valorisation des déchets inertes de la
briqueterie SARL-DBK-MAT dans la fabrication de
dallage de sol**

Réalisé par : CHEREF Lydia et REZKI Rachid

Membre du jury :

Melle F.METNA, Maitre de conférences A, Université. M. Mammeri, Tizi-Ouzou,
Présidente

Mm D. IZRI, Maitre assistantes A, Université. M. Mammeri, Tizi-Ouzou, Promotrice

Mr A.HAMMOUM, Maitre de conférences B, Université. M. Mammeri, Tizi-Ouzou,
Examineur

Mr S.KADOUCHE, Maitre de conférences A, Université. M. Mammeri, Tizi-Ouzou,
Examineur

Promotion : 2015/2016

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont tout particulièrement à nos parents pour nous avoir soutenus tout au long de notre parcours universitaire, sur tous les plans pour arriver aux termes de ce travail qui est le fruit de plusieurs années de labeur. Nous leur dédions ce mémoire.

Nos remerciements les plus sincères vont aussi à notre promotrice Mme IZRI D., enseignante chercheur à l'UMMTO qui représente pour nous le guide et l'exemple de sérieux dans le travail et le savoir. Nous tenons à lui rendre un vibrant hommage pour nous avoir encadré et de nous avoir fait l'honneur de partager et de nous transmettre une partie de ces compétences et connaissances scientifiques.

Nous remercions également l'entreprise de fabrication de briques SARL-DBK-MAT de Monsieur HENNACHI K. et l'entreprise de fabrication de granit YAHIAOUI pour avoir accepté de nous recevoir au sein de leurs unités, de nous avoir permis de faire nos manipulations et de nous avoir aidé par leurs précieux conseils. Nous citons Mr YAHIAOUI Kader, Mr YAHIAOUI Farid et Mr GHERIBI Malek.

Mes vifs remerciements à Mr MAMMOU, responsable du laboratoire de génie civile et Monsieur HAMID, responsable du laboratoire de génie mécanique pour leur disponibilité et leur aide durant la partie expérimentale de ce travail.

Toutes nos considérations au responsable de la spécialité Monsieur HAMMOUM et à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation ainsi que tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

Nos remerciements vont également à Melle Metna et Mr Kadouche pour avoir accepté de présider ce jury et d'examiner ce travail.

On remercie énormément nos camarades de classes en master gestion des déchets solides ainsi que nos enseignants pour les merveilleux moments que nous avons vécus ensemble durant les deux années universitaires.

Dédicaces

On dédie ce travail à tous ceux qui nous sont chers

Liste des figures

Figure 1 : Site d'argile prévu d'exploiter en vue d'alimenter la briqueterie.....	18
Figure 2 : Carte géologique au 500.000 de l'Algérie par M.J. Frandrin.....	20
Figure 3 : Débris de brique récupérés dans l'entreprise.....	35
Figure 4 : Tamisage des particules de brique en deux textures, une fine et une autre grossière.....	36
Figure 5 : Préparation de la table d'entreposage des plaquettes de granito.....	37
Figure 6 : Mélange des ingrédients.....	37
Figure 7 : Préparation des échantillons dans les moules.....	38
Figure 8 : Ajout de la ferraille.....	38
Figure 9 : Séchage des échantillons.....	39
Figure 10 : Ponçage des carreaux.....	39
Figure 11 : les différents carreaux.....	40
Figure 12 : Force du troisième point sur l'éprouvette	42
Figure 13 : Eprouvette pour l'essai de flexion.....	42
Figure 14 : Presse hydraulique, IBERTEST piloté par un micro-ordinateur.....	43
Figure 15 : Photos montrant la fissuration de l'éprouvette sous l'effet de la force des 3 point.....	44
Figure 16 : Ordinateur connecté a la machine de flexion et compression.....	44
Figure 17 : Test de compression simple.....	45
Figure 18 : Echantillons pour l'essai de compression.....	46
Figure 19 : Echantillon entre deux plaques métalliques prê a la compression.....	46
Figure 20 : L'empreinte de la pénétration	47
Figure 21 : Appareil de micro dureté INDENTEC ZHV1/M.....	49
Figure 22 : Echantillon pour l'essai de micro-dureté.....	49
Figure 23 : Gradin.....	24
Figure 24 : Zone de pourrissage des argiles	25
Figure 25 : Zone de stockage après le pourrissage.....	25
Figure 26 : Atelier de broyage.....	26

Figure 27 : Broyeur.....	27
Figure 28 : Cycle de moulage.....	27
Figure 29 : Zone de découpe.....	28
Figure 30 : Séchoir.....	29
Figure 31 : Four.....	30
Figure 32 : Poste de contrôle.....	30
Figure 33 : Courbe de cuisson.....	31
Figure 34 : Stockage de briques.....	32
Figure 35 : Déchets de briques.....	52
Figure 36 : Broyage des déchets de briques.....	52
Figure 37 : Mélange de déchets de briques avec le tuf.....	53
Figure 38 : Empreinte de la chamotte.....	53
Figure 39 : Empreinte du ciment blanc.....	53
Figure 40 : Empreinte de l'acier	53
Figure 41 : Empreinte du gravier.....	54
Figure 42 : Empreinte du sable faux lavé.....	54
Figure 43 : Histogrammes de l'essai de flexion.....	54
Figure 44 : Histogramme de l'essai de compression.....	55
Figure 45 : Histogramme de l'essai de micro dureté.....	55
Figure 46 : structure cristalline du quartz.....	57
Figure 47 : structure cristalline du calcaire.....	57
Figure 48 : position de nos minéraux sur l'échelle de Mohs.....	58

Liste des tableaux

Tableau 1 : Coordonnées (Lambert) du périmètre du gisement (en UTM fuseau 31).....	18
Tableau 2 : Effectifs de la carrière.....	19
Tableau 3 : Essai de micro-dureté.....	54
Tableau 4 : Essai de flexion.....	55
Tableau 5 : Essai de compression	55

Résumé

Notre travail consiste à étudier une entreprise de fabrication de briques générant des déchets inertes ainsi que les possibilités de valorisation de ces déchets dans une autre utilisation ; comme granulats pour la fabrication de carreaux de granito. L'étude consiste à comparer les propriétés d'un carreaux granito de référence à celles des carreaux de granito conçus avec des granulats de brique, avec différents dosage de ciment blanc, gravier, déchets de brique (chamotte) ou de sable faux lavé.

L'entreprise génère trois types de déchets :

- Les terres végétales : qui sont réutilisées dans la réhabilitation et le réaménagement de la carrière après exploitation.
- Les déchets de briques : qui sont remis dans le circuit de fabrication de briques.
- Les poussières : qui sont aspirées par extracteur de poussière et remis aussi dans le circuit.

Pour les carreaux que nous avons obtenus, ils sont soumis à différents tests de résistance mécanique, micro-dureté, flexion et compression. En comparaison avec des échantillons témoins nous avons obtenu d'excellents résultats pour nos carreaux à base de déchets de briques, une résistance qui dépasse celle de notre matériau témoin.

Mots clés : Argile, brique, déchets, environnement, essai, recyclage, valorisation

Summary

Our job is to study a brick manufacturing company generating inert waste and the possibilities for valuing these wastes in any other use; as aggregates for the production of terrazzo tiles. The study consists to compare the properties of a reference terrazzo tiles to those of terrazzo tiles designed with brick aggregates, at different dosages of white cement, gravel, brick waste (grog) or false washed sand.

The company generates three types of waste:

- Topsoil: which are used in the rehabilitation and redevelopment of the quarry after the operations.
- The waste bricks: Who are given in the brick manufacturing cycle.
- Dust: who are sucked into dust extractor and also delivered in the cycle.

For tiles that we got, they are subjected to different mechanical stress tests, micro-hardness, bending and compression. Compared with control samples, we obtained excellent results for our tiles made from brick waste, a resistance which exceeds that of our material witness.

Key words: clay, brick, waste, environment, recycling, recovery

Table des matières

Introduction générale	1
Chapitre I : Généralités et politique algérienne sur la gestion des déchets.	
1-Introduction	3
2-Définition d'un déchet.....	3
3-Classification des déchets.....	3
3.1-Déchets spéciaux y compris les déchets spéciaux dangereux	4
3.1.1- Déchets spéciaux.....	4
3.1.2-Déchets spéciaux dangereux	4
3.2-Déchets ménagers et assimilés	4
3.3-Déchets inertes.....	4
4-Gestion des déchets	4
4.1- Réduction.....	5
4.2- Réutilisation (réemploi).....	5
4.3- Tri sélectif des déchets	5
4.4- Collecte.....	5
4.5- Installations.....	6
4.5.1- Déchetterie	6
4.5.2- Centre de tri.....	6
4.5.3- Station de transit	6
4.6- Traitements	6
4.6.1- Compostage.....	6
4.6.2- Méthanisation.....	6
4.6.3- Recyclage	7
4.6.4- Incinération	7
4.6.5- Mise en décharge	7

4.6.6- Enfouissement.....	7
5-Politique algérienne sur la gestion des déchets.....	8
5-1 Introduction	8
5-2- Textes réglementaires.....	9
5.3- Etat des lieux sur la gestion des déchets.....	10
5.4- Cadre politique, légal et institutionnel.....	10
5.5 - Stratégies, plans d'action et initiatives	11
5.6 - Planification et investissement	12
5.7- Contrôle	12
5.8-Mécanismes de conduites fiscales, financières et économiques.....	12
5.9- Politique de participation du secteur privé	13
5.10-Communication publique, éducation et participation communautaire	13
5.11- Initiative nationale pour l'implication des différents intervenants.....	13
5.12- Etudes de cas, bonnes pratiques et leçons apprises	14
5.13- Acteurs impliqués dans la gestion des déchets en Algérie	14
5-13-1- Secteur public.....	14
5-13-1-1-Niveau national.....	14
5.13.1.2-Niveau régional.....	15
5.13.1.3- Niveau local.....	15
5.13.2- Secteur privé	16
5.13.2.1- Secteur formel.....	16
5.13.2.2- Secteur informel.....	16
5.13.2.3- Associations.....	16
6-Déchets inerte.....	16
6-1 Introduction	17
6-2 Définition.....	17
6.3-Cadre juridique et institutionnel applicable aux déchets inertes en Algérie.....	17

Chapitre II : présentation de l'entreprise

1 -Délimitation de la zone d'étude.....	18
1.1- Localisations, envergure et durée de vie.....	18
1.2- Superficie.....	18
1.3- Infrastructure.....	19
1.4- Situation géographique de la région d'étude.....	19
1.5- Limite administrative de la commune de Draa Ben Khedda	19
2-Description du contexte géologique local	19
3 –Description du contexte géomorphologique	20
3.1-Djebels	20
3.2- Collines	20
3.3- Plaines alluviales.....	21
4-Géomorphologie du gisement.....	21

Chapitre III : Matériel et méthode

1-Objectifs	34
2-Enquête.....	34
2-1 Méthodes d'enquête.....	34
2-2 Matériel utilisé pour l'enquête.....	35
3-Expérimentation	35
3-1 Méthodes d'étude	35
3-1-1 Fabrication des carreaux	35
3-1-1-1 Matériaux utilisés	35
3-1-1-2 préparations de la matière de granulométries différentes :.....	37
3-1-1-3 Préparation des tables d'entreposages	37
3-1-1-4 Préparation des échantillons à différent dosage	38
3-1-1-5 Collage et ajout de la ferraille.....	39
3-1-1-6 Séchage.....	40

3-1-1-7 Ponçage.....	40
3-1-2 Explication des tests effectués	41
3-1-2-1 Test de flexion trois points	42
3-1-2-2 Essai de compression.....	46
3-1-2-3 Essai de micro-dureté	48
3-2-Matériel utilisé	51

Chapitre IV : Résultats et discussion

1- Processus de fabrication de briques	21
1.1- Introduction.....	21
1.2-Historique de la brique.....	21
1.2.1-Brique crue.....	22
1.2.2-Brique cuite	22
1.2.2.1-Dans l'antiquité.....	22
1.2.2.2-Moyen âge.....	22
1.2.2.3-Epoque moderne	23
1.3-Raison de l'utilisation de la brique	23
1.4-Processus de la fabrication de la brique	23
1.4.1-Dans la carrière	24
1.4.1.1-Traitement des matériaux.....	24
1.4.1.1.1-Fermentation	24
1.4.1.1.2-Stockage	25
1.4.2-Dans l'usine	26
1.4.2.1-Préparation de l'argile.....	26
1.4.2.2-Broyage et malaxage.....	26
1.4.2.3-Façonnage	27
1.4.2.4-Séchage	29
1.4.2.5-Cuisson.....	30

1.4.2.6-Emballage	33
2- Conclusion	33
3-Présentation des résultats de l'enquête	52
3-1 Types de déchets générés	52
3-1-1 Terre « végétale » lors de l'extraction de l'argile au niveau de la carrière	52
3-1-2 Déchets de la mauvaise cuisson.....	52
3-1-3 Déchets du moulage.....	52
3-1-4 Déchets de l'étireuse.....	52
3-1-5 Débris de briques cassés	52
3-1-6 Poussières générées lors de la fabrication	52
3-2 Valorisation des déchets	52
3-2-1 Terres "végétale "	52
3-2-2 Rebus de briques et les briques cassés, ou esthétiquement mal faites.....	53
4-Présentation des résultats de l'expérimentation.....	54
4-1 Essai de micro-dureté	54
4-2 Essai de flexion.....	56
4-3 Essai de compression.....	56
5-Discussion des résultats de l'enquête.....	57
5-1 Types de déchets générés	57
5-2 Valorisation des terres « végétales »	57
5-3 Valorisation des débris de briques.....	57
5-4 Poussières générée lors de la fabrication.....	57
6-Discussion des résultats de l'expérimentation	57
6-1 Micro-dureté	57
6-2 Flexion.....	59
6-3 Compression	60
7- Conclusion.....	60
Conclusion générale.....	61

Introduction générale

Les déchets du bâtiment et travaux publique BTP résultent, majoritairement des chantiers de construction, de réhabilitation et de déconstruction. Ils sont composés à 90% de déchets inertes, le reste étant des déchets non dangereux, et des déchets dangereux. Issus de la fin de vie de produits naturels (pierres, terres, sables) ou de produits manufacturés (béton, brique, céramique, verre), les déchets inertes sont des déchets non polluants, chimiquement stables dans le temps et donc théoriquement neutres pour l'environnement, toute fois, le transport et le stockage de ces déchets ont un impact significatif en terme d'émission de CO₂ et d'utilisation des sols. Afin de limiter ces impacts, et devant les besoins croissant des ressources en matériaux et aux exigences et conditions de préservation de l'environnement, dans une vision de développement durable, il est devenu nécessaire et pertinent de prospecter et étudier toutes les possibilités et opportunités de réutilisation et de valorisation des déchets inertes et sous produits industriels notamment dans le domaine des travaux publics.

L'utilisation des granulats recyclés dans des carreaux de carrelages présente plusieurs avantages tant au niveau environnemental, humain, technologique qu'économique qui sont intéressants pour les industriels.

Le sujet de ce travail s'articule autour de la formulation et des propriétés de granit élaborés à partir de déchets de construction et de comparer les performances, en termes de résistance mécanique, par rapport à un granit ordinaire.

Notre travail à justement pour objectif d'analyser l'entreprise, SARL-DBK-MAT, qui fabrique des briques et génère des déchets de briques.

Il consiste aussi à proposer une autre valorisation de ces déchets de briques en les incorporant dans la fabrication de carreaux de granite

Ce mémoire s'organise en deux parties

-une partie bibliographique, constituée de deux chapitres, le chapitre I, Généralités et politique algérienne sur la gestion des déchets. Le chapitre II, Présentation de l'entreprise et le processus de fabrication de briques.

-une partie expérimentale, consacrée à la caractérisation des matériaux utilisés pour la confection des granites mis en œuvre dans le cadre de cette étude, puis sont détaillés les essais sur granito et une comparaison des résultats par rapport au granite ordinaire et entre les différents granito conçus. Elle contient deux chapitres, le chapitre III, donne les méthodes d'études et le matériel utilisé. Le chapitre IV présente les résultats et leurs discussions.

Chapitre I : Généralités et politique algérienne sur la gestion des déchets

1-Introduction

Déchets ménagers usuels, inertes (déchets de bricolage et de travaux), encombrants, déchets des collectivités (espaces verts, nettoyage, boues d'épuration issues de l'assainissement collectif), déchets liés à l'automobile (pneus, huiles, tôles, etc.), déchets agricoles, déchets industriels (banals, polluants, inertes), etc., la liste est longue, de même que les modalités de collecte et de traitement : il n'y a aucune commune mesure entre les épiluchures de la ménagère et les productions toxiques d'une industrie chimique. Or, malgré des repères simples, les déchets constituent souvent des mélanges hétérogènes dont la composition varie selon l'époque et le lieu (exemple des déchets ménagers dont la nature est différente selon qu'ils sont produits à la ville ou à la campagne, l'été ou l'hiver).

2-Définition d'un déchet

De plus, la définition même du déchet est floue: un déchet est un déchet pour celui qui s'en débarrasse, mais peut ne plus en être un pour celui qui lui trouve une utilité (il suffit, pour s'en convaincre, d'observer les récupérateurs qui s'affairent autour des « encombrants» avant le passage de la benne !).

Selon la loi N° 01-19 du 12 décembre 2001, parue au journal officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire du 15 décembre 2001 portant sur « La gestion, le contrôle et l'élimination des déchets », on entend par Déchet « tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation et plus généralement toute substance ou produit et tout bien meuble, dont le propriétaire ou le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a l'obligation de se défaire ou d'éliminer ».

3-Classification des déchets

Les déchets peuvent être classés selon plusieurs critères : Selon leur origine, à savoir, les déchets urbains, d'activités de soins, agricoles et d'activités agricoles, industriels, industriels banals, industriel spéciaux et ultimes ; selon leur nature physique, à savoir, les déchets solides, liquides ou pâteux, gazeux et les boues ; selon leur nature chimique, à savoir, les déchets organiques, minéraux, métalliques, acides, basiques, polymériques et sels

résiduaire ; ou en fonction de leur potentiel polluant et leur toxicité, à savoir, les déchets dangereux, non dangereux et inertes.

Selon la loi 01-19 du 12 décembre 2001, les déchets sont classés en 3 catégories.

3.1-Déchets spéciaux y compris les déchets spéciaux dangereux

3.1.1- Déchets spéciaux

Tous déchets issus des activités industrielles, agricoles, de soins, de services et toutes autres activités qui, en raison de leur nature et de la composition des matières qu'ils contiennent, ne peuvent être collectés, transportés et traités dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés et les déchets inertes.

3.1.2-Déchets spéciaux dangereux

Tous déchets spéciaux qui, par leurs constituants ou par les caractéristiques des matières nocives qu'ils contiennent sont susceptibles de nuire à la santé publique et/ou à l'environnement.

3.2-Déchets ménagers et assimilés

Tous déchets issus des ménages ainsi que les déchets similaires provenant des activités industrielles, commerciales, artisanales et autres qui, par leur nature et leur composition, sont assimilables aux déchets ménagers.

3.3-Déchets inertes

tous déchets provenant notamment de l'exploitation des carrières, des mines, des travaux de démolitions, de construction ou de rénovation, qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique lors de leur mise en décharge, et qui ne sont pas contaminés par des substances dangereuses ou autre élément générateur de nuisances, susceptible de nuire à la santé et/ou à l'environnement.

4-Gestion des déchets

La gestion des déchets est toute opération relative à la collecte, au tri, au transport, au stockage, à la valorisation et à l'élimination des déchets, y compris le contrôle de ces

opérations (Loi 01-19). La réduction à la source, la réutilisation, le recyclage, la valorisation et l'élimination doivent être privilégiés dans cet ordre dans le domaine de la gestion des déchets.

4.1- La réduction

C'est la notion qui consiste à générer le moins de déchets lors de la fabrication, de la distribution et de l'utilisation d'un produit. Le citoyen peut contribuer à cette réduction en diminuant la quantité de déchets produite par l'utilisation de produits en vrac plutôt qu'emballés, des produits durables plutôt que jetables etc.

C'est le mode le moins coûteux à réaliser puisqu'il appelle à une manière de consommer et au fabricant d'opter pour d'autres procédés de fabrication de produits plus durables. La réduction à la source est une technique de prévention. (Addou; 2009)

4.2- La réutilisation (réemploi)

On définit la réutilisation ou réemploi par « l'utilisation répétée du produit sans modification de son apparence ou de ses propriétés ». C'est une méthode qui consiste à prolonger la vie d'un produit en l'utilisant plusieurs fois (Addou; 2009).

4.3- Le tri sélectif des déchets

Pour valoriser et/ou recycler les déchets, on ne peut plus les collecter en mélange, ceux-ci doivent avoir été préalablement triés. Ainsi, les ménages constituent le premier maillon de la chaîne de valorisation des matériaux recyclables, par leur capacité et leur volonté à trier les déchets ménagers, pratique qui est un signal d'une certaine sensibilité environnementale.

4.4- La collecte

C'est l'ensemble des opérations qui consistent à enlever les déchets chez le producteur ou aux points de regroupement et à les acheminer vers un quai de transfert, un centre de tri, de traitement ou un centre d'enfouissement technique C.E.T.

4.5- Les installations

4.5.1- Déchetterie

La déchetterie est un lieux clos, aménagé et gardienné où les particuliers peuvent déposer leurs déchets à fins de traitement et/ou de valorisation. Les déchets peuvent être de type encombrant, de jardin, des déchets ménagers spéciaux, toxiques...

Les déchets sont déposés dans des bennes accolées à des quais ou dans des conteneurs spécifiques à certaines catégories (huiles, solvant, peintures...). Ce sont des déchets qui ne sont pas collectés avec les ordures ménagères à cause de leurs volumes, de leur poids ou de leur nature.

4.5.2- Le centre de tri

Lieu où s'effectuent le tri et le conditionnement des déchets par type de matériau avant leur valorisation, traitement ou élimination. Les déchets concernés sont en grande majorité les papiers, cartons, journaux, magazine, verres, plastiques, acier, aluminium...

4.5.3- Station de transit

La station de transit ou centre de transfert, reçoit les flux de déchets ménagers ramassés par les véhicules de collecte et permet leur stockage dans des fosses ou dans des conteneurs. Ils sont ensuite acheminés, par mode de transport à grande capacité vers une installation de traitement ou de stockage.

4.6- Les traitements

4.6.1- Le compostage

On définit le compostage comme un processus qui consiste à transformer et à décomposer de manière contrôlée la matière organique renfermée dans les ordures ménagères en présence de l'oxygène de l'air et sous l'action de populations microbiennes pour donner le compost.

4.6.2- La méthanisation

La méthanisation ou digestion est un procédé anaérobie de dégradation biologique qui transforme la matière organique en biogaz (méthane et dioxyde de carbone) par une flore microbienne complexe et spécifique.

4.6.3- Le recyclage

Le recyclage fait partie intégrante de l'approche gestion intégrée des déchets solides. Il permet de réintroduire dans le cycle de production des matériaux qui composent un produit similaire arrivé en fin de vie. Ce mode de traitement concerne surtout le verre, le papier/carton, le plastique et les métaux.

4.6.4- Incinération

Selon Desachy (2001), l'incinération consiste à brûler les ordures ménagères dans des fours spéciaux adaptés à leurs caractéristiques : composition et taux d'humidité. C'est le procédé de traitement qui permet la plus grande réduction du volume des déchets. En effet, au bout du processus, il n'en reste que 10 à 20% du volume initial (Balet, 2005). Cependant la combustion doit être menée correctement et assortie d'un traitement des fumées afin d'éviter tout transfert de pollution ou de nuisance. Les résidus de ce genre de traitement peuvent être valorisés en produisant de l'énergie ou utilisés dans les constructions routières (mâchefers).

4.6.5- Mise en décharge

Contrairement aux autres procédés de traitement des déchets, la mise en décharge est la méthode de traitement la plus simple, la plus économique et la plus ancienne, mais elle présente des contraintes environnementales. Dans de nombreux pays en voie de développement c'est le procédé le plus communément utilisé pour le traitement des déchets ménagers, mais dans les pays avancés en termes de gestion des déchets, ce mode de traitement tend à disparaître.

4.6.6- Enfouissement

L'enfouissement consiste à stocker les déchets sous terre, dans des centres d'enfouissement techniques où les déchets sont répandus en couches successives sur un terrain dont les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques, ainsi que l'aménagement permettent de limiter au maximum les risques de nuisances et de pollution des milieux environnants.

Trois types de CET sont utilisés pour recevoir les déchets :

- CET de classe I : pour les déchets spéciaux dangereux comme les déchets d'activité de soin, les huiles usagées, déchets de peinture, piles et accumulateurs, déchets d'amiante...

- CET de classe II : pour les déchets ménagers et assimilés et les déchets spéciaux non dangereux, sont ordures ménagères, les déchets de nettoyage (balayage des rue et des espace publique), déchets vert, les déchets encombrant
- CET de classe III : pour les déchets inertes. Le stockage de ces déchets se fait en surface, tel que les déchets de démolitions et de construction en mélange, brique, béton, céramique, terre, pierre, gravier....

5-La politique algérienne sur la gestion des déchets

5-1 Introduction

L'Algérie a fixé des objectifs à l'horizon 2020 dans le domaine de l'aménagement du territoire dans lequel elle intègre le concept du développement durable. Cette nouvelle vision est basée sur la croissance économique, l'équité sociale et la protection de l'environnement. Elle vise l'amélioration de la qualité vie et du bien-être de la population dans une logique de gestion durable des déchets. Les objectifs nationaux algériens sont la réduction des quantités des déchets produites et l'atténuation de l'impact de leur élimination sur l'environnement. Le gouvernement algérien a envisagé une stratégie nationale environnementale (**SNE**) qui devra permettre de poser les premiers jalons du développement durable. Cette stratégie est une approche programmatique décennale pour la période 2001-2011 fondée sur deux principes (Gouvernement, 2005) :

- Intégrer la viabilité environnementale dans la stratégie de développement du pays en vue d'induire une croissance durable et réduire la pauvreté.
- Mettre en place des politiques publiques efficaces visant à réguler les « externalités » environnementales d'une croissance liée à des activités économiques de plus en plus initiées par le secteur privé.

Dans ce contexte, l'Algérie a élaboré en 2002 un Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (**PNAE-DD**). Celui-ci propose une vision du futur qui engage l'Algérie à investir dans un développement écologiquement durable. L'amélioration de la santé publique et de la qualité de vie du citoyen constitue un objectif central du PNAE-DD. La mise en place d'une gestion saine et intégrée des déchets municipaux constitue une priorité et une urgence. Le PNAE-DD a permis de renforcer le

cadre juridique, de construire des capacités institutionnelles performantes, d'introduire des instruments économiques et financiers, d'améliorer la gouvernance environnementale.

5-2- Textes réglementaires

La loi 11-10 du 22 juin 2011 parue au Journal officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire du 03 juillet 2011 portant code communal, stipule dans son article 123 que « la commune veille, avec le concours des services techniques de l'Etat, au respect de la législation et de la réglementation en vigueur, relative à la préservation de l'hygiène et de la salubrité publique, en matière, notamment de distribution d'eau potable, d'évacuation et de traitement des eaux usées, de collecte, transport et traitement des déchets solides, lutter contre les vecteurs des maladies transmissibles, d'hygiène des aliments, des lieux et établissements accueillant le public, d'entretien de la voirie communale et de signalisation routière qui relève de son réseau routier». Cette loi donne de ce fait obligation aux communes de gérer les déchets sur leurs territoires, et donc d'assurer leur collecte et leur traitement.

La loi 01-19 du 12 décembre 2001, publiée au journal officiel du 15 décembre 2001, relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, stipule dans son article 02 que « la gestion, le contrôle et l'élimination des déchets reposent sur les principes suivants : la prévention et la réduction de la production et la nocivité des déchets à la source ; l'organisation du tri, de la collecte, du transport et du traitement des déchets ; la valorisation des déchets par leur réemploi, leur recyclage ou toute autre action visant à obtenir, à partir de ces déchets, des matériaux réutilisables ou de l'énergie ; l'information et la sensibilisation des citoyens sur les risques présentés par les déchets et leur impact sur la santé et l'environnement ainsi que les mesures prises pour prévenir, réduire ou compenser ces risques ».

La loi 03-10 du 19 juillet 2003 parue au journal officiel du 20 juillet 2003, définit les règles de protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.

Le décret exécutif n° 02-175 du 20 mai 2002 porte sur la création de l'Agence Nationale des Déchets, sur ses missions, sa composition et son fonctionnement.

Le décret exécutif n° 04-410 du 14 décembre 2004, fixe les règles générales d'aménagement et d'exploitation des installations de traitement des déchets et les conditions d'admission de ces déchets au niveau de ces installations.

5.3- Etat des lieux sur la gestion des déchets

La politique de gestion des déchets s'inscrit dans la Stratégie Nationale Environnementale (SNE), ainsi que dans le Plan National d'Actions Environnementales et du Développement Durable (PNAE-DD) qui s'est concrétisé par la promulgation de la loi 01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, traitant des aspects inhérents à la prise en charge des déchets, et dont les principes sont :

- La prévention et la réduction de la production et de la nocivité des déchets à la source.
L'organisation du tri, de la collecte, du transport et du traitement des déchets.
- La valorisation des déchets par leur réemploi et leur recyclage.
- Le traitement écologiquement rationnel des déchets.
- L'information et la sensibilisation des citoyens sur les risques présentés par les déchets et leurs impacts sur la santé et l'environnement.
- L'institution d'outils de gestion: Programme National de Gestion Intégrée des Déchets solides Ménagers (PROGDEM) et Plan National de Gestion des Déchets Spéciaux (PNAGDES).

Cependant, la gestion des déchets urbains en Algérie est loin d'être efficiente. Les collectivités locales éprouvent encore beaucoup de difficultés dans la collecte, le transport et le traitement de ces déchets, malgré les efforts déployés.

5.4- Cadre politique, légal et institutionnel

Conformément aux dispositions de la loi 01-19 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, deux Ministères sont directement impliqués dans la gestion des déchets ménagers et assimilés:

- Le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE) à travers ses différents instruments en particulier, l'Agence Nationale des Déchets (AND), le Conservatoire Nationale des Formations en Environnement (CNFE) et les Directions de l'environnement de Wilayas qui sont au nombre de 48.

- Le Ministère de l'Intérieur et des Collectivités Locales (MICL) par l'appui financier en direction des municipalités.

Le MATE, en collaboration avec les différents secteurs concernés, est responsable de la mise en application du Programme National de Gestion des Déchets Municipaux (PROGDEM). Les objectifs de ce programme sont: (i) la préservation de l'hygiène publique et la propreté des agglomérations; (ii) l'amélioration du cadre de vie du citoyen et la protection de sa santé; (iii) l'élimination saine et écologiquement rationnelle des déchets et la valorisation des déchets recyclables; et (iv) la création d'emplois verts.

L'Agence Nationale des Déchets (AND) de par son statut d'entreprise publique à caractère industriel et commercial (EPIC), a pour attribution un caractère commercial en matière d'étude et de recherche dans ses rapports avec les tiers ainsi qu'un rôle de service public avec l'administration et qui est essentiellement l'assistance aux collectivités locales dans la gestion des déchets.

Le Ministère de l'Intérieur et des collectivités locales (MICL) assure l'appui financier et logistique des assemblées populaires communales (APC) par l'octroi de subventions annuelles. Le montant réservé à la gestion des déchets urbains est assez appréciable et peut représenter jusqu'au 1/4 du budget global.

5.5 - Stratégies, plans d'action et initiatives

A l'instar des autres pays émergents, l'Algérie est passée de la décharge sauvage à la décharge contrôlée et au centre d'enfouissement technique, traduisant ainsi une réelle prise de conscience pour la protection de l'environnement et la nécessité d'une gestion intégrée des déchets solides.

Le programme en cours de réalisation devrait se concrétiser par la réalisation de:

- ❖ 122 CET de classe 2, 146 décharges contrôlées, 32 déchetteries, 29 centres de tri
- ❖ 54 CET classe 3 (pour les déchets inertes), ainsi que la réhabilitation de 40 décharges sauvages.

A l'horizon 2014 - 2018, on prévoit la réhabilitation des plus importantes décharges à travers le territoire, tandis que le nombre de CET de classe II et décharges contrôlées, il

dépassera 300 et contribuera ainsi, à prendre en charge plus de 75% des déchets ménagers et assimilés.

Il faut noter que le PROGDEM prévoit à terme, la réalisation d'un CET de classe II pour toutes les agglomérations de plus de 100 000 habitants, ainsi que la réhabilitation de toutes les décharges existante.

5.6 - Planification et investissement

Le Ministère de l'Intérieur et des Collectivités Locales (MICL) a mobilisé durant les 10 dernières années, un financement conséquent pour le renforcement du parc roulant d'enlèvement des déchets municipaux au bénéfice d'un très grand nombre de communes. Il s'agit ici, d'une planification et d'un programme d'investissement prioritaire et urgent. En dehors de cette opération spéciale, la procédure habituelle est la planification annuelle du budget de l'assemblée populaire communale (APC), qui est préparé par les responsables communaux et transmise à la wilaya qui l'étudie en fonction de ses budgets que lui sont attribués par le gouvernement. Il est prévu une aide financière à concurrence de 30 MDA (sur une période de trois ans), pour chaque EPIC de Gestion des CET créée.

5.7- Contrôle

La gestion des déchets municipaux et assimilés incombe essentiellement, aux services de nettoyage des collectivités locales (APC). Ceci rend difficile le contrôle et le suivi de toute les opérations de collecte, de transport et d'élimination des DMS. La mise en place d'entreprises à caractère industrielle et commercial (EPIC) à travers l'ensemble des wilayas, dont leur mission essentielle est de prendre en charge la gestion de ces déchets. Les collectivités locales auront ainsi, comme rôle essentiel, le contrôle et le suivi de la propreté de la ville.

5.8-Mécanismes de conduites fiscales, financières et économiques

Et dépit des efforts déployés par l'Etat, l'implication des autorités locales dans le processus de gestion des déchets reste très limitée. Le taux de recouvrement de la taxe environnementale est fixée entre 500 et 1000 DA/ an pour les déchets ménagers. La gestion des déchets constitue à notre sens, une opération complexe. D'où la nécessité de réorganiser les services en charge des déchets municipaux solides par le renforcement des capacités de

collecte et de transport et l'ouverture du secteur à l'investissement privé et à la concession. C'est-à-dire aller vers le professionnalisme de ce secteur.

5.9- Politique de participation du secteur privé

Face aux difficultés rencontrées par les collectivités locales dans la gestion des déchets, le recours au système de concession (secteur privé) s'avère nécessaire. Il faut noter que la participation du secteur privé reste très limitée. Quelques entreprises de collecte et de transport ont commencé à faire leur apparition dans certaines villes comme Sétif, Oran, Bordj El Kiffan, Gué de Constantine (Alger). Concernant les matières recyclables, le nombre de récupérateurs reste insuffisant par rapport au gisement existant. Sur les 873 micro-entreprises recensés en 2008 à l'AND, à peine 247 opèrent sur le terrain, et à peine 7% des matières valorisables sont récupérées du gisement existant.

5.10-Communication publique, éducation et participation communautaire

Les ONG activant sur le terrain de la sensibilisation sont soutenues par les autorités. Le Conservatoire Nationale des Formations à l'Environnement (CNFE) est chargé entre autre, d'initier et d'animer diverses actions de sensibilisation. Pour investir sur le long terme, l'éducation environnementale sera introduite progressivement dans le cursus des écoles fondamentales et secondaires. Une convention a été signée en 2010 entre les Ministères de l'Environnement et de l'Education portant sur l'éducation environnementale en milieu scolaire et devrait concerner l'ensemble du secteur de l'éducation Nationale (Ecoles primaires, CEM et Lycées). Certaines grandes communes commencent à mettre en place des cellules environnementales afin de promouvoir les actions de sensibilisation en direction du public.

5.11- Initiative nationale pour l'implication des différents intervenants

La promotion d'une gestion intégrée et durable des déchets solides à l'échelle régionale, passe inévitablement par des échanges pluri-partenaires à travers la mise en place d'un réseau d'experts nationaux. Les objectifs essentiels recherchés sont:

- ❖ Constituer un noyau du savoir et de l'expertise afin de fournir de l'assistance technique et des services de conseils pour la promotion de la gestion intégrée des DMS au niveau local.

- ❖ Promouvoir les échanges régionaux d'information et les expériences relatives au secteur de déchets.
- ❖ Etablir les conditions et l'environnement nécessaires pour les investissements dans le secteur des déchets solides urbains avec le concours des institutions financières régionales et internationales.

5.12- Etudes de cas, bonnes pratiques et leçons apprises

- ❖ Projet pilote intitulé « Quartier propre» lancé en juillet 2010, l'objectif est la sensibilisation et l'implication du citoyen, en matière d'éducation à l'environnement et la protection de la santé publique. Le programme est organisé principalement autour des associations activant dans le domaine de la protection de l'environnement.
- ❖ Projet d'instauration du système de «collecte sélective» dans cinq (05) villes pilotes à savoir : Staouéli (Alger), Djelfa, Annaba, Ghardaïa et Tlemcen. La mécanique du dispositif est au lieu de tout jeter dans le même bac, le «tri sélectif» consisterait à séparer les déchets, pour un éventuel recyclage, en de nouveaux produits.
- ❖ Lancement depuis novembre 2013 par la Direction générale de la Sûreté nationale en partenariat avec le ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, d'un concours national intitulé « Prix vert du quartier propre», Dans le cadre de l'amélioration du cadre de vie à travers toutes villes du pays.

5.13- Acteurs impliqués dans la gestion des déchets en Algérie

La gestion des déchets ménagers et assimilés est organisée d'une façon générale dans les pays en voie de développement en trois secteurs :

5-13-1- Secteur public

5-13-1-1- Au niveau national

Le ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement (MATE), est le premier responsable de la politique nationale de l'environnement, il est chargé de :

- Mettre en œuvre une politique de développement durable ;
- Déterminer les objectifs en matière de gestion des déchets ;
- Elaborer et mettre en place un plan national de gestion intégrée des déchets ;
- Délivrer des autorisations, des installations des déchets spéciaux ;

- Fixer les normes à respecter en cohérence avec la réglementation nationale.

L'agence nationale des déchets (AND), l'observatoire national de l'environnement et de développement durable (ONEDD) et le conservatoire national de la formation à l'environnement (CNFE) sont chargés d'accompagner le ministère de l'environnement dans ses missions.

5.13.1.2- Au niveau régional

Au niveau régional, le service public local de gestion des déchets est sous le contrôle des inspections régionales de l'environnement et les directions de l'environnement de wilayas.

- Les inspections régionales de l'environnement sont des organes décentralisés de l'Etat. Elles ont été créées par le décret n° 88-227, du 5 novembre 1988 portant attribution, organisation et fonctionnement des corps d'inspecteurs chargés de la protection de l'environnement. Ces inspections ont pour missions de veiller au respect de la législation et de la réglementation dans le domaine de l'environnement, de constater et de rechercher les infractions en la matière.
- Les directions de l'environnement de Wilaya (DEW), créées par le décret exécutif n° 96-60 du 27 janvier 1996, ont trois grands axes d'activités : la coordination, le contrôle et l'information, elle veille aussi au respect des prescriptions spécifiques (production, stockage et traitement).

5.13.1.3- Au niveau local

Le niveau local a deux structures en matière de service local des déchets, les communes et les groupements de communes ou l'intercommunalité. La réglementation en vigueur rend les communes et les groupements de communes responsables de l'ensemble des déchets produits sur leurs territoires. Le regroupement des communes est mis en place dans le cas où les communes ne disposent pas de moyens suffisants pour assurer la gestion des déchets.

La commune dispose de la possibilité de mettre en place un établissement pour la gestion des déchets (EPIC).

5.13.2- Secteur privé

5.13.2.1- Secteur formel

La loi 01-19 du 12 décembre 2001, prévoit l'ouverture du service public de gestion des déchets à l'investissement privé et à la concession. Les communes peuvent concéder la gestion des déchets générés par les ménages à des personnes physiques ou morales de droit public ou droit privé. Deux communes de la wilaya d'Alger (Bordj El Kiffan et Kouba) ont procédé à la concession d'une partie de la collecte des déchets ménagers et assimilés à des opérateurs dans le domaine du recyclage et de récupération des déchets. Des petites entreprises ont été créées dans le cadre de l'ANSEJ, de l'ANGEM et de l'ADS. Par ailleurs, des entreprises réutilisent des déchets triés comme matières premières dans leur processus de fabrication.

5.13.2.2- Le secteur informel

Le secteur informel est composé d'individus, de familles et d'entreprise non enregistrées. La récupération des déchets se fait dans les décharges, locaux commerciaux de quartiers, rues et marchés. Les matériaux récupérés sont vendus à des acheteurs ambulants. Ces récupérateurs effectuent aussi des tournées dans les quartiers afin d'acheter des déchets recyclables collectés par les individus à des prix inférieurs à ceux pratiqués dans les décharges.

5.13.2.3- Les associations

En Algérie, les associations, qui sont soutenues par l'état, jouent un rôle très important, notamment dans la sensibilisation et l'information.

6-Déchets inerte

6-1 Introduction

Déchets inertes principalement issus du secteur du BTP (Bâtiment Travaux Publics), les déchets inertes sont au cœur de l'actualité. D'ici 2020, l'Union Européenne fixe comme objectif à ses Etats membres de recycler 70% de leurs déchets de chantiers non dangereux mais cet objectif n'est pas encore atteint.

Les déchets émis par les entreprises et les particuliers rentrent dans de nombreuses catégories en fonction de leur dangerosité. Dans notre mémoire, nous allons donner une définition d'un déchet inerte, et nous verrons comment les traiter et le cadre réglementaire applicable à ces déchets.

6-2 Définition

Selon la loi N° 01-19 du 12 décembre 2001, Les déchets inertes sont « tous déchets provenant notamment de l'exploitation des carrières, des mines, des travaux de démolitions, de construction ou de rénovation, qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique lors de leurs mise en décharge, et qui ne sont pas contaminés par des substance dangereuse ou autre élément générateur de nuisances, susceptible de nuire à la santé et/ou à l'environnement. On distingue deux types de déchets inertes :

- Les déchets inertes issus de l'industrie extractive (exploitation des carrières, installations de premier traitement des matériaux de carrières). En Europe, ces déchets doivent répondre à un grand nombre de critères en termes de composition chimique et de dangerosité pour l'homme et l'environnement pour être considérés comme des déchets inertes.
- Les déchets inertes non issus de l'industrie extractive. Il s'agit essentiellement de déchets produits par le secteur de la construction tels que les matériaux minéraux (pierre, marbre, grès, ardoise...), le béton, les briques, le verre ou encore la terre. Mais tous les déchets du secteur du BTP (Bâtiment Travaux Publics) ne sont pas considérés comme des déchets inertes. Par exemple, l'amiante est entré depuis 2011 dans la catégorie des déchets dangereux alors qu'elle était considérée comme un déchet inerte auparavant. Le plâtre n'est pas non plus considéré comme un déchet inerte car sa solubilité dans l'eau peut entraîner notamment la pollution des nappes phréatiques et avoir donc un impact sur l'environnement.

6.3-Le cadre juridique et institutionnel applicable aux déchets inertes en Algérie

La production annuelle des déchets inertes issus essentiellement du domaine du Génie civil (Déchets de construction & démolition), représente environ 11 millions de Tonnes (2012). Ces derniers peuvent présenter un gisement valorisable rentable, il est donc important

d'en tirer un bénéfice maximal en trouvant des alternatives efficaces, pérennes et rentable sur le plan économique.

La loi 01-19 prévoit dans son article 37 que La collecte, le tri, le transport et la mise en charge des déchets inertes sont à la charge de leurs générateurs.

L'article 38 « Dans le cadre de son plan d'aménagement et de développement et conformément au schéma de gestion approuvé, la commune initie toute action et mesure visant l'implantation, l'aménagement et la gestion des sites des décharges désignées pour recevoir les déchets inertes. »

L'article 39 « Les déchets inertes non valorisables ne peuvent être déposés que dans des sites aménagés à cet effet. »

L'article 42 de la loi 01-19 précise que « Toute installation de traitement des déchets est soumise, préalablement à sa mise en service, à :

une autorisation du président de l'Assemblée populaire communale territorialement compétent pour les déchets inertes.»

Chapitre II : présentation de l'entreprise

1.1- Situation géographique de la région d'étude

Draa Ben Khedda, est une daïra de la wilaya de Tizi-Ouzou. Elle est constituée par les communes de Sidi Naaman, Draa Ben Khedda, Tademaït et Tirmatine.

Elle se situe à 10 Km à l'ouest du chef lieu de la commune de Tizi-Ouzou, avec une superficie de 172,22 Km² et 40000 habitants d'après le recensement de 2008.

1.2- Limite administrative de la commune de Draa Ben Khedda

Comme l'indique la figure, la commune de Draa Ben Khedda 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

1 -Délimitation de la zone d'étude



Figure 1 : Site d'argile prévu d'exploiter en vue d'alimenter la briqueterie

1.1- Localisations, envergure et durée de vie

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

Le gisement de « THILIOUA » se trouve à environ 10km au sud du chef lieu de la Daïra de Draa Ben Khedda.

Du point de vue administratif, le gisement d'argiles de THILIOUA est rattaché à la wilaya de Tizi-Ouzou, Daïra de Draa Ben Khedda.

Tableau 1 : Les coordonnées (Lambert) du périmètre du gisement (en UTM fuseau 31) voir image google

UTM-FUSEU 31		
POINTS	X	Y
A	585.531	4064.194
B	585.824	4064.143
C	585.947	4064.067
D	585.703	4063.880
E	585.470	4063.919



Position du site sur Google-Sat

1.2- La superficie

La superficie du périmètre est de 14 hectares.

1.3- L'infrastructure

L'accès à la carrière est assuré par une piste à droite de la route nationale 25

Les moyens humains sont repartis comme suit :

Tableau 2 : Montrant les effectifs de la carrière

Désignation	Postes	Nombre
Total	Responsable d'exploitation	01
Maîtrise	Technique et administrative	03
Cadre	Ingénieur en mécanique	02
Exécution	Conducteur d'engins	03
	Agents de sécurité	04
Total		13

- La production de la carrière d'argile est de **100.000** tonnes/an
- La production de la briquèterie est de **60.000** tonnes/an

2-Description du contexte géologique 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 (cf fig 2).

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

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

- Miocène post nappe argileux marneux.
- Micas schistes, schistes satinés.
- Gneiss.
- Pegmatite, Granite, Granodiorite,

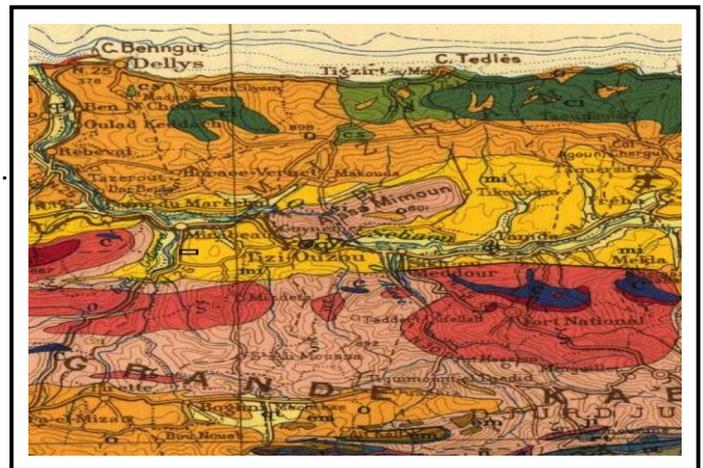


Figure 2 : la carte géologique au 500.000 de l'Algérie par M.J. Frandrin

3 –Description du contexte géomorphologique

L'orographie de la région, est représentée essentiellement par un ensemble montagneux, d'orientation Est-Ouest aux reliefs escarpés et aux sommets dentelés, des zones de collines et enfin les plaines alluviales.

Une esquisse géomorphologique permet de distinguer :

3.1-Djebels

Les Djebels couvrent une grande partie de la grande Kabylie, depuis la cote jusqu'au Djurdjura, et sont découpés par des vallées profondes.

3.2- Collines

Au pied du grand massif Kabyle, s'étendent des collines qui marquent une transition entre les bas fonds et les premières pentes douces des montagnes. Elles se caractérisent par leurs reliefs arrondis avec des pentes souvent très douces et marneuses.

3.3- Plaines alluviales

La grande Kabylie possède en général de petites plaines constituée d'étroites bandes alluviales, la plus importante de ces vallées est celle bordant le cours de l'oued Sébaou et qui représente la vraie richesse foncière de la Wilaya de Tizi-Ouzou.

4-Géomorphologie du gisement

Le gisement d'étude 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 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.

Chapitre III : Matériel et méthode

1-Objectifs

Notre travail avait pour objectif de diagnostiquer une entreprise de fabrication de briques, SARL DBK-MAT, qui génère des déchets inertes et de voir les possibilités de valorisation de ces déchets.

2-Enquête

Une enquête a été menée, au sein de l'entreprise en vue de connaître le processus de fabrication de la brique et les types de déchets générés.

2-1 Méthodes d'enquête

-Visite de l'entreprise :

Notre première visite a été effectuée sur la carrière, où est extraite l'argile pour alimenter l'usine de fabrication de briques. Elle est située à proximité de l'usine. On a pris les coordonnées Lambert de la carrière à l'aide d'un GPS et on a vérifié les normes de son exploitation.

Puis les autres visites ont été effectuées dans les différents ateliers de fabrication des briques (atelier mécanique et atelier thermique), avec prise de photos et prise de notes.

-Entretiens avec les responsables :

Des guides ont été mis à notre disposition au sein de l'entreprise, pour nous permettre de bien nous diriger et de comprendre le fonctionnement et la gestion de celle-ci.

-Le directeur nous a expliqué le fonctionnement de l'entreprise, les conditions de travail, les mesures prises pour assurer la sécurité des employés, les types de « déchets » générés.

-Etude du processus de fabrication :

L'argile extraite est laissée dans un hangar à proximité de fabrication pour pourrissement. Après quelque mois de fermentation la terre est prête pour l'utilisation. Elle est

mélangé avec du tuf (90% d'argile et 10 % de tuf), pour rendre la texture de la pate moins plastique. En passant par plusieurs machines, broyeur, étireuse, séchoir et four de cuisson, la pate se transforme en brique.

-Modes de gestion des déchets inertes (Types de déchets),...) :

On a répertorié l'ensemble des déchets générés par cette activité, depuis l'extraction de l'argile et tout au long du processus de fabrication des briques.

2-2 Matériel utilisé pour l'enquête

-Appareil photo

-GPS

3-Expérimentation

Notre travail expérimental a consisté à mener une expérience de laboratoire en vue de voir la possibilité de valoriser les déchets de briques issus de cette briqueterie pour la fabrication de carreaux de carrelage. Il a consisté concrètement à substituer le gravier incorporé dans les carreaux par les déchets de briques.

- Carreau témoin T1: ciment blanc + acier + gravier+eau

-Carreau témoin T2: c'est un granite naturel

- Carreaux fabriqués: ciment blanc + acier + déchets de briques (chamotte) + eau

3-1 Méthodes d'étude

3-1-1 Fabrication des carreaux

Les carreaux ont été fabriqués au niveau de l'entreprise Yahiaoui, sise à Draa Ben Khedda.

3-1-1-1 Matériaux utilisés

- Chamotte grossière
- Chamotte fine
- Ciment blanc

- Gravellet 3 /8
- Sable faux lavé
- Eau de robinet
- Ferraille
- Plâtre
- Huile

Nous avons confectionné 5 échantillons de différents dosages de matériaux

Echantillon 1 : 45 % de ciment blanc + acier + 55 % chamotte grossière + eau

Echantillon 2 : 60 % de ciment blanc + acier + 40% chamotte grossière + eau

Echantillon 3 : 50 % de ciment blanc + acier + [25 % de chamotte grossière + 25 % de gravier (3/8)] +eau

Echantillon 4 : 50 % de ciment blanc + acier + 50 % de chamotte fine + eau

Echantillon 5 : 50 % de ciment blanc + acier + [25 % de chamotte fine + 25 % de sable faux lavé] + eau

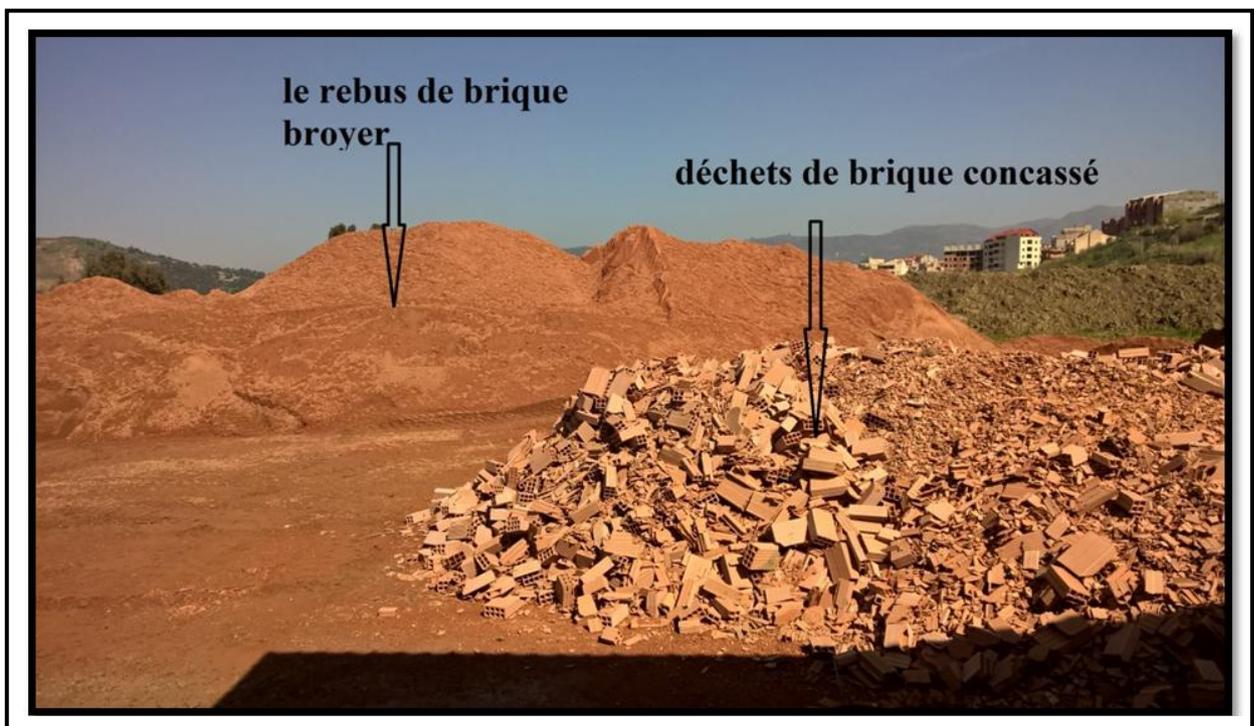


Figure03 : les débris de brique "chamotte" issue du process qu'on a récupéré dans la briqueterie de Draa Ben Khedda.

3-1-1-2 préparations de la matière de granulométries différentes :

Nous avons opté pour deux fractions une fine 0/3 et une grossière 3/8, dans le but d'améliorer les caractéristiques géotechniques du matériau.



Figure04 : Tamisage des particules de brique en deux textures, une fine et une autre grossière.

3-1-1-3 Préparation des tables d'entreposage

Préparation des échantillons sur la table d'entreposage des plaquettes de granito, avec des planches en bois on a confectionné 5 moules, de 30 cm sur 38 cm, on a bien graissé le fond pour pouvoir décoffrer facilement après séchage, et avec du plâtre on a obstrué tous les petits vides par lesquelles la matière pourrait s'échapper lors du versement en dehors des moules.

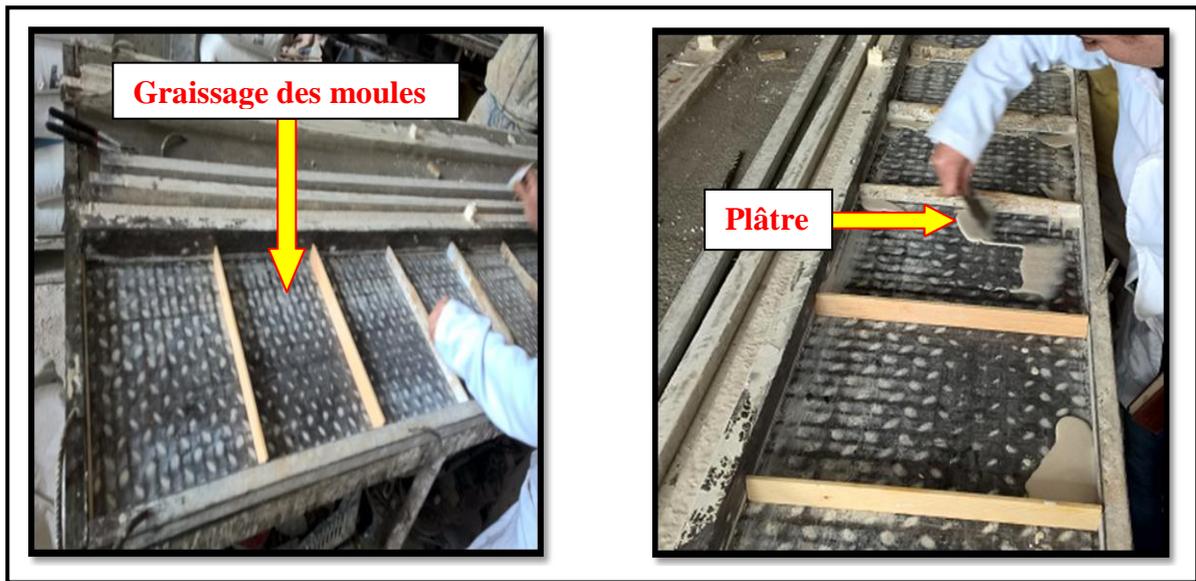


Figure05 : la préparation des moules.

3-1-1-4 Préparation des échantillons à différent dosage

Le mélange a été fait manuellement dans une brouette.

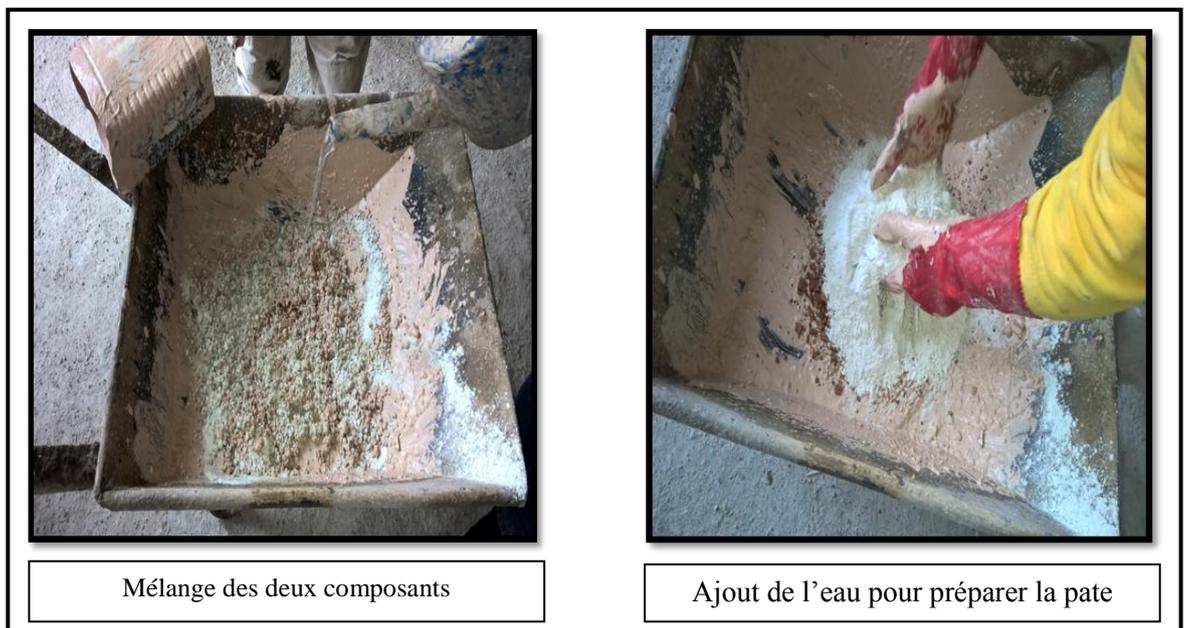


Figure 06 : les différentes étapes de laboratoire

On verse les ingrédients (chamotte, ciment blanc, gravier ou sable faux lavé, et de l'eau du robinet) dans une brouette, on mélange manuellement, avec une pelle ou les mains.

NB/ l'unité est dotée de cocotte pour le mélange, les quantités qu'on a utilisé étant réduite on a du le faire manuellement.



Figure 07 : homogénéisation de la pâte et la mise en moules

3-1-1-5 Collage et ajout de la ferraille

Une fois le mélange versé on ajoute des morceaux de fer découpée de sorte qu'ils s'immergent dans le mélange, et on secoue la table de travail pour faire évacuer les bulles d'air qui sont à l'intérieur du mélange...



Figure 08 : l'utilisation de fer pour objectif de donner une certaine résistance

3-1-1-6 Séchage

Le décoffrage se fait 24 heures après le collage.



Figure 09 : séchage de nos échantillons

3-1-1-7 Ponçage

Le ponçage se fait 24 heures après le décollage.



Figure 10 : ponçage des carreaux



Figure 11 : les différents échantillons obtenus

3-1-2 Explication des tests effectués

Les essais de flexion et de compression ont été réalisés au niveau du laboratoire de génie civil, et l'essai de micro-dureté a été réalisé au niveau du laboratoire de génie mécanique de la faculté de génie de construction de l'université M. Mammeri de Tizi-Ouzou.

L'effet des forces sur différents matériaux est expliqué par Hooke (1635-1703), de façon empirique à l'échelle macroscopique : *un matériau à l'état solide ne résiste à une force appliquée qu'en se déformant sous l'action de cette force*. Les matériaux sont élastiques. Il établit une règle, la loi de HOOKE, selon laquelle l'allongement est toujours proportionnel à la force appliquée. Cette loi n'est rigoureusement vraie que pour les céramiques, le verre, la plupart des minéraux et les métaux les plus durs.

Mais, dans quelle mesure le comportement d'une structure dépend de son matériau constitutif plutôt que de ses dimensions et de sa forme ? Nous avons besoin de standards objectifs de comparaison qui soient indépendants de la taille et de la forme du matériau.

La considération des conditions qui règnent en chaque point d'un matériau soumis à des forces mécaniques conduit aux notions de contrainte et de déformation. La définition claire et utilisable de ces deux notions est due à Augustin CAUCHY (1789-1857). Quand on

soumet un corps à l'action de forces extérieures, des contraintes s'établissent par réaction, à l'intérieur de ce corps. À ces contraintes sont associées des déformations.

Pour s'affranchir de la dépendance des dimensions du matériau, les paramètres contraintes et déformation sont utilisés.

La contrainte détermine avec quelle intensité les atomes du matériau sont écartés les uns des autres ou comprimés les uns sur les autres. Cette contrainte est, pour une traction simple, la force qui agit sur une unité de surface du matériau.

$$\sigma = F/S \quad f:\text{force} \quad s:\text{surface}$$

Elle se mesure en Pascal (Pa).

Les trois principales contraintes sont la traction, la compression et le cisaillement qui sont définies plus loin.

La déformation indique dans quelles proportions les liaisons inter atomiques (à l'échelle microscopique) et la structure elle-même (l'objet, à l'échelle macroscopique) ont été déformées. La déformation, pour une traction simple, est le rapport de l'allongement à la longueur initiale.

$$\varepsilon = (L-L_0)/L_0 \quad (L-L_0) : \text{allongement} \quad L_0 : \text{longueur initiale}$$

L'allongement est sans unité.

3-1-2-1 Test de flexion trois points

L'essai de flexion 3 points permet également de mesurer la résistance à la rupture d'un matériau. Une barrette du matériau à tester est placée sur deux appuis et l'on applique au centre de la barrette une force croissante jusqu'à rupture. Comme l'essai de compression, l'essai de flexion ne permet généralement pas d'atteindre la rupture des matériaux ductiles. L'essai de flexion est surtout adapté aux matériaux fragiles. Cet essai se caractérise par la simplicité du montage de l'éprouvette et sa géométrie simple (peu ou pas d'usinage). Lors du test, la partie supérieure est en compression et la partie inférieure en traction

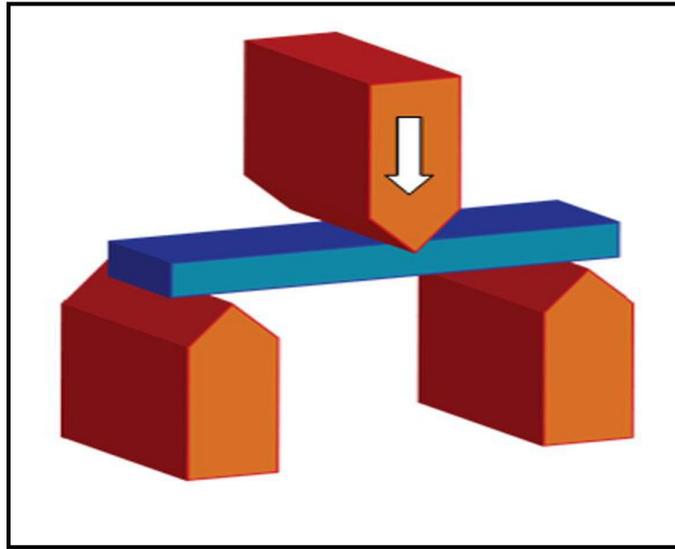


Figure 12 : la force du troisième point sur l'éprouvette

Il existe d'autres types d'essais de flexion comme le test de flexion 4 points, similaire à l'essai de flexion 3 points avec l'avantage de ne pas positionner l'appui au niveau de la zone de rupture. Ceci est en effet une limitation du système à trois points où l'appui central peut endommager l'éprouvette et fausser ainsi les résultats en entraînant une rupture précoce de celle-ci

- Couper des éprouvette (carreaux) de 30 cm de longueur et de 10 cm de largeur ,et puis les tracé le milieu à l'aide d'un marqueur.



Figure 13: éprouvette pour l'essai de flexion

Les essais de flexion ont été réalisés au laboratoire du génie-civil, sur une presse hydraulique, IBERTEST, pilotée par un micro-ordinateur. Sa capacité maximale est de 200 KN, elle est programmée pour les essais de flexion et les essais de compression. Les appuis sont placés à 10 cm de nu des éprouvettes, les charges F sont à 30 cm des appuis .



Figure 14 : presse hydraulique, IBERTEST piloté par un micro-ordinateur

- Le troisième point doit tomber exactement sur le trait du milieu de l'éprouvette. La machine doit être lancée tout doucement pour caler les plaques avec l'éprouvette puis à grande vitesse pour commencer le test, commencer l'expérience jusqu'à la rupture de l'éprouvette.



Figure 15 : photos montrant la fissuration de l'éprouvette sous l'effet de la force des 3 point

- On continue ainsi avec tout les autre échantillons, et on enregistre les donnés et les résultats sur un ordinateur programmé pour ce test.

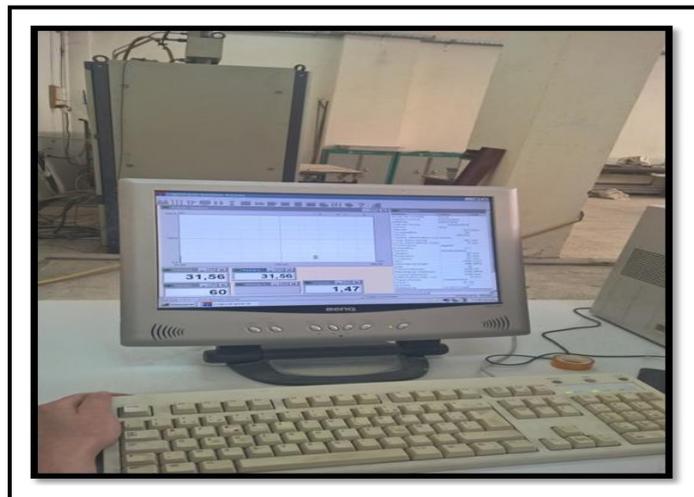


Figure 16 : Ordinateur connecté à la machine de flexion et compression.

3-1-2-2 Essai de compression

L'essai de compression consiste à soumettre une éprouvette de forme cylindrique, placée entre les plateaux d'une presse, à deux forces axiales opposées. Si le matériau étudié est ductile, la rupture ne peut être atteinte avec ce test. L'essai de compression est surtout utilisé pour déterminer la contrainte de rupture des matériaux fragiles (comme les céramiques) qui sont difficiles à usiner pour un essai de traction

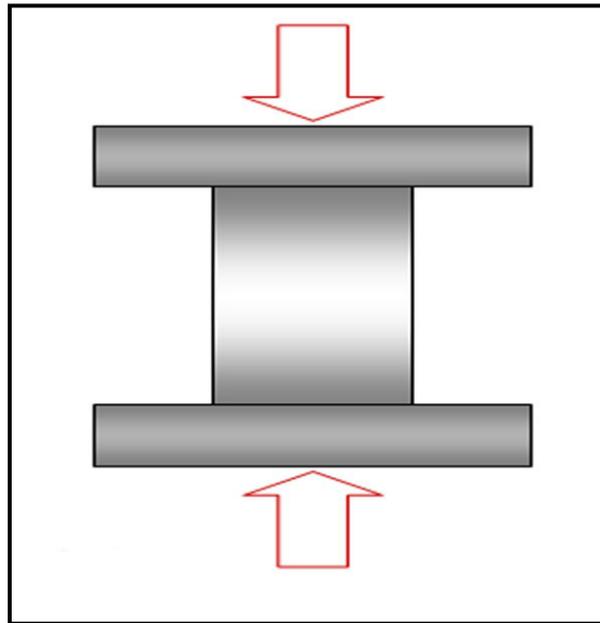


Figure 17 : Test de compression simple

- Pour le test de compression, les dimensions des éprouvettes change, 10 cm de longueur et 5.5 cm de largeur.



Figure 18 : échantillons pour l'essai de compression.

- Le test de compression est fait sur la même machine IBERTEST. On place l'éprouvette entre deux barres métalliques pour que les deux plateaux fixes ne se touchent pas lors de l'écrasement de l'échantillon, sinon la machine risque de ne plus être fonctionnelle.



Figure 19 : Echantillon entre deux plaques métalliques prêt à la compression.

- Puis on lance la machine pour commencer le test de compression jusqu'à la phase de rupture qui apparaît aussi sur l'écran de l'ordinateur prévu pour ce test.

3-1-2-3 Essai de micro-dureté

La dureté est un paramètre permettant de caractériser les matériaux. Il existe plusieurs manières de déterminer la dureté d'un matériau dont certaines font l'objet de norme précise. Dans notre travail on a utilisé le test de dureté Vickers.

Dureté Vickers

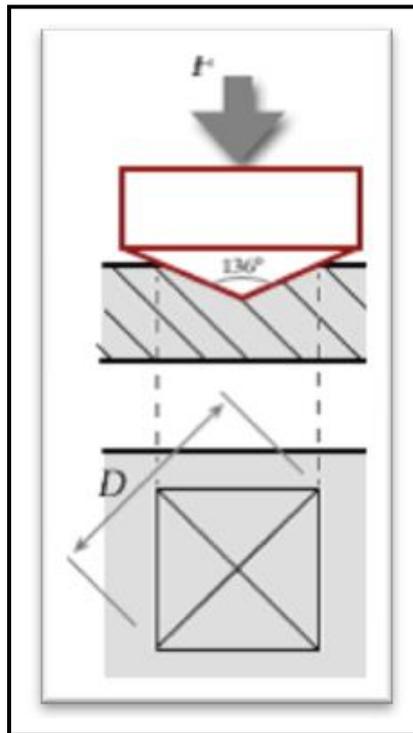


Figure 20 : l'empreinte de la pénétration

La dureté Vickers a été conçue dans les années 1920 par les ingénieurs de la société Vickers en Angleterre.

Elle est caractérisée par l'empreinte faite par un indenteur sous une charge donnée durant 20 secondes. L'indenteur est formé d'une pyramide en diamant à base carrée dont les faces opposées font un angle de 136° . La charge appliquée est comprise entre 1 et 120 kgf. Le côté de l'empreinte est de l'ordre de 0,5 mm, la mesure s'effectuant à l'aide d'un microscope.

La dureté Vickers (HV) est calculée e à l'aide de la formule suivante :

$$HV = \frac{1,854 F}{D^2}$$

Où F est la charge appliquée en kgf et D, la diagonale de l'empreinte en millimètres. La profondeur de pénétration H est $H = D / 7$. Cet essai est appliqué principalement aux métaux, mais peut l'être également appliqué aux céramiques avec de très faibles charges. La norme de dureté Vickers a été adoptée en 1952 et celle de micro-dureté, en 1969.

L'essai de micro-dureté se fait avec un Micro duromètre INDENTEC ZHV1/M, qui est un appareil d'essai de dureté et de micro-dureté de l'échantillon et de traitement de la microscopie et de l'analyse d'image.

-Temps de pénétration : 20s

-Force appliquer : 0.2 kg F = 200gF

Nos échantillons sont des matériaux composites, composés de deux phases, la matrice qui est le ciment blanc et du renfort qui est soit la chamotte, gravier, acier et sable faux lavé.

- Et on fait un essai de dureté pour chacun de nos composants : chamotte, ciment blanc, acier, gravier, sable faux lavé.



Figure 21 : Appareil de micro dureté INDENTEC ZHV1/M

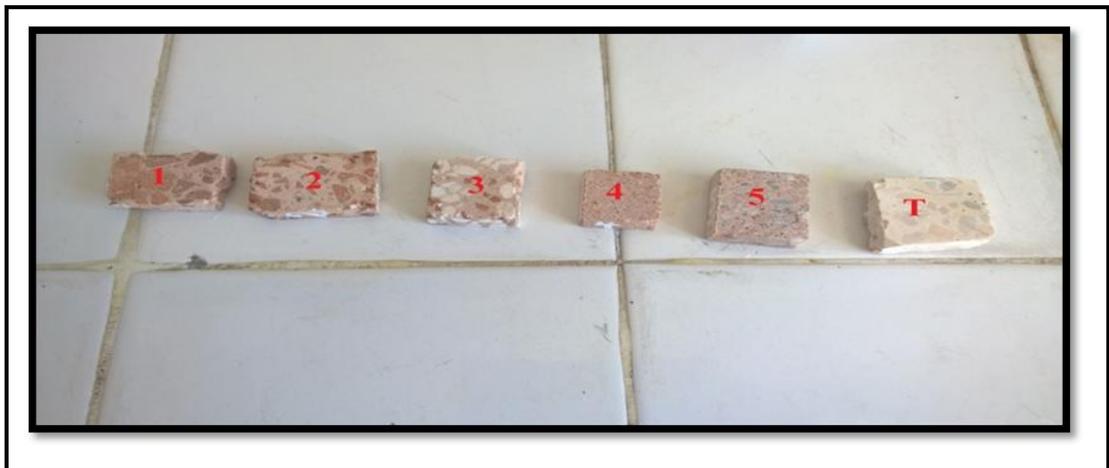


Figure 22 : échantillon pour l'essai de micro-dureté

- Nos échantillons composés de différents matériaux, et bien poncés jusqu'à ce que leur surface soit brillante et lisse pour que l'observation de la structure des composants au microscope soit bien visible.

3-2-Matériel utilisé

- Ponceuse manuelle
- Une presse hydraulique IBERTEST piloté par un ordinateur
- Un microscope de micro dureté INDENTEC ZHV1/M
- Tamis traditionnelle
- Pelle
- Bérquette
- Le mètre
- Une cisaille

Chapitre IV : Résultats et discussion

1- Processus de fabrication de briques

1.1- Introduction

Qui s'intéresse à la brique, entré dans le monde de la matière et de la magie de ses transformations, sous l'action des éléments eau, air et feu, et de l'ingéniosité de l'homme, qui a perfectionné ses savoir faire au long de plusieurs millénaire. Certains pays, du reste nous offre encore aujourd'hui la vision de cette évolution, de la découverte des larges possibilités d'emploi de l'argile crue, à la production, après que l'homme en a modifié les caractéristiques d'un des matériaux les plus utilisé sur la planète : la terre cuite.

Revenir sur ce passé immémorial, c'est faire resurgir le malaxage a la main ou au pied, l'argile qui remonte entre les doigts, l'homme qui « se met a la terre » et décharge ses tension, c'est comprendre pour quoi l'habitat de brique, crue ou cuite, a toujours été synonyme de bien être pour ceux qui s'y abritent. Lorsqu'il évoque le « moulé main », les processus de production ancestraux de la brique cuite.

La terre cuite possède en effet des qualités dans des domaines très diverse, esthétiques d'abord, comme en vient de l'évoquer, mais aussi cachées, si l'on considère la longévité, le caractère sain de ce matériaux naturel et le confort qu'il offre été comme hiver. Savez-vous comment on fait naître cet excellent produit de la matière première ?

1.2-Historique de la brique

Qui est l'inventeur de la brique ?, nous ne connaissons pas son nom.

En fait, la brique actuelle est l'héritière de deux inventions consécutives : la brique d'argile crue et celle de terre cuite.

1.2.1-La brique crue

La brique en argile crue, appelée aussi « adobe », est le premier matériau de construction que l'homme a inventé et utilisé.il a déjà découvert qu'il peut empiler des pierres, le principe de la maçonnerie est alors acuis.il découvre qu'il est intéressant de prendre des portions d'argiles, de les mouler et de les laisser sécher pour avoir des éléments de construction « des pierres artificielles » en quantités illimitées. En leur donnant des dimensions identiques.

1.2.2-La brique cuite

Il existe peu de sources écrites sur les méthodes de fabrication des briques cuites utilisées localement dans le passé.

1.2.2.1-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 grand quantités des ces éléments ne peut pas être le fait d'un seul homme, cela requiert des fours plus grand, 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 a chaque construction particulière : murs de défense, ponts, grand édifices religieux....

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

1.2.2.2-Au moyen âge

Certain région adoptent la maçonnerie en brique et d'autre 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 forets ou d'exploiter la tourbe n'est pas donné à tout le monde.

1.2.2.3-A l'époque moderne

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

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

1.3-Les raisons de l'utilisation de la brique

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

1.4-Le processus de la fabrication de la brique

L'argile, matière première :

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

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

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

1.4.1-Dans la carrière

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



Figure 23 : Gradin

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°.

1.4.1.1-Traitement de l'argile

1.4.1.1.1-La 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 garantie 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.



Figure 24 : la zone de pourrissage

1.4.1.1.2-Le stockage

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

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



Figure 25 : la zone de stockage après le pourrissage

1.4.2-Dans l'usine

1.4.2.1-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.

1.4.2.2-Broyage et malaxage

Ils font d'abord le mélange entre l'argile et tuf dans les doseurs avec des proportions 90% pour l'argile et 10% pour le tuf plus la chamotte, une fois mélangé il passe par différents broyeurs à l'aide des tapis roulant ,la seule différence entre ces broyeurs c'est le diamètre. Par exemple :(désintégrateur 24mm, dégrossisseur 4 à 6 mm, finisseur 2,5 à 2 mm, super finisseur 1,5 à 1 mm). Puis la direction vers mouilleur mélangeur là on combine l'argile et l'eau afin de former une pâte épaisse, qui passe ensuite dans la machine à extrusion (étireuse). Ces opérations ont pour but de rendre la masse d'argile homogène et de lui conférer la plasticité nécessaire au moulage des briques. Dans la briqueterie moderne on utilise des machine très diverses : telle que laminoirs (deux rouleaux en acier qui tourne a quelque millimètres de distance), une paire de meules sur un fond perforé, des vis d'Archimède...il s'agit toujours de faire passé l'argile par des orifices mince.

Et également pour but de réduire les inclusions solides éventuellement présentes dans l'argile (ex : inclusions de chaux) pouvant influencer négativement la structure du produit en terre cuite.



Figure 26 : Atelier de broyage



Figure 27 : Broyeur

1.4.2.3-Façonnage

On distingue divers types de briques en fonction de la manière dont elles sont mises en forme : L'étireuse est la machine permettant à la brique de prendre forme.

L'argile finement préparée est introduite dans l'alimentateur et ensuite dans l'extrudeuse, où, sous la poussée des hélices présentes, passe à travers un trou sur lequel se trouve une filière qui modèlera la forme de la brique.

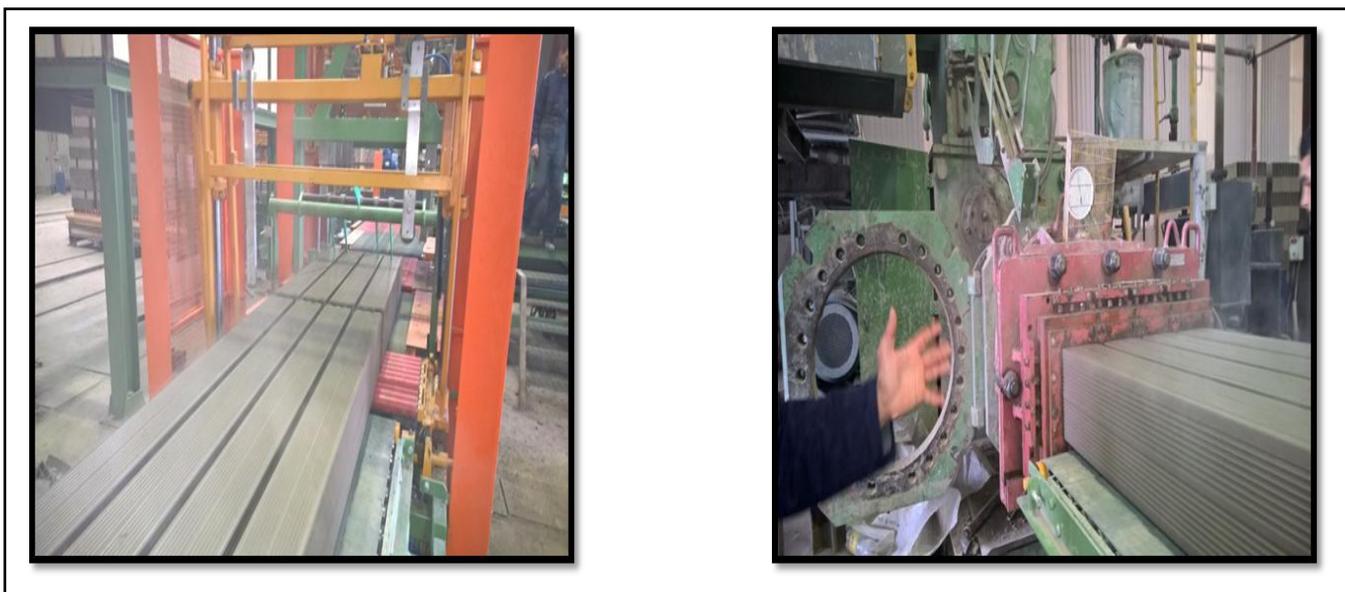


Figure 28 : Cycle de moulage

L'étireuse est la machine qui termine le cycle de moulage des briques. Enfin dans cette machine la masse d'argile est extrudée sous forme d'une carotte continue a section rectangulaire, Ce boudin d'argile est alors coupé à intervalles réguliers. Chaque élément forme une brique, ces produits présentent une surface grenue et une forme géométrique bien marqué.

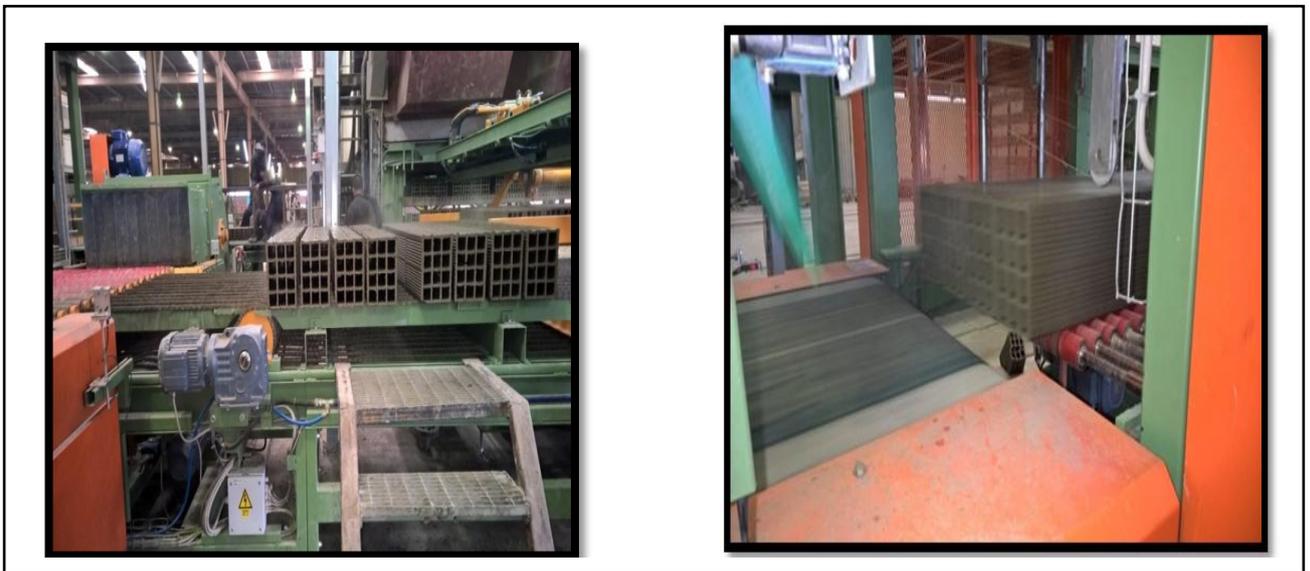


Figure 29 : Zone de découpe

1.4.2.4-Séchage

Avant d'être cuites, les briques crues doivent encore perdre une grande partie de leur teneur en eau. Sous peine de se fondre ou d'éclater dans le four sous l'effet de la délitation de la vapeur dans la masse, Le séchage se poursuit jusqu'à ce que les briques ne contiennent plus qu'environ 2% d'eau. Le séchage s'opère dans des chambres ou des tunnels où il se poursuit de manière régulière et rapide. 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



Figure 30 : Séchoir

Le séchage est donc l'opération la plus délicate dans tout le processus de fabrication, le four est le cœur, voir le symbole de la briqueterie, c'est pendant que le séchage que le fabricant a besoin de tout son savoir faire.

1.4.2.5-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. Correspond ainsi à une courbe de cuisson qui lui est propre.

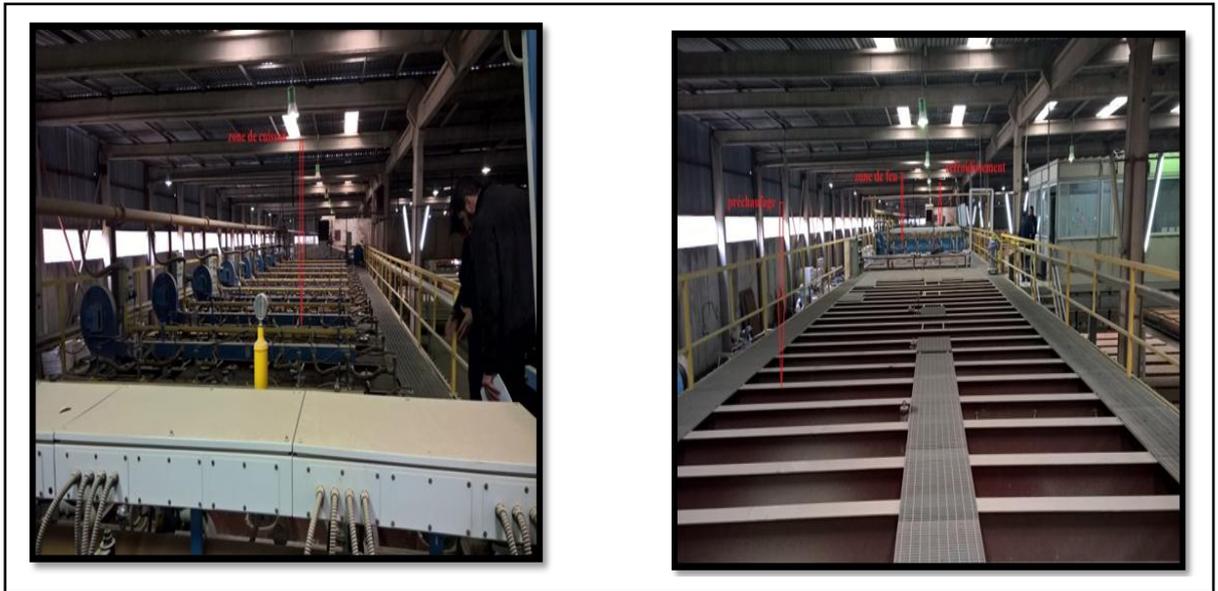


Figure 31 : Four

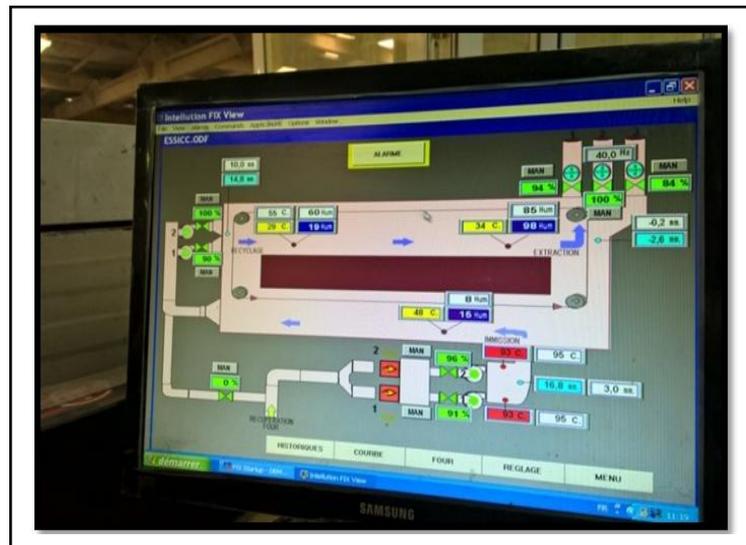


Figure 32 : poste de contrôle

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», «cuisson» et de «refroidissement».

Dans la zone de préchauffage, les briques sont portées progressivement à température. L'humidité résiduelle des briques est ainsi éliminée. A partir d'une température comprise entre 450°C et 600°C.

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

Enfin, une troisième et dernière phase consiste à refroidir les briques. Cette opération doit s'effectuer de façon très contrôlée et rapide pour éviter tout risque de fissuration et l'effet de quartz.

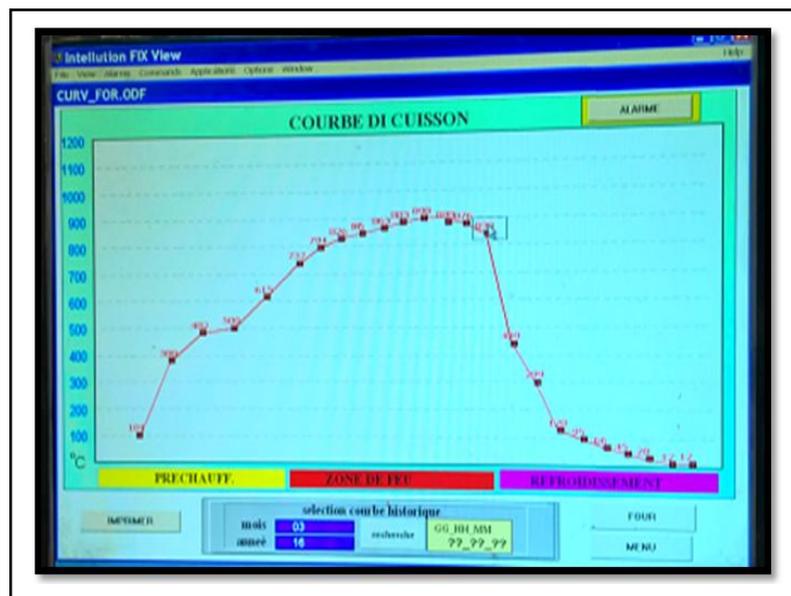


Figure 33 : courbe de cuisson

L'art du briquetier est de stopper la température maximale au bon moment, s'il arrête trop tôt, il n'y aura pas de bonne liaison entre les grains et la brique sera faible et résistera mal au gel. S'il le fait trop tard, il risque d'entraîner la fusion totale des particules : l'argile se vitrifie et la pièce à cuire se déforme les briques peuvent même être collées les unes aux autres.

Pour cuire des briques le briquetier peut utiliser tout combustible dont il dispose : tourbe, bois, charbon, gasoil, gaz naturel ...le type de combustible influence l'atmosphère chimique du four et donc la couleur finale des briques .les briquetiers modernes préfèrent le gaz naturel, parce qu'il ne cause pas de dépôts de cendres .en céramique fine, on utilise même souvent des fours électriques. Ce serait aussi théoriquement possible pour cuire les briques, mais l'énergie électrique est trop chère pour cette industrie.

1.4.2.6-Emballage

Après la cuisson, les briques sont prêtes à être transportées et livrées sur chantier. Elles sont préalablement empilées sur des palettes en formant un gros cube, attaché avec des courroies polystyrène et emballées de façon à minimiser la quantité d'emballage utilisé.

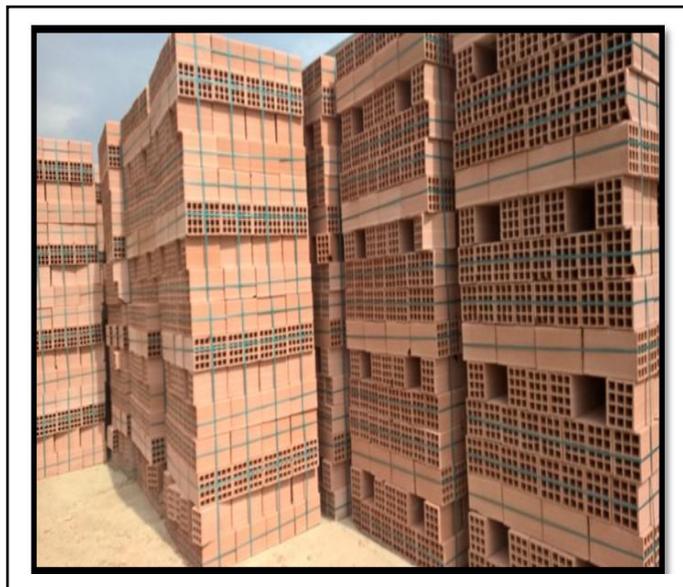


Figure 34: stockage de briques

2- Conclusion

Le processus de fabrication de brique a un impact sur l'environnement des attentions sont mise en œuvre pour minimiser les émissions dans l'air, l'eau et le sol. La consommation énergétique est aussi un point d'attention continu.

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'infrastructures.

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.

3-Présentation des résultats de l'enquête

3-1 Types de déchets générés

3-1-1 Terre « végétale » lors de l'extraction de l'argile au niveau de la carrière : pour accéder au gisement il faut enlever la terre végétale.

3-1-2 Déchets de la mauvaise cuisson : la température de cuisson est très importante trop élevée il y aura fusion et vitrification de notre mélange. Dans le processus de fabrication, si elle est trop basse la pâte va mal cuire.

3-1-3 Déchets du moulage : des rejets des machines sont générés tout au long du processus de fabrication de briques.

3-1-4 Les Déchets de l'étireuse : ces déchets sont produits lors du découpage des boudins de briques non cuites.

3-1-5 Les Débris de briques cassés : des briques avec défaut après la cuisson et les débris dû au mouvement des chariots, et au moment du chargement des briques sur les camions

3-1-6 Les Poussières générées lors de la fabrication : le processus de fabrication de briques se fait dans l'usine " broyage, mélange" et a sec, donc beaucoup de poussières sont en suspension, l'air est chargé de particules, qui sont nuisibles pour les travailleurs.

Les responsables de l'entreprise considèrent qu'ils ne génèrent aucun déchet du fait qu'ils sont valorisés à 100 %.

3-2 Valorisation des déchets

3-2-1 Les terres « végétales » générées lors du décapage pour l'extraction de l'argile.

Elles sont stockées et utilisées pour la réhabilitation et le réaménagement de la carrière après exploitation. En effet, l'ouverture, l'exploitation et la fermeture de carrières sont soumises à une réglementation très stricte. La loi minière du 30 Mars 2014 décret 14-05 Art

Exige des titulaires du permis d'exploitation minière de constituer annuellement, une provision pour restauration et remise en état des lieux ainsi que pour la prise en charge des risques, désordres et nuisances résiduels après la fin du permis minier.

Les travaux de réaménagement doivent assurer les opérations suivantes :

- mise en sécurité de site, nettoyage des terrains.
- effectuer les travaux de terrassement : modelage, talutage, adoucissement du relief ...
- ensemencement et plantations d'arbres ou d'espèces adaptées au site,
- réalisation d'aménagements spécifiques dans le cadre de la valorisation écologique du site.
- la réinsertion du site dans son état initial.

3-2-2 Les rebus de briques et les briques cassés, ou esthétiquement mal faites

Ils sont incorporés dans le processus de fabrication de briques. L'entreprise SARL-DBK est la seule entreprise qui dispose d'un broyeur pour concasser et valoriser ce type de déchets. Ce déchet remplace en partie le tuf utilisé.



Figure 35 : déchets de briques



Figure 36 : broyage des déchets de briques



Figure 37 : mélange de déchets de briques avec le tuf

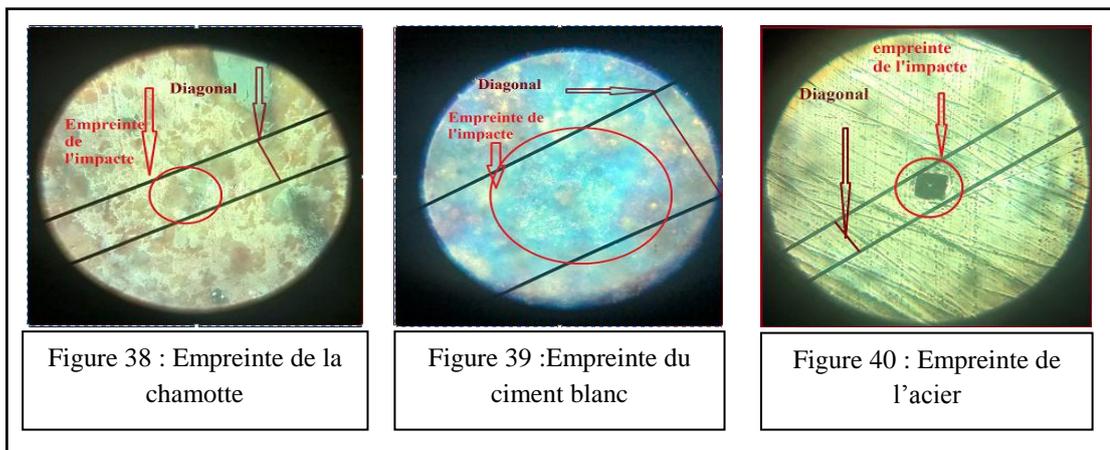
4-Présentation des résultats de l'expérimentation

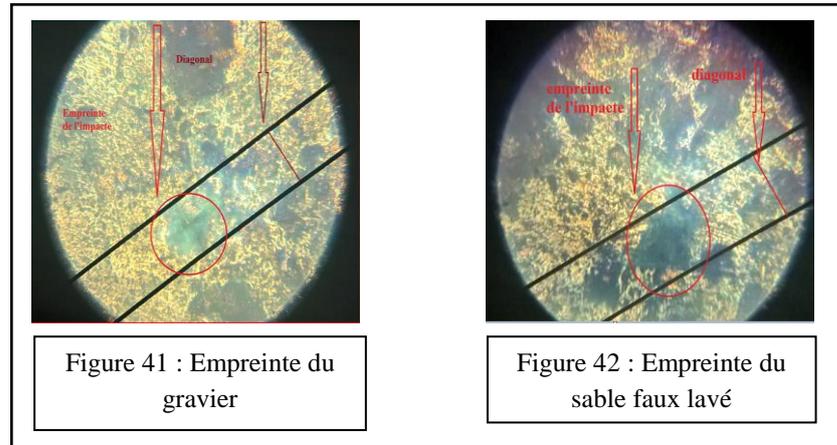
L'expérimentation nous a permis d'obtenir, à partir des 5 échantillons, 5 carreaux de 30 cm x 38 cm utilisables pour faire des dallages de sol des marches d'escalier. Un plan de travail.

Les tests de flexions, compression et micro-dureté effectués sur ces carreaux nous ont donné les résultats présentés ci-dessus.

4-1 Essai de micro-dureté

Avec un microscope électronique nous avons pu observer l'empreinte causée par l'impact du test vickers. Voir Figure (38-42) Cela nous informe de la résistance des composantes de notre matériau.





Pour voir les résultats plus clairement nous avons rassemblé tout cela dans un tableau chiffré (tableau 04) et un histogramme (fig 43) pour plus de compréhension.

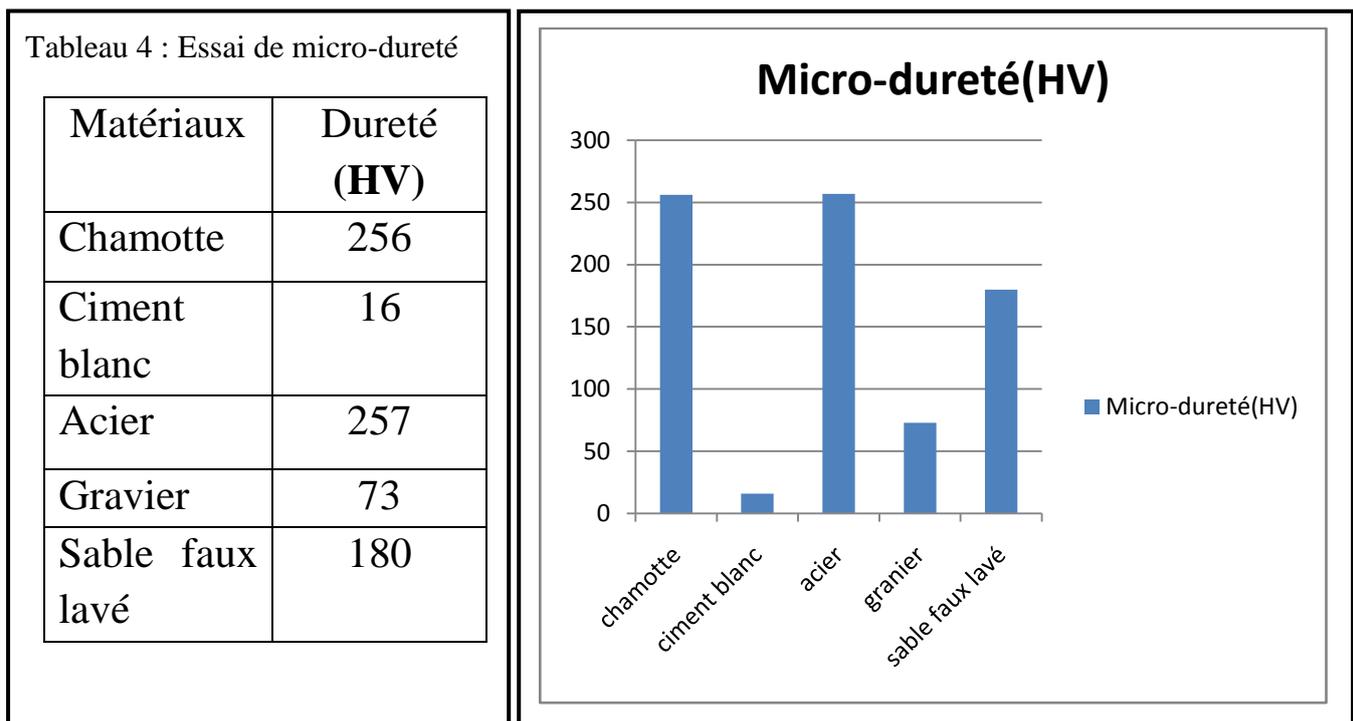


Figure 43 : histogramme de l'essai de micro-dureté.

Discussion des résultats :

La micro-dureté est une grandeur anisotrope variant avec les directions cristallographique, elle est relative à la structure intermoléculaire, et les défauts du réseau cristallins tels que les clivages et cassures.

Les tests effectués sur nos échantillons, donnent une variabilité du seuil de dureté. On constate que:

- la chamotte donne la micro-dureté la plus élevée avec l'acier l'équivalent de 257 HV/256 HV, ceci s'explique par le fait que la chamotte a subi une cuisson thermique élevée comprise entre 850 °C et 1000 °C, la température de fusion de l'acier est autour de 1300 °C. la cuisson de la pate à haute température à augmenter sa dureté par cuisson et par fusion.
- Le sable faux lavé donne une micro-dureté assez élevé 180 HV, la composition minéralogique est exclusivement du quartz (SiO₂), caractérisé par une structure cristalline assez dense cyclosilicaté "sans aucun vide dans sa maille", est une dureté assez élevé 7 sur l'échelle de Mohs voir planche.

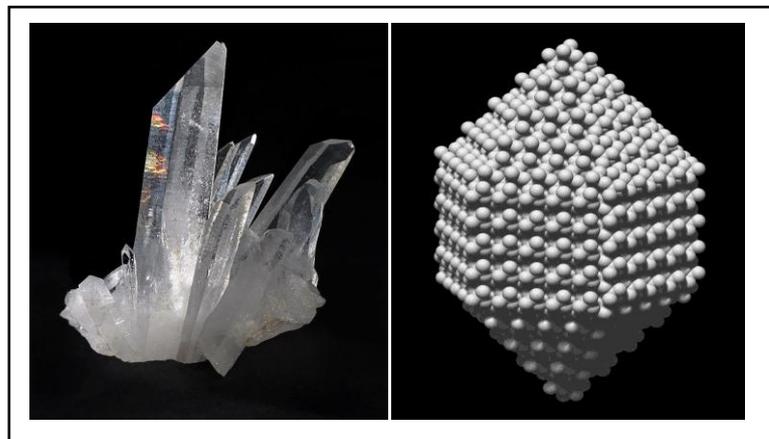


Figure 46; structure cristalline du quartz

- Le gravier donne une micro dureté faible, car ce sont des agrégats de calcaires "dureté 3", des carbonates de faible dureté, est une structure cristalline très aérée avec des clivages. voir photo

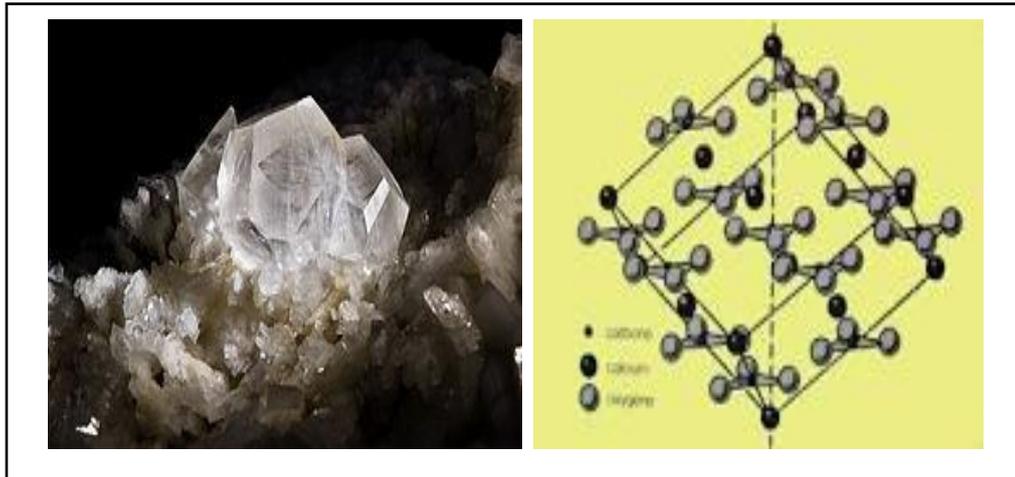


Figure 47: structure cristalline du calcaire

- Le ciment blanc, c'est de la chaux avec un mélange de carbonate, d'où la valeur la plus faible de la micro-dureté.

Dureté	Minéral
1	Talc, friable sous l'ongle
2	Gypse, rayable avec l'ongle
3	Calcite, rayable avec une pièce en cuivre
4	Fluorine, rayable (facilement) avec un couteau
5	Apatite, rayable au couteau
6	Orthose, rayable à la lime, par le sable
7	Quartz, raye une vitre
8	Topaze, rayable par le carbure de tungstène
9	Corindon, rayable au carbure de silicium
10	Diamant, rayable avec un autre diamant

Figure 48: position de nos minéraux sur l'échelle de Mohs

4-2 Essai de flexion

Tableau 2 : Essai de flexion

Matériaux	Flexion (MPa)
Echantillon 1	3,49
Echantillon 2	6,31
Echantillon 3	6,79
Echantillon 4	3,38
Echantillon 5	7,34
Echantillon Témoin 1	4,73
Echantillon Témoin 2	5,76

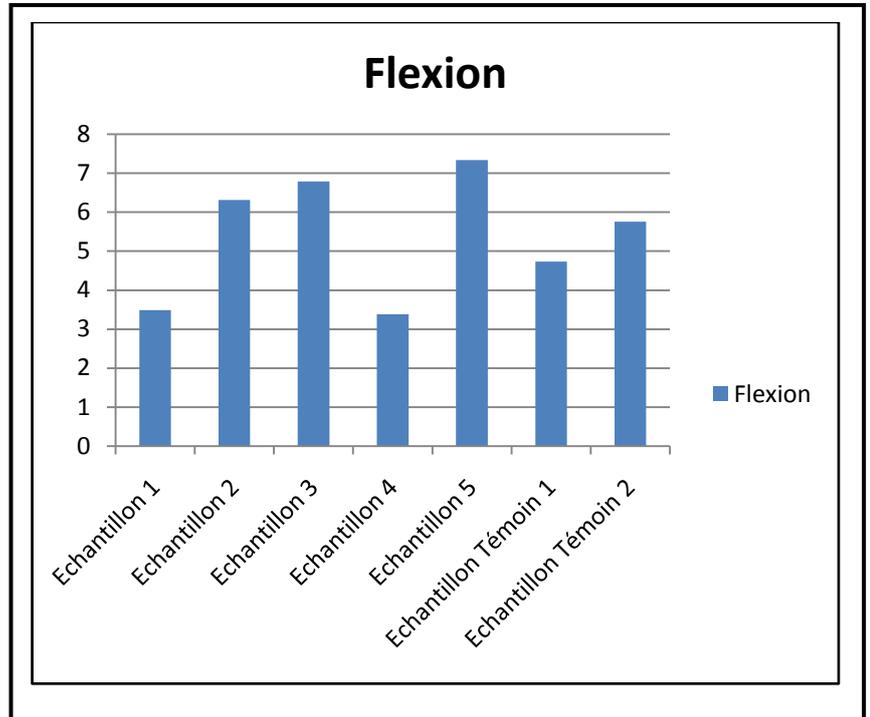


Figure 44 : histogramme de l'essai de flexion

Discussion des résultats :

La Flexion c'est une application d' une force sur un matériau sur trois points, il y a d'abord **déformation élastique** suivie parfois (en fonction de la **ductilité** du matériau) d'une **déformation plastique** et enfin **rupture** (la sollicitation dépasse la résistance intrinsèque du matériau).

La résistance à la flexion dépend de la résistance intrinsèque du matériau. Les tests effectués, donnent les résultats suivants:

- en première position l'échantillon 5;
- en deuxième position on trouve les échantillons 3 et 2 ;
- en troisième position T2 qui est un granite, matériau avec une grande anisotropie;

Ces échantillons donnent un seuil de résistance à la contrainte assez élevé, car les minéraux qui les composent ont les duretés les plus importantes.

- Echantillon témoin 1 donne une résistance moyenne à la flexion ici ils utilisent le gravier qui est du calcaire et sa micro-dureté est faible;
- échantillon 1 à la valeur la plus faible à cause de la structure et la porosité existante, vu que le dosage du ciment est légèrement inférieur.

4-3 Essai de compression

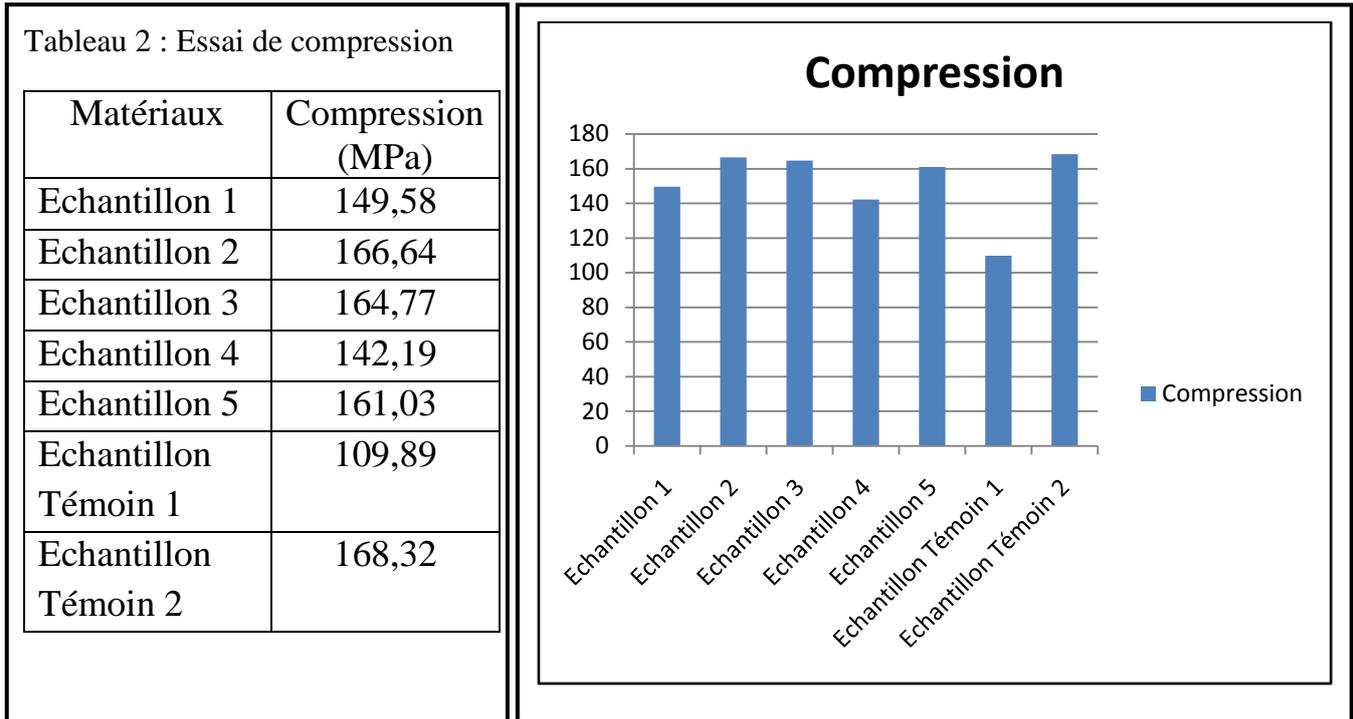


Figure 45 : histogramme de l'essai de compression.

Discussion des résultats :

En premier lieu nous remarquons que les échantillons qu'on a réalisé donnent une bonne résistance à ce lui produit à l'unité (témoin 1).

Echantillons témoin T2 2,3 et 5 donnent un très bon résultat de résistance à la compression. Le test de compression s'applique sur toute la surface d'un matériau, l'écrasement dépend du vides interstitiels, moins il ya moins de porosité plus la résistance à la compression est importante.

Echantillon T2 est un granite, une roche issue de la cristallisation d'un magma, donc géométriquement il n'ya aucun vides interstitiels dans la roche, d'ou la courbe isochrone de la compression "annexe 8".

Les composants de l'échantillon 5 c'est la chamotte fine, le sable faux lavé et le ciment blanc, ils ont presque la même granulométrie donc tous les vides sont obstrués. Echantillon 2 est composé de chamotte grossière et le ciment blanc ici on a surdosés la fraction fine (ciment blanc) par conséquent les vides sont obstrués, ce qui donne une bonne résistance à la compression, par contre l'échantillon de l'atelier donne une résistance faible.

5-Discussion des résultats de l'enquête

5-1 Types de déchets générés

L'avantage de l'entreprise est qu'elle possède un broyeur pour concasser les déchets de briques cuites afin de les valoriser.

5-2 Valorisation des terres « végétales »

La réutilisation des terres-végétales, pour la remise en état du site est considéré comme une bonne manière de valoriser un déchet inerte, la loi minière exige son stockage et sa réutilisation dans la remise en état.

5-3 Valorisation des débris de briques

L'entreprise valorise les déchets de brique en les incorporant et remplaçant en partie le tuf comme dégraissant.

5-4 Poussières générée lors de la fabrication

L'entreprise SARL-DBK possède un extracteur de poussières actuellement insuffisant, un nouvel extracteur plus puissant sera prochainement installé dans l'usine.

6- Conclusion

Les tests effectués, ont donné de très bons résultats, les essais sont d'excellentes caractéristiques géotechniques, une résistance à la fissuration et l'usure nettement supérieures au produit fabriqué à l'atelier, et qui équivaut un matériau naturel de grande valeur économique " le Granite ".

CONCLUSION GENERALE

L'entreprise de fabrication de briques SARL-DBK-MAT qui est située à Draa Ben Khedda, génère différents types de déchets inertes tout au long du processus de fabrication de briques, depuis l'extraction de l'argile au niveau de la carrière i, jusqu'à la livraison du produit fini.

Dans le cadre de notre Master, nous avons proposé un autre procédé de recyclage de ce déchet de briques, en l'incorporant comme matière première dans la fabrication de carreaux de carrelage en granite.

Le travail présenté dans ce mémoire est donc le résultat d'une enquête sur l'entreprise SARL-DBK et d'une expérience en laboratoire.

Nous avons effectué une enquête au sein de cette entreprise pour regrouper toutes les informations sur les déchets inertes générés.

-Les terres « végétales » générées lors de l'extraction de l'argile, sont stockées et réutilisées pour la réhabilitation et le réaménagement de la carrière après exploitation.

-Les rebus de briques et les briques cassées, ou esthétiquement mal faites, sont incorporés dans le processus de fabrication de briques après être broyées et mélangées au tuf qui est une matière ajoutée à l'argile.

-Les poussières générées lors de la fabrication, sont récupérées avec un extracteur et recyclées.

L'autre partie de notre travail est l'utilisation de déchet de briques dans des carreaux de carrelage, en le substituant à la matière première qui est le gravier.

On a fabriqué des carreaux de carrelage en granite en utilisant les déchets de briques à la place du gravier. Et on a comparé les paramètres géotechniques de nos échantillons à ceux de l'échantillon témoin. Pour évaluer les paramètres géotechniques de nos échantillons, on a effectué divers tests, tels que le test de flexion, compression et test de micro-dureté, et une comparaison avec des matériaux témoins. Les résultats obtenus sont très satisfaisants, et on

peut proposer le déchet de briques comme matière première dans l'élaboration, de matériaux de construction tels que le dallage.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

OUVRAGE ET MEMOIRE

ABDEDOU K. et BOUSSAD S., 2015- évaluation de la gestion des déchets ménagers dans la commune de bouzeguène et implication pour la mise en œuvre d'un mode de gestion plus durable des déchets ménagers. Mem. Master II « Gestion des Déchets Solides », Univ. Mouloud MAMMERI, T-O.

ADDOU A., 2009-traitement des déchets, valorisation, élimination. Ed. ellipsese.
Desachy, C. (2001), « Les déchets : sensibilisation à une gestion écologique », Ed. TEC et DOC, Paris.

BALET J-M. (2008)- « *gestion des déchets : aide-mémoire* », 2ème édition. DUNOD, Paris.

BEN MENACER A., 2012-Etude de la micro-dureté vickers des poudres chimiques de Ni-p. Mem. Univ. Batna, 93 p.

BOUALI K., 2014-Elaboration et Caractérisation Thermomécaniques des Mortiers à Base D'ajout de Déchets de Briques Réfractaires. Mem. Magister option physique et mécanique des matériaux, Univ. M'Hamed. Bougara, Boumerdes.

BOUDJEMIA F., 2002-Etude de la durabilité des matériaux recyclés. Mem. Magister option Géotechnique et Environnement, Univ. Mouloud. Mammeri. Tizi Ouzou.

BLOUIN A., 2011-guide pratique d'aménagement paysager des carrières, Ed. UNPG, 96 pages.

IZRI D., 2011- Audit environnemental « Entreprise de carrière pour extraction d'argile et production de briques ».

JACQUOT B., 2010-propriétés mécaniques des biomatériaux utilisés en odontologie. Cour. Univ. Médicale virtuelle francophone.

JAMBOU M., 2015-valorisation des déchets inertes du BTP, suivant le principe d'écologie industrielle et territoriale. Mem. Master ingénierie et management de l'environnement et du développement durable, Univ Technologique de Troyes.

KALLE-KAMOUN I., 1999-analyse mécanique de l'essai de flexion par flambement post-critique. Mem. Docteur en génie des matériaux, Univ. SHERBROOK (canada).

KEHILA Y., 2014-Rapport sur la gestion des déchets solides en Algérie, Ed. Giz.

MEDAFER F. et KHEMISSI R., 2014-Caractérisation et choix d'une filière de traitement des déchets ménagers et assimilés de la ville d'Oran (Région Ouest). Mem. Master II « Gestion des Déchets et Pollution des Ecosystèmes », Univ. Mohamed BOUDIAF, Oran.

MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT.
2001. loi 01-19 du 12 Décembre 2001 Relative à la Gestion, au Contrôle et à l'Élimination des Déchets. Journal officiel n°77, 10p

PEIRS G., 2004-La Brique, Fabrication et Tradition Constructives, Ed. EYROLLES.

REFERENCE REGLEMENTAIRE

LOI N°01-10 DU 03 JUILLET 2001 PORTANT SUR LA LOI MINIERE.

DECRET EXECUTIF N°04-95 DU 1 ER AVRIL 2004 DEFINISSANT LES REGLES DE L'ART MINIER.

ARRETE DU 19 MAI 2004 FIXANT LES REGLES D'HYGIENE DE SECURITE RELATIVES AUX TERRILS, DEPOTS DE STERILES, ESPACES CLOS, SILOS ET TREMIES

SITE INTERNET

THOMASSET T., 2016-la dureté [<http://www.utc.fr>], Mai 2016.

www.and.dz

ANNEXES 1

Résultats de l'échantillon 1Flexion

Champ	Valeur	Unité
Mode de contrôle	Force	
Matériau	MORTIER	
Date de l'essai	04/05/2016	
Vitesse	0.5	kN/s
Echantillon	(1/1)	
Section	Rectangulaire	
Largeur	97	mm
Épaisseur	30	mm
Longueur	300	mm
Distance entre appuis (inf)	200	mm
Aire	2910	Mm2
Résistance projet	200	MPa
Age	30	J
Force maximum	1.02	KN
Résistance maximum	3.49	MPa
Course maximum	8.55	mm
Type d'essai	Flexion	
Référence	N1-EP1	

Compression

Champ	Valeur	Unité
Mode de contrôle	Force	
Matériau	MORTIER	
Date de l'essai	11/05/2016	
Vitesse	2,4	kN/s
Echantillon	(1/1)	
Section	Rectangulaire	
Largeur	40	mm
Épaisseur	30	mm
Longueur	100	mm
Long.base course	150	mm
Aire	1200	Mm2
Résistance projet	200	MPa
Age	30	J
Force maximum	179,49	KN
Résistance maximum	149,58	MPa
Course maximum	9,4	mm
Type d'essai	Compression	
Référence	NC-1	

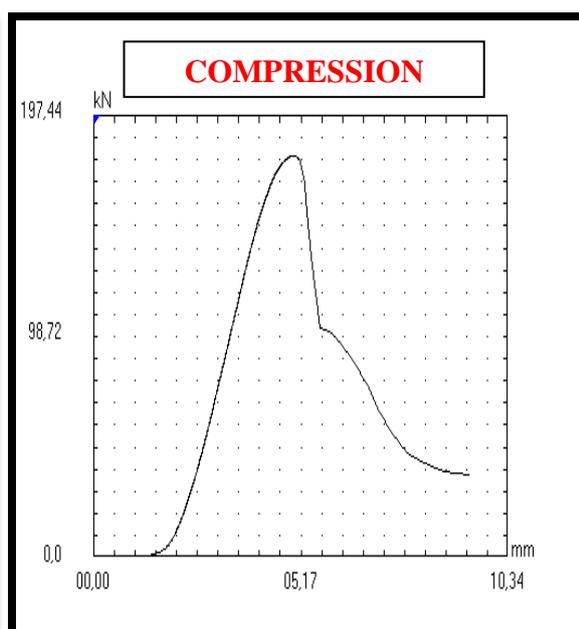
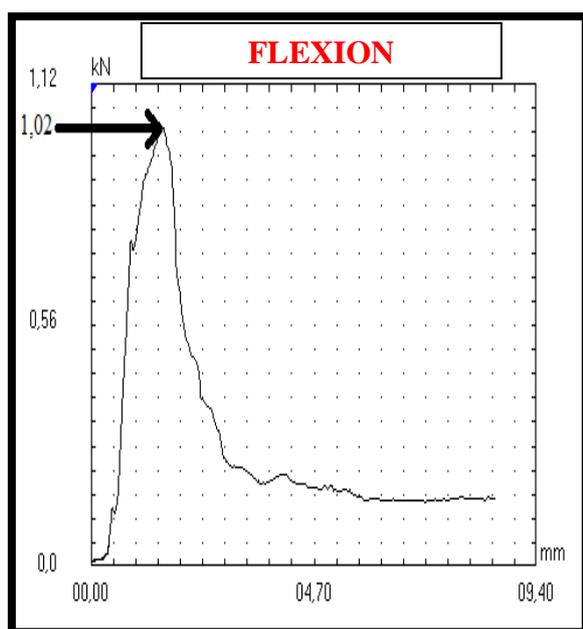


Figure : courbes de résistances aux essais de flexion et compression

ANNEXES 2

Résultats de l'échantillon 2Flexion

Champ	Valeur	Unité
Mode de contrôle	Force	
Matériau	MORTIER	
Date de l'essai	04/05/2016	
Vitesse	0.5	kN/s
Echantillon	(1/1)	
Section	Rectangulaire	
Largeur	97	mm
Épaisseur	30	mm
Longueur	300	mm
Distance entre appuis (inf)	200	mm
Aire	2910	Mm2
Résistance projet	200	MPa
Age	30	J
Force maximum	1,84	KN
Résistance maximum	6,31	MPa
Course maximum	10,31	mm
Type d'essai	Flexion	
Référence	N2-EP2	

Compression

Champ	Valeur	Unité
Mode de contrôle	Force	
Matériau	MORTIER	
Date de l'essai	11/05/2016	
Vitesse	2,4	kN/s
Echantillon	(1/1)	
Section	Rectangulaire	
Largeur	40	mm
Épaisseur	30	mm
Longueur	100	mm
Long.base course	150	mm
Aire	1200	Mm2
Résistance projet	200	MPa
Age	30	J
Force maximum	199,96	KN
Résistance maximum	166,64	MPa
Course maximum	6,87	mm
Type d'essai	Compression	
Référence	NC-2	

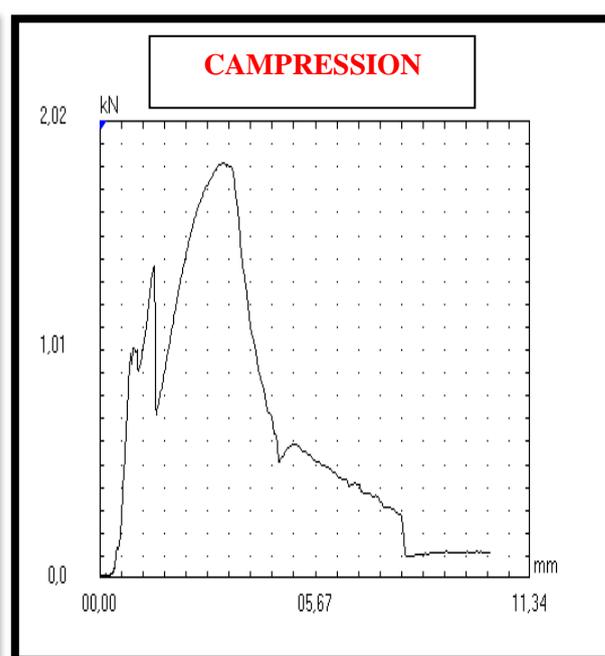
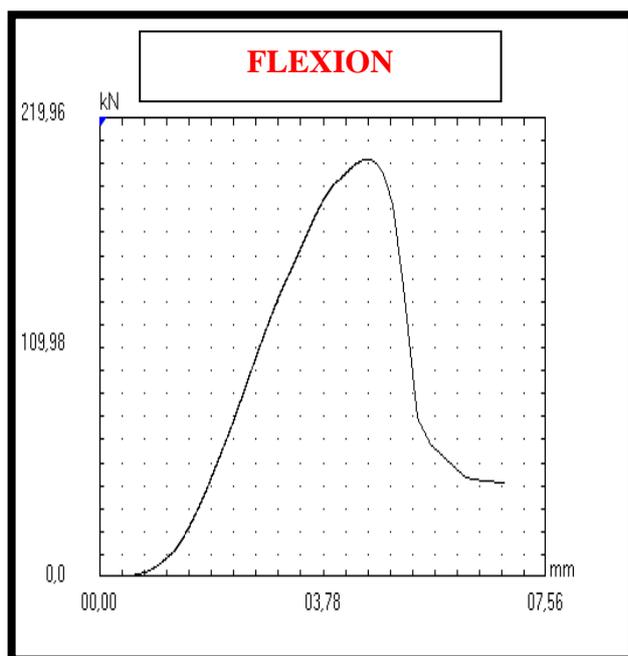


Figure : courbes de résistances aux essais de flexion et compression

ANNEXES 3

Résultats de l'échantillon 3Flexion

Champ	Valeur	Unité
Mode de contrôle	Force	
Matériau	MORTIER	
Date de l'essai	04/05/2016	
Vitesse	0.5	kN/s
Echantillon	(1/1)	
Section	Rectangulaire	
Largeur	97	mm
Épaisseur	30	mm
Longueur	300	mm
Distance entre appuis (inf)	200	mm
Aire	2910	Mm2
Résistance projet	200	MPa
Age	30	J
Force maximum	2,03	KN
Résistance maximum	6,97	MPa
Course maximum	7,36	mm
Type d'essai	Flexion	
Référence	N3-EP3	

Compression

Champ	Valeur	Unité
Mode de contrôle	Force	
Matériau	MORTIER	
Date de l'essai	11/05/2016	
Vitesse	2,4	kN/s
Echantillon	(1/1)	
Section	Rectangulaire	
Largeur	40	mm
Épaisseur	30	mm
Longueur	100	mm
Long.base course	150	mm
Aire	1200	Mm2
Résistance projet	200	MPa
Age	30	J
Force maximum	197,73	KN
Résistance maximum	164,77	MPa
Course maximum	3,91	mm
Type d'essai	Compression	
Référence	NC-3	

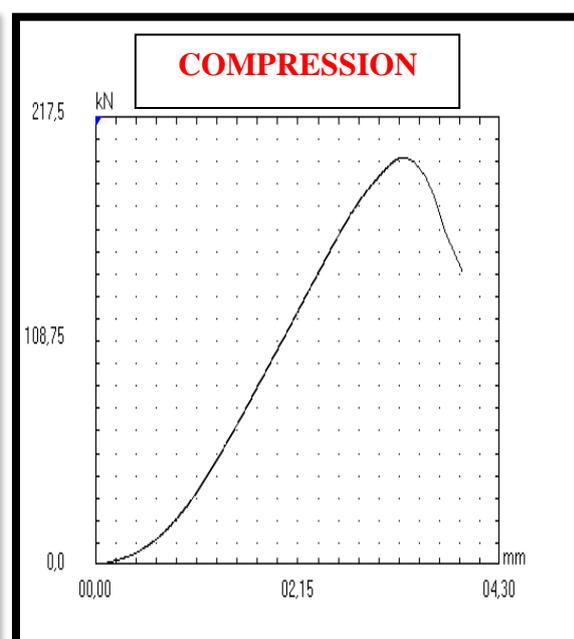
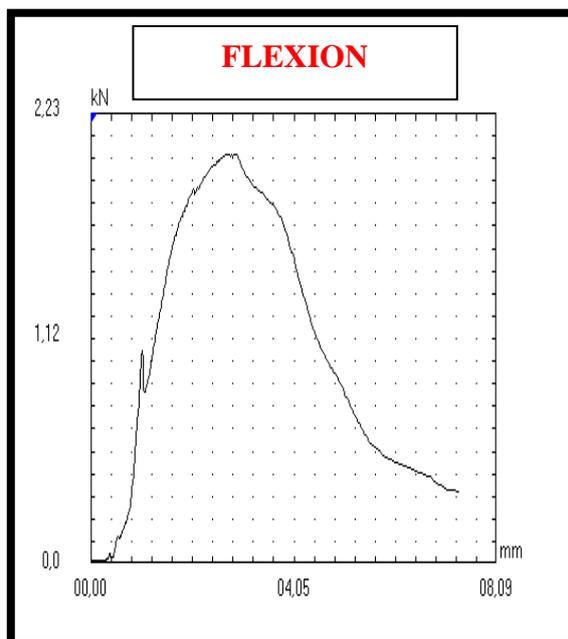


Figure : courbes de résistances aux essais de flexion et compression

ANNEXES 4

Résultats de l'échantillon 4Flexion

Champ	Valeur	Unité
Mode de contrôle	Force	
Matériau	MORTIER	
Date de l'essai	04/05/2016	
Vitesse	0.5	kN/s
Echantillon	(1/1)	
Section	Rectangulaire	
Largeur	97	mm
Épaisseur	30	mm
Longueur	300	mm
Distance entre appuis (inf)	200	mm
Aire	2910	Mm ²
Résistance projet	200	MPa
Age	30	J
Force maximum	0,98	KN
Résistance maximum	3,38	MPa
Course maximum	6,59	mm
Type d'essai	Flexion	
Référence	N4-EP4	

Compression

Champ	Valeur	Unité
Mode de contrôle	Force	
Matériau	MORTIER	
Date de l'essai	11/05/2016	
Vitesse	2,4	kN/s
Echantillon	(1/1)	
Section	Rectangulaire	
Largeur	40	mm
Épaisseur	30	mm
Longueur	100	mm
Long.base course	150	mm
Aire	1200	Mm ²
Résistance projet	200	MPa
Age	30	J
Force maximum	170,63	KN
Résistance maximum	142,19	MPa
Course maximum	4,28	mm
Type d'essai	Compression	
Référence	NC-4	

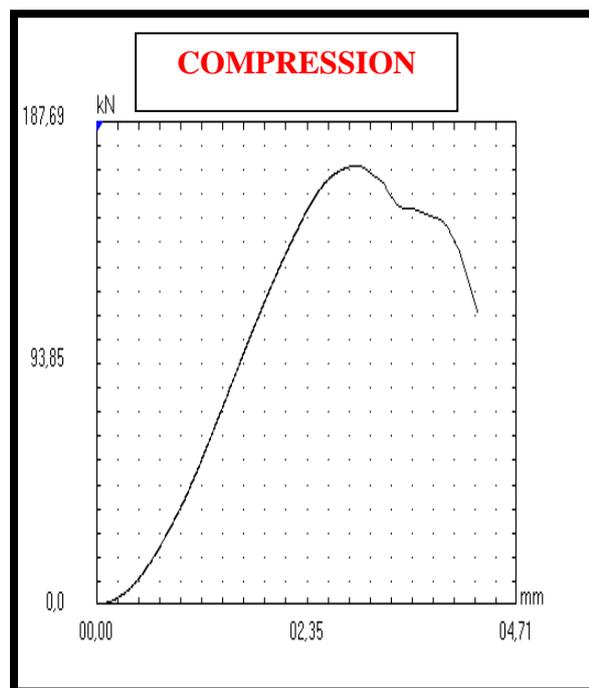
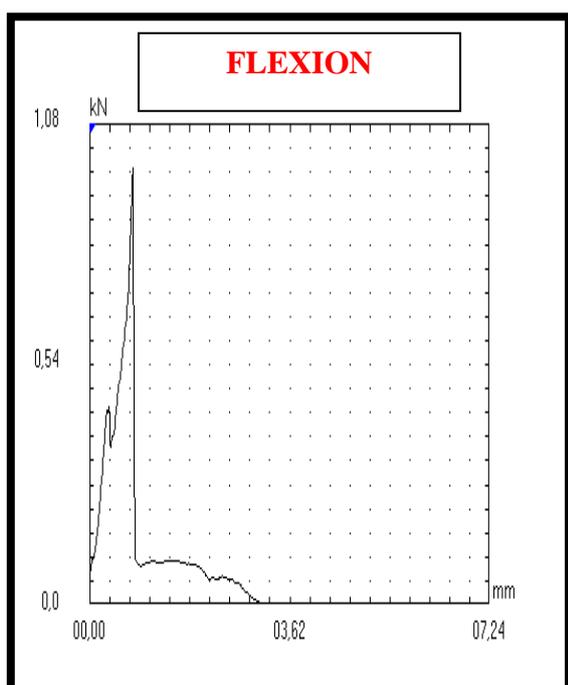


Figure : courbes de résistances aux essais de flexion et compression

ANNEXES 5

Résultats de l'échantillon 5Flexion

Champ	Valeur	Unité
Mode de contrôle	Force	
Matériau	MORTIER	
Date de l'essai	04/05/2016	
Vitesse	0.5	kN/s
Echantillon	(1/1)	
Section	Rectangulaire	
Largeur	97	mm
Épaisseur	30	mm
Longueur	300	mm
Distance entre appuis (inf)	200	mm
Aire	2910	Mm2
Résistance projet	200	MPa
Age	30	J
Force maximum	2,14	KN
Résistance maximum	7,34	MPa
Course maximum	28,00	mm
Type d'essai	Flexion	
Référence	N5-EP5	

Compression

Champ	Valeur	Unité
Mode de contrôle	Force	
Matériau	MORTIER	
Date de l'essai	11/05/2016	
Vitesse	2,4	kN/s
Echantillon	(1/1)	
Section	Rectangulaire	
Largeur	40	mm
Épaisseur	30	mm
Longueur	100	mm
Long.base course	150	mm
Aire	1200	Mm2
Résistance projet	200	MPa
Age	30	J
Force maximum	193,24	KN
Résistance maximum	161,03	MPa
Course maximum	4,74	mm
Type d'essai	Compression	
Référence	NC-5	

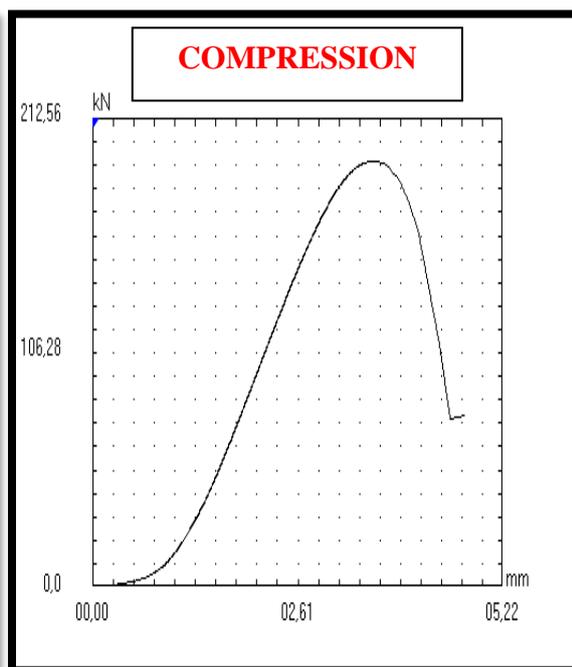
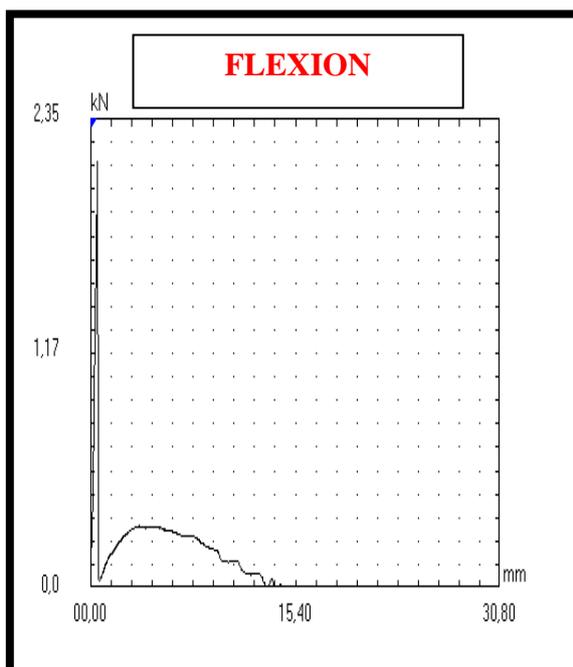


Figure : courbes de résistances aux essais de flexion et compression

ANNEXES 6

Résultats de l'échantillon T1Flexion

Champ	Valeur	Unité
Mode de contrôle	Force	
Matériau	MORTIER	
Date de l'essai	04/05/2016	
Vitesse	0.5	kN/s
Echantillon	(1/1)	
Section	Rectangulaire	
Largeur	97	mm
Épaisseur	30	mm
Longueur	300	mm
Distance entre appuis (inf)	200	mm
Aire	2910	Mm2
Résistance projet	200	MPa
Age	30	J
Force maximum	1.73	KN
Résistance maximum	4,73	MPa
Course maximum	20,53	mm
Type d'essai	Flexion	
Référence	NT-EPT	

Compression

Champ	Valeur	Unité
Mode de contrôle	Force	
Matériau	MORTIER	
Date de l'essai	11/05/2016	
Vitesse	2,4	kN/s
Echantillon	(1/1)	
Section	Rectangulaire	
Largeur	40	mm
Épaisseur	30	mm
Longueur	100	mm
Long.base course	150	mm
Aire	1200	Mm2
Résistance projet	200	MPa
Age	30	J
Force maximum	129,47	KN
Résistance maximum	107,89	MPa
Course maximum	6,82	mm
Type d'essai	Compression	
Référence	NC-T	

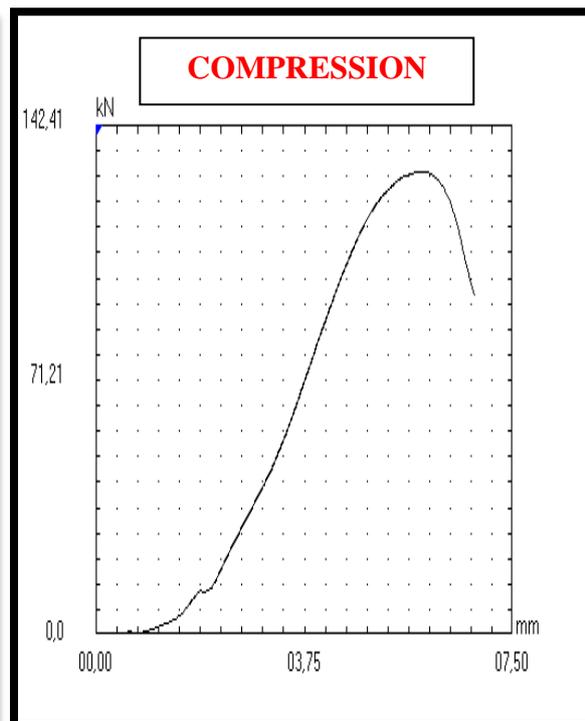
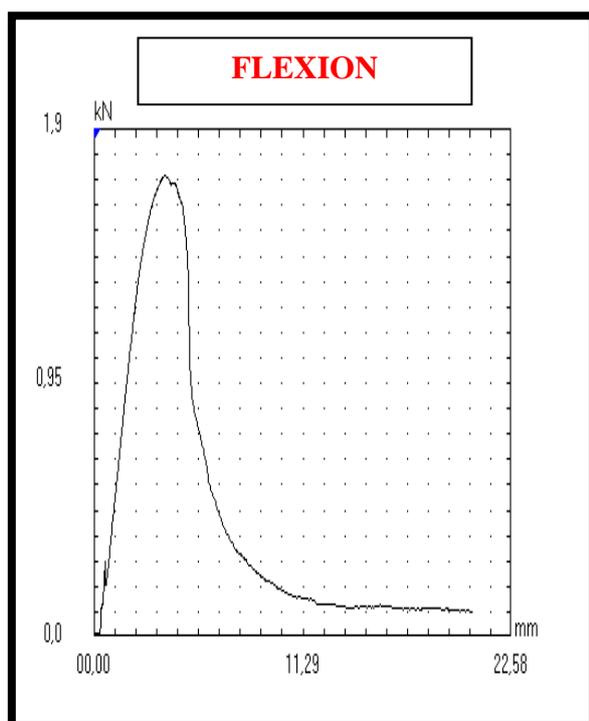


Figure : courbes de résistances aux essais de flexion et compression

ANNEXES 7

Résultats de l'échantillon Témoin 2 (T2)**Flexion**

Champ	Valeur	Unité
Mode de contrôle	Force	
Matériau	Marbre	
Date de l'essai	11/05/2016	
Vitesse	0.5	kN/s
Echantillon	(1/1)	
Section	Rectangulaire	
Largeur	75	mm
Épaisseur	25	mm
Longueur	251	mm
Distance entre appuis (inf)	100	mm
Aire	1875	Mm2
Résistance projet	200	MPa
Age	30	J
Force maximum	1,80	KN
Résistance maximum	5,76	MPa
Course maximum	2,75	mm
Type d'essai	Flexion	
Référence	T-2MR	

Compression

Champ	Valeur	Unité
Mode de contrôle	Force	
Matériau	Marbre	
Date de l'essai	11/05/2016	
Vitesse	2,4	kN/s
Echantillon	(1/1)	
Section	Rectangulaire	
Largeur	40	mm
Épaisseur	30	mm
Longueur	100	mm
Long.base course	150	mm
Aire	1200	Mm2
Résistance projet	200	MPa
Age	30	J
Force maximum	201,98	KN
Résistance maximum	168,32	MPa
Course maximum	1,67	mm
Type d'essai	Compression	
Référence	TC-2	

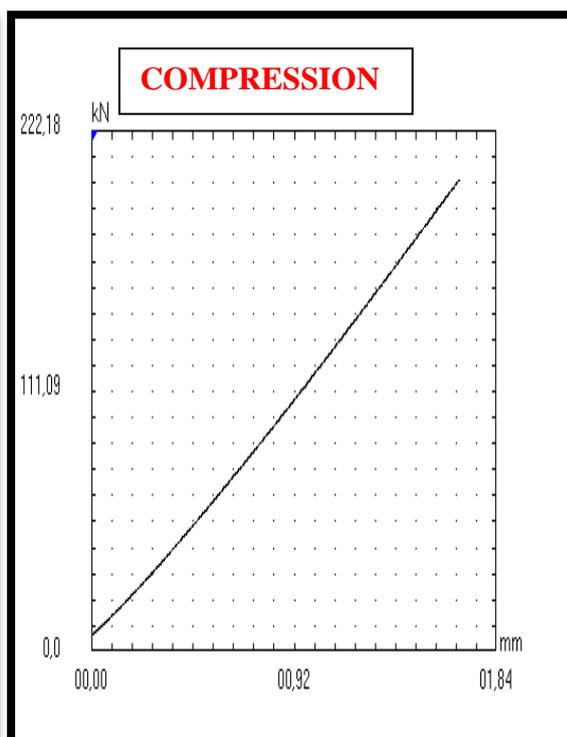
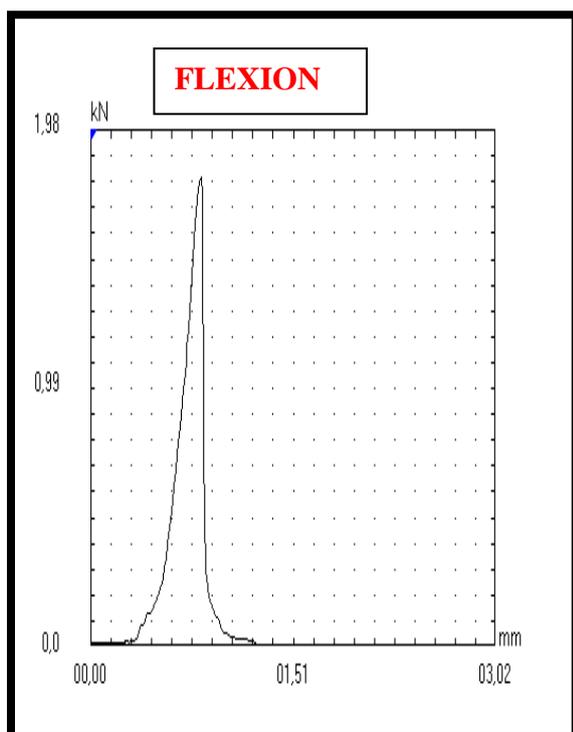


Figure : courbes de résistances aux essais de flexion et compression

ANNEXES 8



Figure : la photo satellite de la carrière et la briqueterie de SARL-DBK-MAT