

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique



UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA  
FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES



DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL ET D'HYDRAULIQUE

MEMOIRE DE MASTER

Filière: Génie Civil

Option: Voies Et Ouvrages D'art

Thème

Etude des caractéristiques physico-mécaniques des briques à base d'argile et  
Timchemt

Présentés par:

- Azzouzi wissam
- Goudjil fatima zohra

Soutenu publiquement le ---/06/2019 devant le jury composé de:

Mr. MOKHTARIA	M.C.B	U.K.M. Ouargla	President
Mr. MEDOUR. Y	M.A.A	U.K.M. Ouargla	Examineur
Mr. CHAIB. H	M.C.B	U.K.M. Ouargla	Encadreur

*Promotion: 2019*

## REMERCIEMENT

*Avant tout, nous remercions dieu le tous puissant de nous avoir donné la force et le courage et la santé qu'il nous a donné durant toutes ces longues années d'étude, nos sincères remerciements et notre gratitude vont d'abord a notre encadreur Monsieur **CHAIB HACHEM**, Maitre Assistant (A) à l'Université d'Ouargla, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils.*

*Au personnel du laboratoire des travaux publics du sud LTPS (unité d'Ouargla) qui nous ont facilité la tache et aide à la réalisation de non essai, en particulier .*

*Ces remerciements ne seraient pas complets sans mentionner les gens qui nous ont aidés: Mr, **ABDRAZEK ZENKHRI** et Mr, **KCHIRED ALI**.*

*Nous remercions, enfin, tout les Enseignants du Département Génie Civil et Hydraulique de l'Université d'Ouargla.*

*Enfin, nos pensées à tous ceux qui nous ont aidé pour la réalisation de*

*Ce modeste travail.*

## اهداء

الى امي وأبي مأمني وأماني وملجئي  
الى سندي الاول والأخير الى اخوتي وعائلي الكبيرة  
الى الروح التي غادرتنا باكرا مازال دمع رثائك طرف عيناي  
جدتي التي طالما امننت بالنجاح وحثتنا عليه التي غادرتنا قبل  
العيد رحمة الله عليك .

الى رفاق الدرب الطويل درب الجهاد روضة فيروزة سعيدة  
سمية

و الى كل أحبائي لكم الاهداء.

اهـداء

الى والداي

الى سندي الاول والاخير الذي كان ولا زال يدفعني الى الامام  
كلما نظرت الى الخلف الى اخي محمد الامين

الى من قاومت الحياة حتى هزمتها وذبلت الى امي الثانية  
تحت الارض التي غادرتنا سريعا دون سابق انذار الى جدتي  
وروحها التي امننت بالنجاح رغم اميتها

الى صاحب المنزر الطويل الاب الثاني الذي لولاه لما كنت  
لأصل معلمي عبد الحكيم

الى رفاق الدرب والسنين الطويلة الى الاحبة وكل من جمعتنا  
بهم الحياة سواء من قريب او بعيد

الى الذين كانوا ولا زالوا مهربنا من الحياة الى العائلة  
والأصدقاء وكل الزملاء لولاكم لما كنا لنكمل السبيل

الى حلمي المعطوب الى من لا اهداء لهم اهدىكم عملي هذا .

# *Sommaire*

**Dédicace**

**Remerciements**

**Sommaire**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Liste des notations**

**Résumé**

**Introduction générale**

## **CHAPITRE I: Généralité sur les briques**

I.1.Introduction	3
I.2.Définition	3
I.3.Brique de terre crue	3
I.3.1.Les types de constructions en terre crue	4
a.L'adobe	4
b. Les pisés	5
c. La brique de terre crue compressée (BTC)	6
I.3.2. les Caractéristiques des briques de terre crue (adobe, pisé, Brique de terre comprimée)	6
I.4.Brique en terre cuite	7
I.4.1 Processus de production	7
I.5. Timchemt	9
I.5.1 Définitions	9
I.5.2 Utilisation de timchemt	9
I.5.3 Fabrication de timchemt	10
I.6.Conclusion	11

## Chapitre II : Caractéristique des matériaux utilisés

II.1. Introduction	12
II.1.1. L'argile	12
II.1.2. Analyse Granulométrique (norme NF P 18 -560)	13
II.1.3. Analyse granulométrique par sédimentation ( norme NF P94-056/NF P94-057)	13
II.1.4. Essai densité de roche (NFP 94 - 064)	14
II.1.5. Essai la teneur en l'eau (NF97-05)	15
II.1.6. Bleu de méthylène (NF EN 933-9)	15
II.1.7. Limite d'atterberg (Norme NF P 94-051)	17
II.1.8. Analyse chimique	19
II.1.9. Essai diffraction des rayons X (drx)	19
II.2-plâtre traditionnelle (Temchemt)	21
II.2.1. Analyse Granulométrique de gypse traditionnel (norme NF P18 - 560)	21
II.2.2. Masse volumique	22
a. La masse volumique apparent	22
b. La masse volumique absolu	23
II.2.3. Equivalent de Sable (norme NF P 18-598)	23
II.2.4. Teneur de l'eau de temchemt	24
II.2.5. Analyse chimique de timchemt	24
II.2.6. Essai de Diffraction par rayons X (DRX)	25
II.3. Conclusion	26

## Chapitre III : Résultats et interprétation

III.1. Introduction	28
III.2. Préparation des briques	28
III.3. Résultats et Discussions	29
III.3.1. Masse volumique ( $\rho$ )	29
III.3.2. La Résistance à la Compression	29
III.3.3. Essai de la Résistance à la Flexion (NF P 18-407)	30
III.3.4. Essai ultrasonique (Norme NF P 18-418)	30
III.4. La brique de terre crue	31
III.5. les briques de terre cuite	33
III.6. Conclusion	36
Conclusion et Perspectives	37

ANNEXE

## Liste des figures

<b>CHAPITRE I: Généralité sur les brique</b>	
<b>Figure I.1</b> : Mur en adobe	4
<b>Figure I.2</b> : Mur en pisé	5
<b>Figure I.3</b> : la brique de terre cuite	7
<b>Figure I.4</b> : Maison en brique de terre cuite	7
<b>Chapitre II : Caractéristique des matériaux utilisés</b>	
<b>Figure II.1:</b> L'argile de Beldet Âmer	12
<b>Figure II.2</b> : Essai de l'analyse granulométrique d'argile	13
<b>Figure. II.3:</b> Courbe de l'analyse granulométrique d'argile	14
<b>Figure II.4:</b> Essai densité de roche d'argile.	<b>14</b>
<b>Figure. II.6:</b> essai de bleu méthylène.	16
<b>Figure .II .5</b> :Classification des sols selon les valeurs de bleu de méthylène	16
<b>Figure. II.7</b> : Présentation des limites d'Atterberg.	17
<b>Figure II.8</b> : L'essai de limite d'Atterberg	18
<b>Figure. II.9</b> : Abaqués de CAZAGRANDE de l'argile	18
<b>Figure II. 10</b> : l'appareil Diffraction de rayon X	20
<b>FigureII.11</b> : diffractogramme de L'argile	20
<b>Figure. II.12:</b> Courbe d'analyse granulométrique de timchemt	21
<b>Figure .II.13</b> : la masse volumique apparent	22
<b>Figure .II.14</b> : la masse volumique absolu	<b>23</b>
<b>Figure. II.15:</b> essai de l'équivalent de sable	24
<b>Figure II.16:</b> échantillon de timchemt	25
<b>Figure II.17</b> : diffractogramme de timchemt	25
<b>Chapitre III : Résultats et interprétation</b>	
<b>Figure. III.1</b> : Fabrication des briques	28
<b>Figure.III.2</b> : Essai de Compression.	29
<b>Figure III.3</b> : Essai de Flexion	30
<b>Figure III.4</b> : Appareil ultrasonique	31
<b>Figure. III.5</b> : Résultats de Masse Volumique	31
<b>Figure. III.6:</b> Résultats de la résistance à la compression	31
<b>Figure III.7</b> : la résistance à la flexion	32



<b>Figure III.8</b> : La vitesse de ultrason	32
<b>Figure III.9</b> : Image de la lope des composition	32
<b>Figure III.10</b> : la masse volumique	33
<b>figure III.11</b> : La résistance à la compression	33
<b>Figure .III.12</b> : la résistance à la Compression	34
<b>Figure III.13</b> : la vitesse de ultrason	34
<b>Figure III.14</b> : les compositions de la lope	34

## Liste des tableaux

<b>Chapitre I : Généralité sur les briques</b>	
<b>Tableau 1.1:</b> les Caractéristiques des briques de terre crue (adobe, pisé, Brique de terre comprimée)	7
<b>Chapitre II : Caractéristique des matériaux utilisés</b>	
<b>Tableau II.1 :</b> Essai teneur de l'eau de l'argile	15
<b>Tableau II.2 :</b> valeur de bleu méthylène de l'argile utilisé	16
<b>Tableau II.3 :</b> classification des l'argile selon Burmister	18
<b>Tableau II.4:</b> Analyse chimique de l'argile	19
<b>Tableau II.5:</b> les résultats de la masse volumique absolu et apparent	23
<b>TableauII.6 :</b> résultats de l'essai l'équivalent de sable	24
<b>Tableau II.7 :</b> Essai teneur de l'eau de Timchemt	24
<b>Tableau II.8:</b> Analyse chimique de Timchemt	24
<b>Chapitre III : Résultats et interprétation</b>	
<b>Tableau III.1 :</b> Compositions confectionnés	29
<b>Tableau III.2 :</b> Résultats des meilleurs compositions de la terre crue est cuite	35

## Liste des notions

<b>W</b> : la teneur en l'eau.....	(%)
<b>VBS</b> : bleu de méthylène.....	(%)
<b>WL</b> : limite de liquidité.....	(%)
<b>WP</b> : limite de plasticité.....	(%)
<b>IP</b> : indice de plasticité.....	(%)
<b>m</b> : la masse.....	(g)
<b><math>\rho</math></b> :la masse volumique.....	(g/cm <sup>3</sup> )
<b>V</b> : volume .....	(m <sup>3</sup> )
<b>E<sub>s</sub></b> : Equivalent de sable.....	(%)
<b>H</b> : hauteur.....	(m)
<b>S</b> : la surface.....	(m)
<b>V</b> : vitesse de propagation de son.....	(m/s)
<b>T</b> : le temps.....	(s)
<b>R<sub>f</sub></b> : résistance de flexion.....	(MPa)
<b>R<sub>c</sub></b> : résistance de compression.....	(MPa)

**ملخص :** قصد دراسة الخصائص الميكانيكية والفيزيائية لمواد البناء المحلية قمنا بهذه الدراسة لمعرفة مدى مقاومة الطوب المصنع . وفي هذا العمل نسعى للبحث عن حل يسمح لنا بنتمين هذه المادة المتواجدة محليا وبكميات كبيرة ومعتبرة من خلال تحسين أدائها وذلك بإجراء عدة تجارب عليها ولأجل ذلك قمنا بصناعة الطوب بقاعدة الجبس التقليدي (التيشمتم) والطين بنسب متفاوتة . قصد تصنيع طوب ذو مقاومة ميكانيكية جيدة لزيادة ديمومته.

**الكلمات المفتاحية :** الطوب, الطين, التيشمت, الخصائص الميكانيكية.

**Résumé:** Afin d'étudier les propriétés mécaniques et physiques des matériaux de construction locaux, par la détermination de la résistance des briques fabriquées. Dans ce travail, nous cherchons une solution qui permette de valoriser ce matériau localement et en grande quantité en améliorant ses performances en effectuant plusieurs essais et pour cela nous avons fabriqué des briques à la base du plâtre traditionnel (Timchemt) et de l'argile dans des proportions variables. Afin de fabriquer des briques avec une bonne résistance mécanique pour augmenter sa durabilité.

**Mots clés:** brique, argile, Timchemt, propriétés mécaniques.

**Abstract :** This work is interested to study the physical and mechanical properties of construction local materials, we did this study to know the resistance range of Brick and in this work we are searching about a solution that allow us to appreciate these local product with big quantities through improve the performance and that is by experimenting it, for that reason we have made traditional Gypsum(Timchemt) base in varying proportions for intentionally manufacturing Brick with a good mechanical resistance to increase its durability

**Keywords:** brick, clay, Timchemt, mechanical properties.

## Introduction générale

La région d'Ouargla est riche de grandes réserves en matériaux locaux tel que l'argile, le gypse et ....etc, mais malheureusement sont insuffisamment ou pas tout exploitées.

Les matériaux de construction sont des éléments importants dans la construction des bâtiments à travers les âges, et l'utilisation des matériaux de construction a évolué les connaissances traditionnelles en approfondissant leurs connaissances de leurs propriétés structurelles et architecturales, Il joue également un rôle important dans la définition de la forme des espaces intérieurs. Ainsi que la nature des matériaux de construction qui les concernent directement sur les méthodes et les méthodes de mise en œuvre, où les conditions naturel.

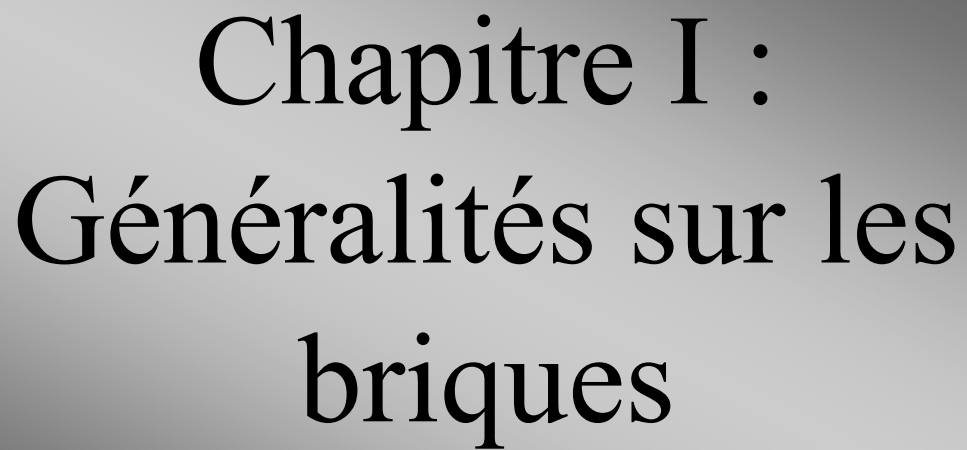
L'objectif de ce travail consiste à apporter notre contribution à la valorisation du plâtre traditionnel qui se trouve dans notre région, et de l'intégrer d'une façon rationnelle dans le domaine de la construction.

Le présent travail est consacré à l'étude des caractéristiques physico-mécaniques des briques à base d'argile et Timchemt.

L'organisation du travail s'est faite de la manière suivante :

- Le premier chapitre présenté une généralité sur les briques et la méthode de fabrication Timchemt .
- Le deuxième chapitre est consacré à l'étude des caractéristiques des matériaux utilisés à savoir l'argile de Belidet Amor et Timchemt de la région de Ouargla.
- Le troisième chapitre, présente la méthode de préparation des éprouvette et les résultats des essais physico-mécaniques et leurs interprétations.

Et enfin on terminons notre travail par une conclusion générale et quelques recommandations dans le souci de mieux valoriser ces matériaux dans les constructions sahariennes et spécialement dans les ksours.



Chapitre I :  
Généralités sur les  
briques

## Chapitre I : Généralités sur les briques

### I.1.Introduction

Les briques, depuis longtemps, sont considérées parmi les éléments les plus importants dans le domaine de la construction. La fabrication des briques est passée par plusieurs étapes de développement dont la première est la brique crue, puis la brique cuite, enfin la brique industrielle stabilisée.

Dans ce chapitre, nous allons exposer les étapes de progression de la technologie de confection des différentes briques.[ HAKKOUM .S ]

### I.2 Définition

[[https://fr.wikipedia.org/wiki/Brique\\_\(matériau\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Brique_(matériau))]

La brique est un élément de construction généralement en forme de parallélépipède rectangle constitué de terre argileuse crue, séchée au soleil-brique crue –ou cuite au four, employée principalement dans la construction de murs.

### I.3.Brique de terre crue [CHAIB .H]

La terre crue c'est le premier type de brique confectionné par l'homme. Cela suite à plusieurs avantages :

- La terre absorbe et restitue l'humidité.
- La terre régule la température par inertie thermique.
- La terre est un très bon isolant phonique.
- La terre utilise peu d'eau en phase de transformation.
- La terre est une ressource locale abondante et renouvelable

Néanmoins les briques en terre crue présentent un inconvénient principal qui est la main d'œuvre nécessaire à toute construction en terre est souvent importante :

C'est-à-dire, une petite structure représente 15 tonnes de terre à travailler.et ces constructions nécessite des travaux d'entretien annuels.

### I.3.1. Les types de constructions en terre crue

#### a : L'adobe

##### 1. Définition

L'adobe est un matériau de construction fait d'un mélange de sable, d'argile, une quantité de paille hachée ou d'autre fibre [CHAIB .H]



Figure I.1 : Mur en adobe

##### 2. Les avantages de l'adobe [CHAIB .H]

L'adobe possède plusieurs avantages par rapport aux matériaux industriels qui se résument en:

- Il a la capacité de régulariser l'humidité de l'air.
- D'emmagasiner la chaleur.
- Réduire la consommation d'énergie.
- D'Economie d'énergie en climatisation.
- Bonne résistance au feu.
- N'entraîne pas la production de gaz

##### 3. Les inconvénients de l'adobe [CHAIB .H]

- L'enduit (généralement de terre) doit être refait tous les deux ou trois ans.
- Fragile.
- Nécessite des travaux d'entretien.
- Faible résistance à la tension.
- Très sensible à l'érosion provoquée par l'eau.



## b. Les pisés

### 1. Définition [CHAIB .H]

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

### 2. les caractéristiques du pisé

Il est important de se rappeler que chaque terre est différente et que les techniques de pisage varient. On peut donc dire que chaque mur en pisé est unique.

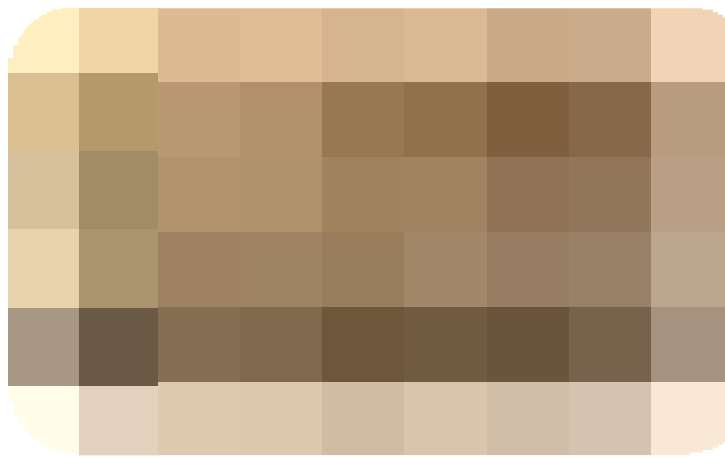


Figure I.2 : Mur en pisé [MEKHERMECHE A. ]

### 3. Les avantages de pisé [CHAIB .H]

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

- Régulateur d'humidité : capacité à laisser transiter la vapeur d'eau.
- Durée de vie : patrimoine de bâtiments centenaires très présents.
- Bonne isolation phonique.
- Reprise aisée, mais nécessitant un savoir-faire

**4. Les inconvénients de pisé [CHAIB .H]**

- Le pisé est un matériau complexe à entretenir et à rénover.
- Il supporte mal l'humidité.
- Possibilité d'apparition des fissures au fil du temps ainsi que de salpêtre.

**c. La brique de terre crue compressée (BTC) [CHAIB .H]**

La brique de terre compressée est un béton de terre composé de graviers, sables, et d'éléments fins (limons et argiles). On utilise ensuite des presses pour comprimer la brique : manuelles ou motorisées, à transmission mécanique, hydraulique ou pneumatique. Le joint que l'on utilise pour assembler les briques est généralement constitué d'un mortier de chaux, sable et terre (argile).

**1. Avantage**

- La BTC est un matériau écologique : composée essentiellement d'argile, sable et gravillons et d'un peu de ciment, fabriquée sans cuisson.
- La BTC procure un confort thermique et phonique excellent : de part son inertie thermique et sa masse, un mur en BTC apporte confort thermique et isolation phonique.
- La BTC offre une grande résistance
- résistance à la compression d'une BTC dépasse les 60 bars (60kg/cm<sup>2</sup>)
- La BTC présente un intérêt architectural et esthétique : en cloison, en mur porteur, la BTC permet une richesse de formes, et de motifs variés dans son utilisation.

**2. Inconvénient**

- Peu recommandé pour des régions froides .

### I.3.2. les Caractéristiques des briques de terre crue (adobe, pisé, Brique de terre comprimée)

Les caractéristiques des briques de terre crue sont représentées dans le tableau suivant :

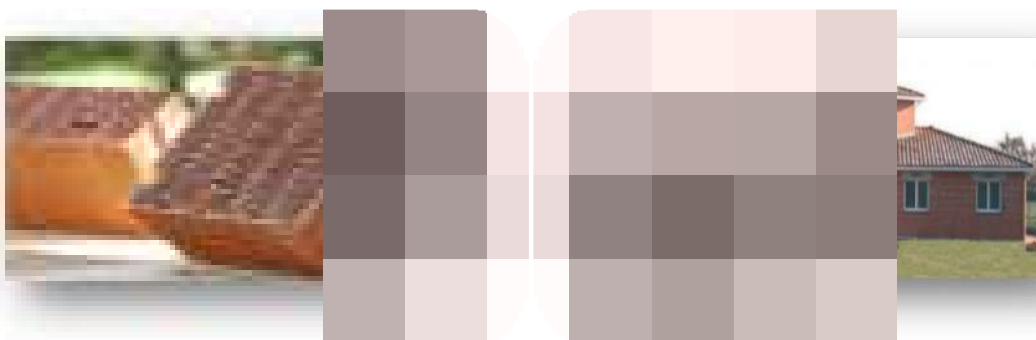
**Tableau 1.1: les Caractéristiques des briques de terre crue (adobe, pisé, Brique de terre comprimée) [MEKHERMECHE A. ]**

Caractéristiques	Type de brique de terre crue		
	Adobe	Pisé	BTC
Masse volumique Kg/m <sup>3</sup>	1200 - 1700	1700-2200	1700 - 2200
Résistance à la compression MPa	2 - 5	<2.4	<2.4
Conductibilité thermique $\lambda$ (W/m .°c)	0.46 - 0.81	0.81 - 0.93	0.81 -1.04
Retrait au séchage mm/cm	1	1 - 2	0.2 - 1

### I.4. Brique en terre cuite

[w.jec/3-Briques-Terre-Cuite--de-solide.]

La brique de terre cuite est un fabriquée à partir d'argile, matière première issue de la terre, utilisée depuis plusieurs millénaires pour ses qualités, l'argile est un produit naturel, celui-ci est largement rependue dans notre sous-sol.



**Figure I.3 : la brique de terre cuite**

**Figure I.4 : Maison en brique de terre cuite**

[w. -Briques-Terre-Cuite--de-solide.]

### I.4.1 Processus de production [CHAIB.H]

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

- L'extraction des matières premières (argiles et limons).
- La préparation de l'argile.
- Le façonnage.
- Le séchage.
- La cuisson.
- Emballage

#### a. Les avantages la brique de terre cuite

[ [w.tec-ing.fr/...terre-cuite](http://w.tec-ing.fr/...terre-cuite)]

- **Une bonne isolation** : la brique en terre cuite est naturellement isolante.
- **Un matériau naturel** : contrairement à d'autres briques, la brique en terre cuite est artisanale et écologique.
- **Une pose facile** : monter un mur en briques est facile et rapide, et à la portée de n'importe quel bricoleur expérimenté.
- **Un matériau esthétique** : enfin, la brique en terre cuite offre un côté naturel et très esthétique à n'importe quelle maison.

#### b. Les inconvénients de la terre cuite

- Les briques de terre cuite nécessitent beaucoup d'énergie grise pour leur fabrication.
- Mise en œuvre délicate : la construction en mono mûr implique des techniques particulières.

## I.5. Timchemt

### I.5.1 Définitions

- ❖ c'est un matériau de construction bien connu dans la construction traditionnelle, et un matériau de construction largement utilisé dans le désert il est extrait par transfert thermique d'un type de pierre sédimentaire qui composé de sulfate ou de carbonate de calcium.[DAOUI .M]
- ❖ est une roche sédimentaire évaporitique du gypse, provenant des mêmes roches sources gypso-calcaire situé dans les zone a climat aride et semi-aride il est constitué en majeure partie du sulfate de calcium semi hydraté ( $\text{CaSO}_4,1/2\text{H}_2\text{O}$ ) [ CHAHMA.S]

### I.5.2 Utilisation de timchemt [CHAHMA. S]

L'utilisation optimale des ressources naturelle est l'une des principes fondamentaux de la construction des ksour dans le sud et spécifiquement les ressources abondantes sur le site de la construction (aucun transport de matériaux). L'étude des matériaux de construction revient à définir leur niveau d'adoption au climat, lequel concerne la gestion des rayonnements solaire et terrestres à travers les parois, selon les matériaux qui les composent leur épaisseur et leur revêtement.

Il existe de nombreuses utilisations du rivet dans la construction, la toiture, le revêtement, etc., utilisé comme matériau de liaison dans les murs de bâtiments.

Les maisons sont blanchies de l'intérieur, utilisées en mélange avec de l'argile ou du sable ou les deux ensemble dans le revêtement extérieur.

La toiture est soit plate où elle est placée comme couche extérieure pour empêcher les fuites d'eau de pluie, soit dans la construction de dômes où ;Joue un rôle essentiel dans la cohésion des matériaux de construction. Il est également utilisé dans les contrats, les escaliers, les planchers et autres.

### I.5.3 Fabrication de timchemt [CHAHMA. S]

Extraction des pierres du gypse de la carrière à ciel ouvert

Séchage à l'air libre et concassement manuel (traditionnel) en moyen pierres



La cuisson par voie sèche dans des fours traditionnels (180°-200°) par des matériaux naturels (bois, déchets des palmiers...)



**Four superficiel :** à une hauteur de 1m sur la terre et (2-3) m de diamètre avec une capacité de (1-2) camions maximum pour une période de cuisants 8h.

**Four enterré :** à une profondeur de (1-2) m sous la terre et (4)m de diamètre avec une capacité de 5 camions maximum pour une période de cuisants 4 jours.



Broyage et expédition



## **I.6.Conclusion**

Dans cette partie nous avons présentés les différents types des briques en terre existants dans le domaine de construction à savoir : les briques crues et les briques cuites ainsi que leurs développements au cours de l'histoire de la construction, et les propriétés du Timchemt et la procédé de fabrication.

La construction en terre crue représente une réponse pertinente aux enjeux actuels et futurs du secteur du bâtiment sur le plan environnemental et sanitaire. Il convient donc aujourd'hui de tout mettre en œuvre pour que la filière terre crue algérienne se structure et puisse apporter ses réponses au marché de la construction dans de bonnes conditions et ainsi se développer dans le monde .

Dans le domaine de la bio-construction parmi les avantages de la terre cuite nous remarquons le confort et la durabilité, contribuant grandement au respect de l'environnement et permettant de réaliser une économie de chauffage.

***Chapitre II :***  
***Caractéristiques des***  
***matériaux utilisés***



## II.1. Introduction

La brique de terre reste le matériau par excellence qui contribue à un environnement bâti sain, durable et performant en matière de confort intérieur. L'argile est la matière première naturelle à la base de la brique de terre. Notre brique en terre local, qui est mélange composé d'argile, plâtre traditionnel (Timchemt) et d'eau. la qualité de cette brique est liée aux caractéristique de ses constituants. Dans ce chapitre nous allons étudier les caractéristiques des différents matériaux utilisés dans la composition des briques, en suite nous allons donner le principe des méthodes utilisé dans la détermination des caractéristiques physiques et chimiques étudiés [HAKKOUM .S].

### II.1.1. L'argile

Les argiles sont des matériaux sédimentaires, souvent meubles, qui imbibée d'eau, peut former une pâte plus ou moins plastique pouvant être façonnée et durcissant à la cuisson. Le silicate d'alumine et ou de magnésie, cristallisé en très petites particules minérales et entrant dans la composition des roches argileuse. Pour notre étude on a utilisé l'argile de Touggourt le gisement de Blidet Amor [MEKHERMECH .A].



**Figure II.1:** L'argile de Blidet Amor [CHAIB .H]

Les essais effectués sur cette argile afin de déterminer ces caractéristiques sont :

- Analyse granulométrique par sédimentation.
- Densité sèche.
- Bleu méthylène.

- Limite d'atterberg.
- Analyses chimiques.
- Diffraction des rayons X (DRX).

Ces essais sont réalisés au laboratoire de travaux public de L.T.P.Sud OUARGLA.

### **II.1.2. Analyse Granulométrique (norme NF P 18 -560) [https://fr.**

Analyse\_granulométrique]

#### **II.1.2.1 But de l'essai Analyse granulométrique :**

L'analyse granulométrique permet de détecter et miner la grosseur et les pourcentages pondéraux respectifs des différentes familles de grains constituant l'échantillon. Elle s'applique à tous les granulats de dimension nominale inférieure ou égale à 63mm, à l'exclusion des filets.

A noter qu'il faut éviter la confusion entre la granulométrie qui s'intéresse à la détermination de la dimension des grains et la granularité qui concerne la distribution dimensionnelle des grains d'un granulat.

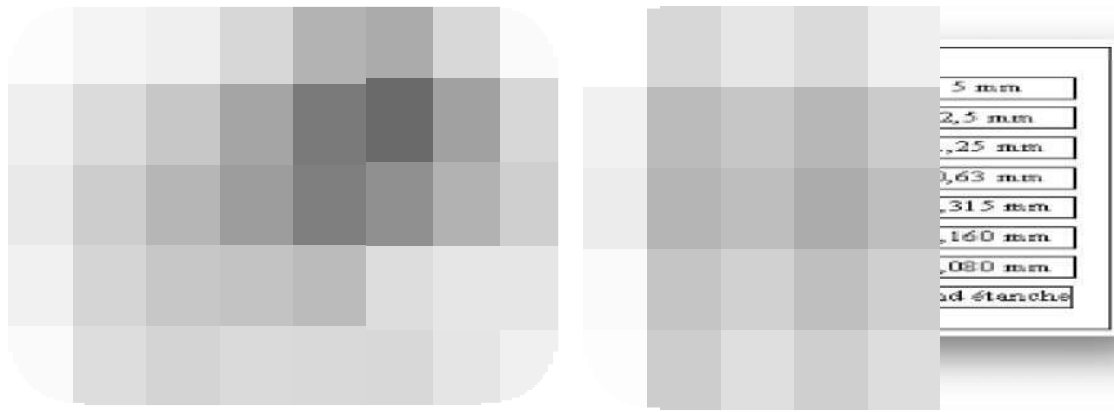
#### **II.1.2.2 Principe de l'essai analyse granulométrique:**

L'essai consiste à classer les différents grains constituant l'échantillon en utilisant une série de tamis, emboîtés les uns sur les autres, dont les dimensions des ouvertures sont décroissantes du haut vers le bas. Le matériau étudié est placé en partie supérieure des tamis et le classement des grains s'obtient par vibration de la colonne de tamis.

L'échantillon représentatif doit avoir une masse comprise entre 200D et 600D, ou D(mm), est la plus grande dimension des granulats dans notre cas nous avons pris 300 g.

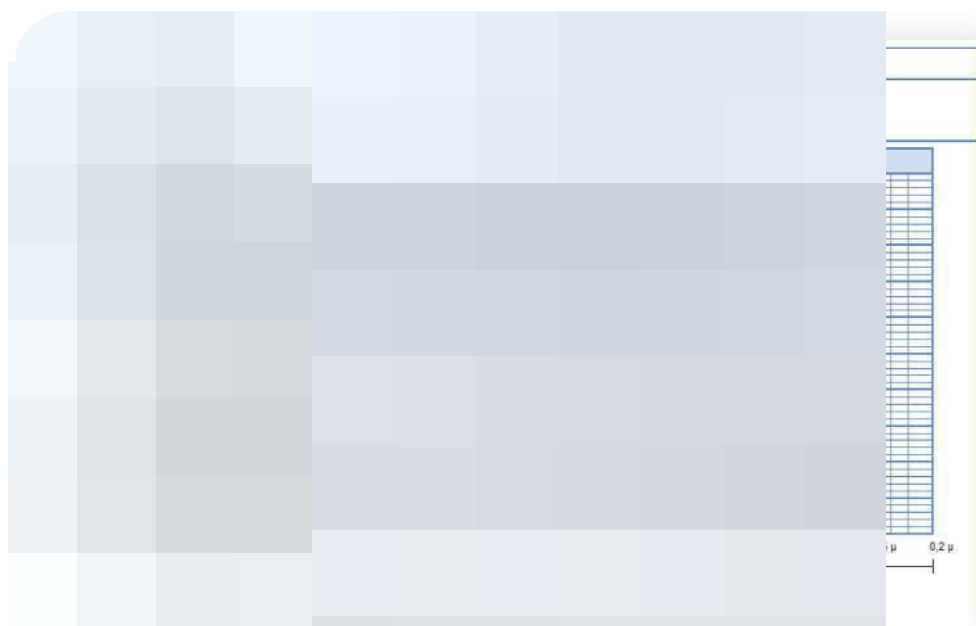
### **II.1.3. Analyse granulométrique par sédimentation (NF P94-056/ NF P94-057) [CHAIB .H]**

L'analyse granulométrique par sédimentation est un essai qui complète l'analyse granulométrique par tamisage, l'essai a pour objet de détermination de la distribution pondérale de la taille des particules fines de sols de dimension inférieure à 0,08mm.



**Figure. II.2 :** Essai d'analyse granulométrique

[[https:// Analyse\\_granulométrique](https://Analyse_granulométrique)]



**Figure. II.3:** Courbe de l'analyse granulométrique d'argile

Les résultats de l'analyse granulométrique par sédimentation montre que notre sol est constitué environ de :

- 70% de limon
- 20 % de sable fin.
- 10 % d'argile

#### II.1.4. Essai densité de roche (NFP 94 - 064)

[svtmarcq.e- la-densite une-roche.html]

Le but de ce essai est détermination des différentes densités afin de caractériser un sol pour prévoir son comportement .

On pèse donc précisément une roche (M) puis on estime son volume en la plongeant dans l'eau dans une éprouvette graduée (V). La valeur M/V exprimée en grammes par centimètre cube correspond à la masse volumique de la roche. La densité s'exprime sans unité

$$d = 2.045$$



Figure II.4: Essai densité de roche d'argile

#### II.1.5. Essai la teneur en l'eau (NF97-05) [w. teneur-en-eau-dun-sol]

Teneur de l'eau de d'argile :

Détermination la teneur en eau d'un sol revient à déterminer la phase liquide de se dernier ; la teneur en eau est une grandeur physique définit théoriquement comme étant le rapport du poids de la matière sèche c'est –à-dire aux poids des particules solides, on donc :

$P_h$  : poids humide de l'eau.

$P_s$  : poids sèche de l'eau.

$$W = (P_h - P_s) / P_s * 100$$

**Tableau II.1** : Teneur de l'eau de l'argile

Essai teneur de l'eau	Résultat
W	13.82 %

### II.1.6. Bleu de méthylène (NF EN 933-9)

[[https:// Essai\\_au\\_bleu\\_de\\_méthylène](https:// Essai_au_bleu_de_méthylène)]

Est un essai utilisé en géotechnique pour déterminer la propreté d'un sable, d'un granulat et plus généralement d'un sol, et les différents types d'argiles qu'il contient. Le bleu de méthylène est en effet adsorbé préférentiellement par les argiles type montmorillonites (argiles gonflantes) et les matières organiques. Les autres argiles (Illites et Kaolinites) sont peu sensibles au bleu.

#### II.1.6.1. Principe :

L'essai au bleu de méthylène est pratiqué sur la fraction granulaire 0/2mm des sables courants ou sur les fillers (0 / 0,125 mm) contenus dans un sable fillerisé, un gravillon ou un tout venant. Il a pour but de révéler la présence de fines de nature argileuse et d'en déterminer la concentration.

On appelle valeur de bleu VB d'un sable (MB dans la norme européenne), la quantité en grammes de bleu de méthylène adsorbée par 1 kg de fraction 0/2mm du sable.

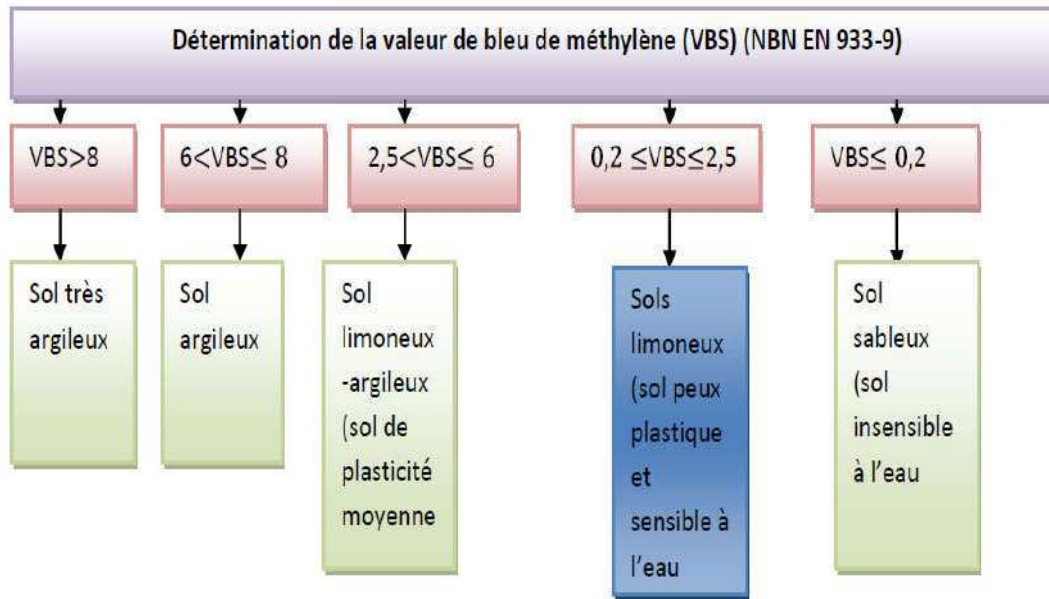
On appelle valeur de bleu des fillers VBF la quantité en grammes de bleu de méthylène adsorbée par 1 kg de fraction 0 / 0,125 mm d'un granulat (fillers, sable fillerisé, tout venant gravillon).

On appelle valeur de bleu sols VBS la quantité en grammes de bleu de méthylène adsorbée par 100 g de fraction 0/50mm d'un sol. Pour cet essai on travaille sur la fraction 0/5mm du matériau<sup>3</sup>.

Une solution de bleu de méthylène est ajoutée progressivement par doses successives à une suspension de l'échantillon de granulats dans l'eau. L'adsorption de la solution colorée par l'échantillon est vérifiée après chaque ajout de solution en effectuant un test à la tache sur du papier filtre pour déceler la présence de colorant libre.

V : Volume de bleu ajouté en cm<sup>3</sup> ;

**m** : la masse de l'échantillon en gramme.

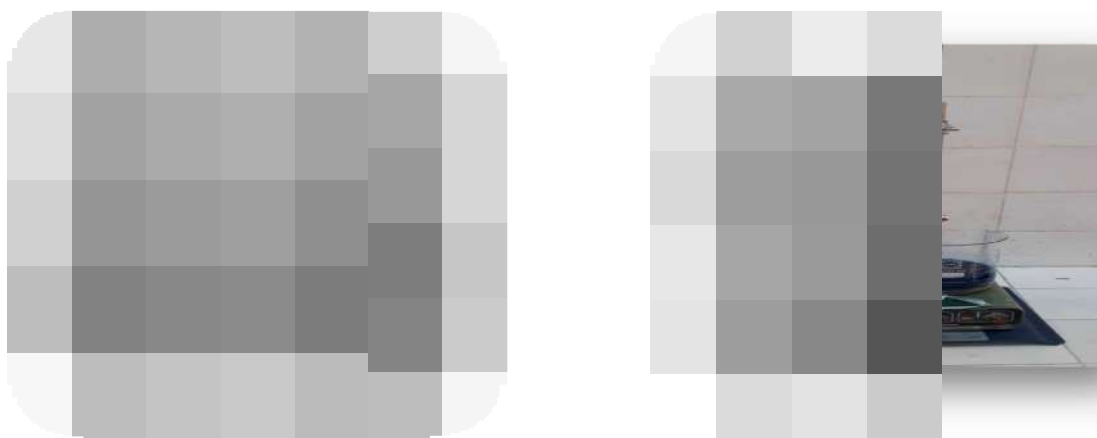


**Figure .II .5** :Classification des sols selon les valeurs de bleu de méthylène

[Armand Pascal T]

**Tableau II.2.** valeur de bleu méthylène de l'argile utilisé

Echantillon	Valeur de bleu (VBS)	Classification
Argile	8	sols très argileux



**Figure. II.6** : essai de bleu méthylène

### II.1.7.Limite d'atterberg (Norme NF P 94-051) [MEKHERMECHE. A]

L'essai destiné à la détermination des deux limites (limite de liquidité et limite de plasticité), les limites d'Atterberg sont des paramètres géotechniques destinés à identifier un sol et caractériser son état au moyen de son indice.

Les limites d'Atterberg (limite de liquidité et limite de plasticité): est la teneur en eau pondérales correspondant à des états particuliers d'un sol.

Les deux limites utilisées sont :

**WL** : limite de liquidité : teneur en eau d'un sol remanié caractérisant la transition entre un état liquide et un état plastique.

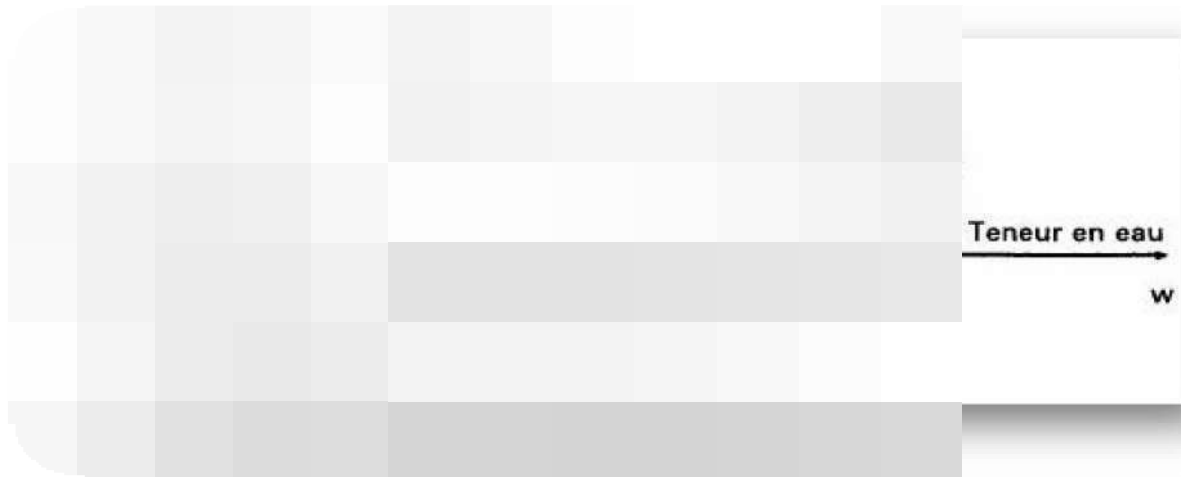
**WP** : limite de plasticité : teneur en eau d'un sol remanié caractérisant la transition entre un état plastique et un état solide.

A partir des résultats obtenus, nous déterminons l'indice de plasticité.

**IP** : indice de plasticité : Cet indice définit l'étendue du domaine plastique du sol entre les limites de liquidité et de plasticité :

$$IP = WL - WP$$

Les teneurs en eau étant exprimées en pourcentage, l'indice de plasticité est un nombre sans dimension.



**Figure. II.7** : Présentation des limites d'Atterberg.[ MEKHERMECHE A]

#### ❖ Classification des argiles selon les limites d'ATTERBERG :

Les argiles sont classées suivant leur plasticité, BURMISTER (1967) propose une classification détaillée de la plasticité des argiles en fonction de l'indice de plasticité le tableau suivant :

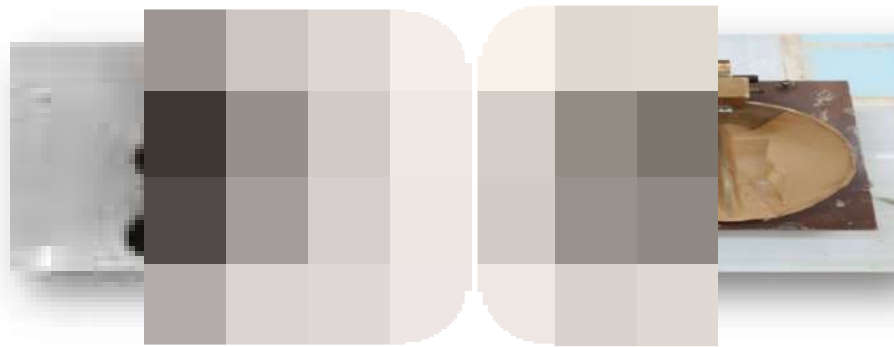
**Tableau II.3:** Classification des argiles selon Burmister

IP (%)	0	1 à 5	5 à 10	10 à 20	20 à 40	>40
Plasticité	Non plastique	Légère	Faible	Moyenne	Élevé	Très élevée

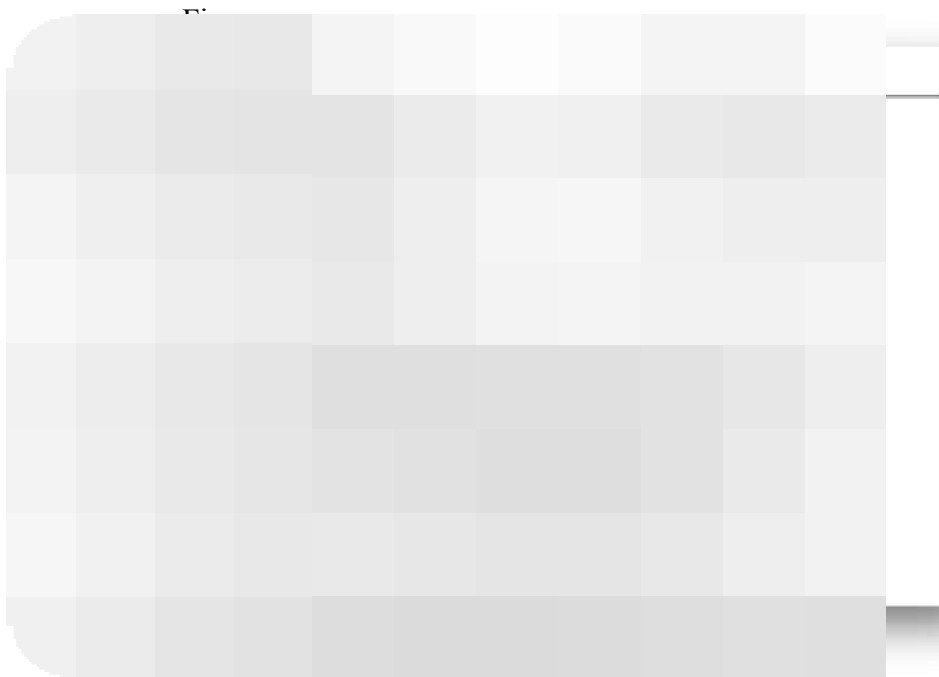
Les résultats obtenus des limites d'Atterberg sont :

- WL = 65,32 %
- WP = 26,76 %
- IP = 38,56%

D'après Atterberg et Burmister, on peut classer notre argile par son indice de plasticité (**IP = 38,56**) la nature de l'argile est une argile très plastique.



**Figure II.8 :** L'essai de limite d'Atterberg



**Figure. II.9 :** Abaques de CAZAGRANDE de l'argile



### II.1.8. Analyse chimique [MEKHERMECHE A]

Les argiles, les autres matières premières et les mélanges de production sont soumis à de nombreuses analyses chimiques. Il est souvent utile d'analyser séparément le mélange complet de production (avec le dégraissant) et la fraction argileuse, inférieure à 2  $\mu\text{m}$ . Insolubles (NF P 15 – 461), Sulfates (BS 1377), Carbonates (NF P 15 – 461) et méthode Chlorures de MOHR.

Les principaux résultats de l'analyse chimique réalisée au laboratoire de travaux public de L.T.P.Sud OUARGLA sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau II.4 : Analyse chimique d'argile**

	<b>Composants</b>	<b>Pourcentages (%)</b>
<b>Insolubles NF P 15 – 461</b>	Insolubles	69.19
<b>Sulfates BS 1377</b>	SO <sub>3</sub>	1.25
	Ca SO <sub>4</sub> / 2H <sub>2</sub> O	8.6
<b>Carbonates NF P 15 – 461</b>	CaCO <sub>3</sub>	18
<b>Chlorures méthode de MOHR</b>	Cl <sup>-</sup>	1.03
	Na Cl	2.26

Le tableau montre que les éléments de cette argile sont les insolubles en pourcentage élevés, avec du pourcentage très faible des chlorures.

### II.1.9. Essai diffraction des rayons X (DRX)

[[https:// diffraction-rayons-x](https://diffraction-rayons-x)]

L'analyse non destructive par diffraction des rayons X est une technique puissante pour résoudre de nombreux problèmes industriels et technologiques dès lors que les matériaux considérés sont cristallins.

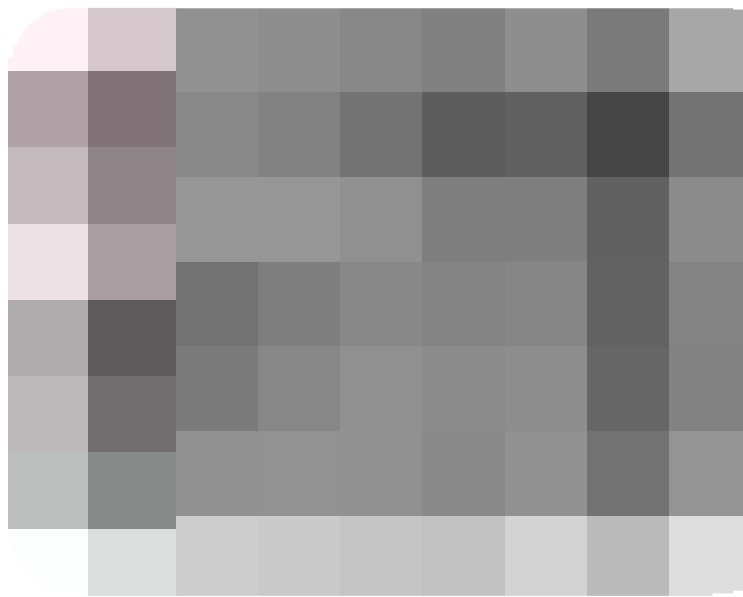
Le présent recherche a pour but :

- 1- de rappeler tout d'abord les grands principes de la DRX
- 2- de montrer l'intérêt que cette technique peut aussi avoir dans des domaines aussi appliqués que la catalyse hétérogène. En effet, la structure d'un catalyseur détermine ses performances catalytiques finales ; aussi ce n'est que via la connaissance approfondie de la structure du catalyseur hétérogène, et la maîtrise de chaque étape de la préparation au travers de techniques analytiques poussées telles que la diffraction des rayons X, qu'il sera possible de

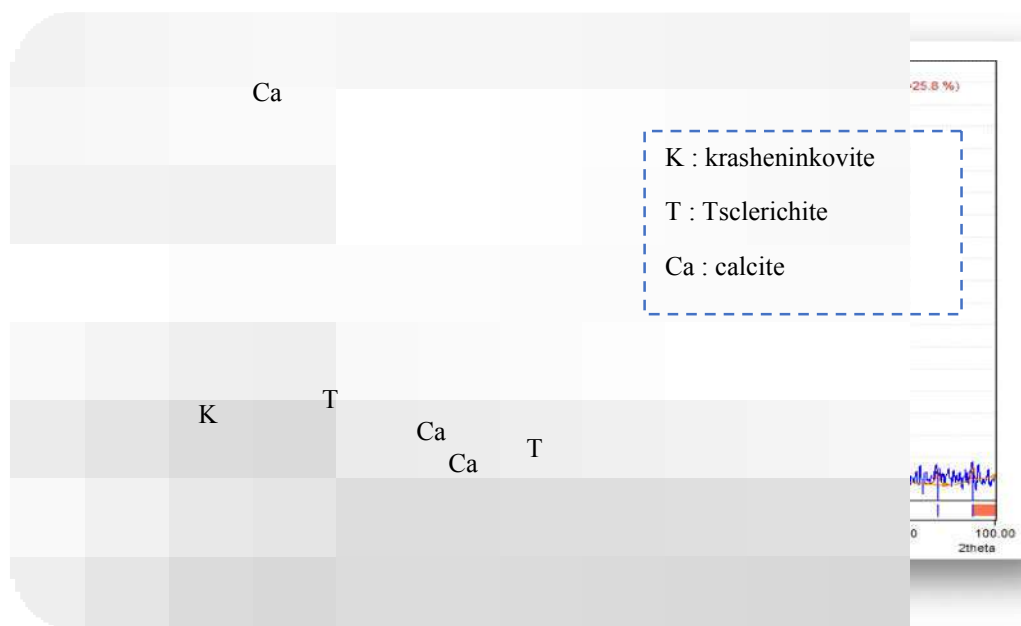
garantir les performances des systèmes catalytiques synthétisés, aussi bien à l'échelle du laboratoire qu'industriellement.

La diffraction des rayons X sur monocristal permet d'étudier les structures cristallines.

La diffraction sur poudres est principalement utilisée pour l'identification de phases. C'est une méthode non destructive utilisée pour l'analyse qualitative et quantitative d'échantillons poly-cristallins. Cette technique est basée sur les interactions de la structure cristalline d'un échantillon avec des radiations de courte longueur d'onde.



**Figure II. 10 :** l'appareil Diffraction de rayon X



**Figure II.11 :** Diffractogramme de L'argile

D'après l'analyse des échantillons en DRX nous montrent les minéraux suivant :

Krasheninkovite , Tscleriche et Calcite.

## II.2-plâtre traditionnelle (Timchemt)

c'est un matériau de construction bien connu dans la construction traditionnelle , largement utilisé dans le dessert est extrait par transfert thermique d'un type de pierre sédimentaire qui composé de sulfate et de carbonate de calcium. [DAOUI .M]

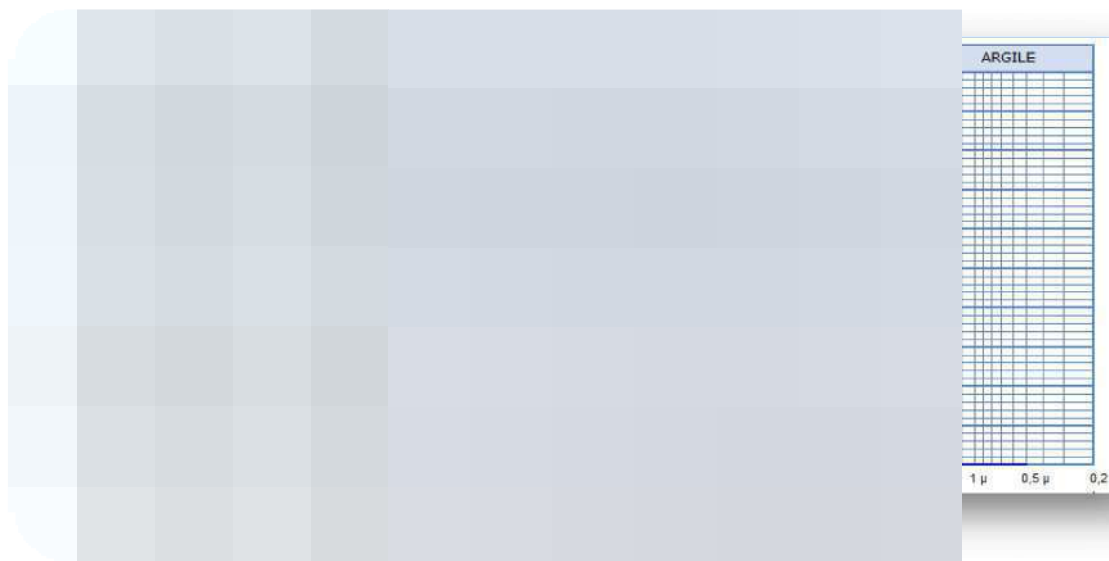
Les essais effectués sur cette argile afin de déterminer ces caractéristiques sont :

- Analyse granulométrique par sédimentation.
- Teneur de l'eau.
- La masse volumique (absolu et apparent).
- Bleu méthylène.
- Analyses chimiques.
- Diffraction des rayons X (DRX).

Ces essais sont réalisés au laboratoire de travaux public de L.T.P.Sud OUARGLA.

### II.2.1.Analyse Granulométrique de gypse traditionnel (norme NF P18 -560)

L'échantillon représentatif doit avoir une masse comprise entre 200D et 600D, ou D en (mm) est la plus grande dimension des granulats dans notre cas nous avons pris 1000 g.



**Figure. II.12:** Courbe d'analyse granulométrique de timchemt

Les résultats de l'analyse granulométrique par sédimentation montre que notre sol est constitué environ de :

- 30% de sable fin
- 24 % de gros sable.
- 23% de limon.
- 21% graviers
- 2% de cailloux

### II.2.2.Masse volumique [CHAHMA.S]

#### a. La masse volumique apparent

La masse volumique apparente d'un matériau est la masse volumique d'un mètre cube du matériau pris en tas, comprenant à la fois des vides perméables et imperméables de la particule ainsi que les vides entre particules. Est donnée par la formule suivante :

$$\rho_{app} = \frac{M1 - M2}{V}$$

$\rho_{app}$  : La masse volumique apparent.

$M1$  : la masse de matériau.

$M2$  : La masse de mesure vide.

$V$  : volume totale du matériau.



Figure .II.13 : la masse volumique apparent

### b. La masse volumique absolu

La masse volumique absolue  $\rho_{\text{abs}}$  est la masse par unité de volume de la matière qui constitue le granulat, sans tenir compte des vides pouvant exister dans ou entre des grains.

est donnée par la formule suivante :

$$\rho_{\text{abs}} = \frac{M}{V}$$

$\rho_s$  : la masse volumique spécifique.

$M$  : La masse d'échantillon.

$V$  : volume absolu.

**Tableau II.5** : les résultats de la masse volumique absolue et apparente

La masse volumique	Absolu ( g/cm <sup>3</sup> )	Apparent(g/cm <sup>3</sup> )
Plâtre traditionnel (timchemt)	2.12	1.05



**Figure .II.14** : la masse volumique absolue

### II.2.3.Équivalent de Sable (norme NF P 18-598)

[[https:// Équivalent\\_de\\_sable](https://Équivalent_de_sable)]

L'équivalent de sable est un indicateur, utilisé en géotechnique, caractérisant la propreté d'un sable ou d'une grave. Il indique la teneur en éléments fins, d'origine essentiellement argileuse, végétale ou organique à la surface des grains. Ce terme désigne

également l'essai qui permet de déterminer cet indicateur. On parle d' « essai d'équivalent de sable piston » ou, plus simplement, d' « essai d'équivalent de sable »

**Principe :**

L'essai consiste à verser un échantillon de sable et une petite quantité de solution floculante dans une éprouvette graduée et d'agiter de façon à détacher les revêtements argileux des particules de sable de l'échantillon. On complète alors le sable en utilisant le reste de solution floculante afin de faire remonter les particules fines en suspension au-dessus du sable. Après 20 min, les hauteurs des produits sont mesurées. L'équivalent de sable est le rapport hauteur du sable sur hauteur totale, exprimé en pourcentage

L'essai d'équivalent de sable permet de manière courante pour évaluer la propriété des sables. L'essai consiste à séparer les particules fines continues dans le sol des éléments sableux plus grossiers. Une procédure normalisée permet de déterminer un coefficient d'équivalent de sable.

-h1 : hauteur de sable propre + éléments fines .

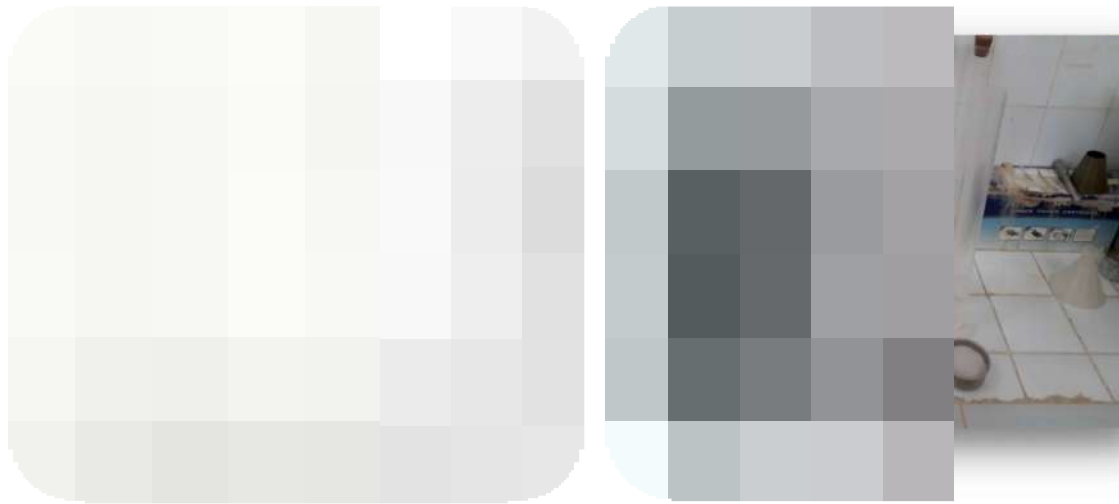
-h2 : sable propre seulement.

$$E_s = \frac{H_2}{H_1} * 100$$

Les résultats obtenus :

**Tableau II.6 :** résultats de l'essai l'équivalent de sable

Echantillon	Type d'essai	Es(%)	Obsevation
Timchemt	Visuel	55.94	Sable argileux - Risque de retrait ou de gonflement, à rejeter pour des bétons de qualité
	Piston	54.18	



**Figure. II.15:** Essai de l'équivalent de sable

[[https:// Équivalent\\_de\\_sable](https://Équivalent_de_sable)]

#### II.2.4. Teneur de l'eau de temchemt

$P_h$  : poids humide de l'eau.

$P_s$  : poids sèche de l'eau.

$$W = \left( \frac{P_h - P_s}{P_s} \right) * 100$$

**Tableau II.7 :** Teneur de l'eau de Timchemt

Essai teneur de l'eau	Résultat (%)
w	0.243

### II.2.5. Analyse chimique de timchemt

**Tableau II.8 :** Analyse chimique de timchemt

	Composants	Pourcentages (%)
<b>Insolubles NF P 15 – 461</b>	Insolubles	9.23
<b>Sulfates BS 1377</b>	SO <sub>3</sub>	15.01
	SO <sub>4</sub>	19.23
	Ca SO <sub>4</sub> / 2H <sub>2</sub> O	85.99
<b>Carbonates NF P 15 – 461</b>		
<b>Chlorures méthode de MOHR</b>	Cl <sup>-</sup>	0.315
	Na Cl	0.517

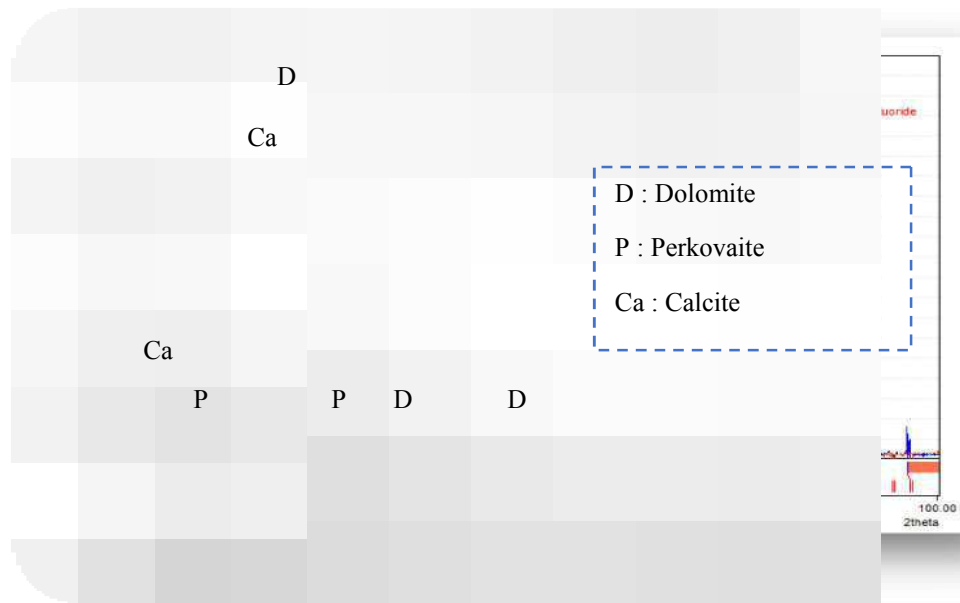
Le tableau montre que les éléments dans le sol est les Carbonates (ca so<sub>4</sub>) en pourcentage environ de 55% est élevés, et en Chlorures sont très faible.

### II.2.6. Essai de Diffraction par rayons X (DRX)



**Figure II.16 :** Echantillon de timchemt





**Figure II.17 :** Diffractogramme de timchemt

D'après l'analyse des échantillons en DRX les résultats obtenus montrent que les minéraux prépondérants sont les suivant :

Dolomite , perkovaite et calcite.

### II.3.Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons essayé d'identifier les caractéristiques des matériaux utilisés.

Cependant les conclusions qu'on peut tirer de la caractérisation de ces matériaux sont :

-L'argile utilisée est une argile de la région de Beldet Âmer qui est très plastique et d'une densité sèche =2,03 .

Timchemt utilisés, de la région de Ouargla, qui se caractérise par :

- une composition de ratios proches de (sable fin 30%, de gros sable 24% ,de limon 23%, graviers 21% ).

- la masse volumique absolue ( $2.12\text{g/cm}^3$ ) et la masse volumique apparent ( $1.05\text{g/cm}^3$ ).

# **Résultats et interprétations**

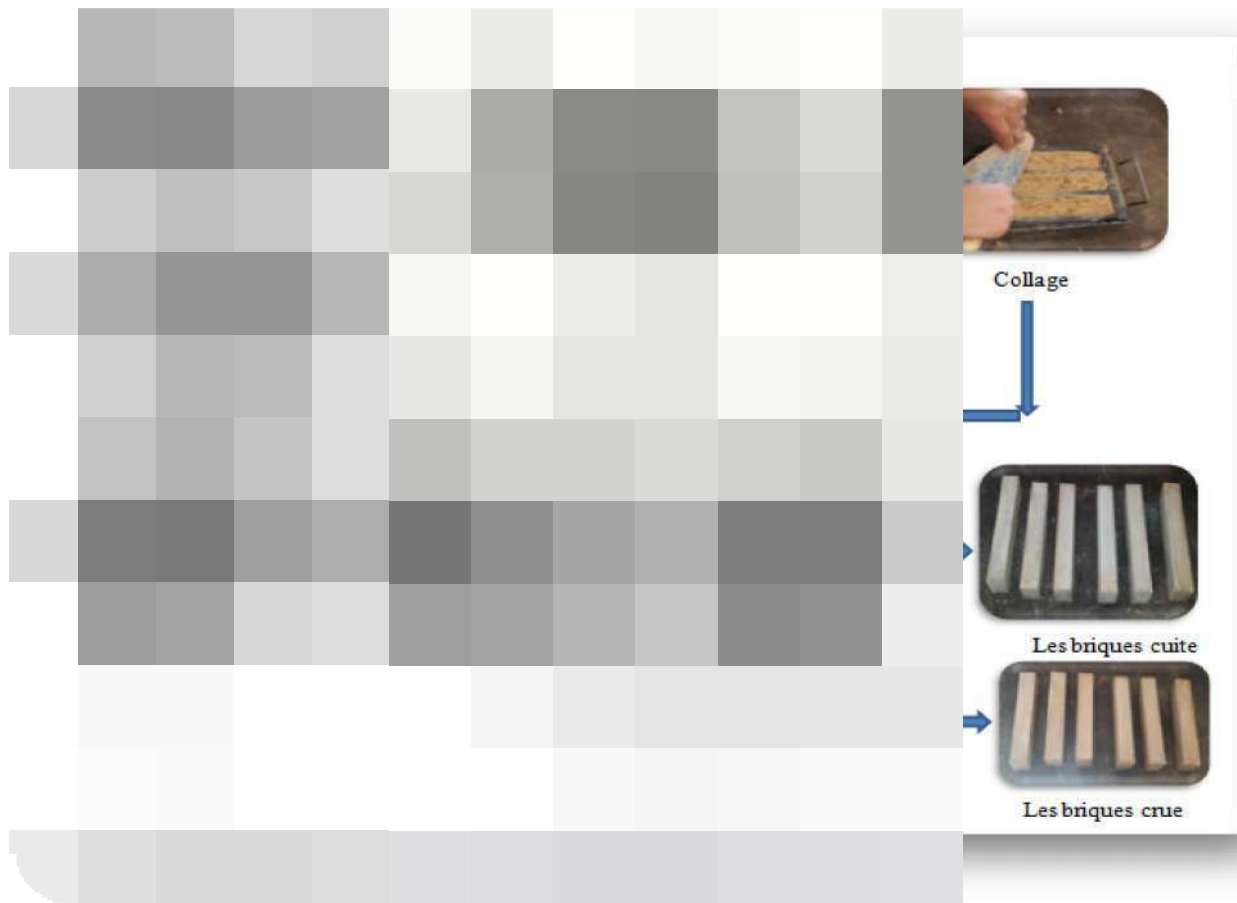
### III.1. Introduction

L'étude expérimentale de notre travail consiste à déterminer les caractéristiques mécaniques des briques de terre crue et cuite de dimensions (16 x 4 x 4) cm ,nous avons effectué de différents essais sur notre briques à savoir : essai mécanique (la résistance à la flexion et La résistance à la compression), la vitesse de propagation de son .

### III.2. Préparation des briques [MEKHERMECH.A]

Pour la préparation des briques, nous avons suivi les étapes suivantes :

- Peser l'argile.
- Peser le timchemt .
- Imbibée l'argile jusqu'à la saturation durant 24h.
- Ajouter le timchemt à l'argile.
- Ajouter l'eau de malaxage.
- Mélanger les ingrédients manuellement.
- Remplissage des moules métalliques.
- Séchage à l'air libre.
- Cuisson dans un four électrique  $T=800^{\circ}\text{C}$  durant 8h (pour les briques de la terre cuite).



**Figure. III.1 :** Fabrication des briques

Nous avons proposé pour notre travail les trois compositions (Argile+Timchemt) suivantes en plus les deux compositions de référence (C<sub>0</sub>, C<sub>4</sub>) .

Les compositions utilisées sont indiquées dans le tableau III.1.

**Tableau III.1 :** Compositions confectionnés

Les compositions	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>
Argile(%)	0	25	50	75	100
Timchemt(%)	100	75	50	25	0

### III.3.Résultats et Discussions

**III.3.1. Masse volumique ( $\rho$ ) :** est une grandeur physique qui caractérise la masse de cette substance par unité de volume.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

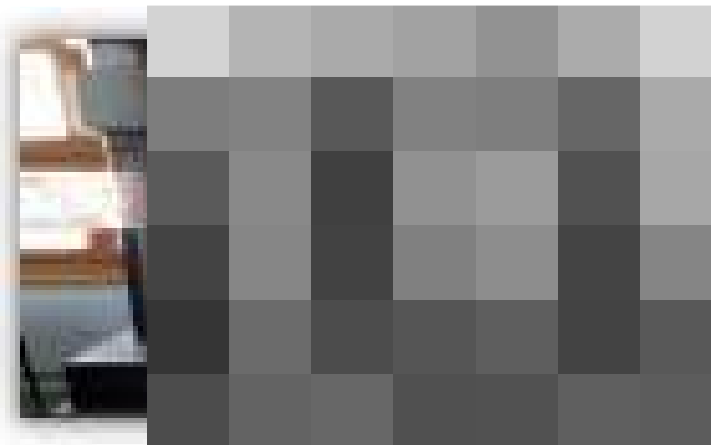
**m** : la masse de l'échantillon

**v** : volume de l'échantillon

### III.3.2. La Résistance à la Compression [MKHERMECHE.A]

L'essai de compression mesure la résistance à la compression d'un matériau sur une machine d'essais mécaniques suivant un protocole normalisé. Les essais de compression se font souvent sur le même appareil que l'essai de traction mais en appliquant la charge en compression au lieu de traction.

Pendant l'essai de compression, l'échantillon se raccourcit et s'élargit. La déformation relative est « négative » en ce sens que la longueur de l'échantillon diminue. La compression tend de plus à amplifier les irrégularités latérales de l'échantillon et, au-delà d'une contrainte critique.



**Figure.III.2** : Essai de Compression.

$$R_c = \frac{F}{s}$$

La résistance à la compression sera déterminée par la formule suivante :

**R<sub>C</sub>** : Résistance à la compression exprimée en MPa.

**F<sub>C</sub>** : Charge maximale supportée par l'éprouvette en N.

**s** : Le surface de la section en mm<sup>2</sup>.

### III.3. 3. Essai de la Résistance à la Flexion (NF P 18-407) [MEKHERMECH. A ]

La flexion est la déformation d'un objet sous l'action d'une charge. Elle se traduit par une courbure. Dans le cas d'une poutre, elle tend à rapprocher ses deux extrémités. Dans le cas d'une plaque, elle tend à rapprocher deux points diamétralement opposés sous l'action.

L'essai de flexion d'une poutre est un essai mécanique utilisé pour tester la résistance en flexion. On utilise la flexion de « trois points » .



**Figure III.3 : Essai de Flexion**

La résistance à la flexion sera déterminée par la formule ci-dessous avec :

$R_f$  : est la résistance à la flexion en MPa.

$F$  : est la force appliquée en N.

$b$  : est la coté de l'éprouvette en mm.

$L$  : la distance entre appuis en mm.

$$R_f = \frac{3fl}{2b^3}$$

#### **III.3.4. Essai ultrasonique (Norme NF P 18-418) [MEKHERMECHE.A]**

C'est un essai non destructif très important qui nous permet de détecter - à la fois- plusieurs caractéristiques des briques telles que : le degré de compacité, le taux de fissuration, les dommages causés par l'écart de température... etc.

Cet essai consiste à mesurer la vitesse du son dans la brique à l'aide d'un appareil comportant une boîte de mesure, un émetteur et un récepteur des ondes.

Le principe de l'essai consiste à presser les deux têtes de mesure sur les deux faces de l'éprouvette, en utilisant une pâte de contact qui facilite la transmission du son. La surface de la brique doit être raisonnablement plane et bien nettoyée Une fois l'appareil mis en marche, on peut lire le temps de propagation en micro -seconde. La vitesse de propagation est donnée alors par l'équation suivante :

$$v = \frac{d}{t}$$

- $V$  : vitesse de propagation en (m / sec)
- $d$  : distance entre les têtes en (mètre) mesurée .
- $t$  : temps en seconde.

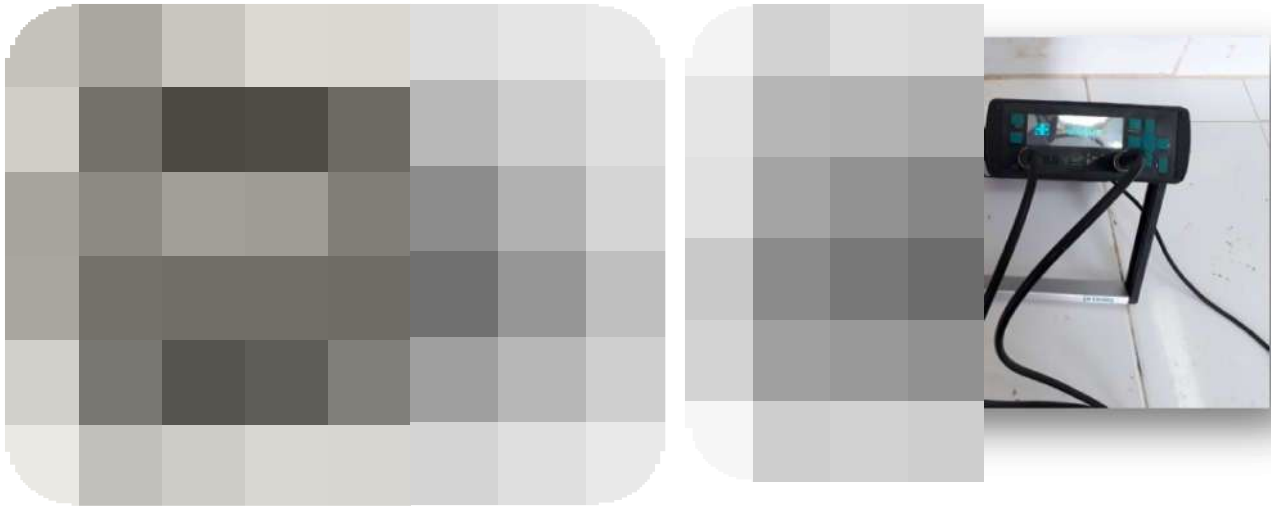


Figure III.4 : Appareil ultrasonique

### III.4. La brique de terre crue

Les graphes suivant présenté les essais effectués :

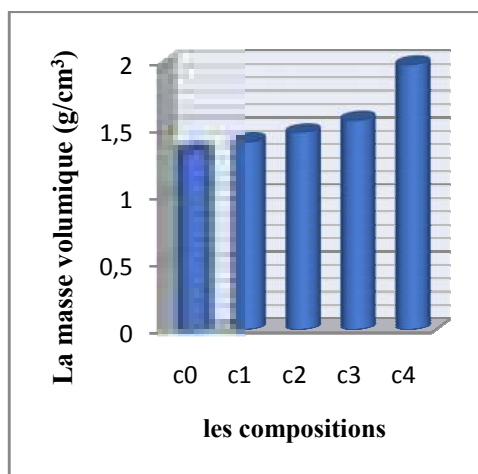


Figure. III.5 : Résultats de Masse Volumique

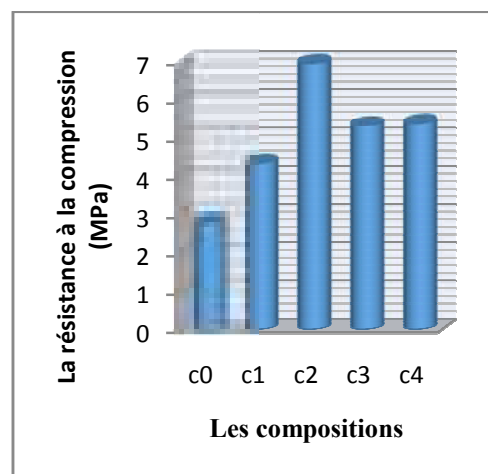


Figure. III.6: Résultats de la résistance à

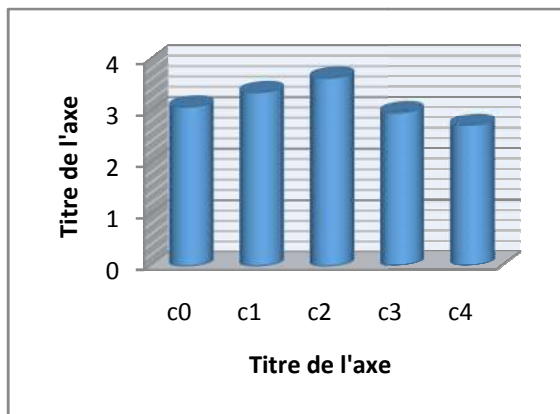


Figure. III.7 : Résistance à la flexion

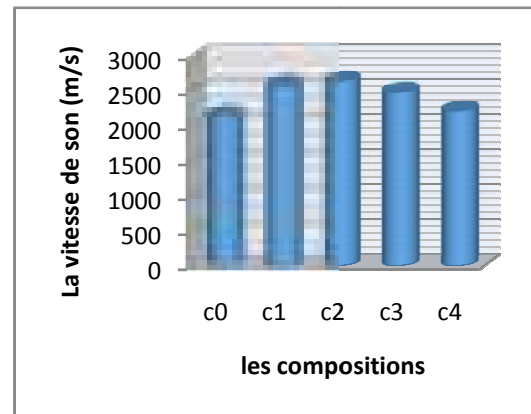


Figure. III.8: résultats d'essai ultrasonique



Figure III.9 : les compositions (photo Microscopique)

A partir des figures (III.5) (III.6) (III.7) (III.8) (III.9) nous constatons que :



- La masse volumique de l'échantillon  $C_4$  est plus élevée car la masse volumique de l'argile est supérieure à celle de timchemt.
- Une diminution de la masse volumique des échantillons  $C_0$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  et  $C_3$  en fonction de la diminution du pourcentage de timchemt dans le mélange.
- L'étude des briques à la compression des éprouvettes, la composition  $C_2$  est donnée les meilleurs résultats et c'est dû à la bonne adhérence.
- La résistance à la compression  $C_0$  et  $C_1$  est faible car la présence de l'argile est faible.
- La résistance à la compression des échantillons  $C_3$  et  $C_4$  est acceptable.
- La valeur maximale de la résistance à la flexion obtenue pour la composition  $C_2$  est plus élevée et peut être expliquée par le pourcentage de 50% de timchemt et 50% de l'argile et cela est dû au taux de timchemt qui est traité la plasticité de l'argile.
- On remarque une augmentation de la valeur de la composition  $C_2$ , on peut expliquer cette augmentation que la brique a été bien compactée et le taux des vides est diminué aussi et cela confirme les résultats de la compression et la flexion.

### III.5. les briques de terre cuite

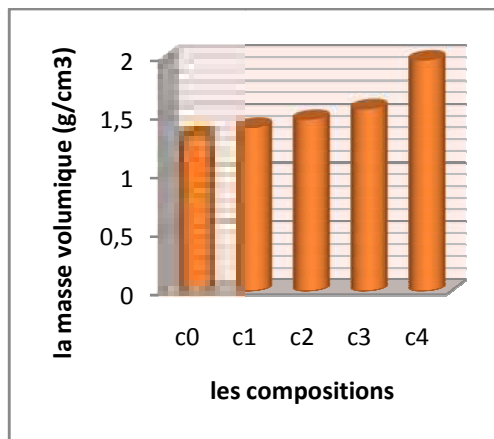


Figure III.10 : la masse volumique

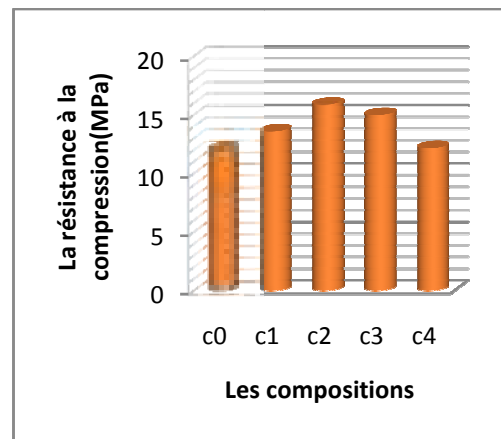


Figure III.11 : La résistance à la compression

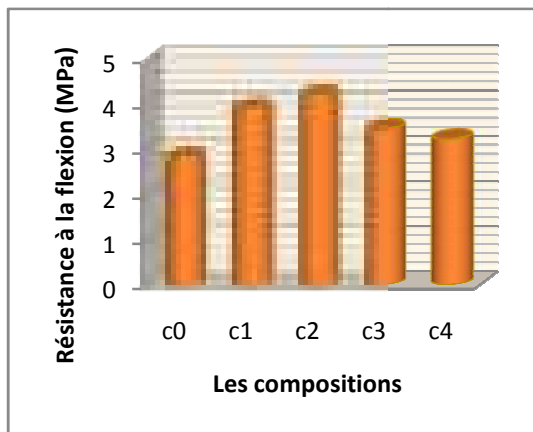


Figure .III.12 : la résistance à la flexion

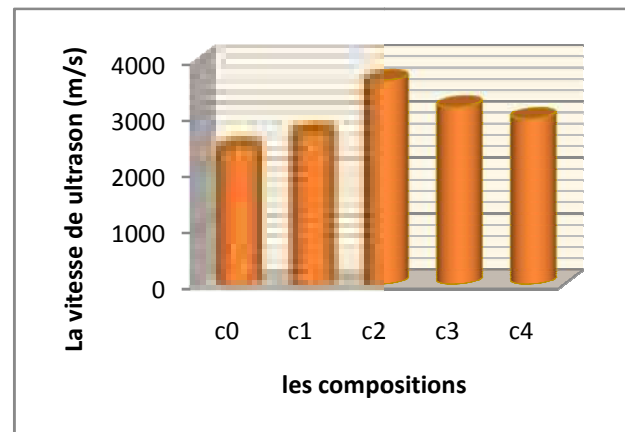


Figure III.13: la vitesse de ultrason



Figure III.14 : les compositions (photo Microscopique)

A partir des résultats obtenu on peut dire :

- La masse volumique de l'échantillon C<sub>4</sub> est supérieure et ça est due à la cuisson des briques de 100% d'argile qui provoque la cristallisation des particule de l'argile ce qui donnée des liaison inter particulaire plus forte.

- Les essais de l'écrasement sur les éprouvette à la compression indique que la composition C<sub>2</sub> qui donne la meilleur résultat, peut être due à l'augmentation de l'adhérence entre l'argile et de timchemt dans l'échantillon.
- la composition C<sub>2</sub> est donnée la meilleur résultat à la flexion, et ça est due aussi à l'augmentation de l'adhérence entre l'argile et de timchemt dans la brique
- l'augmentation de la vitesse de propagation du son dans la composition C<sub>2</sub> ce qui expliqué la diminution du pourcentage les vides dans l'échantillon.

**Tableau III.2 : Résultats des meilleurs compositions de la terre crue et cuite**

	<b>La meilleur résultat la composition de terre crue</b>	<b>La meilleur résultat la composition de terre cuite</b>
<b>La masse volumique <math>\rho</math> (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1.78	1.47
<b>La Resistance à la compression R<sub>c</sub> (MPa)</b>	6.87	15.625
<b>La Resistance à la flexion R<sub>f</sub> (MPa)</b>	4.87	5.062
<b>La vitesse de Son v(m/s)</b>	2649.5	3636.12

### III.6. Conclusion

D'après l'étude expérimentale sur les caractéristiques mécaniques des différentes compositions, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

- La composition C<sub>2</sub> de la brique de terre crue qui donnée un bonne comportement mécanique par rapport les autres briques.
- La composition C<sub>2</sub> est donnée la meilleure de point de vue résistance par rapport aux autres compositions .

## Conclusion générale

L'objectif principal de cette étude est d'apporter notre contribution à la valorisation des matériaux de construction locaux et élargir le domaine de son utilisation de façon rationnelle. Le matériau valorisé est le temchemt qui se trouve en forme de pierres de gypse au sud algérien. A l'heure actuelle il existe très peu de travail de recherche dans ce domaine.

A partir de cette recherche on peut conclure :

La première partie c'est une recherche bibliographique qui s'est étalée sur un aperçu détaillé sur les techniques utilisées, ainsi que la technologie de confection des différents types des briques. Nous avons conclu qu'il existe plusieurs types des briques (la brique de terre crue et cuite) et il existe plusieurs techniques qui peuvent être utilisées dans l'amélioration des performances mécaniques de ces briques.

La deuxième partie c'est la partie expérimentale et nous avons donné les principales caractéristiques des matériaux utilisés:

a- L'argile utilisée est une argile extraite de gisement de Belidet Amor daïra de Touggourt Wilaya de OUARGLA qui se caractérise par :

- Une granulométrie de grande proportion de limon (70%) , sable de fin (20%), Argile (10%).

- La densité sèche est égale à 2.03

- Indice de plasticité d'ordre 38.56 % c'est-à-dire la nature de cet argile est très plastique.

b-Timchemt utilisés, est de la région de Ouargla, qui se caractérise :

- qui se compose de (sable fin 30%, gros sable 24% ,de limon 23%,graviers 21% )

- la masse volumique absolue ( $2.12\text{g/cm}^3$ ) et la masse volumique apparente ( $1.05\text{g/cm}^3$ ).

La troisième partie est consacré à l'étude expérimentale que nous avons utilisés trois compositions (Argile+Timchemt) en différents pourcentages plus les deux compositions de référence ( $C_0$  , $C_4$ ).

Des séries des essais mécaniques tel que l'essai de compression et à la flexion sont effectués sur des différents éprouvettes avec les pourcentage suivants :

- $C_0$  : 100 % Temchemt et 0 % L'argile.
- $C_1$  :75 % Temchemt et 25 % L'argile .

- C<sub>2</sub> :50 % Temchemt et 50 % Argile .
- C<sub>3</sub> :75 % Argile et 25 % Temchemt .
- C<sub>4</sub> :100 % Argile et 0 % Temchemt.

Après l'expérimentation, nous avons tiré les conclusions suivantes :

- La composition C<sub>2</sub> de la brique de terre crue est donnée un bon comportement mécanique par rapport aux autres formulations.
- La composition C<sub>2</sub> est donnée le meilleur résultat mécanique par rapport aux autres compositions de brique de terre cuite car les briques travaillent à la compression.

## *Perspectives*

- ❖ D'après les résultats obtenus par cette recherche, et en vue d'une future utilisation rationnelle et efficace des matériaux locaux, nous Nous faisons des recommandations suivants :
- ❖ Une étude économique des briques ( Timchemt- argile)..
- ❖ Étude thermique.
- ❖ Ajuster les pourcentages.
- ❖ Etudier l'influence de la température de cuisson sur les propriétés physico-mécaniques des briques.
- ❖ Stabilisation des briques à base d'argile en présence d'un liant.
- ❖ Renforcement de la matrice par l'ajout des fibres comme les fibres de palmier dattier ou de la paille...etc.

## Références Bibliographiques

- [ 1 ] Armand Pascal T. ; Etude des constructions en briques de terre stabilisée a l'aide des extraits du parkibiglobosa ; Mémoire de master en ingénierie de l'eau et de l'environnement ;21 Juin 2010.
- [2]AVLISET I., «Matériaux de terre cuite» Technique de l'ingénieur
- [3] Baccour Zghal H, Medhioub M et Mhiri T ; « Caractérisation physicochimique et mécanique de matériaux céramiques obtenus à partir des argiles Tunisiennes » Verres, Céramiques & Composites, Vol.1, N°2, 25 □33 ; 2011.
- [ 4] CHAHMA S. ; « Etude des propriétés Thermo –Mécaniques des briques en terre gypse traditionnel (temchemt) stabilisée par le ciment ou par la chaux (cas de la ville d'ouargla) 2018.
- [5]Chaker A. A. « Etude des caractéristiques thermiques et mécaniques des matériaux de construction du sud Algérien », Thèse de Doctorat d'Etat. INSA de Lyon ;2000.
- [6 ] CHAIB H. ; Thèse de doctorat «Contribution à l'étude des Propriétés Thermo-Mécaniques des Briques en Terre Confectionnée par des Fibres Végétale Locale. (Cas de la ville de Ouargla) » université KASDI MERBAH – OUARGLA 2017.
- [7] HAKKOUM S. ; «Etude des caractéristiques thermiques et mécaniques des briques en terre cuite traditionnelles dans les régions de la wilaya de Ouargla ». mémoire de magister université KASDI MERBAH – OUARGLA 2015.
- [9] MEKHERMECHE A. ; «Contribution à l'étude des propriétés mécaniques et thermiques des briques en terre en vue de leur utilisation dans la restauration des Ksours sahariennes ». Mémoire de magister université KASDI MERBAH – OUARGLA 2012.
- [10] MEUKAM P., NOUMOWE A., JANNOT Y et Duval. R «Caractérisation thermophysique et mécanique de briques de terre stabilisées en vue de l'isolation thermique de bâtiment» Materials and Structures / Matériaux et Constructions, Vol. 36, 2003, pp Aout Septembre2003
- [11 ] OPMV«Entretien et restauration des façades des constructions traditionnelles dans la vallée du M Zab»2011
- [ 12 ] Fiche technique Qualiremo,«La terre crue», «[www. tkterrecrue.html](http://www.tkterrecrue.html).»,avril 2008

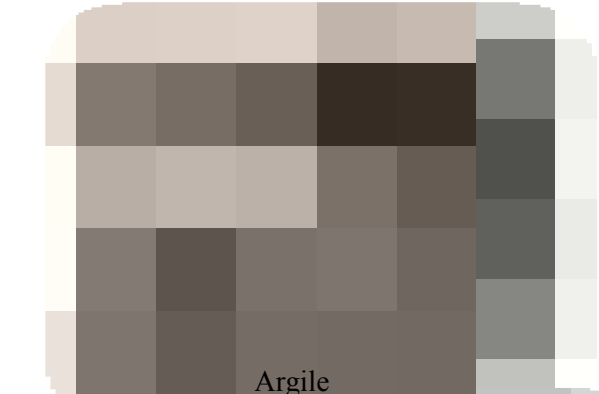
- [13] Fédération Belge De La Brique «La brique de terre cuite», Juin2006
- [14] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Brique\\_\(matériau\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Brique_(matériau))10/05/2019
- [15 ] [w.jec/3-Briques-Terre-Cuite-:-de-solide.]  
[www.jeconstruisterrecuite.com/.../3-Briques-Terre-Cuite-:-de-solide/](http://www.jeconstruisterrecuite.com/.../3-Briques-Terre-Cuite-:-de-solide/)05/05 2019
- [16][ w.tec-ing.fr/...terre-cuite] <https://www.techniques-ingenieur.fr/...terre-cuite.../conclusion-c> 20/05/2019
- [17][[https://fr.Analyse\\_granulométrique](https://fr.Analyse_granulométrique)]  
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse\\_granulométrique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse_granulométrique) 05/07/2019.
- [18] [svtmarcq.e- la-densite une-roche.html]  
[svtmarcq.e-monsite.com/pages/mesure-de-la-densite-approchee-d-une-roche.html] 05/05/2019
- [19] [w. teneur-en-eau-dun-sol] [www.wikitp.fr/essais-de-sol/teneur-en-eau-dun-sol](http://www.wikitp.fr/essais-de-sol/teneur-en-eau-dun-sol)  
07/07/2019
- [20] [[https:// Essai\\_au\\_bleu\\_de\\_méthylène](https://Essai_au_bleu_de_méthylène)]  
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Essai\\_au\\_bleu\\_de\\_méthylène](https://fr.wikipedia.org/wiki/Essai_au_bleu_de_méthylène) 07/07/2019
- [21][[https://Équivalent\\_de\\_sable](https://Équivalent_de_sable)][https://fr.wikipedia.org/wiki/Équivalent\\_de\\_sable](https://fr.wikipedia.org/wiki/Équivalent_de_sable)  
15/06/2019
- [22] [[https:// diffraction-rayons-x](https://diffraction-rayons-x)]  
wikipédia ;<https://fr.wikipédia> ;[https://fr.wikipedia.org/wiki/Cristallographie\\_aux\\_rayons\\_X](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cristallographie_aux_rayons_X) 07/07/2019.
- [23][ DAOUI .M] الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للطين والتيمشمت بقصور تقرت.جامعة قاصدي مرباح ورقلة. 2018



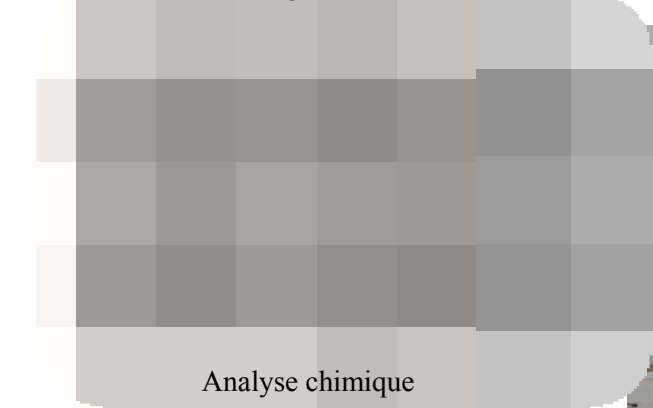
# Annexe



Belidet Amor



Argile



Analyse chimique



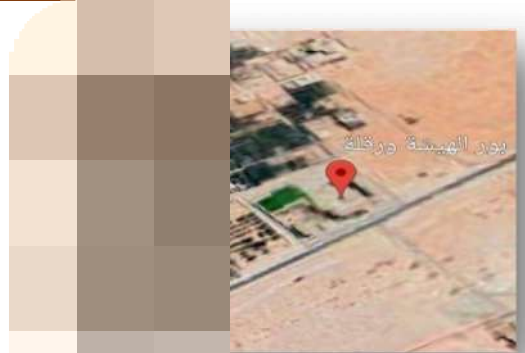
Analyse granulométrique par sédimentation



Echantillon d'argile



Melange



La region d Ouargla



Timchemt



Tuf



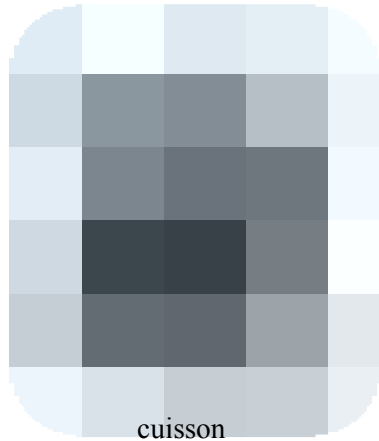
Echantillon Timchimt



Demoulage



Les briques crue



cuisson



Les briques cuites



Demoulage les briques de timchemt



Les briques de timchemt



Four traditionnel