



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Ahmed Draïa Adrar  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département des Sciences de la Technologie

## MEMOIRE

### MASTER ACADEMIQUE

**Domaine :** Sciences et Technologies

**Filière :** Génie Civil

**Spécialité :** Matériaux en Génie Civil

**Intitulé**

## Valorisation industrielle des argiles de la région d'Adrar

**Présenté par :**

OULED ABD ESLAM Fatma

BOUREGAA Nouria

Soutenu publiquement le 08/07/2019

**Devant le jury :**

**Président :** Mr. ABDELJALIL M'hamed    M. A. A    Univ. Adrar

**Promoteur :** Mr. ABBOU Mohammed    M. A. A    Univ. Adrar

**Examineur :** Mr. SEMCHA Abdelaziz    M. C. A    Univ. Adrar

**Année Universitaire : 2018/2019**



*Dédicace*

*Je dédie ce travail :*

*A mes très chers parents qui m'ont soutenus et encouragés durant toute la période de mes études, que dieu les protège et me donne la force pour que je puisse leurs rendre un petit peu de leurs bien que je ne peux jamais arriver à faire ça.*

*A mes encadreur Abbou Mohammed*

*A mes frère Abd Alkader et Moustapha*

*A mes Soeurs : Saida, Rachida, Karima, Haddaa, Nabila*

*A Toute la famille Ouled Abd Eslam et Zaidi*

*A mon binôme nouria.*

*A tous Mes amies pour tous les bons moments passés ensemble.*

*Merci à tous*

*Fatma*

*Dédicace*

*Je dédie ce travail :*

*A mes chers parents qui m'ont soutenus et encouragés durant toute la période de mes études, que*

*dieu les protège et me donne la force pour que je puisse leurs rendre un petit peu de leurs bien que je ne peux Jamais arriver à faire ça.*

*A mon encadreur Abbou Mohammed*

*A mes frères : Abd Alaziz, chikhe, Abd alani Boujmma, abd slam*

*Amaes sœurs : Halima, Houria et Ouhiba.*

*Toute la famille sur toute ma grande mère*

*A mon binôme Fatma .*

*A tous mes amie⤵ pour tous les bons moments passées ensembles.*

*Merci à tous*

*Nouria*

# **R**emerciement

*Nous remercions avant tout Allah de nous avoir gardé en bonne santé afin de mener à bien ce projet de fin d'étude. Nous remercions également nos familles pour les sacrifices qu'elles ont fait pour que nous terminions nos études.*

*Nous exprimons toutes nos profondes reconnaissances à notre encadreur **Pr. Abbou Mohammed** qui nous a témoigné de sa confiance et de son aide scientifique et qui par son expérience et sa compétence.*

*Nous adressons de chaleureux remerciements à tous les enseignants et les travailleurs de Département de Génie Civil.*

*Nous remercions également les membres de jury pour l'effort qu'ils feront dans le but d'examiner ce modeste travail.*

*Mes remerciements vont également à tous ceux qui de près ou de loin nous ont apporté aide et encouragement. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.*

## Liste de symbole

BTP : Bâtiment Travaux publique

Abs : L'absorption d'eau

$Al^{+3}$  : Ion d'aluminium

A1 : Adrar de l'échantillon argile numéro 1

A2 : Adrar de l'échantillon argile numero2

A3 : Adrar de l'échantillon argile numéro 3

A4 : Adrar de l'échantillon argile numéro 4

$Al_2O_3$  : Oxyde d'aluminium

$Ca^{++}$  : Ion de calcium

D : Diamètre (m)

H: perte en poids

$H_2O$  : Eau

$I_p$  : Indice de plasticité

$K^+$  : Ion de potassium

$l_0$  : longueur de l'échantillon avant séchage

$l_1$  : de l'échantillon après séchage

$Mg^{+2}$  : Ion de magnésium

n :la porosité

$Na^+$  : Ion de sodium

$O^{-2}$  : Ion d'oxygène

OH : Hydroxydes

$Fe^{+2}$  : Ion de fer

R : Retrait linéaire

R1: Reggane de l'échantillon argile numéro 1

R2: Reggane de l'échantillon argile numéro 2

R3: Reggane de l'échantillon argile numéro 3

R4: Reggane de l'échantillon argile numéro 4

$Si^{+4}$  : Ion de silicium

$SiO_2$  : Oxyde de silicone

SST : Surface spécifique totale (m<sup>2</sup>/g)

t : Temps (s)

T 1: Timimoun de l'échantillon d'argile numero1

T2: Timimoun de l'échantillon d'argile numero2

T3: Timimoun de l'échantillon d'argile numero3

T4: Timimoun de l'échantillon d'argile numero4

T-O : Tétraédrique- octaédrique

T-O-T : Tétraédrique- octaédrique- Tétraédrique

T-O-T-O : Tétraédrique- octaédrique- Tétraédrique- octaédrique

$m_0$  : masse de l'échantillon avant séchage

$m_t$  : masse de l'échantillon sèche

$m_d$  : la masse sec

$m_h$  : la masse humide

$V_{BS}$  : Valeur de bleu méthylène

$v_d$  : volume de la masse sec

$v_h$  : volume d'humide

$W$  : Teneur en eau (%)

$w_L$  : Limite de liquidité (%)

$w_P$  : Limite de plasticité (%)

$W_R$  : la teneur en eau qui correspond à la limite de retrait

$\gamma_s$  : Poids spécifique du solide (Kg/m<sup>3</sup>)

$\gamma_w$  : Poids spécifique d'eau (Kg/m<sup>3</sup>)

## Sommaire

Introduction General .....	1
<b>Chapitre I : Synthèse bibliographique</b>	
I. Introduction : .....	4
II. Notions générales sur les argiles .....	4
II.1.Définition :.....	4
II.2.Structure, minéralogie, et propriétés des argiles .....	4
II.2.1.Unité structurale tétraédrique .....	4
II.2.2.Unité structurale d'octaèdre d'aluminium ou éventuellement de magnésium .....	4
II.2.3.Différents classes des minéraux argileux.....	6
II.3 Les principaux types des argiles .....	9
II.3.1. La kaolinite .....	9
II.3.2. Les illites.....	9
II.3.3. Montmorillonite .....	10
II.4.Forme et surface spécifique.....	11
III. Caractéristiques des principales argiles utilisées dans la céramique .....	12
III.1. Exigences technologiques.....	12
IV. Céramiques .....	15
IV.1.Historique .....	15
IV.2 Produite céramiques .....	17
IV.3. classification.....	17
IV.4. Fabrication .....	18
<u>IV.5. Contrôle et réception</u> .....	25
<u>V .Aperçu générale de la géologie d'Adrar</u> .....	26
<u>VI. Conclusion</u> .....	27
<b>Chapitre II : Caractérisation des matériaux utilisés</b>	
I.Intruduction :.....	29
II. Localisation des gisements étudiés .....	29
III. Identification des matériaux utilisés .....	30
III.1.Programme d'essais .....	30
III.1.1.L'analyses granulométriques par sédimentaire (NF P 94-057): .....	31
III.1.2. Le poids spécifiques des grains solides (NF P94-054) .....	32
III.1.3.Limite d'Atterberg (NF p 94-051).....	34
III.1.4 Limites de retrait WR (XP P 94 060-1).....	37
III.1.5. L'essai au bleu de méthylène(NF P94-68).....	38
IV: Les analyses chimiques .....	40
V. Conclusion .....	41

## Chapitre III: Etude expérimentale

<u>I.Introduction</u> .....	43
<u>II.Méthodes et matériel</u> .....	43
<u>II.1. Les étapes de fabrication de produite</u> .....	43
<u>II.1.1. Extraction</u> .....	43
<u>1. Préparation de la pâte</u> .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<u>II.1.2. Façonnage</u> .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<u>II.1.3. Séchages</u> .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<u>II.1.4. Cuisson</u> .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<u>III.Valorisation</u> .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<u>IV.Conclusion</u> .....	60
Conclusion général .....	66



# 1 Liste des figures

## CHAPITRE I

Figure I.1 : Couches tétraédriques et octaédriques [1] .....	5
Figure I.2 : Représentation polyédrale d'un feuillet tri octaédrique(a) et di octaédrique (b) [1].....	5
Figure I.3 : Représentation de la structure minéralogique d'une particule d'argile. [2].....	6
Figure I.4: Représentation des empilements de tétraèdres siliceux et d'octaèdres alumineux d'un minéral de type TO [1]. .....	7
Figure I.5: Représentation schématique des empilements de tétraèdres siliceux et d'octaèdres alumineux d'un minéral de type TOT [2].....	7
Figure I.6: Représentation des empilements de tétraèdres siliceux et d'octaèdres alumineux d'un minéral de type TOTO [1] .....	8
Figure 1.7 : Structure des minéraux inters stratifiés [1].....	8
Figure 1.8 : Structure d'illite [Lambe, 1953] [10]. .....	9
Figure 1.9 : Structure d'illite [Lambe, 1953] [10]. .....	10
Figure 1.10 : Représentation schématique de la structure (a) d'une argile TO de type kaolinite et (b) d'une argile T-O-T de type montmorillonite [1]. .....	11
Figure I.11 : Forme des particules argileuses (Fagel, 2005,) [2] .....	11
Figure I.12 : Type de quelques utilisations des produits céramiques [5].....	16
Figure I.13 : Feldspath et kaolin .....	17
Figure .I.14 : Extraction d'argile.....	19
Figure .I.15 : Broyage et malaxage de l'argile.....	20
Figure I.16 : Production des briques .....	20
Figure I.17 : Produits céramiques .....	21
Figure I.18 : Schéma de séchage de la terre cuite.....	22
Figure I.19 : Four tunnel .....	23
Figure I.20 : Fonctionnement d'un four tunnel .....	23
Localisation du gisement d'argile Figure I.21 : Schéma de la ligne de production des briques cuite.....	24

## 2 CHAPITRE II

Figure II.1 : utilisée (Région de Regagne).....	29
Figure II. 2 : Localisation du gisement d'argile utilisée (Région d'Adrar).....	30
Figure II.3 : La zone de prélèvement (Région Timimoun).....	30
Figure II.4 : Appareillage de l'analyse granulométrique par sédimentation .....	31
Figure II.5 : Classification triangulaire des argiles étudiées. ....	32
Figure II.6 : La détermination des poids volumiques spécifiques .....	33
Figure II.7 : Définition des limites d'Atterberg.....	34
Figure II.8 : Mode opératoire de limite liquidité .....	35
Figure II.9 : Mode opératoire de la limite de plasticité.....	36
Figure II.10 : Classification de l'argile étudiée sur le diagramme de casagrande .....	37
Figure II.11 : Mode opératoire de la limite de retraites.....	37
Figure II.12 : Abaque de plasticité de casagrande et position des minéraux argileux les plus connus.....	38
Figure II.13 : Classification des sols selon la valeur de bleu de méthylène.....	39
Figure II.14 : Appareillage.....	39

## CHAPITRE III

Figure III.1 : Site d'extraction d'argiles.....	44
Figure III.2 : Broyage et Malaxage de la pâte.....	44
Figure III.3 : Moulage et pressage de la pâte.....	45
Figure III. 4 : Séchage à l'étuve.....	45
Figure III.5 : Retrait linéaire après séchage.....	46
Figure III.6 : Absorption d'eau.....	47
Figure III.7 : l'éprouvette après séchage à l'étuve.....	48
Figure III .8: Perte en poids avant cuisson de l'argile d'Adrar.....	49
Figure.III .9: Perte en poids avant cuisson de l'argile de Timimoun.....	45
Figure III .10: Perte en poids avant cuisson de l'argile de Reggane.....	46
Figure III .11: Retrait linéaire de l'argile d'Adrar.....	47
Figure III .12: Retrait linéaire de l'argile de Timimoun.....	47
Figure III .13: Retrait linéaire de l'argile de Reggane.....	48

Figure III .14 : Perte en poids après cuisson (l'argile d'Adrar). .....	49
Figure III .15 : Perte en poids après cuisson (l'argile de Reggane). .....	49
Figure III .16 : Perte en poids après cuisson (l'argile de Timimoun). .....	49
Figure III .17: Retrait linéaire de l'argile d'Adrar après cuisson.....	50
Figure III .18: Retrait linéaire de l'argile de Timimoun après cuisson.....	51
Figure III .19: Retrait linéaire de l'argile de Reggane après cuisson.....	51
Figure III .20: Variation de l'absorption après cuisson de l'argile d'Adrar en fonction des températures .....	52
Figure III .21: Variation de l'absorption après cuisson de l'argile de Timimoun en fonction des températures .....	52
Figure III .22 : Variation de l'absorption après cuisson de l'argile de Reggane en fonction des températures .....	53
Figure III. 23 : Classification des argiles étudiées selon le diagramme de Gippini [1969].....	55
Figure III.24 : Répartition granulométrique des argiles étudiées et diagramme de Winkler .....	56

### 3 Liste des tableaux

#### CHAPITRE I

Tableau I.1 : Seuils granulométriques optimaux des matériaux en céramique (Wetshon do Osomba , 2012) .[5] .....	13
Tableau I.2 : Les principales conséquences liées à la minéralogie de l'argile (Kornmann, (2005) [10] .....	14
Tableau I.3 : Limites admissibles d'utilisation des argiles en céramique (Kornmann, 2005;Wetshondo Osomba, 2012).[11] .....	15
Tableau I.4 : les limites admissibles de chaque élément chimique [4] .....	18
Tableau I.5: les limites admissibles de coefficient d'absorption des produits céramiques [4].....	26

#### CHAPITRE II

Tableau II.1 : Granularité des sols étudiés.....	31
Tableau II.2 : Poids spécifique des différentes argiles étudiées .....	33
Tableau II. 3 : Valeurs de $G_s$ pour différents types de sol à 20°C [3 ] .....	33
Tableau II.4: Limites de liquidité des argiles étudiées .....	35
Tableau II.5 :limites de plasticité des argiles analysées .....	36
Tableau II.6:l'indice de plasticité des argiles étudiées .....	36
Tableau II.7: Limites de retrait des argiles étudiées .....	38
Tableau II.8 : Valeurs de VBS et SST .....	40
Tableau II.9: Composition chimique sommaire des argiles étudiées .....	41

#### CHAPITRE III

Tableau III.1 : Calcination matière organique .....	57
Tableau III.2 : Valeurs de la porosité .....	58

# Introduction générale

### **Introduction Générale :**

L'argile est un matériau de roche sédimentaire souvent composé de minéraux  $AL_2O_3$ , utilisés par l'homme de puis la plus anciennement et nécessaires à la vie quotidienne, que l'on retrouve dans la nature sous différentes couleurs, composées de rouge et de jaune,..... etc [3].

La qualité du produit céramique fini dépend de plusieurs paramètres qui sont liés principalement à la nature des matières premières utilisées et au comportement pendant les différentes étapes de la fabrication des produits céramiques. Ainsi, l'amélioration des produits céramiques finis du point de vue qualité, esthétique et prix de revient peut se faire à deux niveaux ; elle commence d'abord par le choix des matières premières utilisées qui influencent directement la qualité du produit final puis par le procédé de fabrication (préparation de la pâte, façonnage, séchage, cuisson).[3]

Durant ces dernières années le développement de la construction des logements au Sud Algérien, telle que la région d'Adrar l'une des plus vastes régions dans le Sud algérien a engendré un besoin énorme en matériaux de construction conventionnels. Des efforts ont été orientés vers le développement de nouvelles méthodes de construction en utilisant des matériaux locaux afin d'apporter une réponse adéquate à cette crise.[15]

Par ailleurs géologiquement la wilaya d'Adrar est située dans la plateforme saharienne, devant ce contexte géologie la zone d'Adrar dispose une richesse minière telle que les formations argileuses [13]

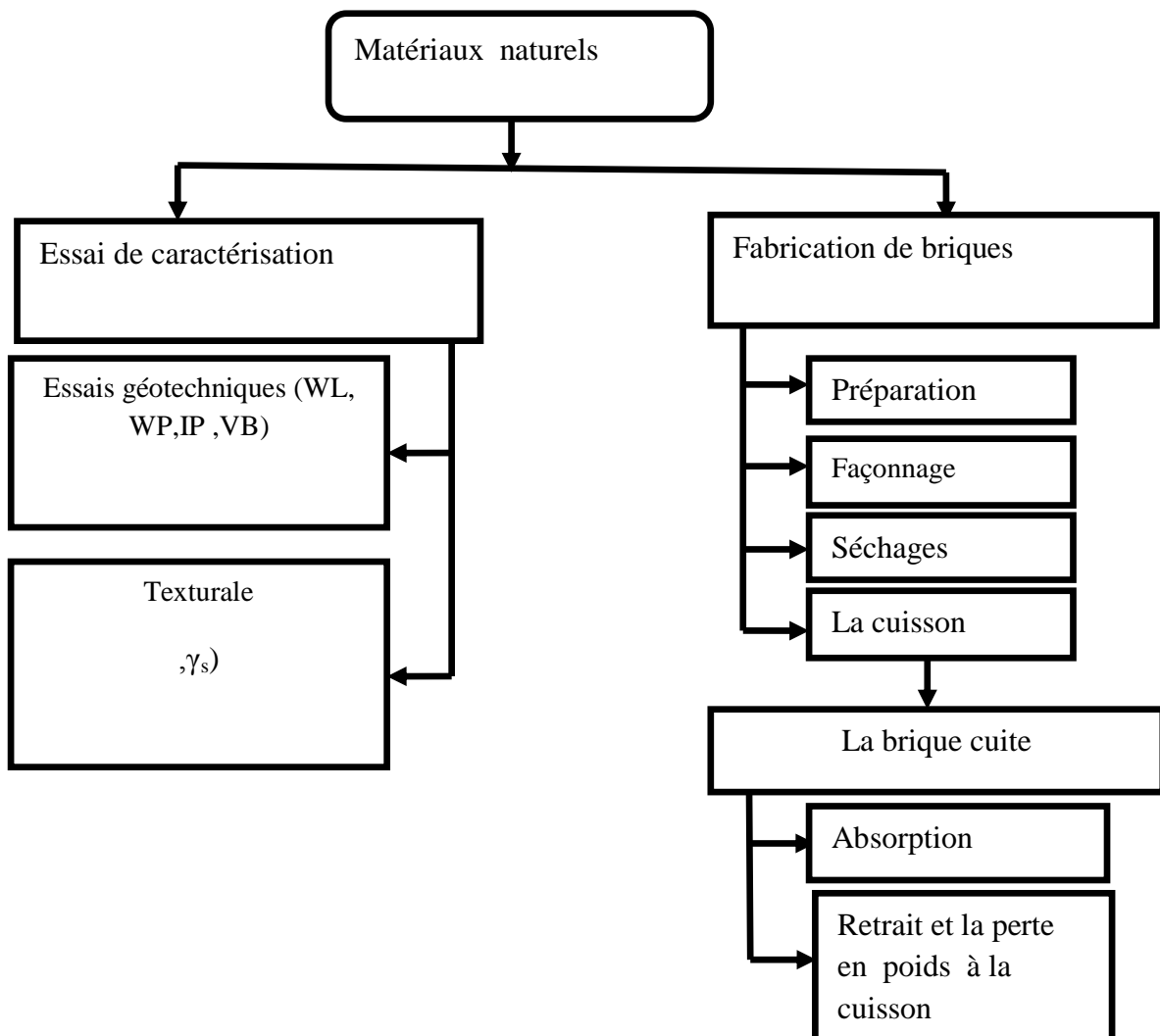
Nous avons structuré notre mémoire comme suivant :

Le premier chapitre exposera des généralités sur la fabrication de produits céramiques, ainsi que des généralités sur les argiles.

Le deuxième chapitre est consacré pour les essais d'identification des matériaux étudiés.

Une étude d'identification des caractéristiques céramique des briquettes à différentes températures de cuisson de  $550^{\circ}C$  à  $900^{\circ}C$  est présentée au troisième chapitre.

## a. Méthode et méthodologie :



## **Chapitre I**

# **Synthèse bibliographique**



## I. Introduction :

Dans ce chapitre nous avons présenté les différentes familles des argiles et leurs structures, ainsi que les exigences techniques de fabrication des produits de céramique. Par ailleurs, nous avons représenté la fourchette des pourcentages des éléments chimiques pour accepter l'argile dans la conception des produits de céramique.

Finalement, les différents processus de fabrication et les différents critères du contrôle des produits de céramique (Exemple : briques de terre cuite) sont présentés.

### I.1 Notions générales sur les argiles :

#### I.1.1 Définition :

Le terme argile vient du mot grec « argilos », dont la racine argos signifie blanc, ce sont des aluminosilicates dont la structure est formée d'un empilement de feuillets.

Il n'existe de définition unique du terme « argile ». Ce mot englobe deux connotations, l'une liée à la taille des grains et l'autre à la minéralogie [2].

Cette définition dépend de la discipline concernée: Le géologue ou le pédologue considère comme « argile » tout minéral de faible granulométrie, la limite étant fixée à 2 ou 4 microns selon les cas. Les ingénieurs s'attachent plutôt aux propriétés de plasticité des matériaux argileux quel que soit leur taille. Les céramistes regroupent les matériaux selon leurs comportements au chauffage.[1].

#### II.1. Structure, minéralogie, et propriétés des argiles :

Les particules d'argile sont formées d'un empilement de feuillets qui sont constitués par l'association de deux unités structurales de base, ces feuillets sont formés par la juxtaposition des couches structurales tétraédriques (silice) et octaédriques (aluminium)[1].

##### II.2.1. Unité structurale tétraédrique :

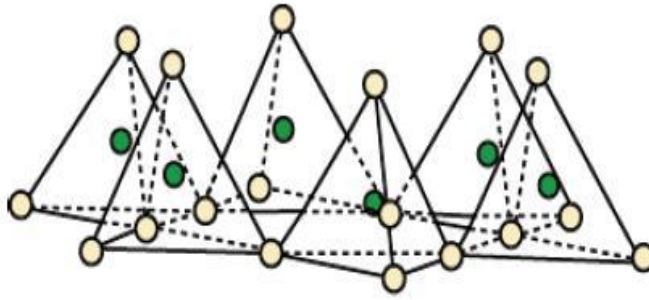
L'unité structurale tétraédrique est formée d'un tétraèdre au sommet duquel quatre ions d'oxygène ( $O^{2-}$ ) enserment un ion de silicium ( $Si^{4+}$ ) équidistant de chacun d'eux.

Ce tétraèdre est matérialisé par la présence d'une cavité comprise entre trois sphères en contact, d'une couche hexagonale d'oxygène, et une sphère de la couche contiguë d'oxygène. (Figure I.1). [1].

##### II.2.2. Unité structurale d'octaèdre d'aluminium ou éventuellement de magnésium

Dans l'élément octaédrique, l'ion central est soit un ion d'aluminium ( $Al^{+3}$ ), soit un ion de magnésium ( $Mg^{+3}$ ). Ces derniers sont entourés par six ions d'hydroxyde ( $OH^-$ ) (Figure I.1). Les unités octaédriques sont liées ensemble de telle sorte que chaque groupement fonctionnel ( $OH^-$ ) est partagé entre 3 unités octaédriques.[1]

## Couche tétraédrique



## Couche octaédrique

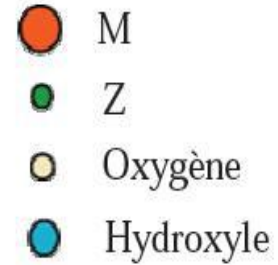
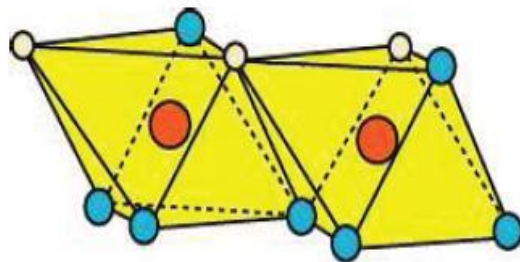


Figure I.1 : Couches tétraédriques et octaédriques [1]

Les vides octaédriques peuvent eux aussi recevoir des ions tel que  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  et  $\text{Fe}^{2+}$ . Quant tous ces derniers sites sont occupés par des ions divalents ( $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ) on dit que le minéral est d'octaédrique. Par contre si 2/3 de ces sites sont occupés par des ions trivalents on dit du minéral qu'il est tri octaédrique (figure I.2) [2].

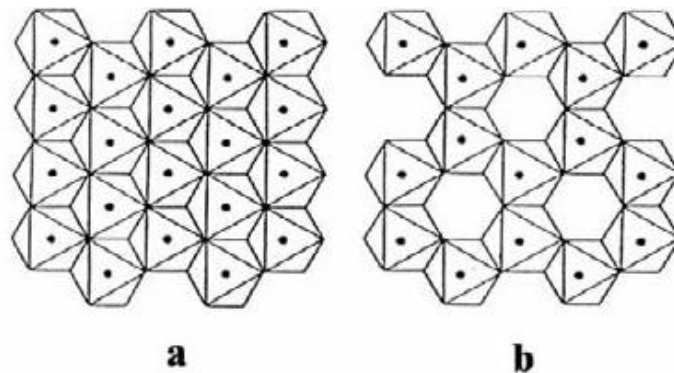
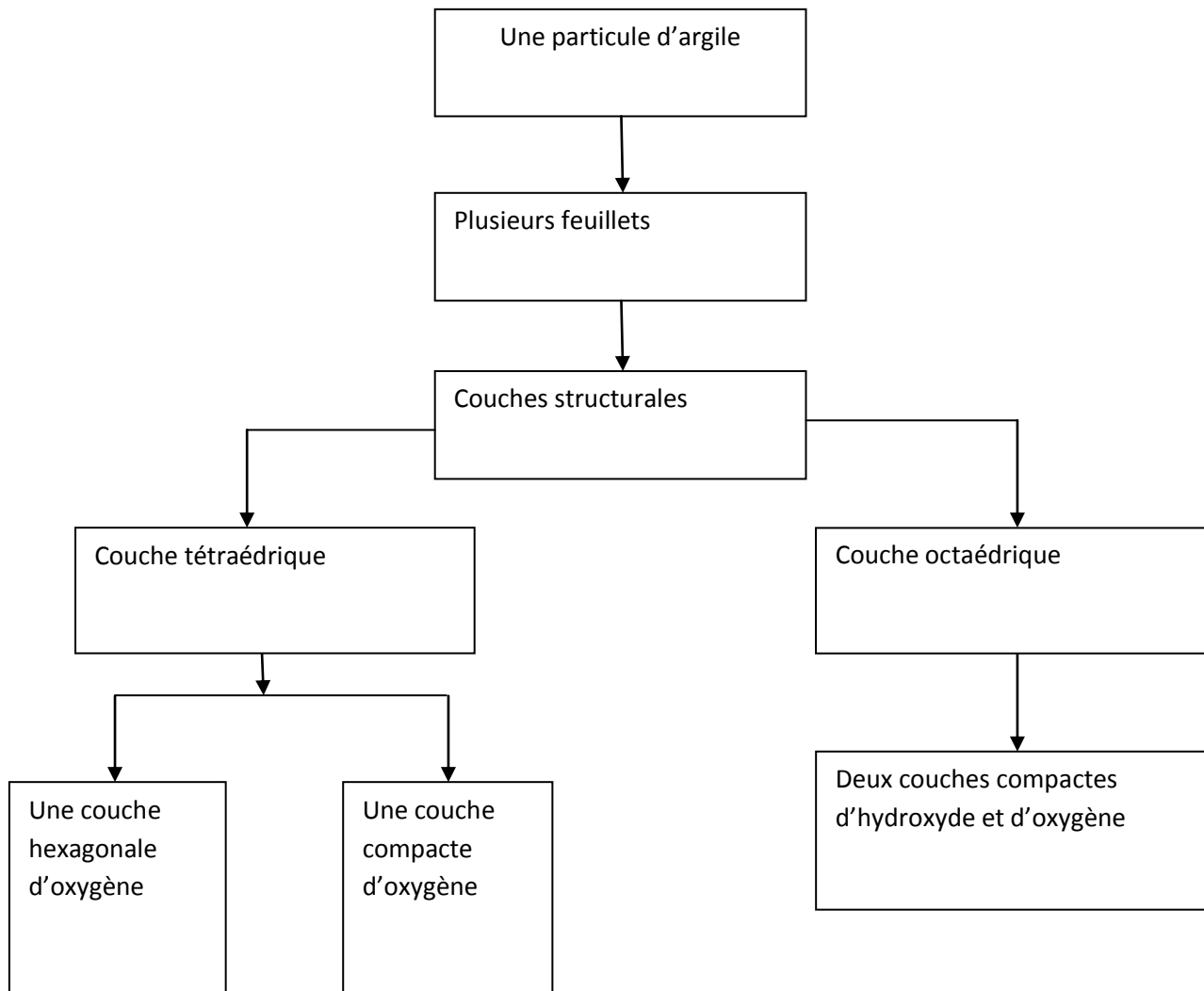


Figure I.2 : Représentation polyédrale d'un feuillet tri octaédrique (a) et di octaédrique (b) [1]

La présentation de la structure minéralogique d'une particule d'argile est donnée par l'organigramme suivant (figure I.3).

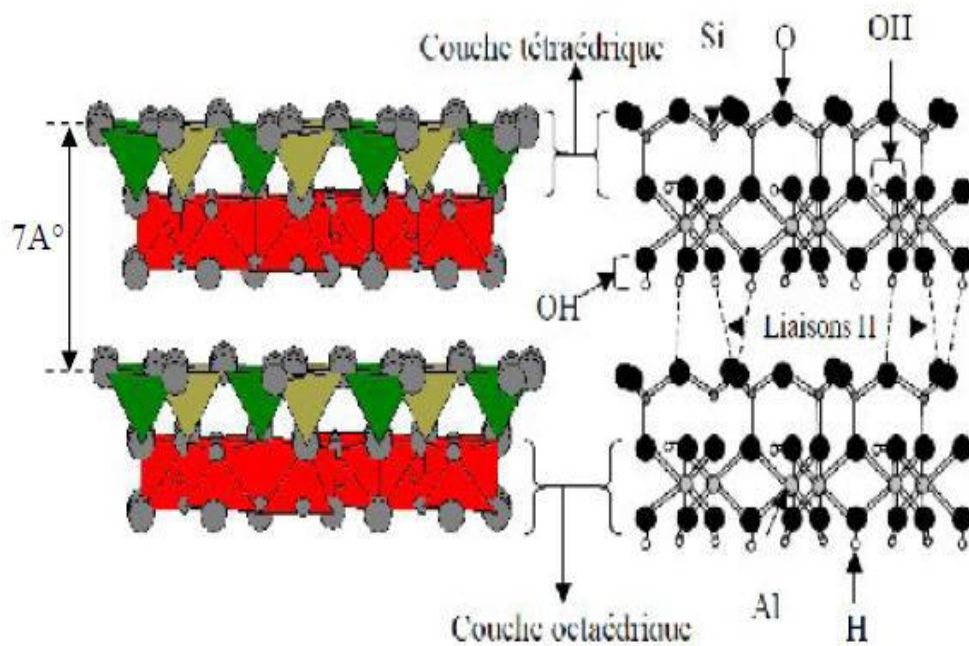


**Figure I.3 :** Représentation de la structure minéralogique d'une particule d'argile. [2]

### II.2.3. Différents classes des minéraux argileux :

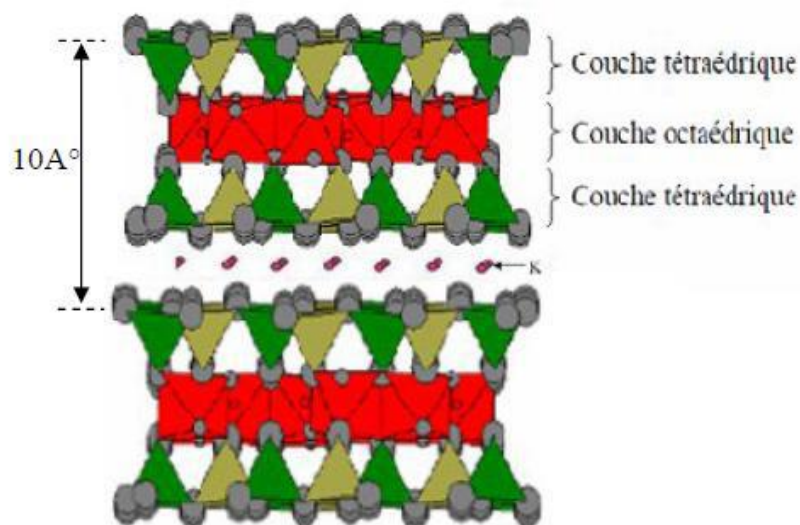
Les principaux critères de classification des phyllosilicates sont basés sur la combinaison des feuillets, le type de cations dans l'octaèdre et le tétraèdre, la charge de la couche et la nature des espèces dans l'espace inter foliaire. [3]

**a-Minéraux à 7 Å :** Le feuillet est constitué d'une couche tétraédrique et d'une couche octaédrique. Il est qualifié de T : O ou de type 1:1. Son épaisseur est d'environ 7 Å.[3].



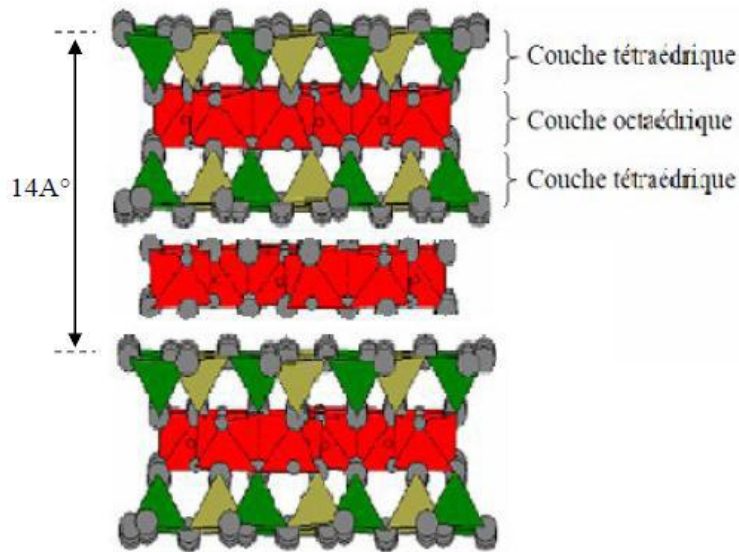
**Figure 1.4:** Représentation des empilements de tétraèdres siliceux et d'octaèdres alumineux d'un minéral de type TO [1].

**b-Minéraux à 10 Å :** Le feuillet est constitué de deux couches tétraédriques et d'une couche octaédrique. Il est qualifié de T:O:T ou de type 2:1. Son épaisseur est d'environ 10 Å.[3]



**Figure 1.5 :** Représentation schématique des empilements de tétraèdres siliceux et d'octaèdres alumineux d'un minéral de type TOT [1].

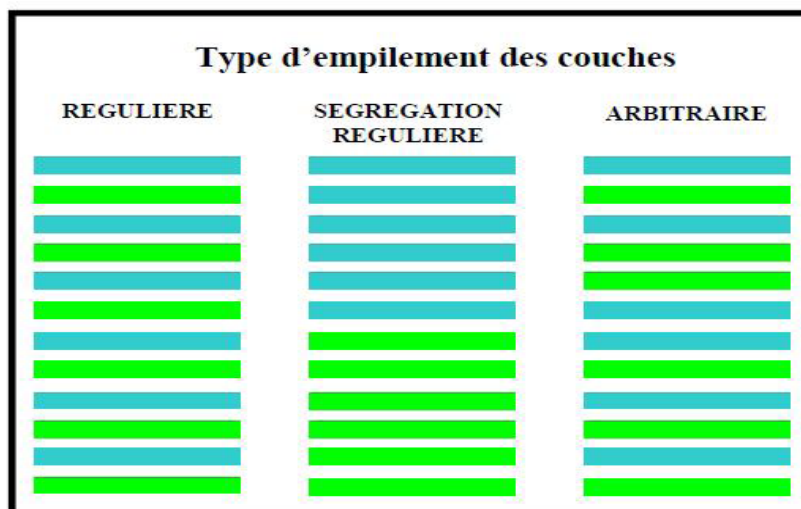
**c-Minéraux à 14 Å:**Le feuillet est constitué de l'alternance de feuillets T:O:T et de couches octaédrique sinter foliaires.[3]



**Figure I.6:** Représentation des empilements de tétraèdres siliceux et d'octaèdres alumineux d'un minéral de type TOTO [1].

**d-Minéraux interstratifiés :** L'épaisseur du feuillet est variable. Ces minéraux résultent du mélange régulier ou irrégulier d'argiles appartenant aux groupes ci-dessus.

La valeur de la charge permanente du feuillet a servi de critère pour établir une classification des phyllo silicates 2:1 (Tableau 1).



**Figure I.7 :** Structure des minéraux interstratifiés[ 1].

### II.3 Les principaux types des argiles :

#### II.3.1. La kaolinite

A une couche d'octaèdres et une couche de tétraèdres, l'épaisseur du feuillet élémentaire est de 0.7nm. Ces feuillets élémentaires adhèrent assez fortement entre eux par leurs faces basales, des liaisons hydrogènes existantes entre les hydroxyles de la base d'un feuillet et les oxygènes du haut du feuillet en dessous.[7]

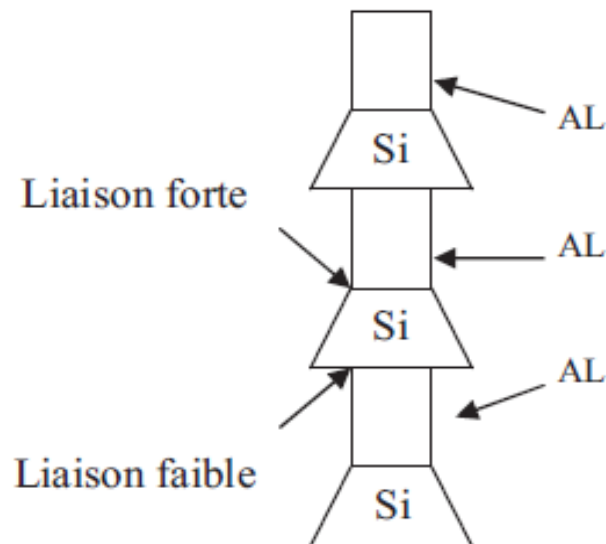


Figure I.8 : Structure de la kaolinite [Lambe, 1953] [10].

#### II.3.2. Les illites

Cette argile est pauvre en magnésie, mais fortement calcique. Elle est d'une qualité inférieure à la montmorillonite, mais très efficace du fait de son pouvoir d'absorption. Elle est donc utilisée pour absorber les impuretés diverses en cataplasmes épais [7].

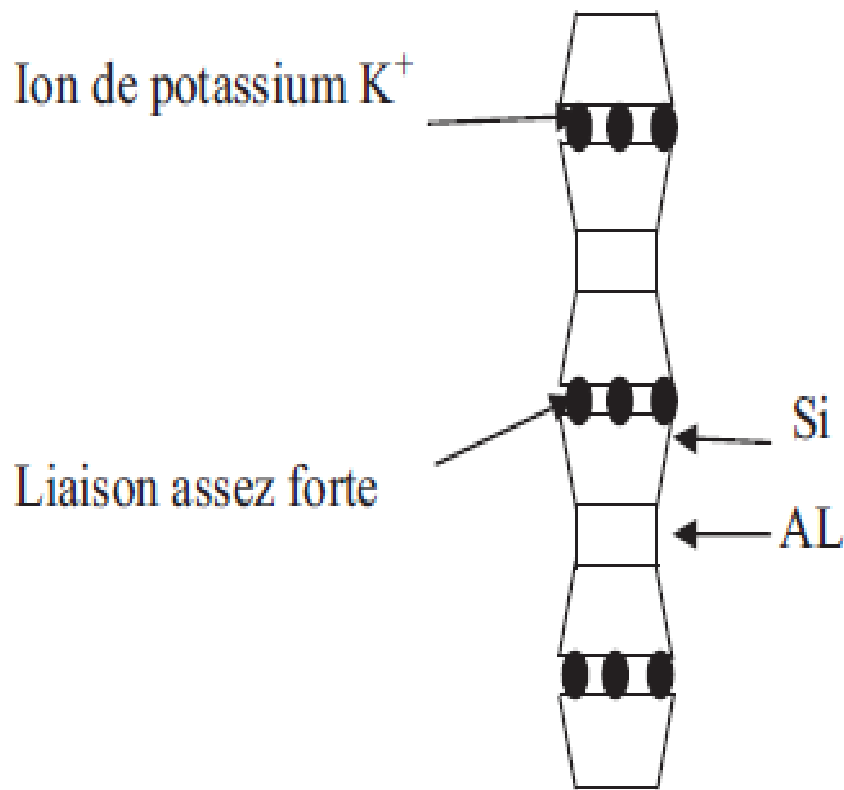
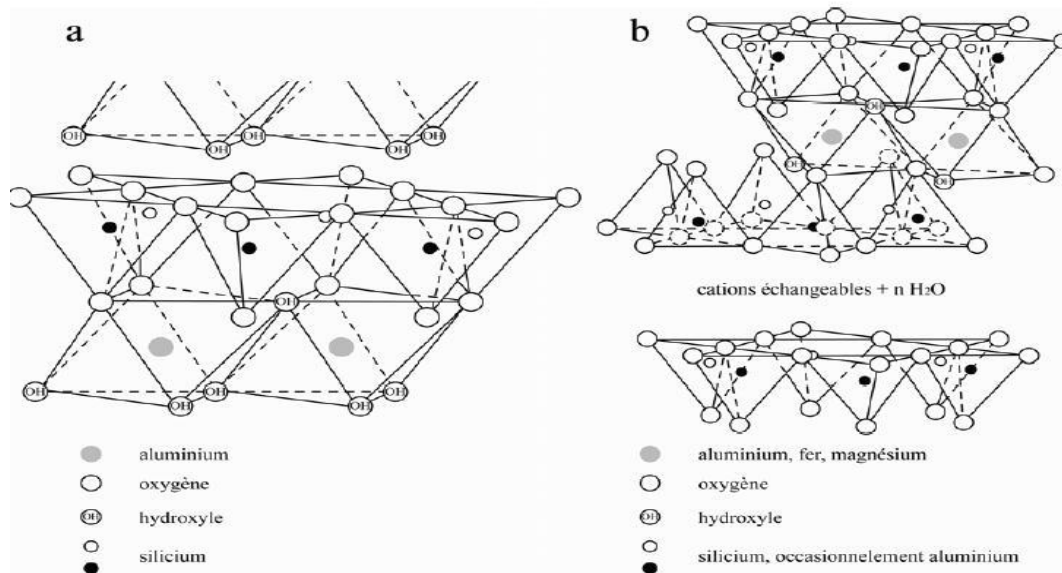


Figure 1.9 : Structure d'illite [*Lambe, 1953*] [10].

### II.3.3. Montmorillonite

La montmorillonite, appelée aussi smectite, est un minéral argileux de type TOT dont le feuillet élémentaire est composé d'une couche d'alumine comprise entre deux couches de silice. Une substitution partielle de l'aluminium Al par le magnésium Mg est fréquente (Figure 8). Les forces de Van der Waals sont faibles par rapport aux autres forces de liaison. Cela se traduit par une déficience en charge négative nette dans les feuillets en octaèdre. Pour cette raison les ions échangeables peuvent pénétrer dans la structure et séparer les couches. La montmorillonite est donc caractérisée par une structure instable qui est affectée par la présence d'eau. Les plaquettes de montmorillonite ont une forme quelconque est de taille très petite[1]



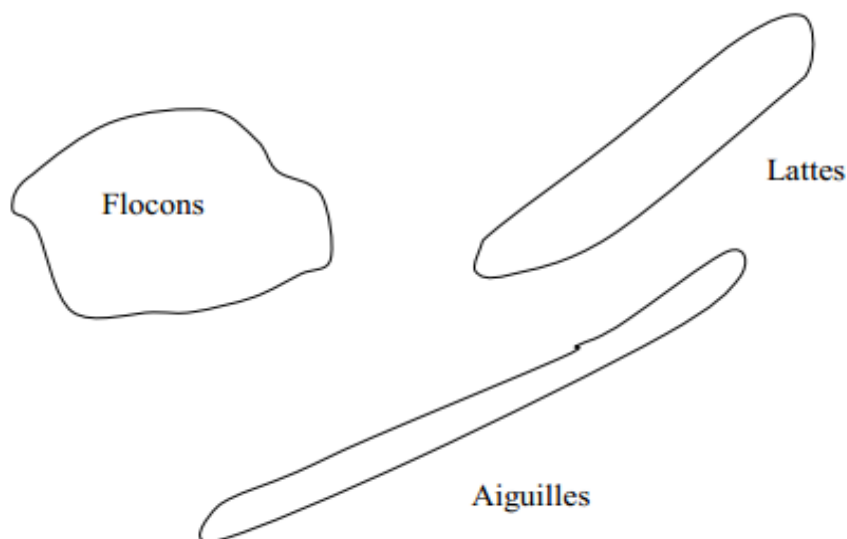


**Figure I.10 :** Représentation schématique de la structure (a) d'une argile TO de type kaolinite et (b) d'une argile T-O-T de type montmorillonite [1].

#### II.4. Forme et surface spécifique :

Les argiles se présentent sous trois formes (Figure I.8) :

- en flocons, caractérisés par une même dimension dans les deux directions et une épaisseur équivalente à  $1/20^{\text{ième}}$  de la longueur.
- en latte, avec une dimension plus longue, épaisseur toujours équivalente à  $1/20^{\text{ième}}$  de la longueur. en aiguilles, deux dimensions identiques et la  $3^{\text{ième}}$  beaucoup plus grande (assez rare) .



**Figure I.11 :** Forme des particules argileuses (Fagel, 2005,) [2].



## II. Caractéristiques des principales argiles utilisées dans la céramique

Le principe de fabrication de la céramique est fondé sur la propriété que possède l'argile de former avec l'eau, dans des proportions adéquates, une pâte liante et ductile que l'on peut modeler et cuire afin d'obtenir sans déformation des produits finaux durs et sonores [8].

### a. Les matières premières plastiques :

Qui augmentent fortement de volume en présence d'eau (argiles et marnes), généralement de nature chimique et minéralogique variées (de type illitique ou kaolino illitique) :

### b. Les matières premières non plastiques :

Appelées également dégraissantes, dont le contact avec l'eau consiste en un simple mouillage sans variation dimensionnelle importante. Ces matières peuvent être considérées comme inertes du point de vue physico-chimique dans les conditions de leur emploi en tant qu'ajout (sables quartzeux, chamottes, feldspaths, pegmatites, verre broyé, etc.)

Vu leur forte plasticité, les argiles naturelles peuvent causer des difficultés au cours de la fabrication (e.g. forte humidité de façonnage, séchage lent, retrait de séchage important). Pour réduire la plasticité de l'argile, il est donc nécessaire d'utiliser des éléments de nature non plastique ou dégraissants qui donnent aux produits une texture moins compacte. Cela facilite l'évacuation de l'eau pendant le séchage et les dégagements gazeux pendant la cuisson et permet une meilleure oxydation des produits en limitant ainsi l'apparition de cœur noir. En revanche, l'utilisation des dégraissants diminue la plasticité du mélange et réduit la compacité et les propriétés mécaniques après cuisson [3].

## III.1. Exigences technologiques :

Bien que des normes d'utilisation des argiles dans les divers secteurs de la céramique varient d'un pays à un autre, les exigences technologiques reposent souvent sur la granulométrie, la composition chimique et/ou minéralogique (Blanco Garcia et al., 2005; Celik, 2010; Khalfaoui and Hajjaji, 2009; Murray, 2007; Strazzera et al., 1997) [9].

### a- La granulométrie

L'étude granulométrique d'un matériau naturel, terre ou sol, devant servir dans le secteur de la céramique est d'une importance capitale car c'est d'elle que dépendent les caractéristiques des produits finis qui en dérivent. La composition granulométrique des argiles intervient donc pour une part importante dans leurs aptitudes au façonnage, au séchage et à la cuisson. Le tableau 3 présente la composition granulométrique idéale de la terre et les limites recommandées pour une stabilisation adéquate et une obtention des produits finis de qualité acceptable.

**Tableau I.1** : Seuils granulométriques optimaux des matériaux en céramique (Wetshon do Osomba , 2012).[5]

Produits finis	Fractions granulométriques	Stabilisants (principaux)
Briques crues stabilisées	15 % argile et limon 30 % sable fin 30 % sable grossier 25 % gravier fin	Ciment (4-6 % ou 8 %)
	35 % argile 25 % sable fin 25 % sable grossier 15 % gravier fin	Chaux (5-8 % ou 12 %)
Briques cuites	40 % argile	-
Tuiles	40 % argile ou 70 % sable (0.2-0.5 mm)	-
Céramique fine	Diamètre (d) < 50 µm	-

**b-La composition minéralogique :**

La composition minéralogique de l'argile peut avoir certaines conséquences sur les propriétés du produit final et sur le procédé de fabrication. Le tableau 04 présente les principales conséquences liées à la minéralogie de l'argile.

**Tableau I.2 :** Les principales conséquences liées à la minéralogie de l'argile (Kornmann, (2005) [10].

Minéral	Plasticité, cohésion, susceptibilité aux, feuilletages	Difficulté de séchage	Cuisson
Kaolinite	Augmente la plasticité	Limitée	Rend plus réfractaire.
Illite	Possède une bonne plasticité et grand cohésion	Moyenne	Agit comme flux grésant/fondant
Smectite	Possède une très grande plasticité et grande cohésion	Grande, retrait important et rétention capillaire	Améliore la compacité
muscovite	Réduit la plasticité favorise les feuilletages effet dégraissant	Limitée	
Quartz	Réduit la plasticité et la cohésion. Effet dégraissant, favorise les filetages.	Limitée	Rend plus réfractaire. Apport sensibilité au refroidissement (point de quartz)
Feldspath	Réduit la plasticité, effet dégraissant	Limitée	Agit comme flux grésante la porosité
Carbonates	Effet dégraissant	Limitée	Action sur la couleur, augmente la porosité
Oxyde de fer	Limitée	Limitée	Action sur la couleur, agit comme flux gréant

**Tableau I.3 :** Limites admissibles d'utilisation des argiles en ceramique (Kornmann, 2005; Wetshondo Osomba, 2012).[11]

Nature des éléments	Formulation	Tolérances (%)	Effets sur produits finis
Silice	SiO <sub>2</sub>	35-85	Réfractrité, contraction de la Masse...
Alumine	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9 -45	Réfractrité, résistance Mécanique, couleur blanche
Magnésie	MgO	0-5	Porosité
Chaux	CaO	0-25	Porosité
Oxyde de manganèse	MnO		Couleur rougeâtre : fondant
Sesquioxyde de fer	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-10	Couleur noire
Oxyde de titane	TiO <sub>2</sub>	0.3-2	Couleur jaune
Oxydes Alcalins	NaO+K <sub>2</sub> O	1-5	Fondants
Gaz carbonique	CO <sub>2</sub>	0-13	Volume
Anhydride sulfurique	SO <sub>3</sub>	0-4	Volume/Toxicité
Eau de combinaison	H <sub>2</sub> O	5-11	Volume/poids

### III. Céramiques :

#### IV.1. Historique :

Le mot céramique désignait l'art ou la technique de fabriquer des poteries. Son étymologie remonte au grec κέραμος, signifiant «potier ou poterie», lui-même dérivé d'une racine sanskrite signifiant «brûler».[4]

- Plus ancien que le verre ou le métal :
- Première céramique -25.000 (Rep. Tchèque)

- Porcelaine 220 (Chine)



Céramique Jomon, -2500 (Japon)



Des briques de terre cuite

Porcelaine Ming~1500 (Chine)



Outil de coupe en céramique

Des briques de terre cuite

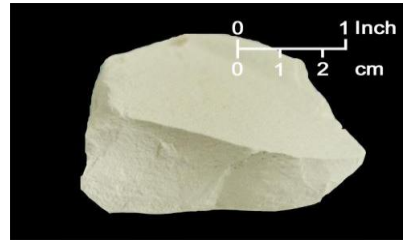
Outil de coupe en céramique

**Figure I.12** : Type de quelques utilisations des produits céramiques [5]

- **Céramique** : terre cuite, transfo. Physicochimique
- **Faïence** : céramique à base d'argile
- **Porcelaine** : mélange de quartz, feldspath et kaolin. Cuisson à  $T > 1300^{\circ}\text{C}$ .



Du feldspath



Du kaolin

Figure I.13 : Feldspath et kaolin

#### IV.2. Produits céramiques :

Ces produits présentent un grand intérêt dans la construction d'aujourd'hui, elle est même devenue une industrie moderne permettant de réaliser toutes les parties de la construction [4] :

- Murs en fondation en briques pleines,
- Murs en élévation en briques creuses,
- Hourdis pour planchers,
- Bardeaux (planche mince en forme de tuile)-sous toiture,
- Tuiles pour couverture,
- Carreaux pour les revêtements de sols.
- Faïence pour les revêtements de murs,
- Boisseaux pour les cheminées (conduites de fumée).

#### IV.3. Classification :

On peut les classer selon le critère de la porosité :

- ✓ les produits poreux (se laissent rayer par l'acier) et notamment les terres cuites (briques, tuiles ...etc), les produits réfractaires (briques) et la faïence,
- ✓ les produits non-poreux (vitrifiés) comme les grès cérames (carreaux, tuyaux), les porcelaines.

L'argile n'est utilisable que si ses composants varient entre les limites admissibles suivantes :

**Tableau I.4** : les limites admissibles de chaque élément chimique [4]

Nature des éléments	Formulation	Tolérances(%)
Silice	SiO <sub>2</sub>	35÷85
Alumine	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9÷ 25
Chaux	CaO	0÷ 25
Magnésie	MgO	0 ÷5
Oxydes alcalins	NaO+K <sub>2</sub> O	1÷ 5
Sesquioxyde de fer	F <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3 ÷9
Oxyde de titane	TiO <sub>2</sub>	0.3 ÷ 2
Anhydride sulfurique	SO <sub>3</sub>	0 ÷ 3
Gaz carbonique	CO <sub>2</sub>	0÷ 13
Eau de combinaison	H <sub>2</sub> O	5÷ 11

#### IV.4. Fabrication

Malgré le large assortiment des céramiques, la diversité de leurs formes et leurs propriétés physico-mécaniques et le type d'argile utilisé, les étapes de fabrication de produits céramiques sont communes [4].

Le processus de production de la terre cuites compose de différentes étapes :

## 1. Gisement et l'extraction

Enlèvement de la découverte au bulldozer, à la pelle chargeuse mécanique et même à la décapeuse, Extraction de l'argile à l'aide d'une pelle mécanique (argile sèche) ou l'excavateur à godets ou au marteau piqueur ou encore les explosifs quand l'argile est trop dure, Transport de l'argile à l'usine suivant la distance et la topographie des lieux : wagonnets, téléphérique, camions, bandes transporteuses.



Figure .I.14 : Extraction d'argile

## 2. Préparation de l'argile

Le but vise est d'obtenir une pâte plastique et homogène ou une poudre adéquate suivant le produit à façonner. Ce la nécessite diverses opérations qui différent quelque peu selon la terre dont on dispose et le degré de plasticité de la pâte désirée (molle, demi-ferme, ferme).

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. [4]





**Figure J.15 :** Broyage et malaxage de l'argile

### 3. Façonnage des produits

Une fois la pâte convenablement préparée, il faut lui donner les formes désirées, c'est-à-dire celles des produits finis utilisés dans la construction. Cette opération s'appelle façonnage et est réalisée par deux grands types de machines :

- les presses mécaniques ou hydrauliques,
- les filières (deux rouleaux lamineurs débitant une nappe de pâte qu'on découpe à la longueur désirée). [4]



**Figure I.16 :** Production des briques

✓ **Types des produits céramiques :**



**Figure I.17 :** Produits céramiques

#### 4. Séchage :

La préparation de la pâte demandait la présence de l'eau pour la rendre facile au façonnage. Cette eau est à éliminer une fois le produit ayant pris sa forme. Les échanges à pour but d'éliminer lentement l'eau de façonnage sans déformer le produit et permettre sa manutention et son empilement dans le four.

Cette opération est délicate car il faut interrompre le séchage au-dessous de la limite de tension que peut supporter la pâte ( $W_p$ ); cette limite varie avec la nature de l'argile et la cohésion de la pâte, d'où les difficultés pour assurer un séchage homogène. Il y a deux procédés de séchage :

##### 4.1. Séchage naturel :

Il pratique par exposition des produits dans des hangars légers à l'air libre, ce qui demande de grandes aires de dessiccation et une quantité importante de main d'œuvre. Il est très long à réaliser et est très irrégulier. Il est actuellement abandonné.

##### 4.2. Séchage artificiel :

S'effectue dans des installations permettant d'assurer à la fois un chauffage progressif et une ventilation régulière.

Le séchage est rationnel grâce au conditionnement de l'air utilisé, à l'évaporation et au réglage de l'hygrométrie de l'air et de la ventilation deux procédés de séchage :

Les installations dans lesquelles il se pratique :

Séchoir compartimenté en chambres où la circulation longitudinale de l'air se fait en sens inverse de l'entrée des produits.

L'opération dure de un à cinq jours suivant les argiles,

Séchoir tunnel où circule un train de wagonnets portant les produits à sécher, dans le sens inverse de l'air chaud et sec récupéré des fours. Le séchage dure de six heures à trois jours.

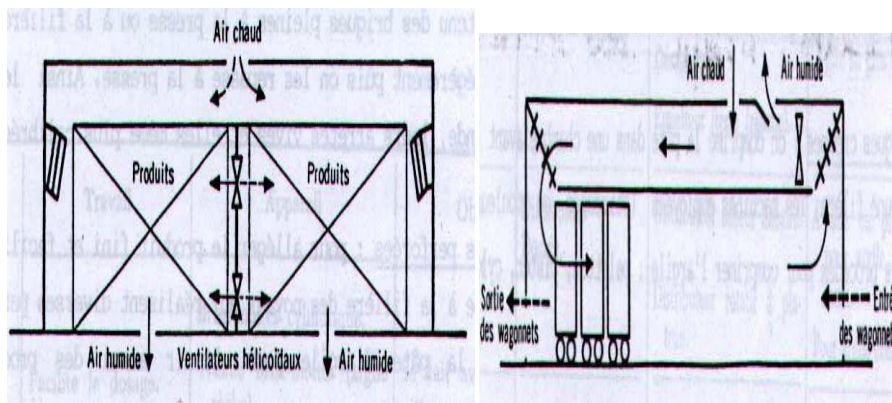


Figure I.18 : Schéma de séchage de la terre cuite

## 5. Cuisson :

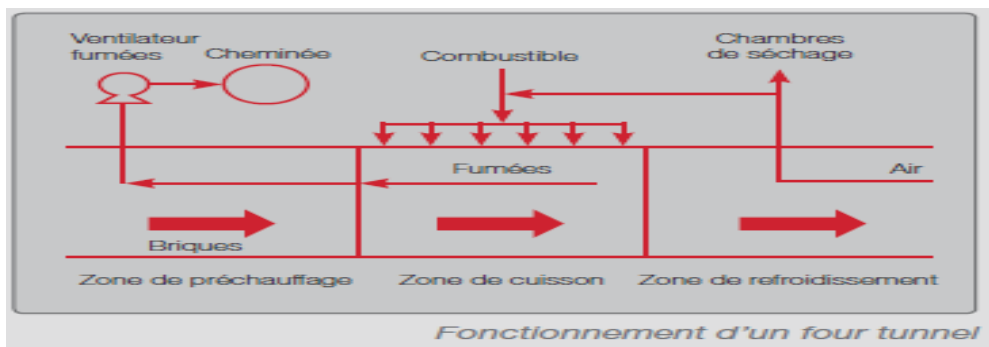
Transformation de l'argile en céramique. Lors que la température du four atteint  $700^{\circ}\text{C}$ , le silicate d'alumine hydrate se déshydrate (perds on eau) et se décompose en alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) et silice ( $\text{SiO}_2$ ). Si on dépasse  $900^{\circ}\text{C}$ , ils produit une recombina iso nchimique de ces constituants en un silicate d'alumine anhydre ( $2\text{SiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3$ ) particulièrement résistant qu'il n'est plus d'eau. C'est ce silicate d'alumine an hydre plus ou moins impur qui constitue la terre cuite. Si l'argile utilisée est très purée triche en alumina et en magnés ieet quel' on pousse la température vers  $1200^{\circ}\text{C}$ , on obtient des produits réfractaires.

### a. Mode de cuisson :

Le four le plus utilisé actuellement est le four Tunnel ; les autres sont tous abandonnés. Il comporte une seule galerie Rectiligne où circule un train de wagonnets de produits empilés qui traverse successivement une zone **d'échauffement**, une **zone de cuisson** (où se trouve le foyer fixe) et une **zone de refroidissement**. Son encombrement est moindre et la cuisson plus rapide (48 heures) avec une économie de 20÷25% de combustible (fuel ou gaz) et une production doublée.



**Figure I.19 :** Four tunnel



**Figure I.20 :** Fonctionnement d'un four tunnel

## 6. Emaillage :

Pour imperméabiliser les produits poreux (tuiles, briques, etc.), on pratique une deuxième cuisson qui vitrifie la glaçure (produit de traitement superficiel), produit projeté au pistolet ou par trempage dans le bain d'émail.

Vernissage ou flamage. Il se fait sur tout sur les tuyaux de grès. On projette du sel marin dans le four, le sel se volatilise à 800 °C ; ses vapeurs se condensent à la surface des produits et se décomposent vers 1200 °C pour former avec la silice un vernis (silicate de soude).

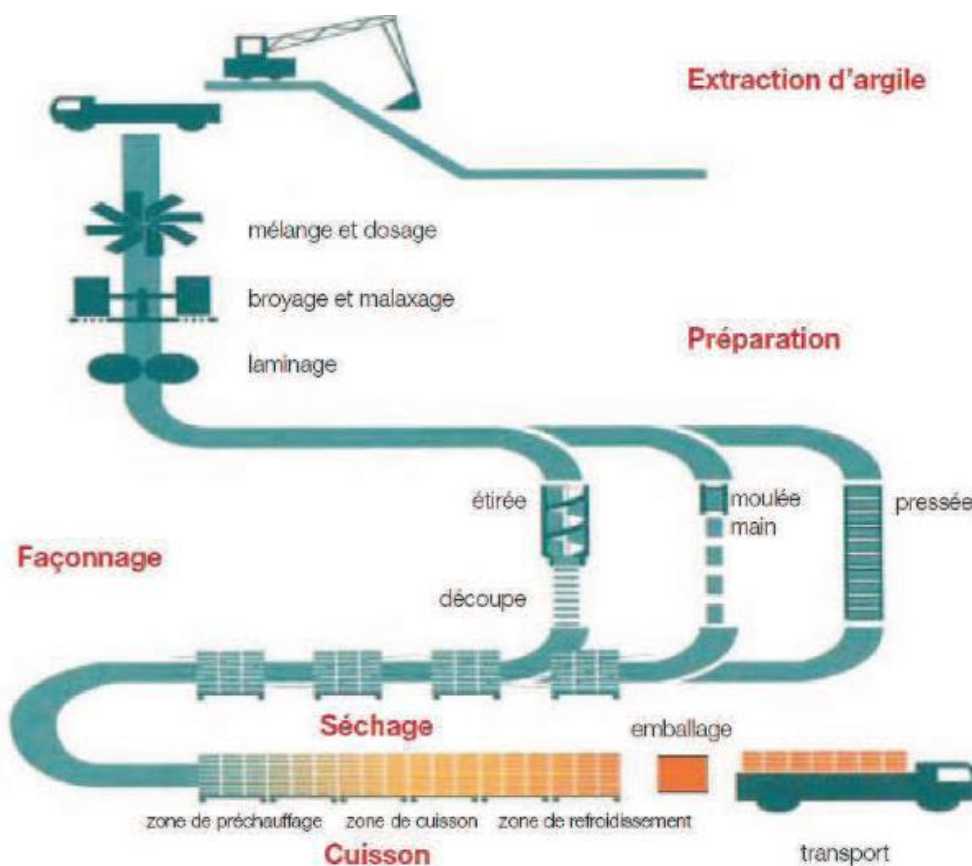
### 7. Stockage :

Après élimination des produits non vendables (produits voilés, fendus, incuits), les éléments subissent des contrôles :

- de qualité : l'aspect et la couleur,
- de calibrage : afin de les classer en plusieurs choix selon la destination.

Leur stockage se fait en piles de produits de même choix en nombre déterminé pour faciliter le comptage et de plus en plus sur palettes en bois en plein air ou sous hangars.

On utilise des chariots élévateurs pour l'empilage et le chargement sur wagon ou camion.



**Figure I.21** : Schéma de la ligne de production des briques cuites.



#### IV.5. Contrôle et réception

##### ❖ Régularité des formes.

On contrôle les caractéristiques géométriques en vérifiant au pied à coulisse, mais des tolérances sont admises et sont variables avec les produits (Ex: plus ou moins 3% sur la longueur pour une brique pleine).

##### ❖ Aspect.

Consiste à observer :

- Le grain qui doit être fin et serré,
- Les arêtes vives, nettes et exemptes d'arrachements,
- La surface unie, lisse ou rugueuse suivant la destination,
- A couleur du produit.

##### ❖ Homogénéité :

Se caractérise par une texture égale, ni nodules ni feuilletage.

##### ❖ Cohésion et résistance mécanique :

Il s'agit d'évaluer la dureté ou la résistance aux différentes charges pendant la mise en œuvre. Ex: brique ordinaire doit présenter successivement des résistances à la compression moyenne de 125 bar et minimale de 100 bars.

##### ❖ Résistance au gel :

L'essai consiste à faire subir au produit 25 cycles de gel-dégel de -15 °C et +15 °C. La perte en poids doit rester < 1%; quelques altérations superficielles sont tolérées.

##### ❖ Présence de nodules de chaux :

Il suffit de tremper le produit trois heures dans l'eau à 80°C, la chaux gonfle et par conséquent rompt la brique, produit des éclatements et provoque des cratères.

##### ❖ Porosité et coefficient d'absorption.

Le tableau suivant présente les limites admissibles de C des produits céramiques :

**Tableau I.5:** les limites admissibles de coefficient d'absorption des produits céramiques [4]

Nature de produit	C ≤(%)
Brique creuse	15
Brique pleine	30
Brique pleine filée à l'étireuse horizontale Boisseaux Briques réfractaires pour conduites de fumée	40
Briques plaines pour conduites de fumée	50
Briques plaines pour ordinaires ou pressées	60
Briques plaines ordinaires ou filées verticalement	80

#### IV. Aperçu générale de la géologie d'Adrar :

D'une façon générale, les dépôts du primaire et du secondaire au Sahara sont d'origine marine. Les dépôts du tertiaire et du quaternaire sont continentaux. Les deux périodes de sédimentation sont séparées par une phase orogénique majeure au cours de laquelle se sont formés les Atlas et les hauts plateaux: phase du plissement hercynien [5].

Dans la dépression de TOUAT, région se trouvant au sud-Ouest d'Alger à environ 1400km, affleure essentiellement l'accumulation de différents dépôts (des grès quartzites, des grès à débris de reptiles et des argiles gréseuses).

Les calcaires du crétacé terminal aussi bien que les formations gypso lagunaire ne se font observer qu'en certaines parties de la région en formant la continuité stratigraphique appartenant aussi au continental intercalaire.

L'accumulation de sable éolien (sable de dune) est d'une part originale de la région se faisant sentir de long de la route nationale N°6.

Le crétacé inférieur tel que défini par les études stratigraphiques s'érige sous forme de petits plateaux étagés dont leurs bordures gisent sous un pendage assez net, mettant à jour des grès hétérogènes peu argileux, couverts par endroits par des alluvions limoneux rougeâtre du quaternaire [5].

L'aspect morphologique de la région est tout simplement l'image d'une large étendue pénéplainisée couverte totalement en surface par les terrains du continental intercalaire parfois eux-mêmes surmontés par les dépôts du Reg quaternaire où les affleurements des argiles, grès organiques et sable villafranchien s'étalent en dépôts minces et réguliers [5].

### V. Conclusion

Pour conclure ce chapitre nous avons tirés des points suivants :

- On a différentes familles d'argiles (**kaolinite, Illite, Montmorillonite et smectite ....etc.**)
- Les conditions et les exigences techniques de fabrication des produits de céramique,
- Les différents processus de conception d'une brique de terre cuite par exemple (produit céramique).
- Les différents essais du contrôle de qualité des produits final (céramiques).



## **Chapitre II**

# Caractérisation des matériaux utilisés

**I. Introduction :**

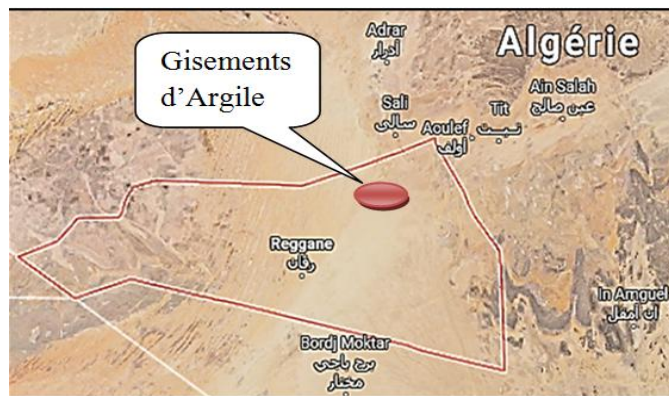
Ce chapitre de l'étude expérimentale est consacré à l'identification des matériaux étudiés. L'objectif consiste à déterminer les caractéristiques physico-chimiques et minéralogiques des argiles des trois régions, Adrar, Timimoun, et Reggane. Ces paramètres déterminés permettraient d'identifier ultérieurement des solutions de valorisation. Le chapitre est divisé en trois parties :

- Une localisation géographique des gisements étudiés.
- Une identification des caractéristiques physico-chimiques et minéralogiques de ces argiles.
- Une classification des argiles d'Adrar, Timimoun et Reggane selon les classifications géotechniques.

**II. Localisation des gisements étudiés :**

**a. La région de Reggane :**

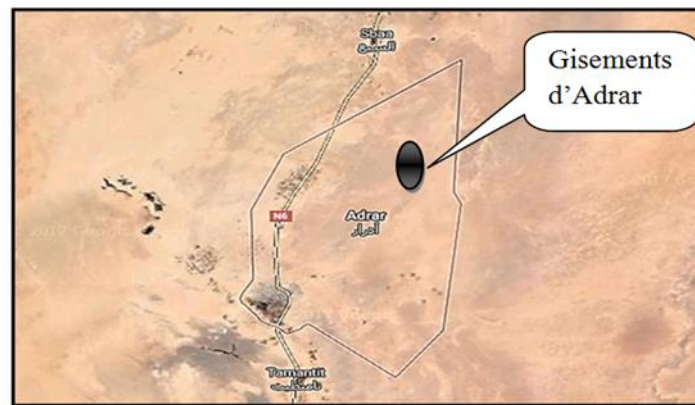
La carrière est située au Nord - Ouest de la commune de Reggane sur le côté droit en allant vers Reggane (Figure II.1).



**Figure II.1 :** Localisation du gisement d'argile utilisée (Région de Regagne).

**b. La région d'Adrar :**

Le gisement de l'argile utilisée est situé au Nord de la ville d'Adrar sur le côté gauche de la route nationale N°6 reliant Adrar à Béchar (Figure II.2).



**Figure II. 2 :** Localisation du gisement d'argile utilisée (Région d'Adrar)

**c. La région de Timimoun :**

Le gisement d'argile est situé au Sud-ouest de la ville de Timimoun sur la côté gauche de la route menant vers la wilaya d'Adrar (Figure II.3).



**Figure II.3 :** La zone de prélèvement (Région Timimoun)

### **III. Identification des matériaux étudiés :**

#### **III.1. Programme d'essais :**

Les essais ont été effectués au niveau du laboratoire de l'université sont les suivants :

- L'analyse granulométrique par sédimentaire (NF P 94-057).
- Les poids spécifique des grains solides (NF P94-054).
- Les limites d'Atterberge (NF P 94-051).
- Les limites des retraites (FP P 94 060-1).
- L'essai au bleu de méthylène (NF P94-68).

**III.1.1. L’analyse granulométrique par sédimentaire (NF P 94-057):**

Le principe de cet essai est fondé sur la loi de stocks ou la vitesse de sédimentation des particules en suspension dans un milieu dépend de leurs diamètres.



**Figure II.4 :** Appareillage de l’analyse granulométrique par sédimentation

**a. Mode opératoire :**

L’analyse par sédimentation est un essai géotechnique qui complète l’analyse granulométrique par tamisage. Les particules inférieures à 8µm séparées du reste du sol par tamisage sont mises en suspension de l’eau additionnée d’un défloculant les particules sédimentent à différentes vitesses en relation avec leur taille.

Au moyen d’un densimètre est mesuré l’évolution dans le temps de la masse volumique de la solution et la profondeur d’immersion de l’appareil. la distribution pondérale de la taille des particules est calculée à partir de ces données.

**d. Résultats de l’essai :**

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tableau II.1 :** Granularité des sols étudiés

<b>La région</b>	<b>Sable (%)</b>	<b>Limon (%)</b>	<b>Argile (%)</b>
<i>Adrar</i>	] 1 - 7 [	] 20-25 [	] 73-78[
<i>Reggane</i>	]3 – 10 [	] 24-50 [	]40-73[
<i>Timimoun</i>	] 17 - 23[	] 33 - 46[	]34-49[

c. Classification triangulaire :

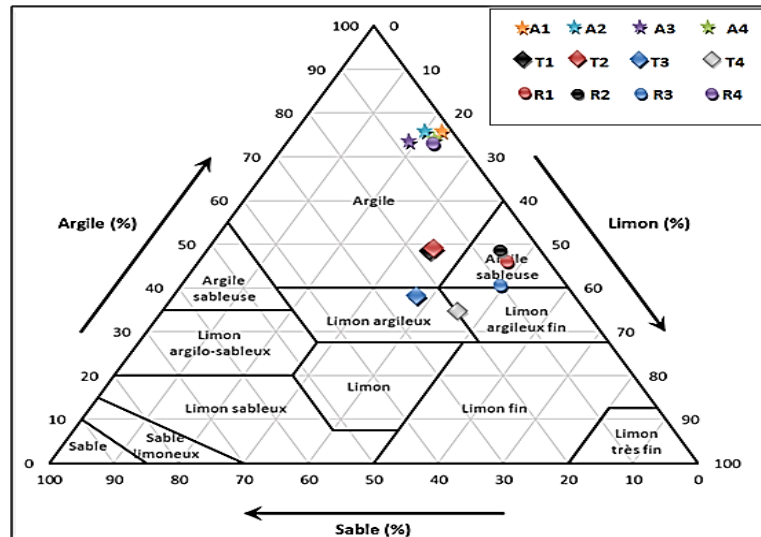


Figure II.5 : Classification triangulaire des argiles étudiées.

Selon la classification triangulaire nous avons conclure ce qui suit :

Les prélèvements extrait à partir du gisement d’Adrar est une argile. Mais le sol prélever au niveau de la carrière de Regagne est une argile sableuse.

Par ailleurs le sol de Timimoun est de nature argileux et limon argileux.

III.1.2. Le poids spécifiques des grains solides (NF P94-054) :

• Objective :

Le poids volumique des grains du sol c’est le rapport du poids du matériau sec continue dans une certain quantité du sol au volume des grains du sol  $\gamma_s = M_s / V_s$

$\gamma_s$  :Poids spécifique des particules solides

$M_s$  : poids des sols secs

$V_s$  : volume des particules solides

• Principe :

Le poids spécifique des particules solides est obtenu par pesage le volume est mesure pycnomètre. Le matériel requis pour la détermination de ce paramètre est constitué d’un sol pycnomètre.

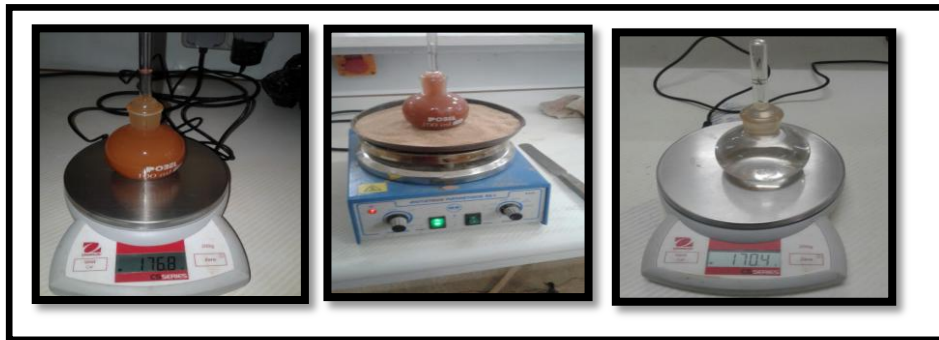


Figure II.6 : Détermination des poids volumiques spécifiques

• Expression des résultats :

La formule utilisée :

$$\gamma_s = \frac{\gamma_w * (m_2 - m_1)}{m_4 + m_2 - m_1 - m_3}$$

m<sub>1</sub> : pycnomètre vide.

m<sub>2</sub> : pycnomètre +l'eau jusqu'à le repère

m<sub>3</sub> : pycnomètre échantillon

m<sub>4</sub> : pycnomètre +échantillon +l'eau.

Tableau II.2 : Poids spécifique des différentes argiles étudiées :

<i>La région</i>	<i>Y<sub>s</sub> (g/cm<sup>3</sup>)</i>
Adrar	] 2,58-2,63 [
Regagne	] 2,58-2,60 [
Timimoun	] 2,67-2.69 [

Tableau II. 3 : Valeurs de G<sub>s</sub> pour différents types de sol à 20°C [3 ]

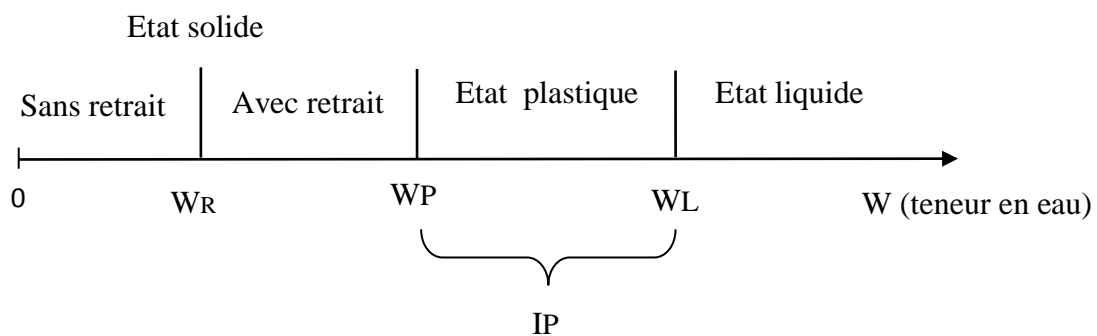
<i>Argiles</i>	<i>Y<sub>s</sub> (KN/m<sup>3</sup>)</i>
Quartz	26,6
Calcite	27,2
Dolomite	28,5
Kaolinite	26,1 à 26,4
Illite	26 à 28,6
Montmorillonite	27,5 à 27,8

D'après les valeurs obtenues de la densité des grains solides, nous avons constaté que les minéraux les plus dominants sont le Quartz, Kaolinite et Illite.

### III.1.3. Limite d'Atterberg (NF p 94-051) :

- **Objectif :**

Identifier et caractériser l'argile sont basés sur la détermination des deux limites d'Atterberg : la limite de Liquidité à la coupelle et la limite de Plasticité au rouleau s'applique aux sols, dont les éléments passent à travers le tamis de dimension nominale d'ouverture de maille 400 $\mu$ m.



**Figure II.7 :** Définition des limites d'Atterberg

#### a. Limite de liquidité ( $W_L$ ) :

- **But :**

Il consiste à déterminer la teneur en eau d'échantillon lors de son passage de l'état liquide à l'état plastique par la méthode de la coupelle de Casagrande.

- **Principe d'essai :**

Elle consiste à déterminer la teneur en eau d'échantillon. Cet échantillon est lavé au tamis de 0,4mm afin de récupérer le tamisât. Ce tamisât, une fois transformé en pâte homogène et repartie dans la coupelle. A l'aide de l'outil à rainure, elle est divisée en deux (2) parties égales (figure II.8).

Ensuite, on porte des coups à la coupelle grâce à la manivelle jusqu'à obtenir une fermeture d'un centimètre de la pâte. Une tranche de cette pâte sera pesée humide puis séchée à l'étuve.

Afin de déterminer sa teneur en eau, l'opération est effectuée cinq (05) fois et on s'assure que la plage de coups [15-35] est respectée.



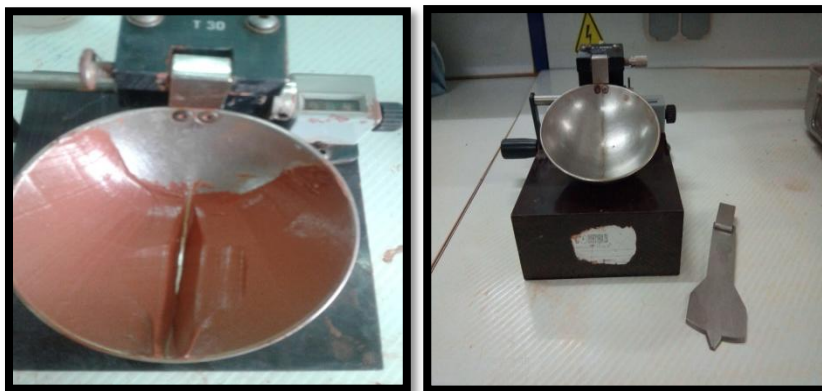


Figure II.8 : Mode opératoire de limite liquidité

- **Résultats :**

Tableau II.4: Limites de liquidité des argiles étudiées.

<i>La région</i>	<i>Adrar</i>	<i>Regagne</i>	<i>Timimoun</i>
WL (%)	] 73-85,5[	] 58-71[	] 38-43 [

**b. Limite de plasticité(WP) :**

- **But :**

Teneur en eau d'un sol remanié au point de transition entre les états plastique et solide.

- **Principe de l'essai :**

Elle consiste à rouler à la main l'échantillon de la pâte utilisée pour la limite de liquidité. Puis, avec la paume de la main on forme un bâtonnet fin de diamètre 3mm. En le roulant, on devra observer des cassures du bâtonnet, pour conclure que la limite de plasticité est atteinte. Enfin les morceaux de chaque bâtonnet, pesé humidité est alors séchés à l'étuve pour avoir la teneur en eau (Figure II.9).



Figure II.9 : Mode opératoire de la limite de plasticité



• Résultats :

Tableau II.5 : Limites de plasticité des argiles analysées.

La région	Adrar	Regagne	Timimoun
WP (%)	] 33,33- 37[	] 22 ,22 - 13,36[	] 23,3 - 25[

c. Indice de plasticité  $I_p$  :

$$IP=Wl-Wp.$$

Tableau II.6 :L'indice de plasticité des argiles étudiées.

La région	Timimoun	Reggane	Adrar
IP	] 14,36-9,69 [	] 34,71-44,77 [	] 34,29 -56, 16 [

• Classification :

Nous avons utilisé l’abaque de plasticité de casagrande pour classer les argiles étudiées.

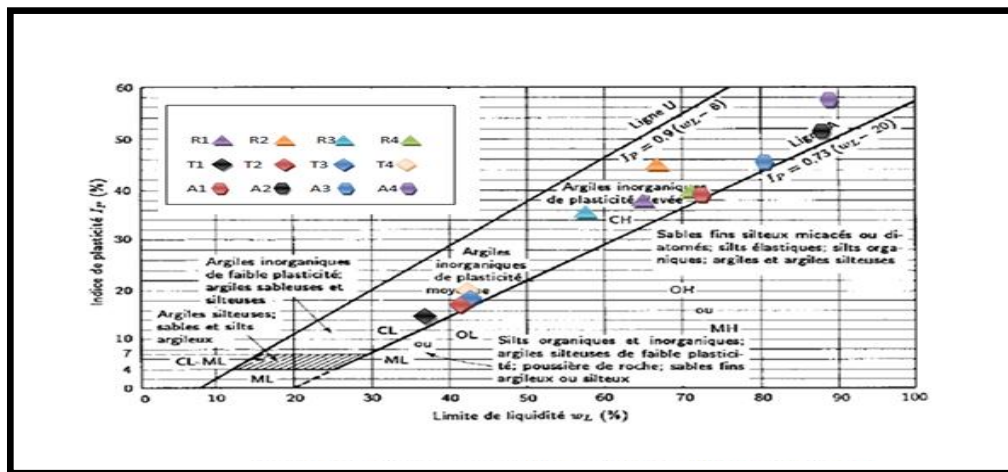


Figure II.10 : Classification des argiles étudiées sur le diagramme de casagrande

D’après la classification ci-dessus, nous avons tiré ce qui suit :

- ✓ Le sol du gisement d’Adrar est une argile très plastique ;
- ✓ Le sol du gisement de Regagne est une argile très plastique ;
- ✓ Le sol du gisement de Timimoun est argile de plastiques moyenne.

**III.1.4. Limites de retrait WR (XP P 94 060-1) [5]:**

- **Principe de détermination de la limite de retrait d'un matériau**

À partir du passant au tamis de 400µm d'un matériau, est constituée une pâte homogène à une teneur en eau voisine de sa limite de liquidité  $w_L$  (voir norme NF P 94-051 ou NF P 94-052-1)(figure II.12).



**Figure II.11 :**Mode opératoire de la limite de retraites.

- **Expression des résultats:**

Pour chaque prise d'essai, calculer la teneur en eau qui correspond à la limite de retrait par la formule :

$$w_R = \frac{m_h - (v_h - v_d)\rho_w}{m_d} - 1$$

$m_h$  : la masse humide

$v_h$  : volume d'humide

$v_d$  : volume de la masse sec

$m_d$  : la masse sec

- **Les résultats de l'essai**

**Tableau II.7:** Limites de retrait des argiles étudiées.

<i>La région</i>	<i>Adrar</i>	<i>Reggane</i>	<i>Timimoun</i>
WR(%)	] 19,34 -23,55[	] 14,17 -18,45[	] 13,07 -21,46[

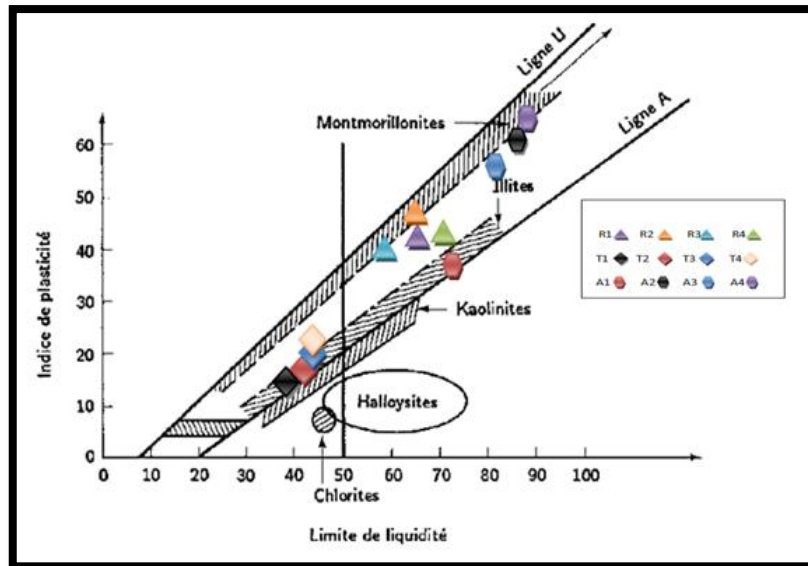


Figure II.12 : Abaque de plasticité de casagrande et position des minéraux argileux les plus connus

III.1.5. L'essai au bleu de méthylène (NF P94-68) :

- Objet d'essai:

Évaluer la quantité et qualité de la fraction argileuse, à partir de la surface spécifique.

- Principe d'essai :

consiste à maintenir en permanence sous agitation un mélange [échantillon + eau] puis introduire des quantités croissantes de bleu de méthylène par doses successives, jusqu'à ce que les particules argileuses en soient saturées, il apparaît alors un excès qui marque la fin de l'essai et qui est détecté par le test de la tache.

Ce dernier consiste à former avec une goutte de la suspension sur du papier filtre normalisé, une tache qui est un dépôt de sol coloré en bleu, entouré d'une zone humide incolore. L'excès de bleu se traduit par l'apparition dans cette zone d'une auréole d'une couleur claire.

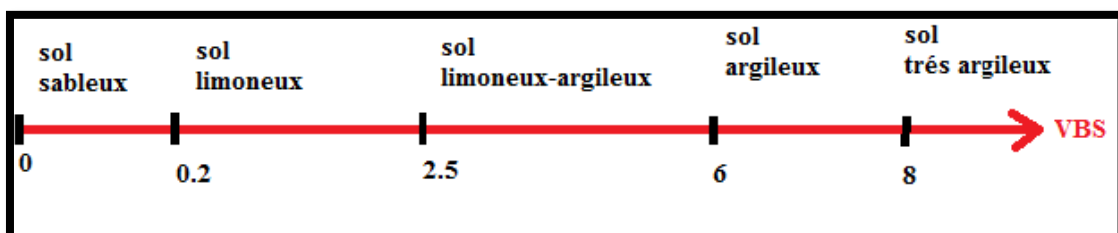


Figure II.13 : Classification des sols selon la valeur de bleu de méthylène

- **Matériel :**
- ✓ Pipette d'Andréas.
- ✓ Papier filtre blanc.
- ✓ Baguette en verre.
- ✓ Récipient cylindrique en verre.
- ✓ Agitateur magnétique.



Figure II.14 : Appareillage

- ✓ **la valeur de du méthylène :**

$$V_B = 10 * V/M$$

Avec :

$V_B$  = valeur de bleu de méthylène.

$M$  = est la masse de l'échantillon, en grammes,  $V$  est le volume total de solution de colorant injectée, en centimètres cube.

La SST d'argile :

$$SST (m^2/g) = 20.93 * V_B.$$

Les valeurs de  $V_B$  obtenues sont regroupées dans le tableau suivant (**Tableau II.3:**

**Tableau II.8 :** Valeurs de  $V_B$  et SST

<i>Région</i>	$V_B$	$SST(m^2/g)$	<i>Classification</i>
<i>Adrar</i>	] 7 –10,75 [	] 146,51 –224,99 [	Sol très argile
<i>Reggane</i>	] 5,25 –7,7 [	] 109,88 –151,74[	Sol argileux
<i>Timimoun</i>	] 4 - 6,75 [	] 83,71 –141,27 [	Sol Limoux argileux

Selon la classification ci-dessus et les valeurs de VB obtenues, les sols de Reggane est un sol argileux, par contre le sol d'Adrar a été classé comme un sol très argileux, mais le sol de Timimoun a été classé comme un limon argileux.

#### IV. L'analyse chimique :

- **Teneur en carbonate de calcium  $\text{CaCO}_3$  (NF P94-051)[16]:**

La teneur en carbonate de calcium  $\text{CaCO}_3$  d'un sol est déterminée par attaque à l'acide chlorhydrique d'une certaine quantité de sol sec. La mesure de la quantité gaz carbonique dégagé permet de calculer la masse de carbonate de calcium du sol  $\text{CaCO}_3$ , exprimée en pourcentage de la masse de la phase solide du sol.

**Tableau II.9:** Composition chimique sommaire des argiles étudiées :

<i>La région</i>	<i>La valeur moyenne</i>			
	Carbonate de calcium $\text{CaCO}_3$ (%)	Sulfate $\text{SO}_4^{2-}$ (%)	Chlorure $\text{Cl}^-$ (%)	Insoluble ( $\text{SiO}_2$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ - $\text{CaO}$ - $\text{MgO}$ ...) (%)
<i>Adrar</i>	3,6	0,41	0,14	95,92
<i>Timimoun</i>	2,7	Trace	0,08	97,22
<i>Reggane</i>	4,5	Trace	0,07	95,92

**V. Conclusion :**

Ce chapitre a été basé sur la présentation des essais des caractérisations des matériaux étudiés et du matériel associé. Les essais effectués sur les argiles (Adrar, Reggane et Timimoun) montrent que :

- ✓ Les argiles sont constituées des éléments illites, Kaolinites et montmorillonites.
- ✓ La plasticité est élevée à moyenne.
- ✓ La valeur de la surface spécifique mesurée montre que nos argiles contiennent des mélanges de Quartz, Kaolinites, Illites et peut être une montmorillonite.
- ✓ L'essai au bleu de méthylène confirme que nos sols sont des sols très argileux et limoneux argileux.

# Chapitre III

# Etude expérimentale

## **I. Introduction**

Cette étude constitue un apport scientifique dans la connaissance et la caractérisation des Minéraux terre locaux, dont l'argile. L'objectif de notre étude est de caractériser les argiles de la wilaya d'Adrar et valoriser industrielle et artisanale des matériaux de terre cuite (céramique).

Nous avons effectué toutes les expériences de laboratoire sur les argiles, Et quatre prélèvements dans chaque gisement (Adrar, Timimoun, Reggane).

Dans ce chapitre présenté les différentes phases de fabrication des produits de céramique en passe par plusieurs étapes (Extraction d'argiles, Préparation de l'argile, Façonnage, Séchage, Cuisson).

## **II. Méthodes et matériel :**

Malgré le large assortiment des céramiques, la diversité de leurs formes et leurs propriétés physico-mécaniques et le type d'argile utilisé, les étapes de fabrication de produits céramiques sont communes.

### **II.1. Les étapes de fabrication de produit :**

L'industrie de fabrication de brique traverse plusieurs les étapes suivantes :

- ❖ Extraction
- ❖ Préparation
- ❖ Façonnage
- ❖ Séchage
- ❖ Cuisson

#### **II.1.1. Extraction :**

Dans notre étude. Nous avons exploité trois gisements d'argiles, telle que la région d'Adrar, Timimoun, et Reggane. La figure ci-dessous présente la localisation des gisements d'argiles.





Reggane

Timimoun

Adrar

Figure III.1 : Site d'extraction d'argiles

### II.1.2. Préparation de la pâte

La préparation comprend deux opérations principales :

- ✓ **Broyage** : a pour but d'éliminer les éléments les plus grossiers pour obtenir un matériau très fin d'éléments inférieur à 2mm.
- ✓ **Malaxage** : L'objectif de cette opération est d'homogénéiser et humidifier le mélange pour obtenir la bonne plasticité de la pâte.

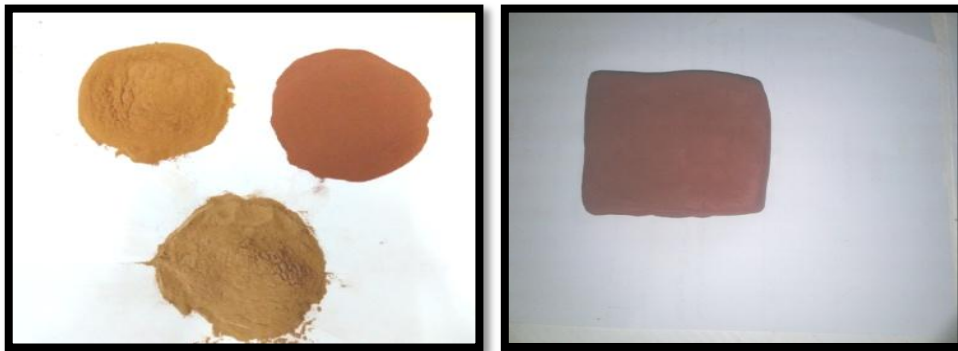
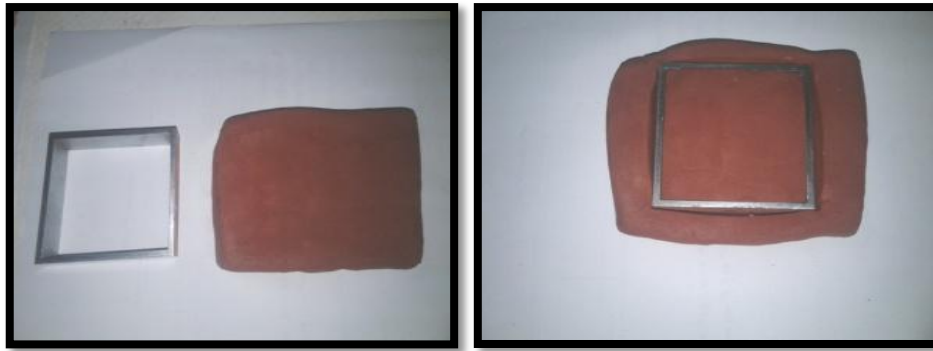


Figure III.2 : Broyage et Malaxage de la pâte

**II.1.3. Façonnage** : il faut lui donne les formes désirées, c'est-à-dire celles des produits finis utilisé dans la construction.

- ❖ **Opération de travail** :
- ✓ Utilisé un moule de dimension (6\*6\*2cm).
- ✓ Ensuite pose et arase la pâte des argiles.
- ✓ Pressage et extraction la pâte.

La figure ci-dessous présente le moulage et le pressage.



**Figure III.3 :** Moulage et pressage de la pâte

#### **II.1.4. Séchages :**

Le séchage de la produite façonné avant cuisson pour éliminer de l'eau humidité de l'air, laisser des briquette tender dans semaine pour éviter des fissurations et retraites. Ensuite entre les briquettes par étuve dans température 105C°par laboratoire, calculer le retrait de briquette.



**Figure III. 4 :** Séchage à l'étuve.

#### **II.1.5. Cuisson :**

La cuisson donne aux produits séchés leurs caractéristiques finales adaptées à leur utilisation pour la construction. Il s'agit donc de contrôler plusieurs paramètres qui influencent la phase de cuisson tels que la température, la durée de cuisson et l'atmosphère à l'intérieur du four.

- Essais céramique :

1. Avant cuisson :

- ✓ Retrait linéaire et de la masse des éprouvettes :

Après séchage on relève la masse et la valeur de la longueur par la mesure, à l'aide d'un pied à coulisse de la moyenne des longueurs.

Les formules suivantes permettent de calculer le % de retrait linéaire et le % de perte en Poids en fonction du temps :

$$\text{Perte en poids \%} = H\% = 100 * \left[ \frac{(m_0 - m_1)}{m_0} \right]$$

$m_0$  : masse de l'échantillon avant séchage ;  $m_t$  : masse de l'échantillon séché à l'instant t.

$$\text{Retrait linéaire \%} = R\% = 100 * \left[ \frac{(l_0 - l_1)}{l_0} \right]$$

$l_0$  : longueur de l'échantillon avant séchage,  $l_1$  : de l'échantillon après séchage à l'instant t.



**Figure III.5 :** Retrait linéaire après séchage.

## 2. Après cuisson :

Les éprouvettes ont été cuites dans le four à différentes températures T. Les cuissons ont été réalisées suivant des températures croissantes de 550, 650, 850, 900 °C pendant 1h.

- Les formules suivantes permettent de calculer le % de retrait linéaire et le % de perte en poids

$$\text{Perte en poids \%} = H\% = 100 * \left[ \frac{(m_0 - m_1)}{m_0} \right] [3]$$

- $m_0$  : masse de l'échantillon séché à 105°C ;  $m_t$  : masse de l'échantillon cuit à la température T.

$$\text{Retrait linéaire \%} = R\% = 100 * \left[ \frac{(l_0 - l_1)}{l_0} \right] [3]$$

$l_0$  : longueur de l'échantillon séché à 105°C ;  $l_t$  : de l'échantillon après cuisson à températures T.

- **Absorption d'eau**

L'absorption d'eau est déterminée par immersion d'une éprouvette de brique dans l'eau

Jusqu'à une masse constante. Les opérations sont exécutées dans l'ordre suivant :

Immersion dans un bac à eau, Durant un minimum de 48 heures ou jusqu'à masse humide constant. Avant la pesée, les éprouvettes sont soigneusement essuyées avec un chiffon absorbant toute l'eau de surface.

La figure ci-dessus présente l'absorption d'eau



**Figure III.6 :** Absorption d'eau

Séchage durant un minimum de 72 heures ou jusqu'à masse sèche constante dans une étuve ventilée dont la température est maintenue à  $105 \pm 5$  °C.

L'absorption d'eau par immersion (Abs) est exprimée en pourcent de la masse sèche et est calculée par la relation suivante :

$$\text{Abs} = 100 \times (m_h - m_s) / m_s$$

Avec :

$m_h$ : la masse humide constante de l'éprouvette après immersion;  $m_s$ , la masse sèche constante de l'éprouvette après séchage à l'étuve.



**Figure III.7 :** l'éprouvette après séchage à l'étuve.

- **La porosité :** La porosité (n) est obtenue par la formule ci-après :

$$n (\%) = \text{Abs} \times m_s / 100$$

## 2. Résultats et discussion :

- **Avant cuisson :**

Les figures ci-dessous présentent perte en poids de chaque prélèvement au niveau des trois gisements Adrar, Timimoun et Reggane.

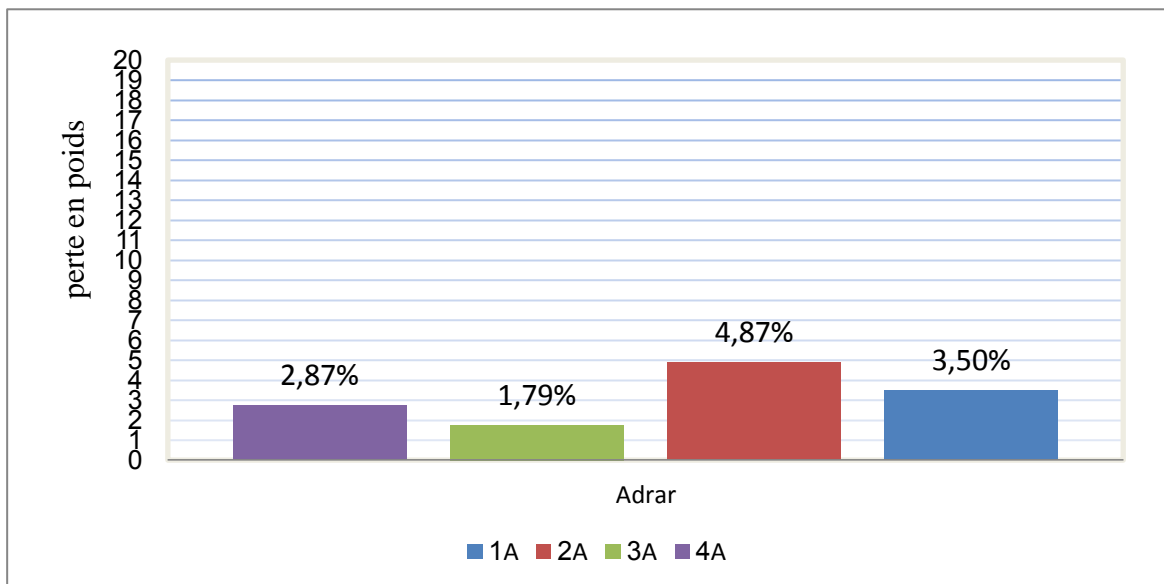


Figure III .8: Perte en poids avant cuisson de l’argile d’Adrar

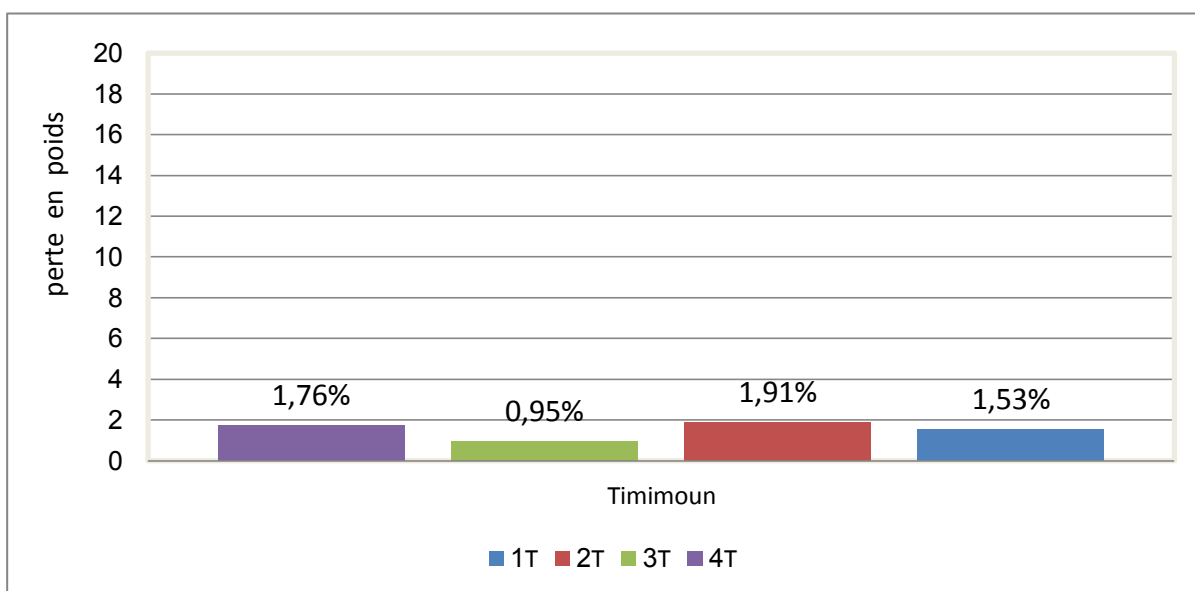
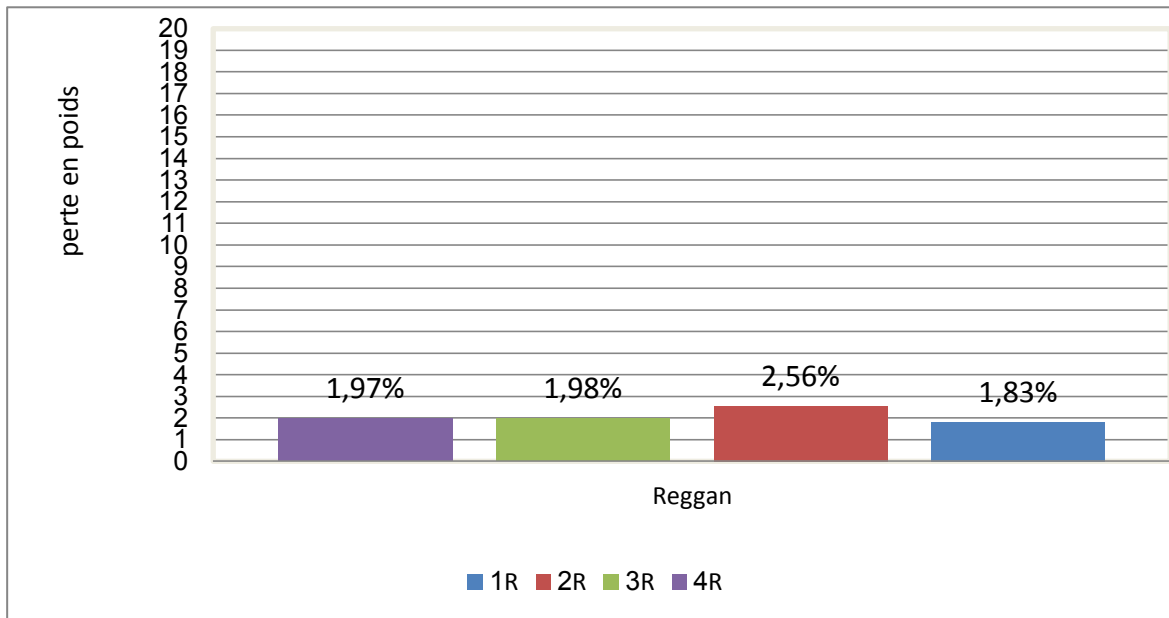


Figure.III .9: Perte en poids avant cuisson de l’argile de Timimoun



**Figure III .10:** Perte en poids avant cuisson de l’argile de Reggane

**Commentaire :**

Les figures au-dessus (III.8 ; III.9 ; III.10) présentent la variation de la perte en poids en fonction de l’emplacement de prélèvement.

Nous pouvons dire que la valeur maximale obtenue de la perte en poids est 4,8% concernant l’argile d’Adrar.

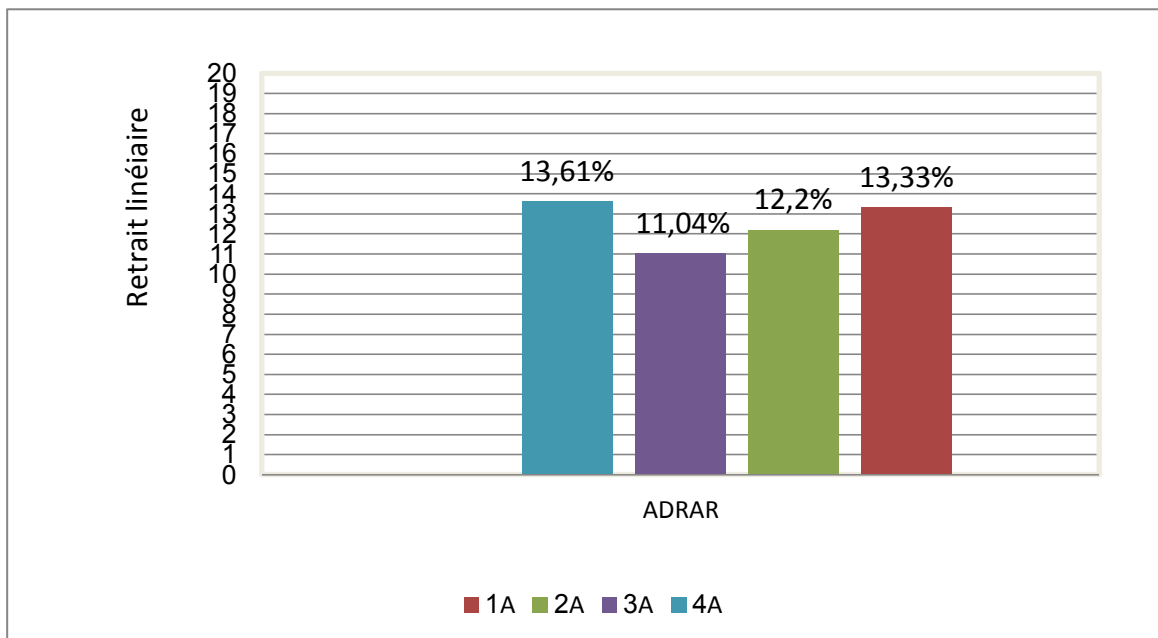


Figure III .11: Retrait linéaire de l'argile d'Adrar

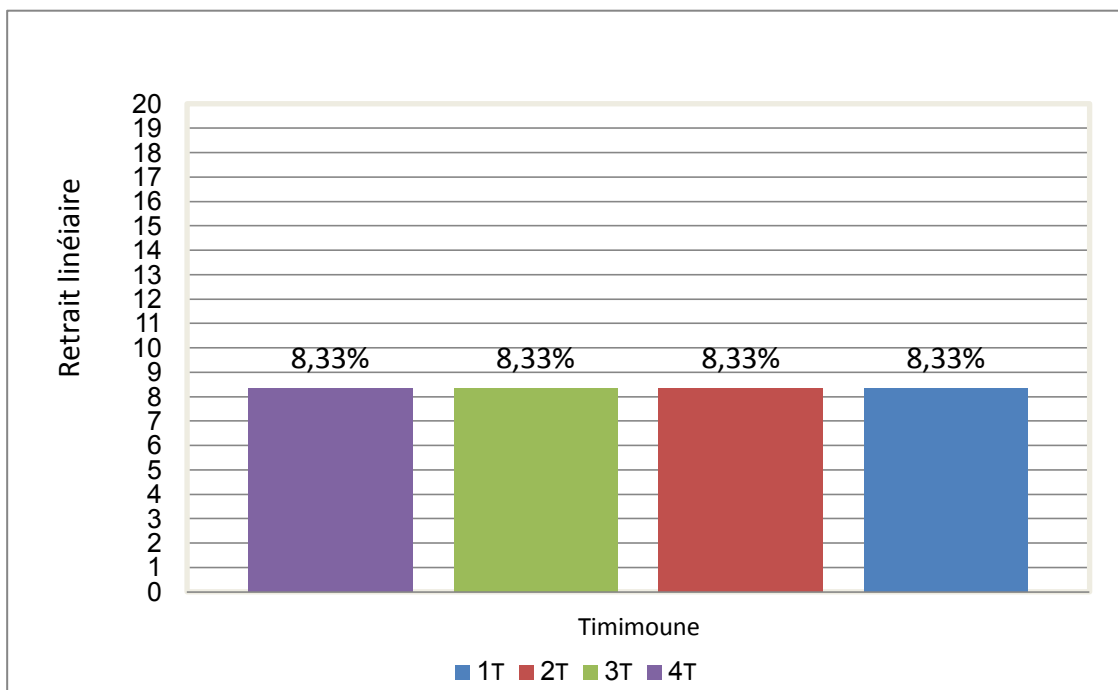


Figure III .12: Retrait linéaire de l'argile de Timimoun



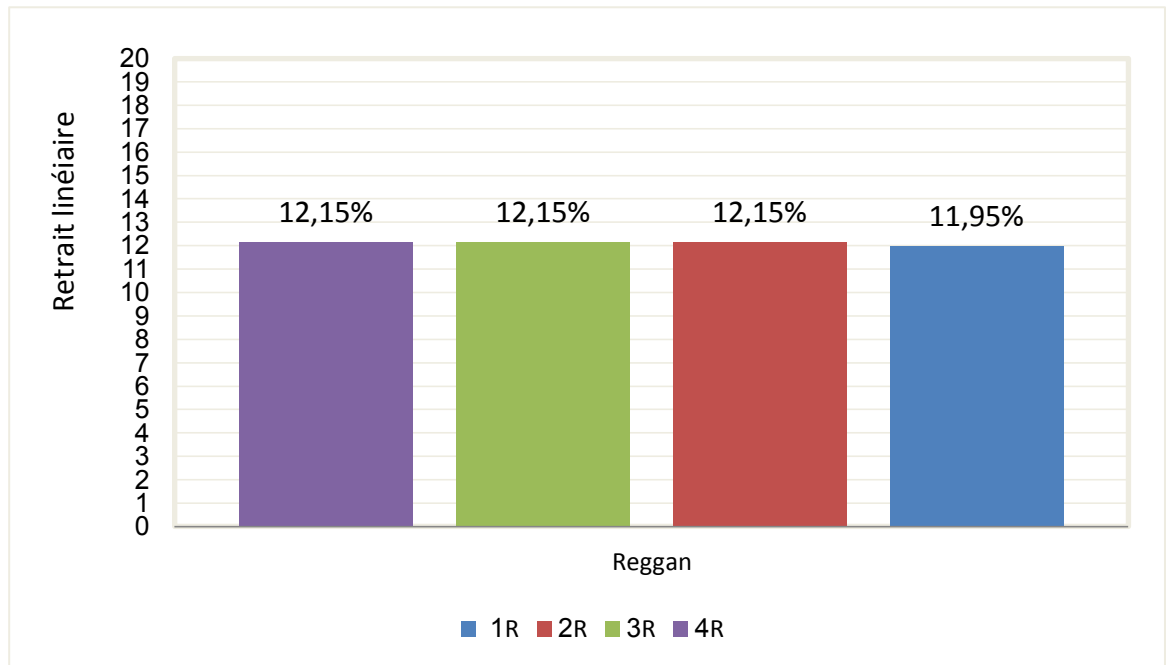


Figure III .13: Retrait linéaire de l’argile de Reggane

D'après les figures III.11, III.12 et III.13, nous pouvons dire que le retrait linéaire est constant pour les argiles de Timimoun et Reggane mais les argiles d’Adrar a présenté un retrait de l’ordre 12%.

**Après Cuisson :**

**Pert en poids et retrait linéaire après cuisson :**

Les figures ci-après (III.14 ; III.15 ; III.16) montrent la perte en poids après cuisson des argiles extrait à partir des trois gisements étudiés.

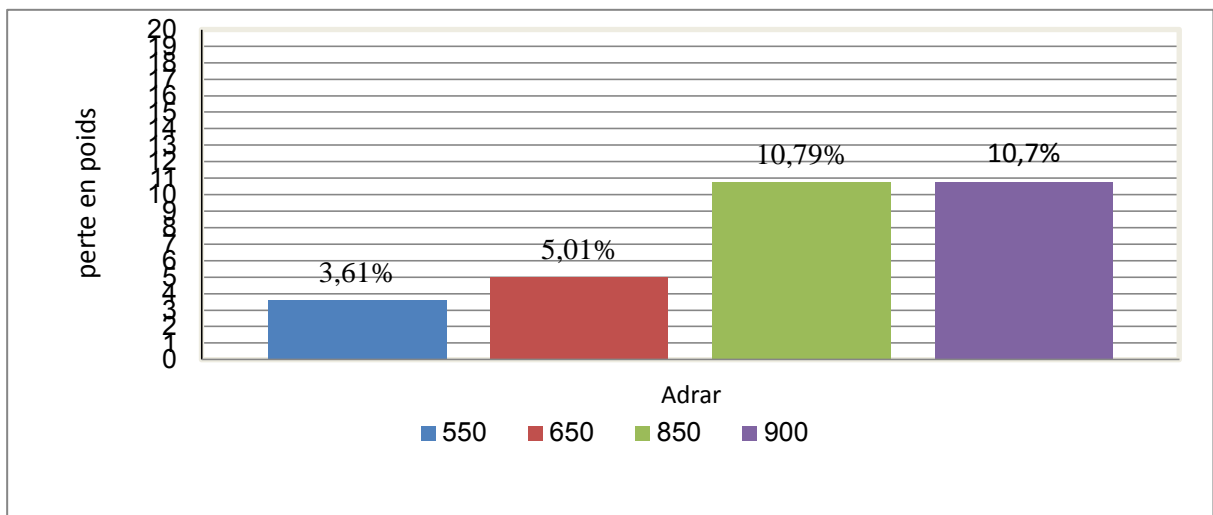


Figure III .14 : Perte en poids après cuisson (l’argile d’Adrar).

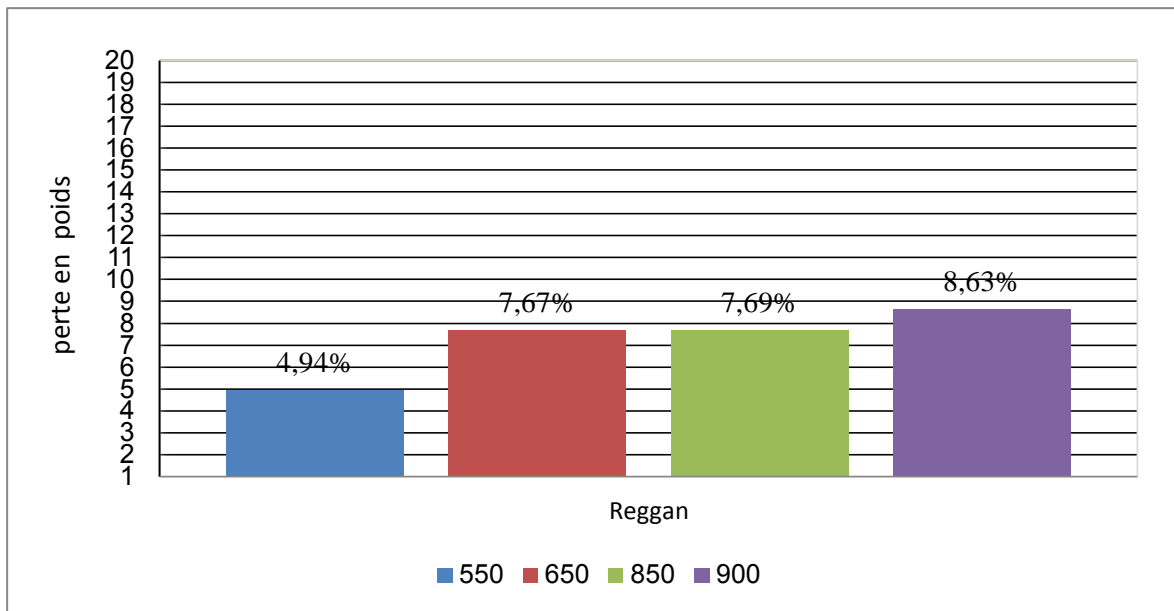


Figure III .15 : Perte en poids après cuisson (l’argile de Reggane).

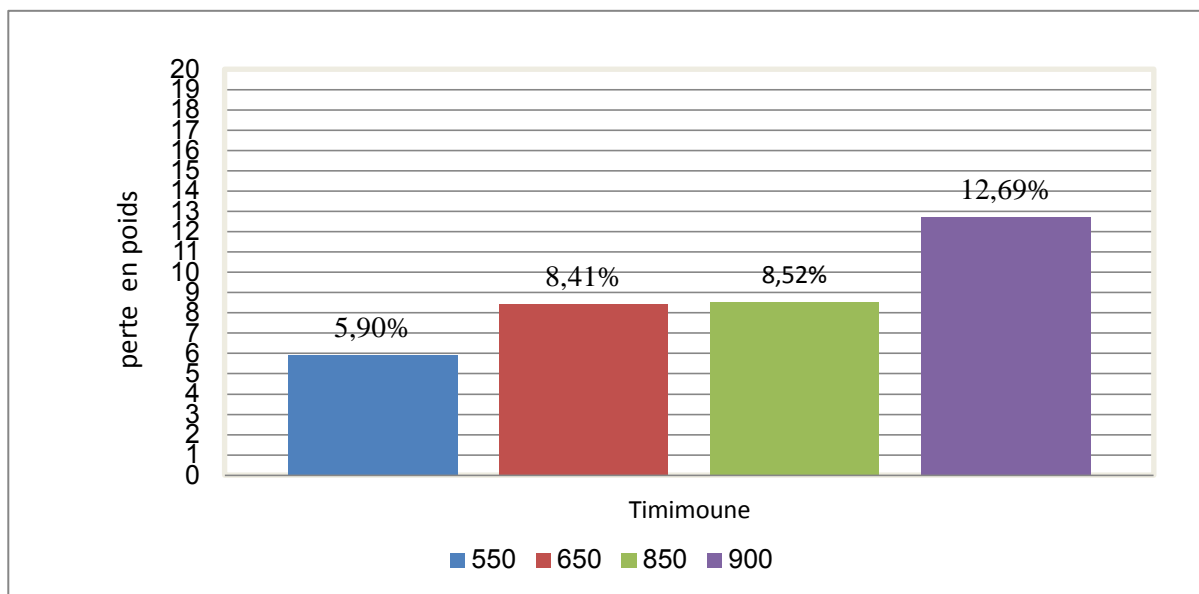


Figure III .16 : Perte en poids après cuisson (l’argile de Timimoun).

Selon les résultats obtenus, nous avons constaté que la variation de température influé sur la perte en poids, il y a une augmentation de la valeur de perte en général. Cela pour les trois qualités des argiles.

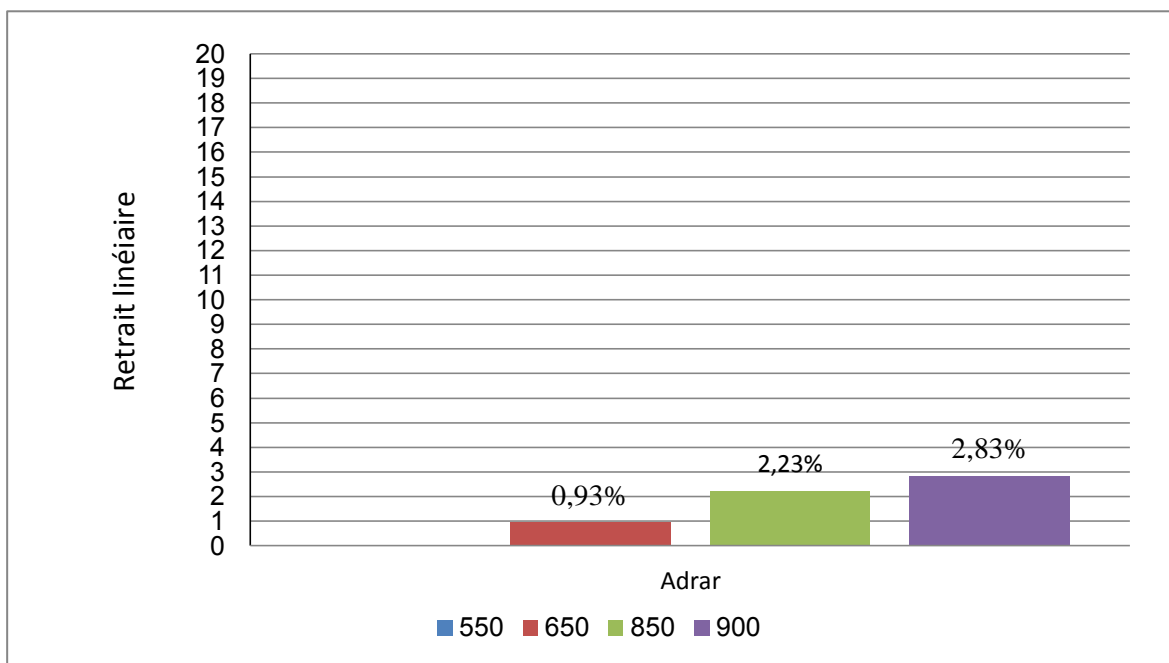


Figure III .17: Retrait linéaire de l’argile d’Adrar après cuisson.

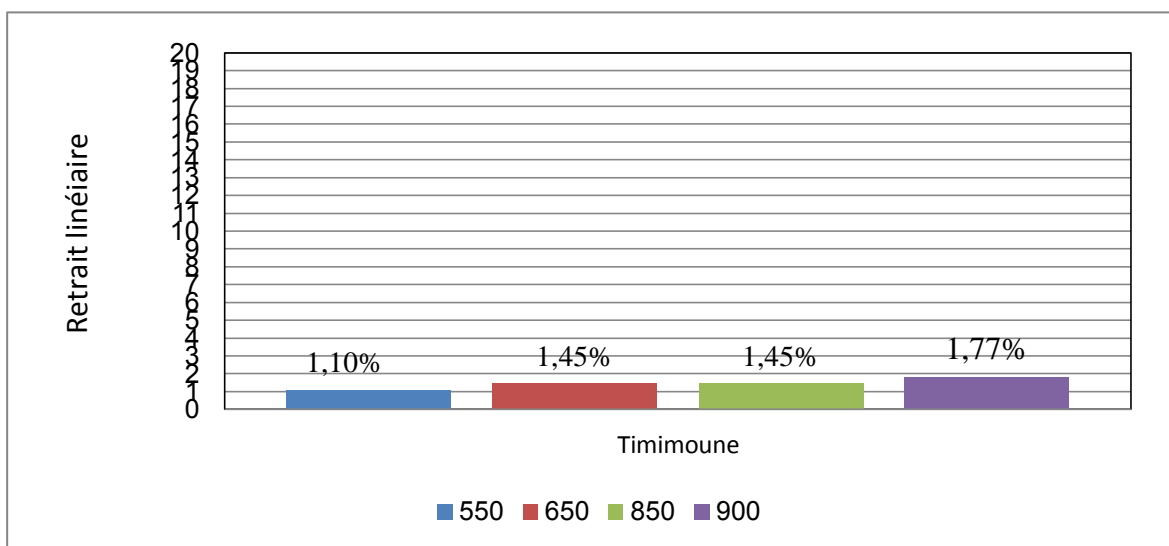
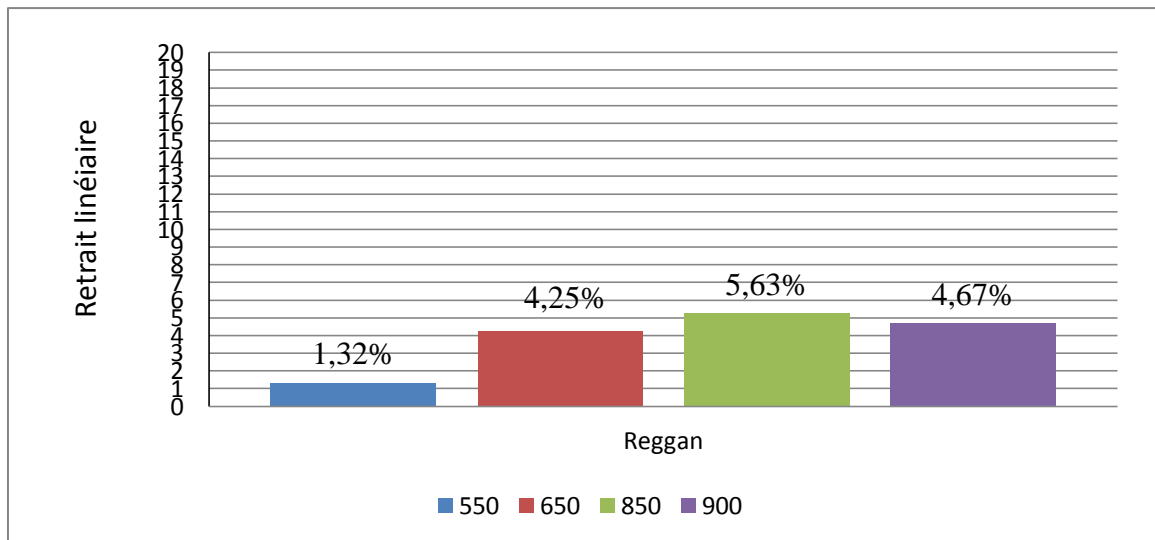


Figure III .18: Retrait linéaire de l’argile de Timimoun après cuisson



**Figure III .19:** Retrait linéaire de l'argile de Reggane après cuisson

Les figures III.17, III.18 et III.19 montrent la variation du retrait en fonction de la variation des températures de cuisson.

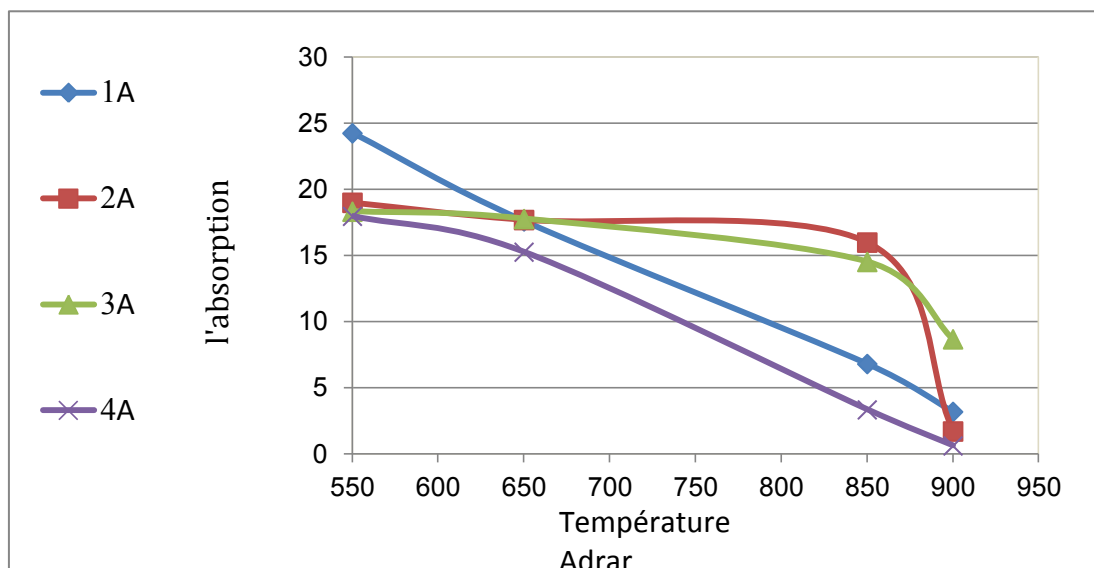
Selon les valeurs obtenues, nous avons tiré ce qui suit :

L'argile d'Adrar présente un retrait faible par rapport à l'argile de Timimoun et Reggane.

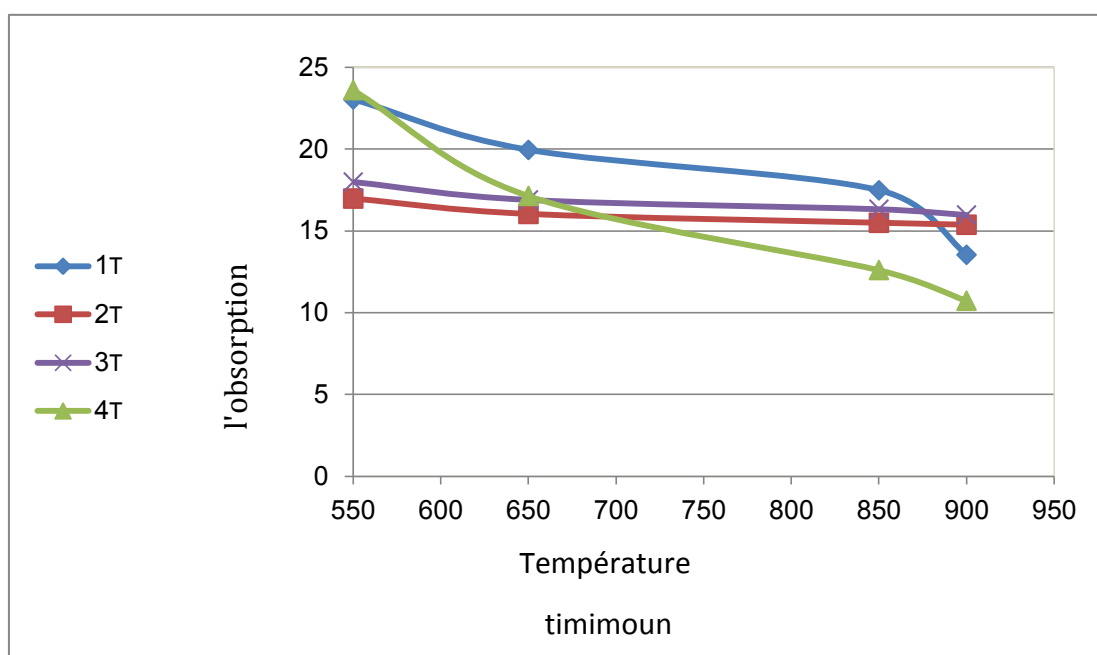
Par ailleurs, le pourcentage du retrait de l'argile de Timimoun est inséré dans la fourchette aux normes prescrites.

- **L'absorption d'eau :**

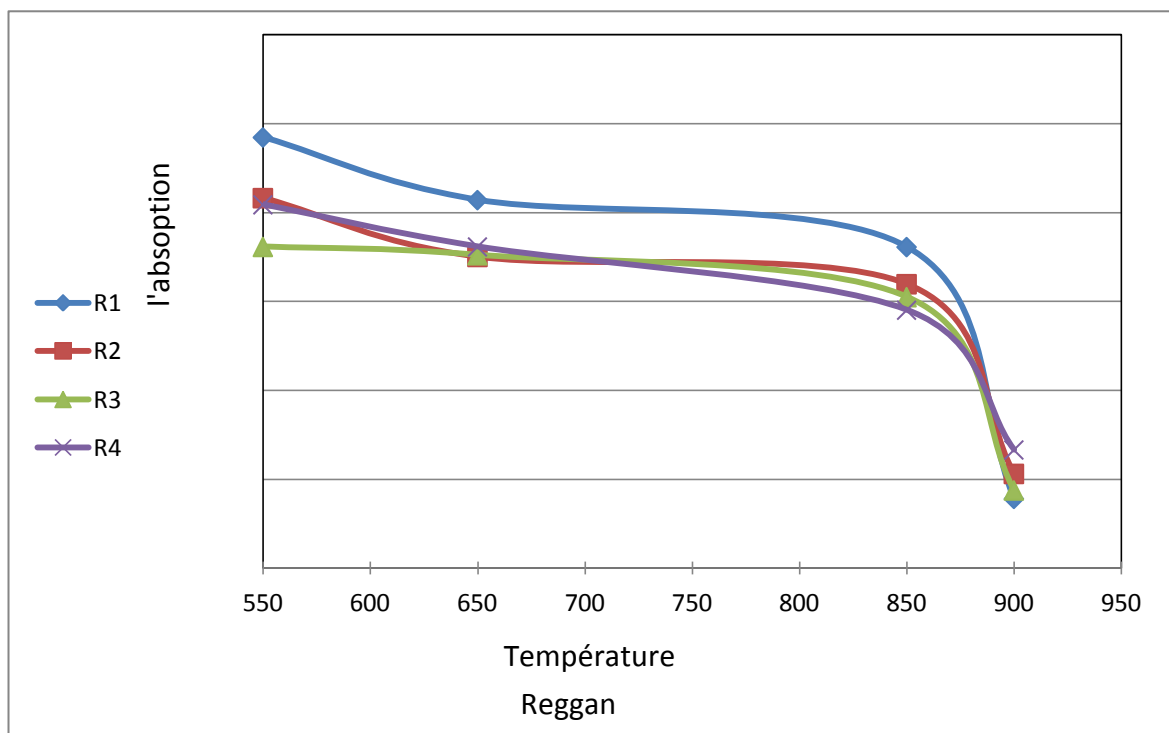
Les figures III.20, III.21 et III.22 présentent la variation de l'absorption après cuisson d'argiles étudiées en fonction des températures



**Figure III .20:** Variation de l'absorption après cuisson de l'argile d'Adrar en fonction des températures.



**Figure III .21:** Variation de l'absorption après cuisson de l'argile de Timimoun en fonction des températures



**Figure III .22 :** Variation de l’absorption après cuisson de l’argile de Reggane en fonction des températures.

**Commentaire :**

Les résultats obtenus montrent que l’augmentation de la température influée positivement sur l’absorption l’ordre de diminution de l’absorption est environ de 15%.

- **Pert eu feu :** Température 550 de 4h

**Tableau III.1 :** Calcination matière organique

N°	1	2	3	4
<i>Adrar (%)</i>	3,89	5,238	4,89	5,032
<i>Timimoun</i>	11.853	7.609	6,082	7,333
<i>Reggane</i>	6,145	7,261	7,327	8,132

- La porosité :

Tableau III.2 : Valeurs de la porosité

T°C	550			650		
	ms(g)	ad(%)	por(%)	ms(g)	ad(%)	por(%)
<i>Timimoun</i>	102,77	16,76	17,22	98,02	15,39	15,08
<i>Regganne</i>	97	19,43	18,85	90,97	17,74	16,13
<i>Adrar</i>	88,82	18,65	16,57	71	17,757	12,60
T°C	850			900		
	ms(g)	Ads(%)	Por(%)	ms(g)	ad(%)	por(%)
<i>Timimoun</i>	96,85	15,27	14,79	98,15	15,37	15,09
<i>Regganne</i>	83,62	15,25	12,76	89,4	5,99	5,35
<i>Adrar</i>	79,52	15,25	12,13	76,32	-	-

- **Commentaire :**

Suite aux résultats obtenus nous avons constaté qu'on a généralement une diminution de la porosité des argiles en fonction de l'augmentation de la température de cuisson

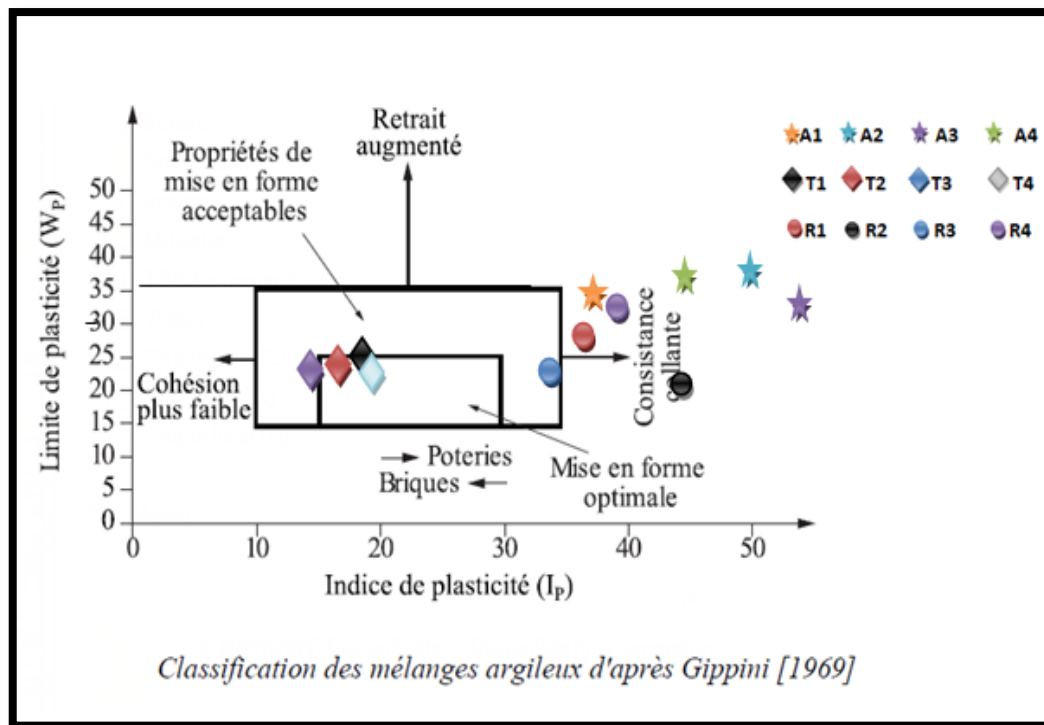
### III. Valorisation

- **Classification :**

La mise en forme des pièces pour la fabrication de matériaux en terre cuite est presque toujours réalisée par extrusion. Gippini [1969] a défini des plages limite de plasticité / indice de plasticité afin de déterminer les caractéristiques des mélanges et d'obtenir une mise en forme optimale.

On peut situer les sédiments fins cet abaque de plasticité.

Parmi les argiles étudiées, l'argile de Timimoun présente des propriétés de mise en forme directement optimale à acceptables (figure III-23). En général pour les autres argiles étudiées, un mélange est à envisager afin d'obtenir des propriétés de mise en forme plus adéquates.



**Figure III. 23 :** Classification des argiles étudiées selon le diagramme de Gippini [1969]

La distribution granulométrique des mélanges argileux a une grande importance sur leurs propriétés. Une certaine teneur en argiles et en limons est donc à rechercher dans les mélanges de production selon les produits.

Le diagramme de Winkler reprend des données industrielles qui relient la granulométrie optimale et l'application, pour une mise en forme par extrusion. On voit sur la figure III-24 que l'argile d'Adrar étudiée, au regard de leurs répartitions granulométriques, ne semble pas acceptable pour un usage comme composant seul. Il faut préparer un mélange de production afin d'obtenir une pâte avec des caractéristiques optimales. Par contre les argiles de Timimoun et de Reggane présentent des caractéristiques granulométriques proches de celles utilisées pour la fabrication de tuiles et briques creuse.



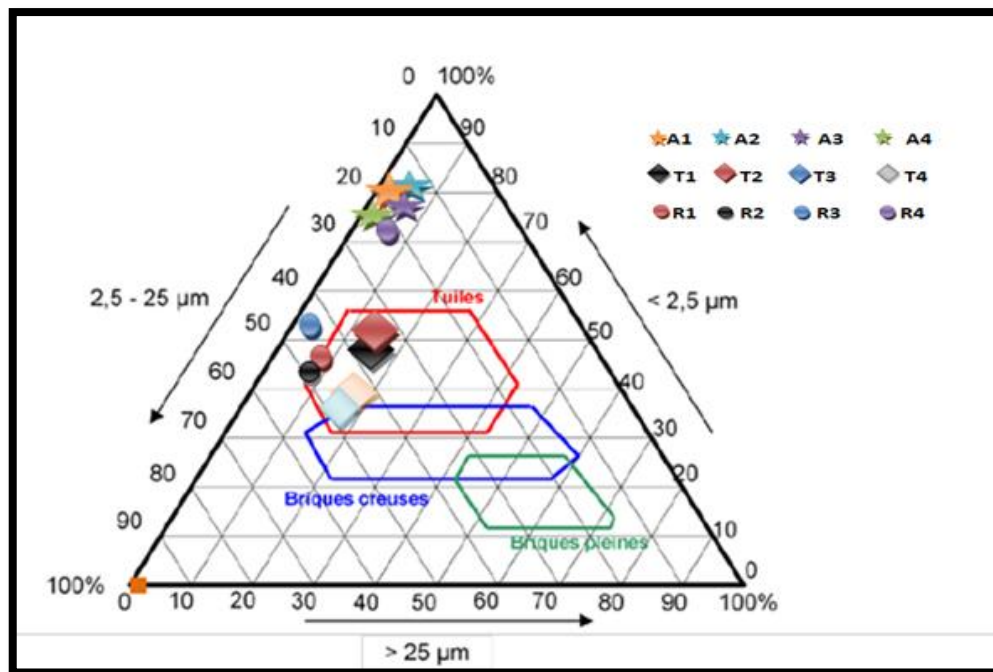


Figure III.24 : Répartition granulométrique des argiles étudiées et diagramme de Winkler.

#### IV. Conclusion :

A la fin de ce chapitre nous avons tiré les points suivants :

- 1- Pour fabriquer des produits céramiques, il faut respecter un processus sus indiqué.
- 2- En général les argiles étudiées présentent des caractéristiques plus au moins acceptable après la cuisson.
- 3- d'après le diagramme de Gippini l'argile de Timimoun présente de mise en forme optimale. Mais les deux argiles (Adrar et Reggene) demandent des corrections.
- 4- Selon la répartition granulométrique des argiles étudiées et diagramme de Winkler

# Conclusion générale

## Conclusion Générale

---

### Conclusion générale :

En conclusion, les argiles utilisées dans cette étude proviennent de la wilaya d'Adrar (Adrar, Timimoun, et Réggane). Dans le cadre de ce travail, nous avons procédé à une caractérisation granulométrique, physique, chimique, et technologiques de ces argiles afin d'évaluer leurs potentialités en industrie de céramique.

Les matériaux argileux étudiés sont généralement constitués de fines particules d'argiles avec une plasticité moyenne à forte.

A la cuisson, les échantillons des argiles montrent que l'absorption d'eau et le retrait linéaire sont généralement conformes avec les critères de production des produits céramiques à 900°C. Moyennant un ajout correcteur du retrait total excessif.

Finalement une densification importante est remarquée pour la plupart des argiles à des températures de cuisson à 900°C. Cela par rapport aux valeurs obtenues de porosité.

**LES NOERMES**

(NF P 94-057) : Sol : reconnaissance et essai analyse granulométriques des sol par la méthode sédimentation.

(NF P94-054) : Sol : Reconnaissance et essai détermination de la masse volumique des particules solides par la méthode du pycnomètre.

(NF P 94-051) : Sol : Reconnaissance et essai détermination des limites d'atterbage (Limite de liquidité à la coupelle et limite de plasticité au rouleau).

(NF P94-68) : Sol : Reconnaissance et essai la valeur de bleu de méthylène

# Références Bibliographiques

## Références Bibliographiques

- [1] **M<sup>elle</sup>. Choufa Nassima** Epuration des eaux usées: l'élimination des micropolluants dans les eaux usées par un matériau argileux Mémoire de magister a l'université Mohahammed messaadia souk ahras 2012-2013.
- [2] **Harrat Mohamed** Contribution à l'amélioration du procédé de Fabrication de la céramique Etude sur site : unité Maghreb céramique de Touggourt (1) 31/ 01/ 2007
- [3] **Meriam El Ouahabi** valorisation industrielle et artisanale des argiles du maroc thèse présentée a l'université de liège (Ecole doctorale du Département de Géologie) 7 novembre 2013
- [4] **Mr ABOU Mohamed** Cour valorisation en matériaux de construction céramique université d'Adrar 2018/2019
- [5] **Wetshondo Osomba, D., 2012**, Caractérisation et valorisation des matériaux argileux de la Province de Kinshasa (RD Congo): Liege
- [6] **Fagel, N. (2005)**. " Cours Géologie des argiles ", Département Géologie, Université de Liège. Belgique
- [7] Belghali M ,Merabti N ,traitement des eaux usées huileuse de CEVITAL par le kaolin KT3B selon la méthde d'absorption » Université Abderahmane Mira-Bejaia ,2014-2015.
- [8] El **Yakoubi, N.**, 2006, Potentialités d'utilisation des argiles marocaines dans l'industrie céramique : Cas des gisements de Jbel Kharrou et de Benhmed (Meseta marocaine occidentale): Université Mohammed V
- [9] **Khalfaoui, A., and Hajjaji, M.**, 2009, A Chloritic-illitic Clay from Morocco: Température-time-transformation and néoformation: Applied Clay Science, v. 45, no. 1-2, p. 83-89.
- [10] **Kornmann, M.**, 2005, Matériaux de construction en terre cuite: Fabrication et propriétés, Paris, Genève, p. 42-37.
- [11] **AMOURA F, MAAMERI**, Effet de la durée de cure sur la plasticité et sur les paramètres de cisaillement d'un sol fin argileux amélioré par la chaux.
- [12] **WETSHONDO O**, Caractérisation et valorisation des matériaux argileux de la province université de liège Juin 2012.

- [13] **ALI MOHRI I,BAARBI K** ,Caractérisation et valorisation des argiles de la wilaya d'Adrar en vue de leur utilisation dans l'industrie des matériaux de construction en terre cuite, Mémoire Master, Université Ahmed Draia d'Adrar 2017-2018.
- [14] **KESRAOUI S, NOUARI M**, Détermination Des Caractéristique Thermo physique-Mécanique Des Matériaux Locaux: Application Aux Briques de terre Comprimée Stabilités, Mémoire Master, Université Ahmed Draia d'Adrar 2017-2018.
- [15]**Abbou Mohammed** : Caractérisation des gisements d'argiles de la région d'Adrar, en vue de leur valorisation dans l'industrie des matériaux de construction, 2nd International Congress on Materials Structural Stability Rabat, Morocco, 22-25 November 2017
- [16] **Pr.Mekarta**, Cour Mécanique des sols Avancée ,Mestre 1, p 9

## Résumé

Dans une perspective de développement local durable, la présente étude est focalisée sur la caractérisation des matériaux argileux situés au Sud Algérien, en vue de leur valorisation dans le secteur BTP.

Cependant, les argiles utilisées dans cette étude proviennent de la région d'Adrar, Reggane et Timimoun, dans le cadre de ce travail nous avons procédé à une caractérisation des gisements argileux des trois régions sus indiqués , en vue de leur valorisation industrielle dans le domaine de fabrication des produits céramiques, ayant pour but de contribuer a la promotion des matériaux locaux de construction .

Les argiles de la région d'Adrar, Reggane et Timimoun sont présentés globalement des caractéristiques physico-chimiques ainsi que minéralogiques acceptable et optimales pour l'utilisation dans la filière de céramique.

Finalement, un traitement des mélanges argileux est nécessaire.

**Mots clés :** Caractérisation, Valorisation, Matériaux locaux, argiles, Céramique.

## ملخص

من منظور التنمية المحلية المستدامة ، تركز هذه الدراسة على تصنيف المواد الطينية الموجودة في جنوب الجزائر ، بهدف تمييزها في قطاع البناء

ومع ذلك ، فإن الطين المستخدم في هذه الدراسة يأتي من منطقة أدرار ورقان وتميمون ، في إطار هذا العمل ، شرعنا في تصنيف رواسب الطين في المناطق الثلاث المشار إليها أعلاه ، بهدف تمييزها الصناعي في هذا المجال. تصنيع منتجات طين منطقة أدرار ، رقان وتميمون تقدم بشكل عام خصائص . السيراميك، يهدف للمساهمة في الترويج مواد البناء المحلي. فيزيائية وكيميائية مقبولة ومثالية للاستخدام في قطاع السيراميك.

أخيراً، فهي تحتاج من الضروري معالجة مخاليط الطين

.الكلمات المفتاحية: التصنيف ، تمييزها ، المواد المحلية ، الطين ، السيراميك