

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



Mémoire projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master

Spécialité : Génie Civil

Option : Structure

**THEME :**

**L'influence de déchet de gravier sur les caractéristiques  
physico- mécaniques d'une brique a base du sable de dunes  
et copeaux de bois**

Présenté par :

**OUARGLI Meriem**

**YAZI Abdellah**

*Soutenu publiquement le 06/07/2019 devant le jury :*

El ABADI M. S.	M.A.A	(Université Kasdi Merbeh Ouargla)	Président
ABBANI. S.	M.C.B	(Université Kasdi Merbeh Ouargla)	Examineur
DJOUHRI. M.	M.C.B	(Université Kasdi Merbeh Ouargla)	Encadreur

**PROMOTION : 2018-2019**



# *Dédicace*

*Je dédicace ce travail à:*

*A ma famille et surtout mes parents*

*A mes amis et mes promos*

*A mes enseignants.*

\*\*\*\*\*

*Meriem Ouargli*



**POUR**

**MES PARENTS,**

*Mes Sœurs & Mon frère*

**YAKOUBE ,MERIEM,HAUSA**

*Ma petite famille*

**M'épouse ,Ishraque ,Arbia & Islam**

**\*\*\*\*\***

**YAZI ABDELLA**

# **Remerciements**

**Le présent travail à été effectué au sein du Laboratoire de Génie civil au département de génie civil, faculté des sciences et science de l'ingénieur université d'Ouargla.**

**Je voudrais ici témoigner toute ma gratitude à Monsieur le docteur**

**DJOUHRI Mohamed mon directeur de mémoire pour sa confiance sa disponibilité sa rigueur scientifique et ses encouragements.**

**Mes plus vifs remerciements s'adressent à Monsieur le docteur EIABADI M. Salem pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider ce jury.**

**Mes plus profonds remerciements vont à Monsieur le docteur ABBANI Said d'avoir accepté d'être examinateur de cette mémoire et membre du jury.**

**J'adresse mes remerciements à tous les membres du Laboratoire du Génie Civil pour leur aide sympathie et amitié qu'ils ont exprimée a mon égard;**

**Je remercie profondément toute ma famille et surtout mes parents pour m'avoir toujours apporté leur soutien durant mes études ainsi qu'à mes frères pour leur encouragement.**

**Enfin, j'adresse mes sentiments les plus respectueux à mes amis qui m'ont toujours soutenu et aidé.**

**OUARGLI MERIEM**

## **Remerciements**

**Tout d'abord, je tiens à remercier le bon Dieu le tout Puissant de m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail, également je remercie infiniment ma Mère, qui m'a encouragé toujours , avec son prière pour mon succès à mes études et de ma vie .**

**Je tiens à remercier mon encadreur Dr.M.DJOUHRI pour m'avoir accepté de partager sa grande connaissance de la science des matériaux en me prodiguant ses nombreux conseils, avisés guidé pour la réalisation de ce projet.**

**Je voudrais également adresser mes plus sincères remerciements à:**

**Ma nièce Saadia, pour son soutien en laboratoire;**

**Monsieur EIABADI M. S Maître assistant à l'université Université KasdiMerbah Ouargla, en me faisant l'honneur de présider ce jury.**

**Monsieur ABBANI. S Maître assistant à l'université Université KasdiMerbah Ouargla, me fait l'honneur d'examiner ce travail, qu'il accepte mes très sincères remerciements.**

**Je remercie vivement tous les membres du laboratoire de l'université KasdiMerbah et le laboratoire des travaux publique LTPS, qu'ils soient Responsables, ou ingénieurs de laboratoire.**

**YAZI ABDELLAH**

## *sommaire*

Dédicace	
Remerciement	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des photos	
Listedes tableaux	
Liste des notions	
Introduction	1
<b>CHAPITRE I : GENERALITE ET MATERIAUX</b>	
I.1 Introduction	2
I.2 Brique	2
I.2.1 Brique de terre cuite	2
I.2.2 Matière première utilisée	2
I.2.3 L'extraction	2
I.2.4 les propriétés et caractéristiques de brique de terre cuite	5
I.2.5 Les produits	5
I.2.5.a. Brique pleine	5
I.2.5.b. Brique perforée	5
I.2.5.c Briques creuses de terre cuite	6
I.2.5.d Briquesilico-calcaire	6
I.3. Le sable de dunes	6
I.3.1. Type des dunes	7
I.4. Ciment	8
I.4.1. Domaine d'utilisation de ciment	8
I.4.2. Classification des ciments en fonction de leur composition	8
I.4.3. Différents types des ciments courants	8
I.5. La Chaux	9
I.5.1. Type de chaux	9
I.5.1. a. Chaux aériennes	9
I.5.1. b. Chaux vive	9
I.5.1. c Chaux éteinte	10
I.5.1. d. Chaux magnésiennes	10

I.6 Fillers de calcaires (NF P18-508)	10
I.6.1 Propriétés requises du filler calcaire	10
I.6.2 Ressources disponibles	11
I.6.3 Influence des fillers calcaires sur les propriétés des bétons	12
I.6.4 Définition du Mortier Normal (En 196-1)	12
I.7 Coupeaux de bois	13
I.8.conclusion	14

## **CHAPITRE II : CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX**

II.1. Introduction	16
II.2. Sable des dunes	16
II.2.1. Les caractéristiques de sable des dunes	16
II.2.2. Modules de finesse (NF P18 304)	18
II.2.3. Masses volumiques (NFP 18-301)	18
II.2.3 .a Masse volumique apparente	18
II.2.3 .b Masse volumique absolue	19
II.2.4 Equivalent de sable (NF P 18 598).	19
I.3. Filler de Calcaire I	21
II.3.1 Les caractéristiques de Filler	21
II.3.1.1 Essai au bleu de méthylène (NF p94-068)	21
II.3.1.2. Coefficient d'absorption d'eau (NF P 18-554)	21
II.3.1.3 Masses volumiques (NFP 18-301)	21
II.3.1.3 .a Masse volumique apparente	21
II.3.1.3 .b Masse volumique absolue	22
II.3.1.3 .c Les Analyses chimiques de filler	22
II.4 Ciment	23
II.4. 1 Les principales propriétés physiques et mécaniques	23
II.5 La chaux éteinte	23
II.6 Copeaux de bois	23
II.6.1 Préparation des échantillons	23
II. 6.2 Optimisation du traitement des copeaux	24
II.7 Eau de gâchage	24
II.8 Caractérisation granulométrique du mélange sable de dunes et filler de calcaire	25
II. 9 Conclusion	25



## **CHAPITRE III : FORMULATION ET CONFECTION DE BRIQUE**

III.1.Introduction	27
III.2.Choix des différents pourcentages des composants	27
III.3.Détermination de la quantité d'eau optimale	28
III.4. Essai de maniabilité	28
III.4. a. Définition	28
III.4. b. Principe de l'essai	29
III.4. c. L'appareil utilisé	29
III.5. Confection des éprouvettes	31
III.5.a. La quantification des matériaux	32
III.5.b. Préparation des moules	33
III.5. c .Le malaxage	33
III.5.d. Coulage des éprouvettes	34
III.5.e. Finissions	35
III.5. f. Démoulage des éprouvettes	35
III.5.g. Conservation des éprouvettes	36
III.6.conclusion	36

## **CHPITRE IV : RESULTATS ET INTERPRETATIONS**

IV.1 Introduction	38
IV.2 Résistance à la traction par flexion	38
IV.3 Résistance à la compression	41
IV.4 La masse volumique	44
IV.5 L'absorption d'eau par capillarité	46
IV.6 L'essai d'ultrasonique	49
IV.7. conclusion	53
Conclusion	55
Recommandations	57
Bibliographie	58
Annex	60

## ***LISTE DES FIGURES***

## **CHAPITRE I : GENERALITE ET MATERIAUX**

Figure I.1	Fabrication des produits de terre cuite	4
Figure I.2	séchage des briques de terre cuite	5
Figure I.3	Brique pleine et perforée et Brique creuse	7
Figure I.4	Cycle de la chaux	11
Figure I.5	Illustration de l'effet filler	12
Figure I.6	Composition granulométrique du sable de référence CEN	14

## **CHAPITRE II CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX**

Figure II.1	Courbe d'analyse granulométrique du sable de dunes	18
Figure II.2	Essai équivalent de sable	21
Figure II.3	Analyse granulométrique de copeaux de bois	25
Figure II.4	Courbe d'analyse granulométrique du mélange	26

## **CHAPITRE III : FORMULATION ET CONFECTION DE BRIQUE**

Figure III.1	Principe de fonctionnement du Maniabilimètre B LCPC.	30
Figure III.2	Maniabilimètre	30

## **CHAPITRE IV : RESULTATS ET INTERPRETATIONS**

Figure IV.1	Dispositif pour l'essai de résistance à la flexion (3 points)	40
Figure IV.2	La résistance à la flexion en fonction de temps	41
Figure IV.3	Evaluation de résistance à la traction par flexion	42
Figure IV.4	Dispositif pour l'essai de compression	43
Figure IV.5	La résistance de compression en fonction de temps	44
Figure IV.6	Evaluation de résistance à la compression	45
Figure IV.7	la masse volumique en fonction de temps	46
Figure IV.8	Evaluation de la masse volumique	47

Figure IV.9	Essai d'absorption d'eau par capillarité.	48
Figure IV.10	L'absorption d'eau par capillarité en fonction de temps	49
Figure IV.11	Evaluation de l'absorption d'eau par capillarité	50
Figure IV.12	la vitesse des ondes ultrasonores en fonction de temps	52
Figure IV.13	Evaluation de la vitesse des ondes ultrasonores	54

# ***LISTE DES PHOTOS***

## **CHAPITRE I : GENERALITE ET MATERIAUX**

Photo I.1	Sable des dunes (Ouargla)	8
-----------	---------------------------	---

## **CHAPITRE III : FORMULATION ET CONFECTION DE BRIQUE**

Photo III.1	L'essai de maniabilité	32
Photo III.2	La chaux	33
Photo III.3	Le ciment	33
Photo III.4	Sable de dunes	33
Photo III.5	Filler de calcaire	33
Photo III.6	Copeaux de bois	34
Photo III.7	Graissage des moules	34
Photo III.8	Malaxage manuelle et électrique	35
Photo III.9	Coulage du moule	36
Photo III.10	Les éprouvettes après le coulage	36
Photo III.11	Les éprouvettes après le démoulage	37

## **CHAPITRE IV : RESULTATS ET INTERPRETATIONS**

Photo IV.1	Avant l'écrasement	43
Photo IV.2	Après l'écrasement	43
Photo IV.3	Ultrason	51

# ***LISTE DES TABLEAUX***

## **CHAPITRE I : GENERALITE ET MATERIAUX**

Tableau I.1	Les propriétés des briques creuses	6
Tableau I.2	La résistance thermique des briques creuses	6
Tableau I.3	Les propriétés des briques pleines et perforés	6
Tableau I.4	La Résistance thermique des briques pleines et perforés	6
Tableau I.5	Classification et compositions de cimentes	10

## **CHAPITRE II : CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX**

Tableau II.1	Résultats d'analyse granulométrique du sable de dunes (300 g)	18
Tableau II.2	Résultats de calcul de masse volumique	20
Tableau II.	Qualité du sable selon les valeurs d'équivalent de sable	21
Tableau II.4	Résultats de l'équivalent de sable	21
Tableau II.5	Résultats de l'équivalent de filler de calcaire	22
Tableau II.6	Résultats de la masse volumique	23
Tableau II.7	Résultats d'Analyse chimique de sable dunes	23
Tableau II.8	Les caractéristiques de ciment utilisé (AWTED)	24
Tableau II.9	Composition chimique de l'eau	25

## **CHAPITRE III : FORMULATION ET CONFECTION DE BRIQUE**

Tableau III.1	Type de mortier selon le temps de maniabilité.	31
Tableau III.2	Les résultants de l'essai de maniabilité	32

## **CHAPITRE IV : RESULTATS ET INTERPRETATIONS**

Tableau IV.1	Résultats de résistance à la flexion (MPa)	41
Tableau IV.2	La résistance à la compression (MPa)	44
Tableau IV.3	La masse volumique (Kg/m <sup>3</sup> )	46
Tableau IV.4	Résultats d'absorption d'eau par capillarité (g/ cm <sup>2</sup> )	49
Tableau IV.5	la vitesse de son pour les quatre compositions (m/s)	52

## ***LISTE DES NOTIONS***

### **Alphabétiques :**

A : quantité de l'addition en .....	(kg/m <sup>3</sup> )
b : dimension .....	(cm)
ES: équivalent de sable .....	(%)
Ff : la charge appliqué .....	(KN)
k : coefficient de prise en compte de l'addition .....	
h : Hauteur .....	(cm)
l <sub>s</sub> : longueur).....	(m)
L : longueur de l'éprouvette.....	(mm)
Leq : Liant équivalents .....	(kg/m <sup>3</sup> )
m : masse .....	(g)
M :Moment .....	(N.m)
MS : Masse des grains solides.....	(Kg)
M <sub>f</sub> : Module de finesse .....	
PC : La charge de rupture à la compression.....	(KN)
ρ <sub>a</sub> : Masse volumique apparente.....	(g/cm <sup>3</sup> )
ρ <sub>s</sub> : Masse volumique absolue .....	(g/cm <sup>3</sup> )
Rf: la contrainte de flexion.....	(MPa)
S : section transversale de l'éprouvette.....	(mm <sup>2</sup> )
T: Température .....	(°C,K)
T: Le temps .....	(h)
V : Volume .....	(cm <sup>3</sup> )
V <sub>p</sub> : vitesse des propagation des ondes sonique .....	(m/s).
W : Le teneur en eau.....	(%)
σ <sub>c</sub> : contrainte de compression .....	(MPa)

## Résumé

Le sable de dunes est un matériau disponible à des grandes quantités au Sahara de notre pays (Algérie). Ce matériau est pratiquement non exploité, pour cela, nous avons proposé de mener une étude visant à valoriser le sable de dunes d'une part et d'exploiter les copeaux de bois et le filler de calcaire jeté dans la nature d'une autre part pour confectionner des briques à des bonnes caractéristiques physico-mécaniques acceptables.

**Mots clés :** brique, sable de dunes, copeaux de bois, filler de calcaire, résistance mécanique, ultrason, absorption d'eau.

## الملخص

الكتبان الرملية هي مادة متوفرة بشكل كبير في الصحراء الكبرى لبلادنا الجزائر. هذه المادة غير مستغلة بالشكل المطلوب ولهذا في هذا العمل اقترحنا استعمالها واستغلالها في صناعة طوب واستغلال كذلك نشارة الخشب وبقايا الحصى والتي ترمى في الطبيعة. للحصول على طوب بخصائص فيزيائية وميكانيكية مقبولة.

**الكلمات المفتاحية:** الطوب، كتبان الرمل، نشارة الخشب، بقايا الحصى المقاومة الميكانيكية، الامواج فوق الصوتية وامتصاص الماء.

## Abstract

Dunes Sand is a material available in large quantities in the Sahara of our country (Algeria). This material is practically undeveloped, for this reason, we proposed to carry out a study aiming to develop sand dune on the one hand and to exploit the wood chips and limestone filler thrown into the nature of another. Part to make brick with good physico-mechanical characteristics acceptable.

**Key words:** brick, dunes sand, wood chips, limestone filler, mechanical resistance, ultrasound, water absorption.

## INTRODUCTION GENERALE

La science et la technologie dans le domaine de construction recherches toujours d'améliorer les conditions de la vie dans des zones désertiques caractérisées par des températures très élevées à l'été, par réalisation des bâtisses répondante aux exigences climatique avec des matériaux durable etde préserver l'environnement.

L'utilisation fréquente des matériaux de construction modernes (brique en ciment, béton, béton armé,...) inadaptable dans ces zones saharienne par les habitants a posé la problématique, particulièrement en été, ou dans le cas de la coupure brusquement d'électricité.

Vue l'existant de sable de dune dans ces zones désertique allons essayer de confectionner un brique à base de sable des dunes qui améliorée par l'ajout de filler de calcaire et ciment malaxé avec le copeaux de bois pour profiter son bonne l'isolation thermique et leur poids volumique léger, afin d'obtenir un brique à caractéristiques convenables (résistance mécanique, l'isolation thermique, phonique et autres ...)

### **Objectives de ce travail**

Le premier objective on cherche dans ce travail est l'influence de l'ajout de produit filler de calcaire sur les Caractéristiques physico- mécaniques d'un brique leur compositions sont du sable de dunes et copeaux de bois ainsi le ciment avec la chaux éteinte et le ciment ce brique est basé principalement sur l'optimisation des proportions des différentes constituants précédents.

Le seconde objectif de cet étude ont essayé d'introduire le sable de dunes dans la matrice de mortier, l'utilisation de sable de dunes pour objet de valoriser et créer des avantages dans le coût économique et au même temps sur l'écologie au régions sahariennes, aussi de Permettre et encourager les investisseurs fabricants le brique utilisés cette technologie dans les zones désertiques.

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

- Le premier chapitre présente les différents types de brique existante, caractéristiques en générales des différents matériaux entrant dans la composition du mortier .
- Le deuxième chapitre, quant à lui est consacré à la caractérisation des constituants utilisés dans notre travail.
- Le troisième chapitre : ce chapitre est consacré à la formulation de la brique à base de sable de dunes.
- Le quatrième chapitre : présentations les résultats obtenu et les interprétations
- Enfin une conclusion générale et des recommandations nécessaire.



***CHAPITRE I : GENERALITE ET MATERIAUX***

---

## **I.1 Introduction :**

Pour confectionner un brique a partir d'un mélange homogène basé au ciment et filler de calcaire avec eau comme une partie active et le sable de dune et la chaux éteinte partie inerte, et pour avoir une évaluation de ces performances il faut connaitre les caractéristiques de ces différents constituants. La caractérisation des matériaux est indispensable pour connaitre le rôle et l'influence importante de chacune de ces matériaux sur les résultats de ces prospérités physico-mécaniques.

Ce chapitre donc, sera consacré sur les caractéristiques en générales des différents matériaux entrant dans la composition du mortier.

## **I.2 Brique**

Une brique est un élément de construction généralement en forme de parallélépipèderectangle constitué en terre argileuse crue, séchée au soleil, brique crue ou cuite au four, employée principalement dans la construction de murs.

La technologie actuelle permet de réaliser plusieurs types de briques avec des performances supplémentaires pour différentes destinations (Brique de verre, brique cellulaire, brique monobloc ...etc.) Dans ce chapitre, nous allons exposer les étapes de progression de la technologie de confection des briques [1].

### **I.2.1 Brique de terre cuite**

Les matériaux de terre cuite ont été utilisés depuis plusieurs siècles, ils sont adaptés à l'évolution de la construction et à ses impératifs, dans le domaine traditionnel industriel. Ils sont fabriqués à partir d'argile devenant souvent rouge à la cuisson (sauf les argiles calcaires dont la couleur de cuisson varie du rose à jaune et blanc [1].

### **I.2.2 Matière première utilisée**

Les argiles Origine La décomposition des roches primaires (éruptives) tel que granite, causé par action chimique (oxydation, carbonations...), action physique (variation de température, l'action d'eau, de gel, érosion) [1].

### **I.2.3 L'extraction**

L'extraction peut se faire par des engins mécaniques: décapeuse, pelles chargeuses ...etc. La matière première extraite, acheminée à l'usine par camions, voies ferrée, bandes transporteuses [1].

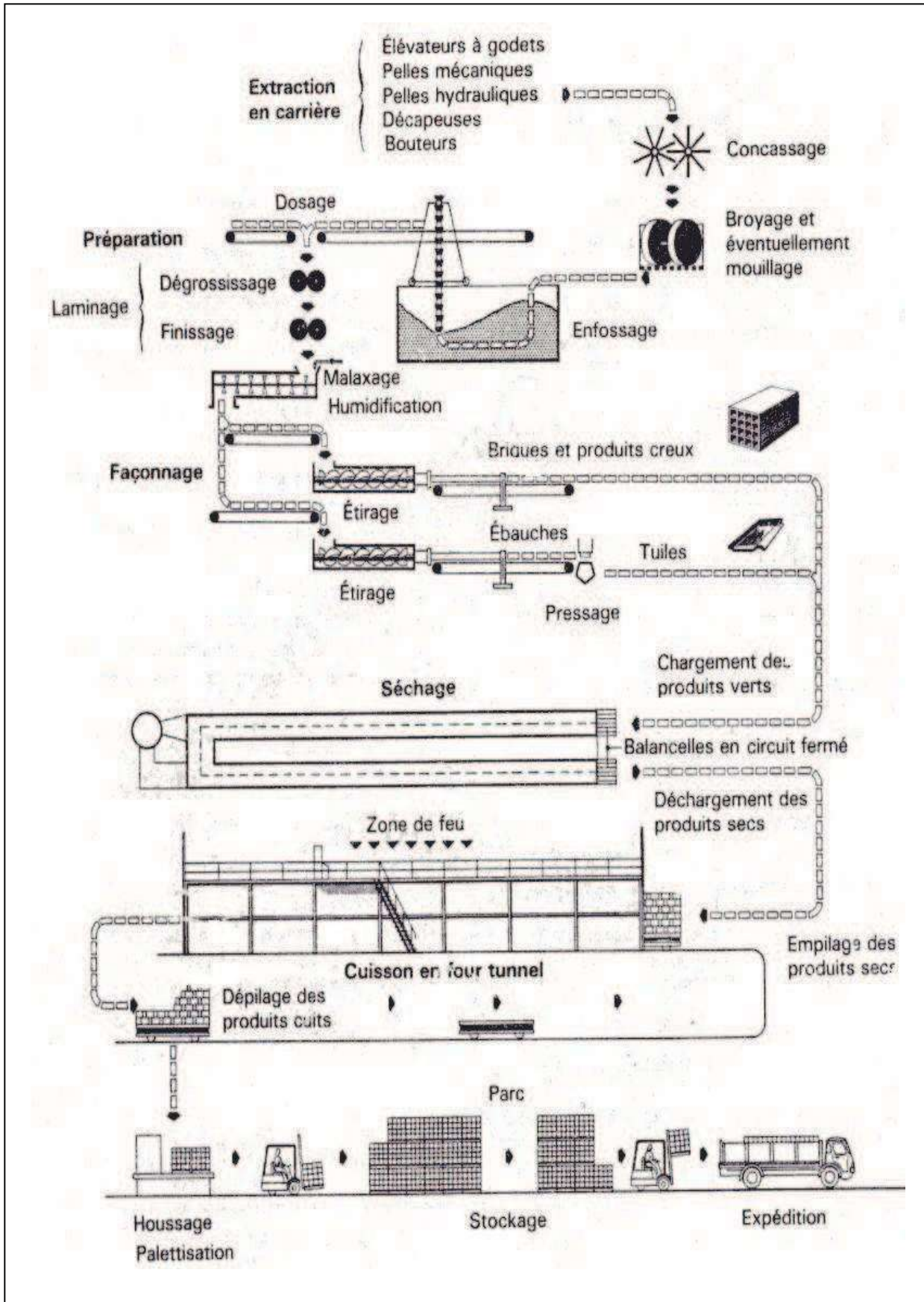


Fig. (I. 1) : Fabrication des produits de terre cuite [1].

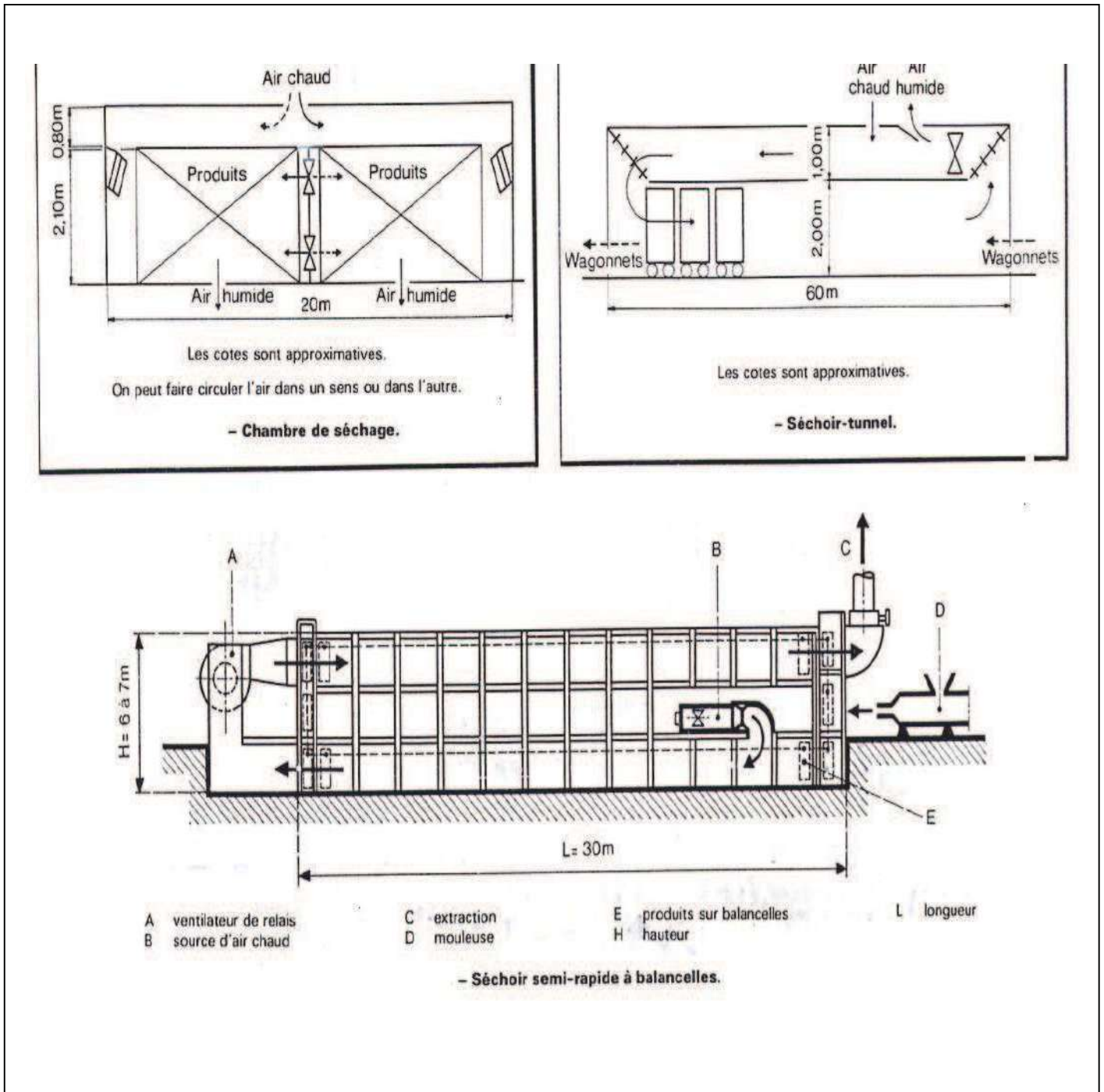


Fig. (I. 2) : séchage des briques de terre cuite [1].

### I.2.4 Les propriétés et caractéristiques de brique de terre cuite

Les propriétés et les caractéristiques de brique de terre cuite sont indiquées dans les tableaux suivants [1].

**Tableau (I. 1) : les propriétés des Briques creuses [2] [3].**

Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	1750-2050
Absorption d'eau	< 15%
Isolation acoustique	41 -58 dB
Résistance à la compression	4 - 8 MPa

**Tableau (I.2) : la Résistance thermique des Briques creuses [2].**

E : épaisseur en (cm)	5	10	20	25
R (m <sup>2</sup> . °C/W)	0.10	0.20	0.39	0.55

**Tableau (I. 3) :Les propriétés des briques pleines et perforés [2].**

Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	1650-2000
Absorption d'eau	30 - 80 %
Isolation acoustique	41 - 54 dB
Résistance à la compression	12.5 - 40 M Pa

**Tableau (I. 4) : la Résistance thermique des briques pleines et perforés [1].**

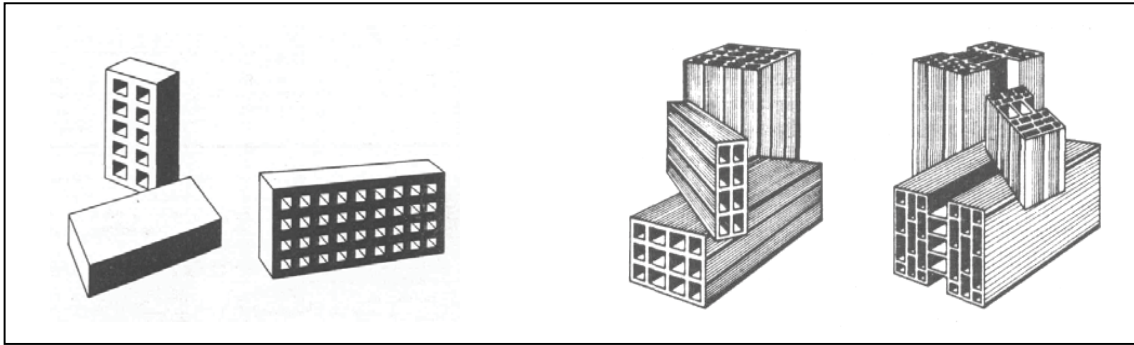
pleines		perforés	
Epaisseur (cm)	R (m <sup>2</sup> . °C/W)	Epaisseur (cm)	R (m <sup>2</sup> . °C/W)
5.5	0.05	20	0.52
10.5	0.09	30	1.00
22	0.20	35	1.21

\* La Résistance thermique des briques de terre cuite égale 1.15 (W /m. °C) [1].

### I.2.5 Les produits

Briques pleines ou perforées en terre cuite selon la Norme **XP P 13-305**. On distingue trois types de produits :

- a) **Brique pleine.**
- b) **Brique perforée.**



**Fig. (I. 3): Brique pleine et perforée et Brique creuse [1].**

### c) Briques creuses de terre cuite

On distingue deux types de briques creuses :

- ✓ Type C : Briques à faces de pose continues, destinées à être montées à joints de mortiers horizontaux continus.
- ✓ Type R.J : Briques dites “ à Rupture de Joint ”, destinées à être montées à joints de mortier horizontaux discontinus.

### d) Briques silico-calcaire

Les briques silico-calcaires sont essentiellement formés d’un mélange des matériaux siliceux finement broyés et de chaux hydratée  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  appelée chaux grasse ( ou de ciment portland ) soumis généralement à un traitement à l’autoclave.

Il y a deux catégories de produit ils sont fabriqués et utilisés comme matériaux de construction.

- ✓ Silico– calcaire dense.
- ✓ Silico-calcaire léger .

## I.3 Le sable de dunes

Le sable est un produit vient par la désagrégation lente des roches sous l’action des agents d’érosion tels que l’air, la pluie etc. Les déserts de sable, ou ergs, se localisent dans les vastes cuvettes d’épandage ou des puissantes accumulations alluviales se sont concentrées par de grands écoulements liés aux périodes pluviales du début du quaternaire. Le grand erg coïncident avec des zones où des vents

saisonniers de directions variées se compensent, dans notre cas on a pris notre échantillon d'ergs de la commune de SIDI KHOULED.



**Photo (I. 1) : sable des dunes (Ouargla).**

### **I.3.1 Type des dunes**

Les avant-dunes (fore Head une pour les anglophones), qui sont des bourrelets plus ou moins fixés par la végétation (oyats par exemples), parallèles au trait de côte et solidaire de la plage, c'est à dire échangeant du sable avec elle, dans un même système sédimentaire. À ne pas confondre avec une ancienne arrière dune en cours d'érosion, ou avec une dune formée par du sable venant de terre sur un secteur ou une avant dune active ne pourrait pas se former. En Espagne et en Tunisie, ces avant-dunes sont systématiquement considérées comme faisant partie du domaine public maritime, ce qui facilite leur protection. L'avant dune se forme à partir de fixation du sable en haute plage, par des plantes pionnières spasmophiles.

Les falaises dunaires (dune cliff pour les anglophones) n'est pas une vraie dune mais un profil résultant de l'érosion marine d'une dune ancienne fixée par une pelouse ou un boisement qui ont été à l'origine de la formation d'une couche d'humus ou de sol sableux.

Les dunes perchées, (cliff-top dune pour les anglophones), qui apparaissent au sommet d'une falaise vive ; alimentée en sable par le vent à partir de l'estran, voire à partir du profil de pente, quand il s'agit d'une falaise dunaire.

Les cordons dunaires artificiels, qui sont construits de main d'homme, généralement comme élément de protection contre la mer ou d'une zone cultivée et/ou construite. Ils nécessitent un entretien permanent, sans lequel ils se désintègrent en quelques décennies. Certains cordons sont semi-naturels (ex : avant-dunes plus ou moins

dégradés rectifiées par des engins et fixées par des oyats à Sangatte dans le nord de la rance)[4].

## I.4 Ciment

Ciment est un liant, une matière pulvérulente, formant avec l'eau ou avec une solution saline une pâte homogène et plastique, capable d'agglomérer, en durcissant, des substances variées appelées « agrégat » ou « granulat ».

### I.4.1 Domaine d'utilisation de ciment

- Béton courant (non armé ou faiblement armé : fondations, portées réduites, décoffrage différé).
- produits préfabriqués en béton non armé (bloques, hourdis...).
- Maçonnerie.
- Stabilisation des sols (murs de soutènement).
- travaux en grande masse (barrages etc...).
- Béton routier.
- Béton fortement sollicité.

### I.4.2 Classification des ciments en fonction de leur composition

Le ciment constitués de clinker et des constituants secondaires sont classés en fonction de leur composition, en cinq types principaux par les normes **NF P15-301** et **ENV 197-1**

- CEM I. Ciment Portland (CPA-dans la notation français) .
- CEM II. Ciment Portland compose (CPJ).
- CEM III. Ciment de haut fourneau (CHF) .
- CEM IV. Ciment pouzzolanique (CPZ) .
- CEM V. Ciment au laitier et aux cendres (CLC).

### I.4.3 Différents types des ciments courants

Selon que des constituants, autre que le gypse, sont ou non ajoutés au clinker lors opérations de fabrication, on obtient les différents types de ciments définis la norme. **Le tableau (1.5)** ci-dessous donne la liste des différents types des ciments courants normalisés avec indication, pour chacun d'eux, de leur désignation propre et des pourcentages respectifs de constituants qu'ils comportent [5].



Tableau (I.5) : Classification et compositions de ciments.

	notation	Clinker%	Autres Constituants	Constituants Secondaires
Ciment portland	CPA-CEM I	95à100%		0à5%
Ciment portland composé	CPJ-CEM II A CPJ-CEM II B	80à94% 65à79%	6à20% 21à35%	0à5% 0à5%
Ciment de haut fourneau	CHF-CEM III A CHF-CEM III B CLK-CEM III C	35à64% 20à34% 5à19%	36à65% 66à80% 81à95%	0à5% 0à5% 0à5%
Ciment pouzzolanique	CPZ-CEM IV A CPZ-CEM IV B	65à90% 45à64%	10à35% 36à55%	0à5% 0à5%
Ciment composé	CLC-CEM V A CLC-CEM V B	40à64% 20à39%	18à30% 31à50%	0à5% 0à5%

## I.5 La Chaux

La chaux est une matière généralement poudreuse et de couleur blanche, obtenue par décomposition thermique (pyrolyse) du calcaire. Elle est utilisée depuis l'Antiquité, notamment dans la construction.

Chimiquement, c'est un oxyde de calcium avec plus ou moins d'oxyde de magnésium mais la désignation usuelle de chaux peut englober différents états chimiques de ce produit [4].

### I.5.1 Type de chaux

Selon la nature du calcaire utilisé, la cuisson permet la fabrication de plusieurs types de chaux on distingue :

#### a) Chaux aériennes

La chaux aérienne, que l'on trouve sous l'appellation standard **CAEB** (chaux aérienne éteinte pour le bâtiment) est déterminée par la norme NFP 15510. elle correspond à la chaux aérienne, très pure.

#### b) Chaux vive



### c) Chaux éteinte

La chaux éteinte est de la chaux hydratée  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , on obtient ce résultat en ajoutant de l'eau sur de la [chaux vive](#).

### d) Chaux magnésiennes

On distingue 3 types de chaux aériennes selon le % de calcaire ou d'oxyde de Magnésium sont :

#### ➤ Chaux calcique (CL)

$\text{MgO} < 5\%$  Chaux fabriquée à partir d'un calcaire  $\text{Ca CO}_3$  pur ou contenant moins de 5% d'oxyde de magnésium  $\text{MgO}$ . Définie par Vicat.

#### ➤ Chaux magnésienne

$5\% < \text{MgO} < 34\%$ . Chaux fabriquée à partir d'un calcaire  $\text{Ca CO}_3$  contenant de 5% à 34% d'oxyde de magnésium.

#### ➤ Chaux dolomitique (DL)

$34\% < \text{MgO} < 41.6\%$  Chaux contenant de l'oxyde de calcium et de 34% à 41% d'oxyde de magnésium. "DL" (Dolomite Lime) Ces chaux contiennent  $\text{MgO}$  ou  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  après hydratation.

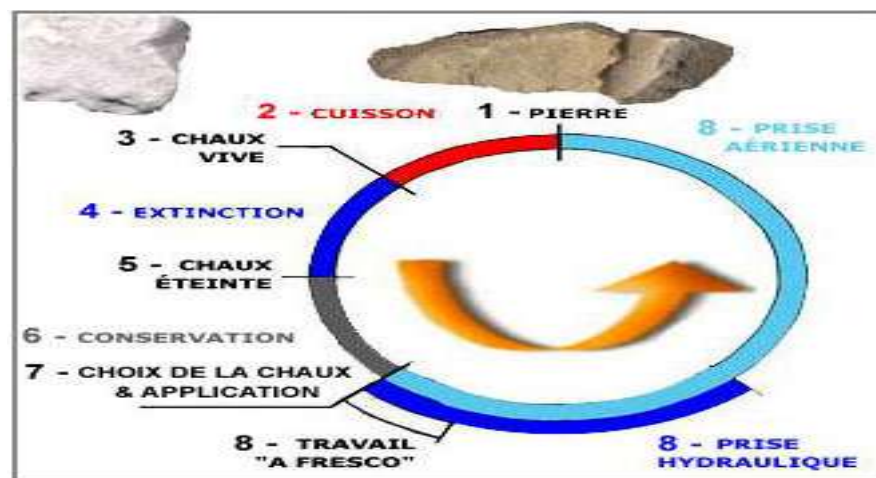


Fig. (I-4) : Cycle de la chaux [4]

## I.6 Fillers de calcaires (NF P18-508) :

### I.6.1 Propriétés requises du filler calcaire

Un filler calcaire est une fine minérale obtenue par broyage d'une roche calcaire de manière à répondre aux critères de conformité de la norme sur les additions minérales calcaires (NF P18-508). L'appellation de filler calcaire vient du fait que cette addition, si elle est broyée assez finement, s'insère dans lesquelles granulaire du ciment **figure (1.5)**.et permet donc de combler les vides entre les

autres particules de dimensions plus importantes du béton (ciment, granulats). L'effet, appelé effet filler, se traduit par une compacité plus importante du squelette granulaire et va donc avoir des effets sur les propriétés aussi bien à l'état frais qu'à l'état durci[5].

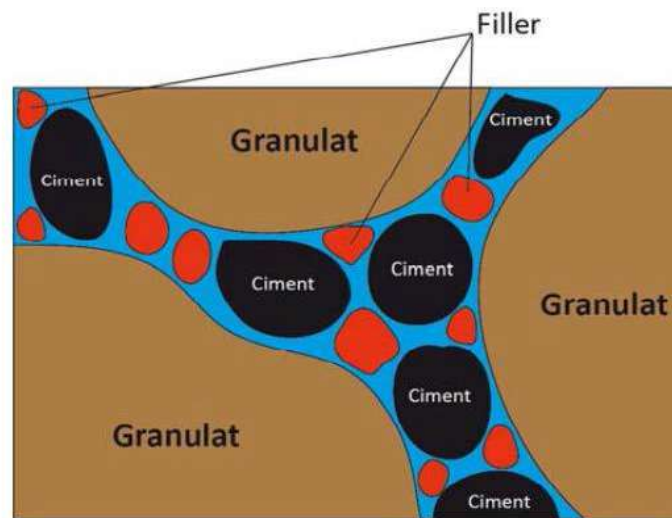


Fig. (I-5) : Illustration de l'effet filler [5].

### I.6.2 Ressources disponibles

Les carrières de calcaire en activité couvrent une large partie au territoire d'Algérie notamment aux zones de wilayas montagneuses où se trouvent les roches sédimentaires, tout comme les grès ou les gypses, facilement solubles dans l'eau, composées majoritairement de carbonate de calcium  $\text{CaCO}_3$ , mais aussi de carbonate de magnésium  $\text{MgCO}_3$ .

La roche calcaire qu'elles exploitent est utilisée pour la production de granulats, de chaux ou de pierres ornementales.

Les fillers calcaires obtenus dans le secteur de production de la chaux sont des produits principalement secs et particulièrement riches en calcite ( $\text{CaCO}_3 > 95\%$ ). En raison de leur grande pureté, et par conséquent de la constance de leur composition, ils font déjà l'objet d'une commercialisation dans des domaines aussi variés que la verrerie, l'agro-alimentaire, l'industrie pharmaceutique, les bétons et les enrobés bitumineux.

Les fillers résultant du travail de la pierre ornementale, bien que très riches en calcite, ne sont actuellement pas valorisés et sont considérés comme des sous-produits industriels. C'est également le cas de la plupart des fillers issus du secteur de production des granulats calcaires. Ces derniers peuvent, par contre, contenir des éléments contaminants en quantité variable.

Les additions calcaires sont des additions de Type I classées comme quasiment inertes. Les critères qui les définissent dans la norme [NF P18-508] représentent des propriétés physiques et chimiques.

Si l'addition calcaire répond aux critères de conformité de la norme NF P18-508, elle peut alors être prise en compte lors de la formulation du béton pour des dosages prescrits par la norme [NF EN 206-1]. Dans ce contexte une partie du filler calcaire peut être utilisée dans le calcul du liant équivalent en respectant les restrictions [5].

$$\text{Liant équivalent} = \text{Leq} = \text{C} + \text{kA} \quad (\text{I.3})$$

Avec :

**C** : dosage en ciment en kg/m<sup>3</sup>.

**A** : quantité de l'addition en kg/m<sup>3</sup>.

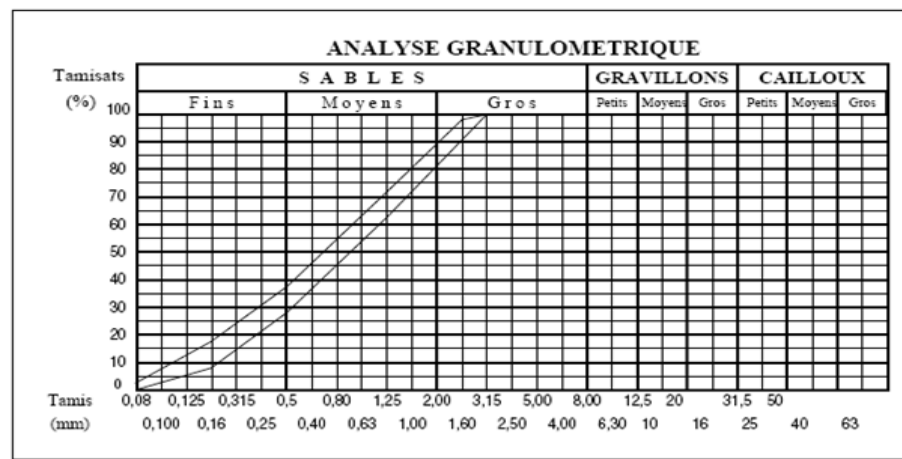
**k**: coefficient de prise en compte de l'addition à condition que l'indice d'activité de l'addition calcaire soit supérieur à 0,71.

### **I.6.3 Influence des fillers calcaires sur les propriétés des bétons**

Si un filler calcaire est essentiellement utilisé comme une addition inerte permettant de remplacer une partie du ciment et éventuellement d'augmenter le volume de poudre dans le béton, son influence sur les propriétés du béton depuis l'état frais jusqu'à l'état durci est un aspect important à prendre en compte pour limiter l'apparition de désordres (homogénéité, aspect de surface, baisse des résistances)[5].

### **I.6.4 Définition du Mortier Normal (En 196-1)**

Le mortier normal est un mortier qui sert à définir certaines caractéristiques d'un ciment et notamment sa résistance. Ce mortier est réalisé conformément à la norme (pour déterminer la consistance de la pâte de ciment).Le sable utilisé est un sable appelé "sable normalisé **CEN EN 196-1**, lui-même étant défini par rapport à un "sable de référence **CEN**. Ce sable est commercialisé en sac plastique de 1350 + 5g. Sa courbe granulométrique doit se situer à l'intérieur du fuseau indiqué sur **la figure (1.6)**.



**Fig. (I-6) : Composition granulométrique du sable de référence CEN [6].**

- La composition du mortier à tester est le suivant :
  - ✓ sable normalisé = 1350 g ± 5 g.
  - ✓ ciment = 450 g ± 2 g.
  - ✓ eau de gâchage = 225 g ± 1 g (le rapport de E/C est donc 0,50).

Avant d'être utilisé pour les différents essais de maniabilité, de prise, de résistance ou de retrait, on mélange la composition d'un mortier pendant 4 minutes conformément aux prescriptions de la norme :

1. Introduire l'eau en premier dans la cuve du malaxeur ; y verser ensuite le ciment ; mettre ensuite le malaxeur en marche à vitesse lente.
2. Après 30 secondes de malaxage, on introduit régulièrement le sable pendant les 30 secondes suivants. On met alors le malaxeur à sa vitesse rapide et on continue le malaxage pendant 30 secondes supplémentaires.
3. On arrête le malaxeur pendant 1 min 30s. Pendant les 15 premières secondes on enlève au moyen d'une raclette en caoutchouc tout le mortier adhérent aux parois et au fond du récipient en le repoussant vers le milieu de celui-ci [5].

## I.7 Coupeaux de bois

Les copeaux de bois désignent l'ensemble des résidus produits par le sciage de bois. Les copeaux sont produits au cours d'opérations d'usinage effectuées sur la matière première (bois). Les copeaux résultants d'une manufacture peuvent être ainsi récupérés et valorisés pour le domaine de la construction.

L'utilisation de copeaux de bois dans la fabrication de bétons légers contribue à valoriser certains sous-produits de l'industrie du bois. L'objectif est d'obtenir un matériau composite, répondant aux recommandations RILEM sur les bétons légers et permettant une utilisation comme paroi coupe –feu[6].

Le bois est utilisé dans l'industrie, la menuiserie, les charpentes ou le chauffage. Dans tous les cas, il génère une grande quantité de déchets. Ces matériaux ne peuvent être mis en décharge directement à cause de la pollution que cela engendrerait. C'est pourquoi, l'utilisation de copeaux de bois dans la fabrication de bétons légers contribue à valoriser certains sous-produits de l'industrie du bois.

Les bon caractéristique mécanique et thermiques et surtout la légèreté car son densité : Poids d'un mètre cube, soit à l'état vert, soit à l'état sec à l'air (15% d'eau) de bois influe certainement au caractéristique de son grains de copeaux de bois,

## **I.8 Conclusion**

La valorisation des matériaux locaux est devenue, actuellement, une solution nécessaire aux problèmes économiques des pays vu le prix très cher des certains matériaux de constructions dans certaines régions ou leur épuisement progressif dans d'autres. Par ailleurs, les déchets industriels soulèvent actuellement des problèmes particulièrement difficiles à résoudre. Or leur réutilisation pourrait résoudre un triple problème : problèmes techniques, économiques et environnementaux. C'est dans ce contexte que s'ouvre la réflexion sur la formulation d'un nouveau mélange utilisant des ressources abondantes et présentant des caractéristiques soit comparables aux bétons usuels, soit répondant à des exigences mal assurées par ces deniers.

## II.1 Introduction

Tous les matériaux caractérisés par des propriétés physiques, chimiques et mécaniques. Pour déterminer sa nature, et son domaine d'utilisation, nous allons examiner ces propriétés des matériaux, afin de déterminer leur aptitude à l'emploi dans les différents mortiers que nous avons étudiés. Les essais sont effectués en collaboration avec :

- ✓ Laboratoire L.T.P .S d'Ouargla
- ✓ Laboratoire de Génie Civil Universitaire Kasdi Merbah Ouargla

## II.2 Sable des dunes

Le sable est un produit vient par la désagrégation lente des roches sous l'action des agents d'érosion tels que l'air, la pluie etc. Les déserts de sable, ou ergs, se localisent dans les vastes cuvettes d'épandage ou des puissantes accumulations alluviales se sont concentrées par de grands écoulements liés aux périodes pluviales du début du quaternaire. Les grands ergs coïncident avec des zones où des vents saisonniers de directions variées se compensent, dans notre cas on a pris nos échantillons d'ergs de la commune de **SIDI KHOULED**.

Du fait que la courbe granulométrique du sable de dune est trop serrée, la courbe ne s'inscrit pas dans le fuseau.

### II 2.1 Les caractéristiques de sable des dunes :

#### ➤ Analyse granulométrique de sable des dunes (NF P18-560)

L'analyse a été effectuée conformément à la norme (NF P18-560), en utilisant les tamis nécessaires à la couverture des dimensions de l'échantillon.

#### ➤ But de l'essai

Le but de l'analyse granulométrique est de classer et exprimer les poids des particules constituant un échantillon de sol en fonction des diamètres de ces particules. Cette classification donne des informations intéressantes sur la composition des granulats qui constituent l'échantillon, c'est-à-dire les composantes de ce sol.

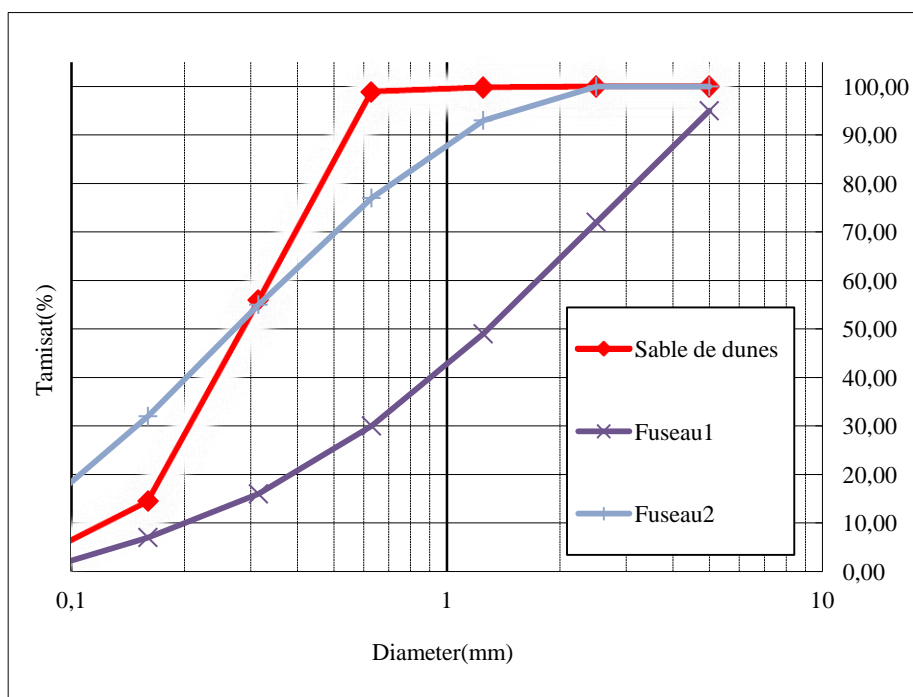
### ➤ Principe de l'essai

L'essai granulométrique consiste à fractionner, au moyen d'une série de tamis, un matériau en plusieurs classes granulaires de tailles décroissantes. Les dimensions de mailles et le nombre de tamis sont choisis en fonction de la nature de l'échantillon et de la précision projetée.

Les masses des différents refus (ou, par soustraction, celles des différents tamisâts) sont rapportées à la masse initiale de matériau. Les pourcentages, ainsi obtenus, sont exploités soit sous leur forme numérique, soit sous une forme graphique (courbe granulométrique).

**Tableau (II.1) Résultats d'analyse granulométrique du sable de dunes (300 g).**

Tamis (mm)	refus (g)	Refus cummulés (g)	Poids refus cummulés (%)	Tamisat (%)
5	0	0	0	100
2,5	0	0	0	100
1,25	0	0	0	100
0,63	0	0	0	100
0,315	53.2	53.2	17.73	82.27
0,16	201.4	254.6	84.87	15.13
0,08	40.8	295.4	98.47	1.53



**Fig. (II.1) Courbe d'analyse granulométrique du sable de dunes.**



On constate que la courbe granulométrique est partiellement située à l'extérieur du fuseau de référence recommandé par la norme pour la confection des bétons et des mortiers. Cela est dit vraisemblablement à la nature de sable de dunes qui est très fin.

## II.2.2 Modules de finesse (NF P18 304)

Les sables doivent présenter une granulométrie telle que les éléments fins ne soient ni d'augmenter le dosage en eau du béton tandis que si le sable est trop gros, la plasticité du mélange sera insuffisante et rendre à la mise en place difficile. Le caractère plus ou moins fin d'un sable peut être quantifié par le calcul du module de finesse ( $M_f$ ). Celui-ci correspond à la somme de pourcentages des refus cumulés, ramenés à l'unité, pour les tamis de modules 23, 26, 29, 32, 35, 38. Ce paramètre est en particulier utilisé pour caractériser la finesse des sables à bétons.

$$M_f = \sum R_c / 100 \text{ (II.1)}$$

**RC** : refus cumulé en (%) sous les tamis de module 23 à 38.

- Lorsque  $M_f$  est comprise entre
  - 1.8 et 2.2 : le sable est à majorité de grains fins, c'est le fuseau B.
  - 2.2 et 2.8 : on est en présence d'un sable préférentiel, c'est le fuseau A.
  - 2.8 et 3.3 : le sable est un peu grossier, c'est le fuseau C, Il donnera des bétons résistants mais moins maniables en excès, ni en trop faible proportion. S'il y a trop de grains fins, il sera nécessaire [9].

- Pour les sables utilisés dans notre étude on a trouvé la valeur suivante :

$$M_f = 1.026$$

## II.2.3 Masses volumiques (NFP 18-301) :

### a) Masse volumique apparente

Cet essai est régi par la norme **NFP 18-554**, **NFP 18-555**, **EN 1097-3**, **EN 1097-6**; elle est définie comme étant la masse de l'unité de volume apparente du corps, c'est-à-dire celle du volume constitué par la matière du corps et les vides qu'elle contient [7]et[8].

$$\rho_a = \frac{M}{V} \text{(II.2)}$$

$\rho_a$ : Masse volumique apparente g/cm<sup>3</sup>.

$M$ : Masse totale de l'échantillon.

$V$ : Volume total de l'échantillon.

### b) Masse volumique absolue

Cet essai est régi par la norme **NFP 18-301**, elle est définie comme étant la masse par unité de volume de la matière qui constitue le granulat sans tenir compte des vides pouvant exister entre les grains [10]et [11].

$$\rho_s = \frac{M_s}{V_2 - V_1} \text{(II.3)}$$

$\rho_s$ : Masse volumique absolue g/cm<sup>3</sup>.

$M_s$ : Masse des grains solides.

$V_1$ : Volume de l'eau.

$V_2$ : Volume total (grains + vide).

**Tableau (II.2) : Résultats de la masse volumique.**

	Masse volumique Apparent (g/cm <sup>3</sup> )	Masse volumique Absolue (g/cm <sup>3</sup> )
fines	1.449	2.94

### II.2.4 Equivalent de sable (NF P 18 598)

Il est défini par la norme **NFP 18-598** ; cet essai d'équivalent de sable, permettant de mesurer la propreté d'un sable, est effectué sur la fraction d'un granulat passant au tamis à mailles carrées de 5 mm. Il rend compte globalement de la quantité et de la qualité des éléments fins, en exprimant un rapport conventionnel volumétrique entre les éléments sableux qui sédimentent et les éléments fins qui floclent.

L'essai est effectué sur fraction 0/5 mm du matériau à étudier. On lave l'échantillon, selon un processus normalisé, et on laisse reposer le tout au but de 20 minutes on mesure les éléments suivant [12],

- Hauteur  $h_1$ : sable propre + éléments fins (floculant)
- Hauteur  $h_2$ : sable propre seulement.

On déduit l'équivalent de sable suivant la convention **figure(II.2)**

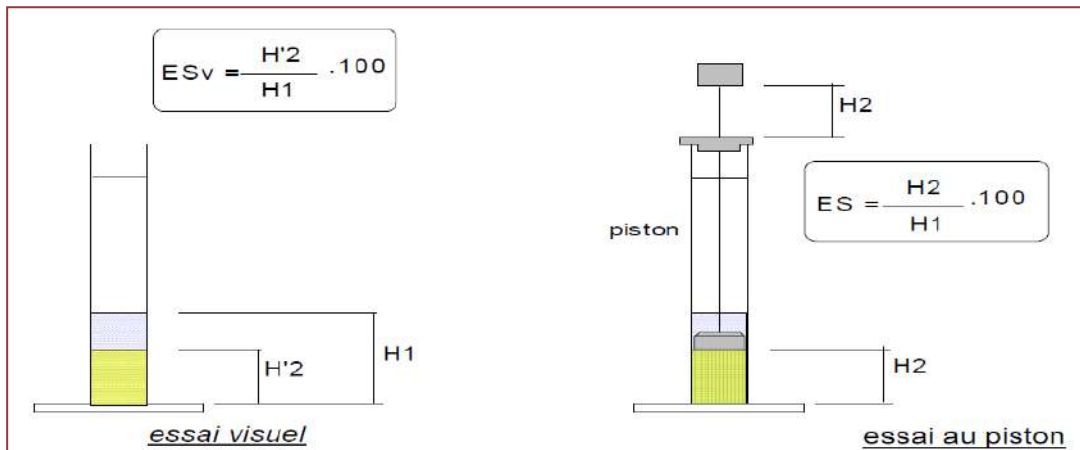


Fig. (II.2) Essai équivalent de sable [4].

Tableau (II.3) : Qualité du sable selon les valeurs d'équivalent de sable [4].

E.S à vue	E.S	Nature et qualité du sable
E.S.V < 65	E.S < 60	Sable argileux : risque de retrait ou de gonflement, problème d'adhérence, à rejeter pour les bétons de qualité.
65 ≤ E.S.V < 75	60 ≤ E.S < 70	Sable légèrement argileux de propreté admissible pour les bétons de qualité courante quand on ne craint particulièrement pas le retrait.
75 ≤ E.S.V < 85	70 ≤ E.S < 80	Sable propre à faible pourcentage de fines argileuses convenant parfaitement pour des bétons de haute qualité (valeur optimale E.S = 75, E.S.V = 80).
E.S.V ≥ 85	E.S ≥ 80	Sable très propre : l'absence presque totale de fines argileuses risque d'entraîner un défaut de plasticité du béton qu'il faudra rattraper par une augmentation du dosage en eau.

Les résultats obtenus sont les suivants :

Tableau (II.4) : Résultats de l'équivalent de sable.

			ES	Observation
sable de dunes	E.S.V %	97.59	E.S.V ≥ 80	Sable très propre.
	E.S.P %	90.52	E.S.P ≥ 85	

## II.3 Filler de Calcaire

Un filler calcaire est une fine minérale obtenue par broyage d'une roche calcaire de manière à répondre aux critères de conformité de la norme sur les additions minérales calcaires (NF P18-508). L'appellation de filler calcaire vient du fait que cette addition, si elle est broyée assez finement

### II.3.1 Les caractéristiques de Filler :

#### II.3.1.1 Essai au bleu de méthylène (NF p94-068)

Valeur au bleu de la prise d'essai passant a : VB= 0.088.

Equivalent de sable a 10% de fines (NF P 18- 597)

**Tableau (II.5) : Résultats de l'équivalent de filler de calcaire.**

			<b>ES</b>	<b>Observation</b>
sable de dunes	E.S.V %	31.89	E.S.V≥ 80	Sable très propre.

#### II.3.1.2 Coefficient d'absorption d'eau (NF P 18-554)

Ab= 5.63%.

#### II.3.1.3 Masses volumiques (NFP 18-301) :

##### a) Masse volumique apparente

Cet essai est régi par la norme NFP 18-554, NFP 18-555, EN 1097-3, EN 1097-6; elle est définie comme étant la masse de l'unité de volume apparente du corps, c'est-à-dire celle du volume constitué par la matière du corps et les vides qu'elle contient

$$\rho_a = \frac{M}{V} \quad (\text{II. 4})$$

$\rho_a$ : Masse volumique apparente kg/m<sup>3</sup>.

**M** : Masse totale de l'échantillon.

**V** : Volume total de l'échantillon.

Les résultats des essais de la masse volumique apparente  $\rho_a$  et la masse volumique absolue  $\rho_s$  de fines sont enregistré dans le tableau.

**b) Masse volumique absolue :**

Cet essai est régi par la norme **NFP 18-301**, elle est définie comme étant la masse par unité de volume de la matière qui constitue le granulat sans tenir compte des vides pouvant exister entre les grains

$$\rho_s = \frac{M_s}{V_2 - V_1} \quad (\text{II. 5})$$

$\rho_s$ : Masse volumique absolue g/cm<sup>3</sup>.

$M_s$ : Masse des grains solides.

$V_1$ : Volume de l'eau.

$V_2$ : Volume total (grains + vide).

**Tableau(II.6) : Résultats de la masse volumique.**

	Masse volumique Apparent (g/cm <sup>3</sup> )	Masse volumique Absolu (g/cm <sup>3</sup> )
fines	1.466	2.03

**c) Les Analyses chimiques de filler :**

- **But du le essai**

- Identifier les éléments constitutifs de filler (chlorures, carbonates, sulfates).
- Déterminer le pourcentage des composants chimiques des fines.

Les analyses chimiques de filler sont réalisées au laboratoire LTP Sud de Ouargla.

**Tableau (II.7) : Résultats d'Analyse chimique du filler de calcaire.**

Insolubles %	So <sub>3</sub> <sup>2-</sup> %	So <sub>4</sub> <sup>2-</sup> %	CaSO <sub>3</sub> .2H <sub>2</sub> O %	CaSO <sub>3</sub> %	Cl <sup>-</sup> %	NaCl %
28	1.13	1.35	6.07	65	0.078	0.128

## II.4 Ciment

Le ciment utilisé est un ciment **AWTEDNA 442 -CEMII/A-L 42.5**.

### II.4. 1 Les principales propriétés physiques et mécaniques

**Tableau(II.8) : Les caractéristiques de ciment utilisé (AWTED)[13].**

Propriété	Masse volumique (g/cm <sup>3</sup> )	Surface spécifique Blaine (cm <sup>2</sup> /g)	Début de prise heure/min	Fin de prise heure/min	Résistance minimale à la compression à 28j (MPa)
CPJ-CEMII/A	3,02	3000 et 3200	2 :45	3 :50	52.5

## II.5 La chaux éteinte

La chaux éteinte est obtenue après la réaction complète de la chaux vive avec de l'eau et un séchage rigoureux. Cette base, hydroxyde caustique peu corrosif, très peu soluble dans l'eau, est constituée d'hydroxyde de calcium (Ca(OH) 2). D'un point de vue minéralogique, il s'agit de l'espèce minérale naturelle nommée « portlandite» [13].

## II.6 Copeaux de bois

### II.6.1 Préparation des échantillons

Nous avons utilisé un ciment Portland **CPJ-CEMII/A 42.5** et des copeaux de bois dont la répartition granulométrique s'étale entre 0,5 et 20 mm **Fig. (II.3)**. Les copeaux ont un aspect fibreux très marqué. Les canaux qui conduisent la sève confèrent à ce matériau une grande porosité communicante par l'intermédiaire d'orifices. Ceci conduit à un caractère fortement hygroscopique. De ce fait, lorsqu'ils sont introduit en substitution des granulats dans la pâte de ciment, ils absorbent une grande partie de l'eau ce qui contrecarre la prise. Un traitement préalable de saturation en eau des copeaux permet de pallier à ce problème.

Ils sont donc immergés pendant 24 heures, puis ressuyés sur un tamis avant d'être malaxés[14].

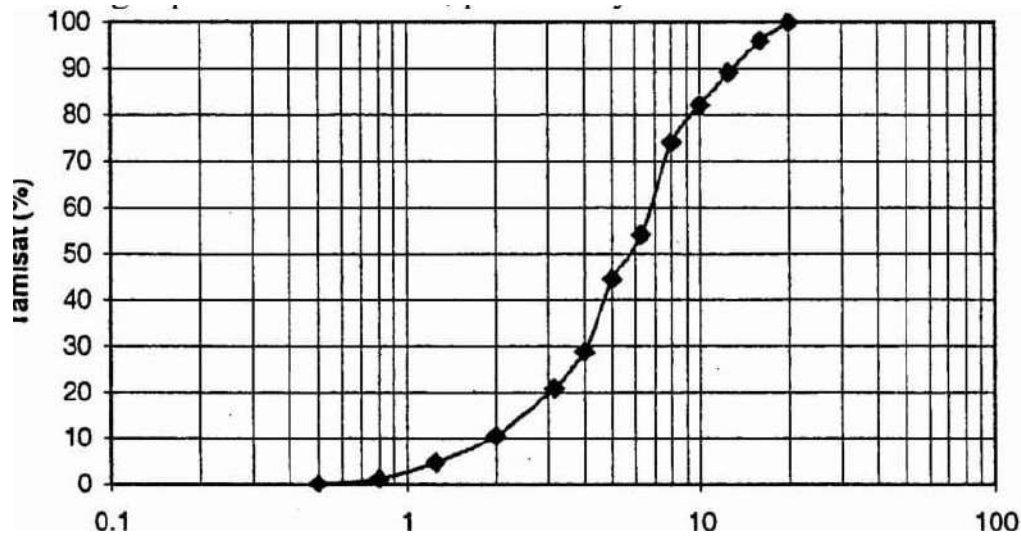


Fig. (II.3) : Analyse granulométrique de copeaux de bois [14].

## II. 6.2 Optimisation du traitement des copeaux

Nous avons vu précédemment que les copeaux à caractère fortement hygroscopique devaient : subir un traitement de saturation en eau pendant 24 h, avant malaxage avec le ciment. Ainsi, nous évitons que l'eau nécessaire à l'hydratation du ciment ne soit absorbée par les copeaux et n'assure plus l'hydratation complète du ciment anhydre.

## II.7 Eau de gâchage

L'eau utilisée est celle du robinet du laboratoire de génie civil de l'université de Ouargla. L'eau sert d'une part à l'hydratation du ciment et d'autre part elle permet la fluidification de la pâte. Dès que l'eau entre en contact avec le ciment anhydre, elle réagit pour se combiner et former les hydrates de ciments.

L'analyse chimique de l'eau a été effectuée au laboratoire de traitement des eaux de l'université d'Ouargla et elle a donné la constitution suivante :

Tableau (II.9) : Composition chimique de l'eau [15] [16].

Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	HCO <sub>3</sub>	PH
242	125	31	536	755	14.5	755	124	7.75

Les concentrations sont données en mg/l.

II.8 Caractérisation granulométrique du mélange sable de dunes et filler de calcaire

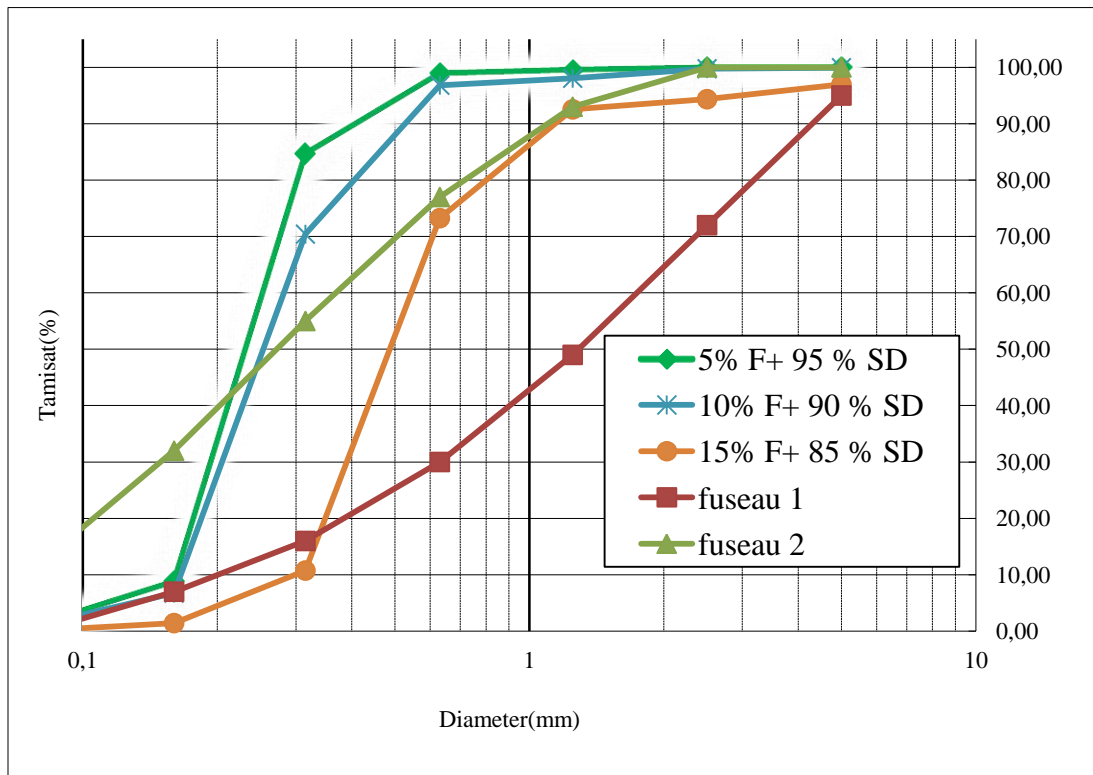


Fig. (II.4) : Courbe d'analyse granulométrique du mélangé.

II. 9 Conclusion

Dans ce chapitre on a essayé de caractériser le sable de dunes de **SIDI KHOULED**(Ouargla). C'est un sable qui est très propre et très fin avec une granulométrie serré, leur Module de finesse est de l'ordre de 1.026 L'ajout de filler de calcaire peut améliorer la Cohésion et la durabilité de mélange au avec l'existante de ciment considérée comme une partie active avec l'eau pour la maintenir de matériau résultant.



### III.1 Introduction

Selon les travaux des autres chercheurs dans ce domaine, nous allons essayer de trouver une formulation optimale pour trouver les taux des différents composants de cette brique, et en même temps doit répondre à toutes les exigences de résistance mécanique et sans oublier ainsi que le coût total de la fabrication.

Cela se fait par l'utilisation de matériaux locaux tels que le sable de dunes et l'exploitation d'autres matériaux rejetés dans l'environnement, tels que le copeau de bois et le filler de calcaire.

Dance la formulation et dépend de la maniabilité acceptable, et enfin dans les étapes de la confection de ces briques seront présentées, avec les conditions de la conservation avant les divers essais.

### III.2 Choix des différents pourcentages des composants

D'après la recherche bibliographie, et le travail effectué par **BAIKER MOHAMED CHERIF** et **DJOUHRI MOHAMED** qui a donné des résultats concernant l'influence de pourcentages des différentes compositions (sable de dunes, ciment, chaux, copeaux de bois). Sur les caractéristiques mécaniques de brique [17].

On a fixé les pourcentages de ciment, chaux, et copeaux de bois, et les compositions est proportionnelles entre le sable de dunes et le filler de calcaire donc nous arrivons à proposer quatre (04) compositions pour but de chercher la meilleur proportion répondu aux propriétés mécaniques et physique.

Les quatre compositions proposées pour notre travail sont :

1. **C1** :C10%, CH10%, CB10%, F0%, SD70% (**témoin**)
2. **C2** :C10%, Ch10%, CB 10%, F 5 %, SD 65 %.
3. **C3** :C10%, Ch10%, CB10%, F 10 %, SD 60 %.
4. **C4** :C10%, CH10%, CB 10%, F 15 %, SD 55 %.

C : ciment, CH : la chaux, SD : sable de dune, F : filler de calcaire, CB : copeaux de bois).

Notant que : les pourcentages des constituants sont des pourcentages massiques déterminer selon le résultat de **BEN KOUIDRI SABRINA [18]** où la masse volumique moyenne c'était : 2000g/l.

### **III.3 Détermination de la quantité d'eau optimale**

D'après l'étude bibliographique, la quantité d'eau optimale pour un mortier ordinaire est varié entre (60% - 65%) de la quantité de liant hydraulique sèche [17].

. Concernant le dosage en eau nous avons utilisé l'essai de maniabilité pour la détermination de la quantité d'eau correspondant à un béton plastique. Et nous allons présenter plusieurs compositions des bétons de sable de dunes

### **III.4 -Essai de maniabilité**

Les essais de maniabilité elle nous permis d'apprécier la fluidité d'un mortier qu'est l'objet des essais définis par les normes (**NF P18-452 et NF P 15 -437. [19]**).

#### **a) Définition**

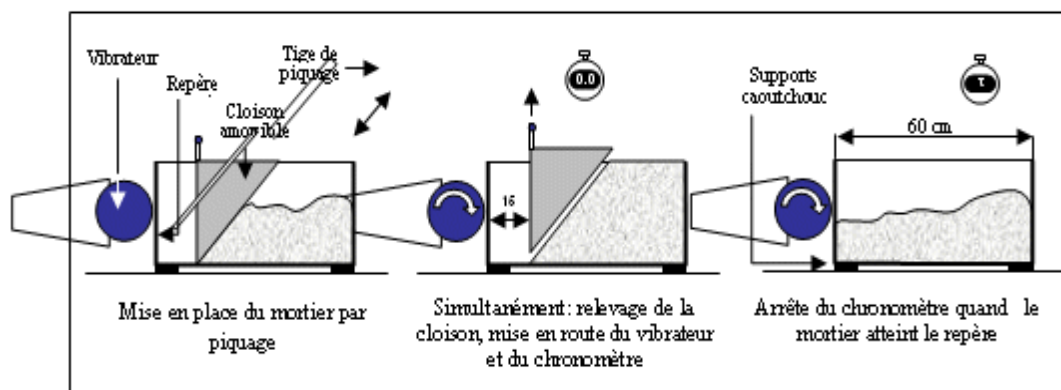
La maniabilité est une propriété physique spécifique du béton sans tenir compte des conditions particulières d'utilisation pour un type donné d'application. Elle est définie Etude d'un mortier ou d'un béton fraîchement malaxé qui définit la facilité et l'homogénéité à être malaxé, mis en place, serré et fini [7]. Le béton de sable demandent une quantité d'eau élevée par rapport au béton classique ; ceci se traduit par des valeurs du rapport E/C systématiquement entre (0.6 et 0.7). Cette particularité est due à une surface spécifique plus importante du mélange. Sachant que la granulométrie jouera aussi sur le besoin en eau, plus le sable est riche en éléments grossiers, plus la maniabilité s'améliore. Ceci se traduit par la relation entre le module de finesse et la maniabilité.

### b) Principe de l'essai

Dans cet essai, la consistance est caractérisée par le temps que met le mortier pour s'écouler sous l'effet d'une vibration.

### c) L'appareil utilisé

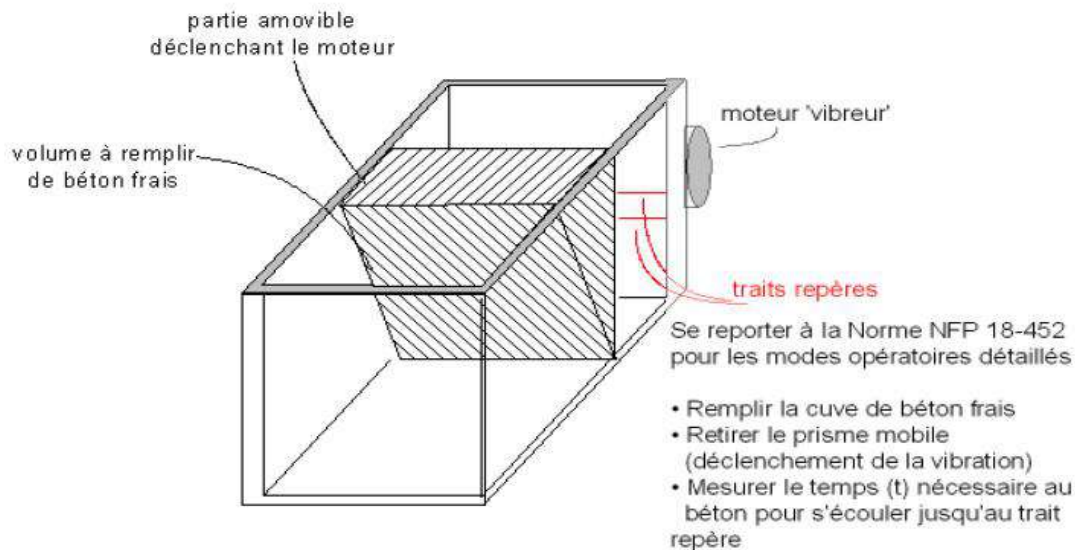
L'appareil utilisé est appelé Maniabilimètre BLCPC, et aussi illustré sur l'annexe .Il consiste en un boîtier parallélépipédique métallique (7.5cm×7.5cm×15cm), posé sur des supports en caoutchouc, équipé d'un vibreur et muni d'une cloison amovible.



**Fig. (III- 1) : Principe de fonctionnement du Maniabilimètre B LCPC.**

### ➤ Conduite de l'essai

Le mortier est introduit dans la partie désigné sur la figure II.15, délimitée par la cloison et mis en place par piquage en quatre couches. Quatre minutes après la fin du malaxage, la cloison est retirée, provoquant la mise en route du vibreur et le déclenchement d'un chronomètre par l'opérateur. Sous l'effet de la vibration le mortier s'écoule, le chronomètre est arrêté une fois le mortier atteint un trait repère sur la paroi opposée du boîtier figure (III- 2).



**Fig. (III-2) : Maniabilimètre.**

Le temps « t » mis par le mortier pour s'écouler caractérise sa consistance. Ce temps sera d'autant plus court que le mortier sera plus fluide (ou plus maniable, d'où le nom de l'appareil) Comme illustré au tableau.

**Tableau (III.1) : Type de mortier selon le temps de maniabilité [19] .**

Classe de consistance	Durée (en s)
Ferme	$t \geq 40$
plastique	$20 < t \leq 30$
Très plastique	$10 < t \leq 20$
Fluide	$t \leq 10$

Pendant l'essai de maniabilité avec un rapport E/C variée entre 0,6et 0,9, les résultats trouvant sont présenté dans le tableau suivant.

Tableau (III.2) : Les résultants de l'essai de maniabilité.

composition	E/C	Le temps (s)	E/CAdopter
C1,C2	0.6	48	0,75
	0,75	26	
	0,8	19	
C3, C4	0,7	92	0,85
	0,75	85	
	0,8	52	
	0,85	23	

Après l'essai de maniabilité en remarque les résultats obtenus s'agissent d'un mortier avec une consistance plastique ayant un temps d'écoulement variant entre 20 et 30 secondes.



Photo (III-1) :L'essai de maniabilité.

### III.5 Confection des éprouvettes

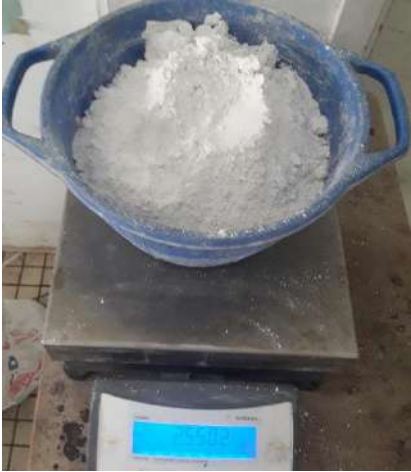



La norme **EN196-1** décrit de manière détaillée le mode opératoire concernant la préparation des éprouvettes.

- On prepare le mortier
- On remplit un moule 40×40×160 mm de mortier prépare en deux couches en appliquant à chaque couche 60 chocs à l'aide d'appareil à chocs.
- La face supérieure arasée, les moules sont mis à l'abri.
- Après 24h du coulage, les éprouvettes sont démoulées et entreposées dans l'eau à 20°C ± 1°C en attendant le moment de l'essai de rupture (7,14, 28, jours).

Donc on résume les étapes de confection d'une éprouvette comme suit :

a) **La quantification des matériaux**

On pèse les quantités nécessaires des différents matériaux : sable de dunes, copeaux de bois, ciment, chaux, filler de calcaire et l'eau. Par une balance électronique voir photos.

	
<b>Photo(III-2) : La chaux.</b>	<b>Photo (III-3) : Le ciment.</b>
	
<b>Photo (III-4) : Sable de dunes.</b>	<b>Photo (III-5) : Filler de calcaire.</b>



**Photo. (III-6) : Copeaux de bois**

### **b) Préparation des moules**

Préparation des moules : Après le nettoyage et graissage à l'aide d'une huile les moules sont prêts pour utilisation.



**Photo(III.7) : Graissagedes moules.**

### **c) Le malaxage**

On fait manuellement par étapes :

1. On pose les sable dunes ,les copeaux de bois et une quantité de l'eau et on fait malaxer le mélange manuellement avec un plâtroir jusqu'à l'obtention d'un mélange assez homogène en suite on ajoute les liants hydrauliques ,la chaux et filler de calcaire avec le reste de l'eau et on fait le malaxage presque 120secondes.

2. On Distribué le mélange sur plusieurs parties

3. La quantité bien malaxer par le malaxeur électrique est prête pour le coulage sur le moule.



#### d) Coulage des éprouvettes

Cette opération est exécutée en trois couches successives compactées et vibrées à l'aide d'une table vibrante pendant (60 seconde) pour chaque couche.





**Photo (III.9) : Coulage du moule.**

**e) Finissions**

Une opération de finissions est exécutée sur le parement supérieur des éprouvettes pour obtenir des surfaces lisses.



**Photo (III-10) : Les éprouvettes apres le coulage.**

**f) Démoulage des éprouvettes**

Après démoulage les éprouvettes sont conservées au sein du laboratoire



**Photo (III-11) : Les éprouvettes après le démoulage.**

### **g) Conservation des éprouvettes**

Après le démoulage les éprouvettes sont conservées à l'air libre dans les conditions normales de laboratoire pendant 7, 14, 28, jours.

Il est noté que tous ces essais sont réalisés dans les conditions normales de laboratoire de génie civil université KASDI-MERBAH OUARGLA où la température  $T = 23 \pm 5^\circ \text{C}$  et l'humidité était à l'intérieur égale à  $35\% \pm 5$ .

## **III.6 Conclusion**

Dans ce chapitre, on a détaillé et expliqué la formulation de mortier destinée pour la confection des briques à base de sable de dunes. Avec une proposition de quatre compositions différentes où les pourcentages de ciment et la chaux et le copeau de bois sont constants et égale 10% et une quantité proportionnelle entre le sable de dunes et la filaire de calcaire varie entre (5, 10 et 15 % de filler de calcaire). En suite détermination La quantité d'eau qui s'adapte avec chaque composition à l'aide de l'essai de Maniabilimètre en fin une exposition sur les procédures et les étapes de la confection des éprouvettes.

## IV.1 Introduction

La confection de la brique (BSD) qui dépende principalement sur le sable de dunes, est un matériau local existe en quantités considérables dans les zones désertiques au sud Algérienne.

Elle a été produite après un travail expérimental où elle utilisait également de copeaux de bois et filler de calcaire qui sont généralement non exploiter et jetés dans l'environnement enfin et pour connaître les caractéristiques les plus importantes de cette brique, plusieurs essais ont été effectués au sien de laboratoire, notamment :

- ✓ Résistance à la compression.
- ✓ Résistance à la traction par flexion.
- ✓ Masse volumique.
- ✓ L'Absorption d'eau.
- ✓ Ultrason.

Une fois les essais effectués conformément aux normes établies, les résultats seront présentés sous forme de courbes et histogrammes, puis interprétés.

Il est noté que tous ces essais sont réalisées dans les conditionnes normales de laboratoire de génie civil université KASDI-MERBAH OUARGLA où la température  $T = 23 \pm 5^{\circ}\text{C}$  et l'humidité était à l'intérieur égale à  $35 \% \pm 5$ .

## IV.2 Résistance à la traction par flexion

Cet essai exécuté sur des éprouvettes prismatique (4x4x16 mm). Avec l'aide d'une presse universelle de la marque CONTROLS avec une capacité de 5000KN) [19].

Il consiste à rompre en flexion une éprouvette prismatique de côté b et de longueur 4b. Avec une charge totale P (NF P 15-471) voir **figure (IV.1)**.

Le moment de flexion constant entre les deux points d'application de la charge est égal :

$$M = (L \cdot F_f) / 4 \quad (\text{IV.1})$$

$L$  : longueur de l'éprouvette entre les deux points d'appuis.

$F_f$  : La charge appliquée.

La contrainte de flexion correspondante sur la fibre inférieure est :

$$R_f = (M \cdot V) / I \quad (\text{IV.2})$$

Avec:

$$V = b/2 \quad I = b^4/12.$$

Donc : La résistance à la flexion est calculé selon l'équation.

$$R_f = \frac{1.5 \cdot F_f \cdot l}{b^3}. \quad (\text{IV.3})$$

$R_f$  : Résistance à la flexion en (MPa).

$F_f$  : Charge de rupture de l'éprouvette en flexion (N).

$l$  : Longueur qui sépare les deux appuis en (mm).

$b$  : Côte de l'éprouvette est égale à 40mm.

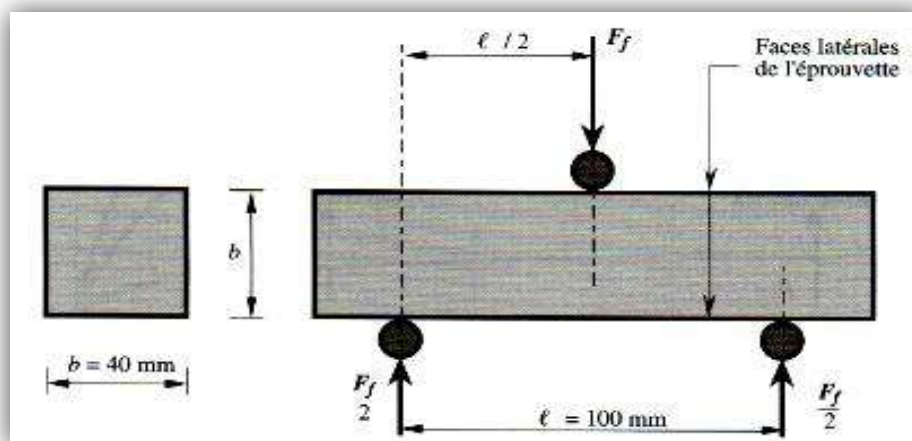
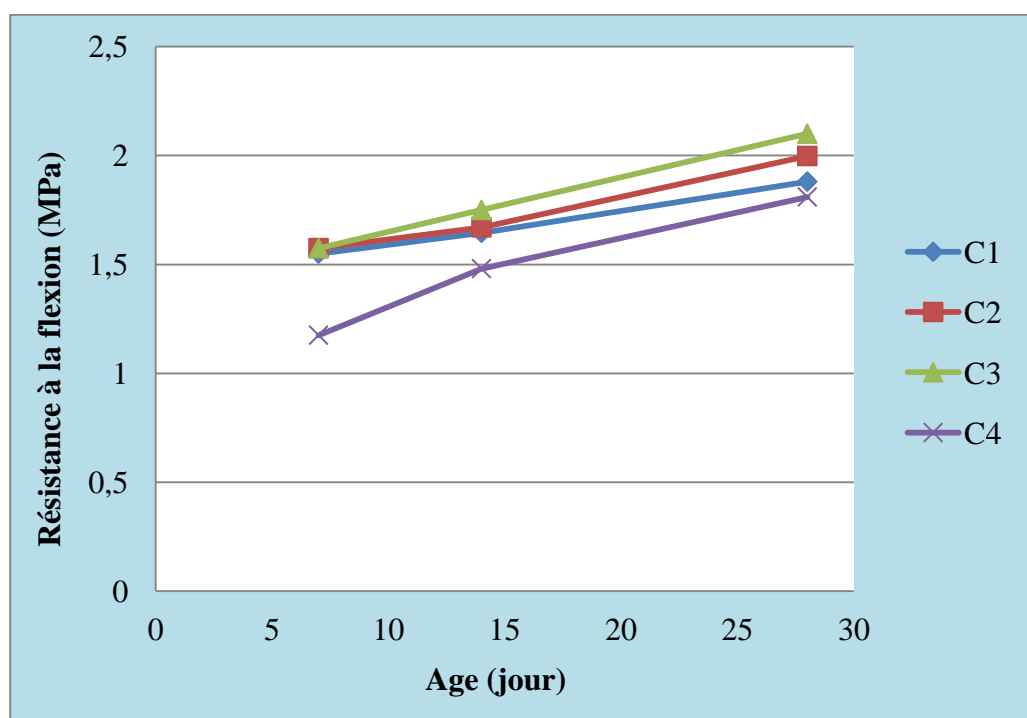


Fig. (IV.1) : Dispositif pour l'essai de résistance à la flexion (3 points) [1].

Les résultats obtenus de cet essai sont présentés dans le tableau et les courbes suivantes.

**Tableau (IV.1) : Résultats de résistance à la flexion (MPa).**

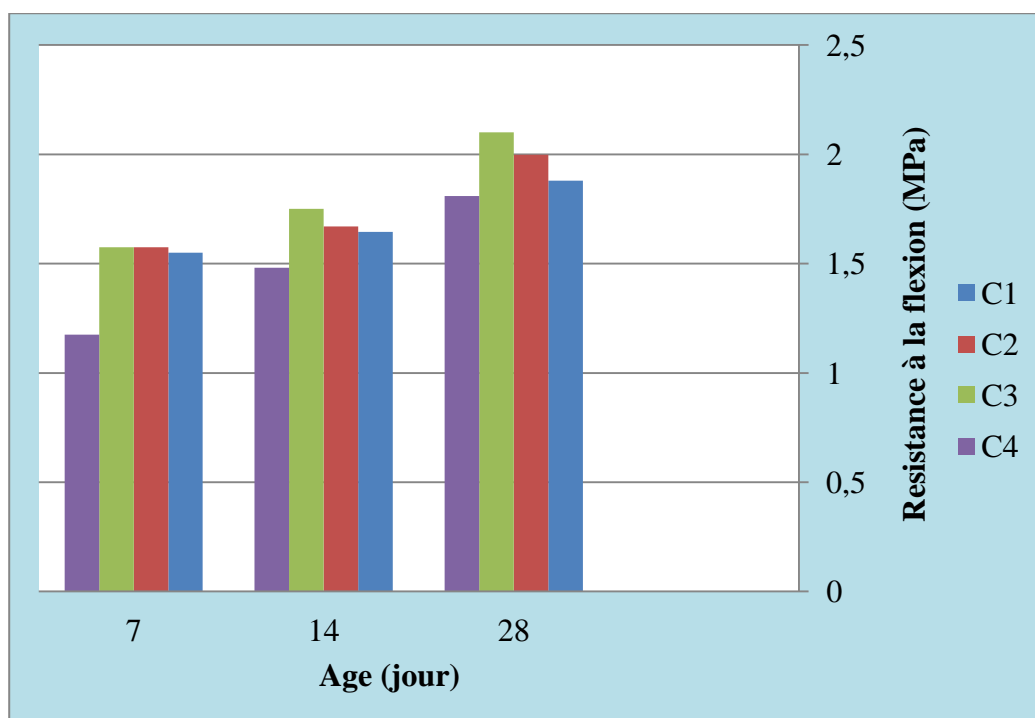
L'âge (jours)	compositions	Résultats (MPa)
7 j	C1	1,55
	C2	1,57
	C3	1,57
	C4	1,18
14 j	C1	1,65
	C2	1,67
	C3	1,75
	C4	1,48
28 j	C1	1,88
	C2	2,00
	C3	2,10
	C4	1,81



**Fig. (IV.2) : La résistance à la flexion en fonction de temps.**

D'après les courbes d'évolution de la résistance à la flexion en fonction du temps, nous remarquons qu'il y a une augmentation proportionnelle entre la résistance à la flexion avec le temps pour le témoin C1 et les compositions (C2, C3).

En revanche la valeur de la résistance à la flexion de C4 chuté est inférieure au témoin C1 à cause de la saturation des vides entre les graines de mortier et après ça le filler de calcaire jeu un rôle inerte dans la matrice des compositions.



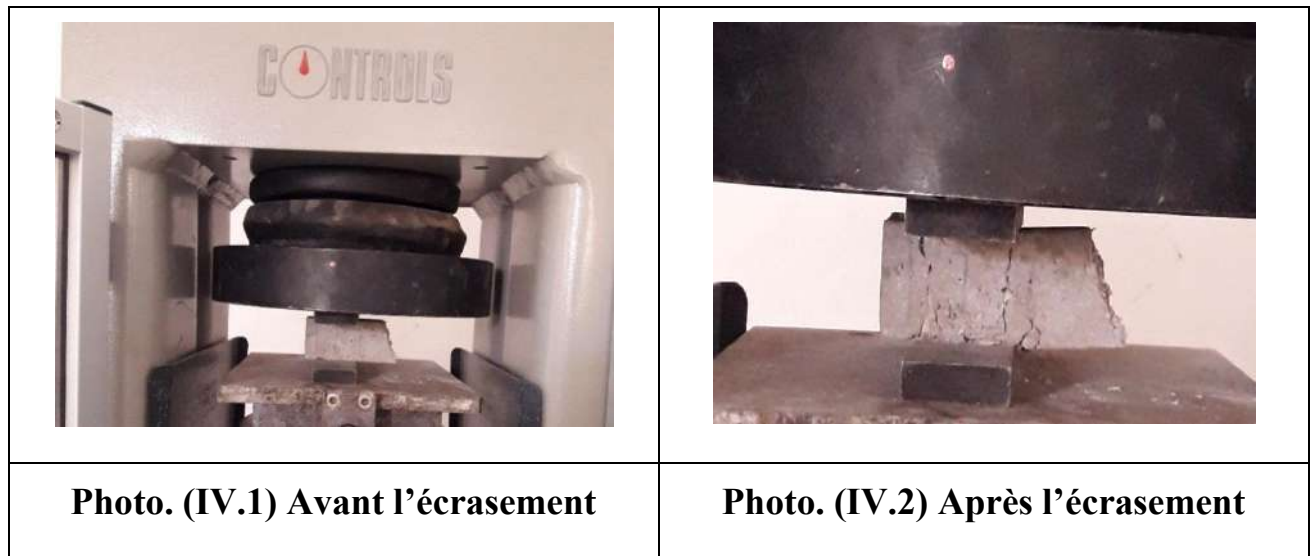
**Fig. (IV.3) : Evaluation de résistance à la traction par flexion.**

D'après l'histogramme, de la résistance à la flexion nous montrerons que la valeur de la résistance à la traction dans la composition C3 est le plus supérieur que les autres compositions C1, C2 et C4 à 7, 14 et 28 jours avec 2.1 MPa à 28 jours une évaluation de 11,70 % par rapport au témoin.

### IV.3 Résistance à la compression

Cet essai effectuée après avoir l'essai de traction par flexion, cette dernière rend l'éprouvette en deux parties, l'essai est réalisé à l'aide d'un appareil d'universel selon la norme **NF P 18-406**, fonctionnant avec un système de pression hydraulique. Les éprouvettes de dimensions (4\*4\*16 cm), qui sont préparées à partir éprouvettes de flexion, Centré entre deux plaque métalliques de façon que l'axe vertical du

l'éprouvette coïncide avec l'axe des blocs de chargement. La charge est appliquée au éprouvette de manière continue jusqu'à le rupteur et l'écrasement total voir **Photos (IV.1), (IV.2)** et figure (IV.4).

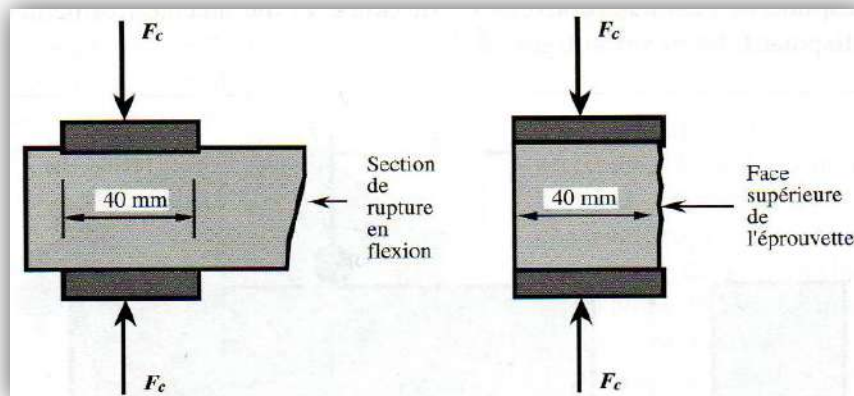


$$\sigma_c = P_c / S \text{ (IV.4)}$$

$\sigma_c$  : contrainte de compression ;

$P_c$  : la charge de rupture à la compression ;

$S$  : section transversale de l'éprouvette ( $S = a \times a$ ).



**Fig. (IV.4) : Dispositif pour l'essai de compression[1].**

Les résultats de l'essai de compression sont résumés dans le tableau et les courbes suivant.

Tableau (IV.2) : la résistance à la compression (MPa).

L'âge (jours)	Compositions	Résultats
7 j	C1	1,96
	C2	2,31
	C3	3,02
	C4	2,88
14 j	C1	1,96
	C2	2,39
	C3	3,20
	C4	2,94
28 j	C1	2,04
	C2	2,39
	C3	4,05
	C4	2,97

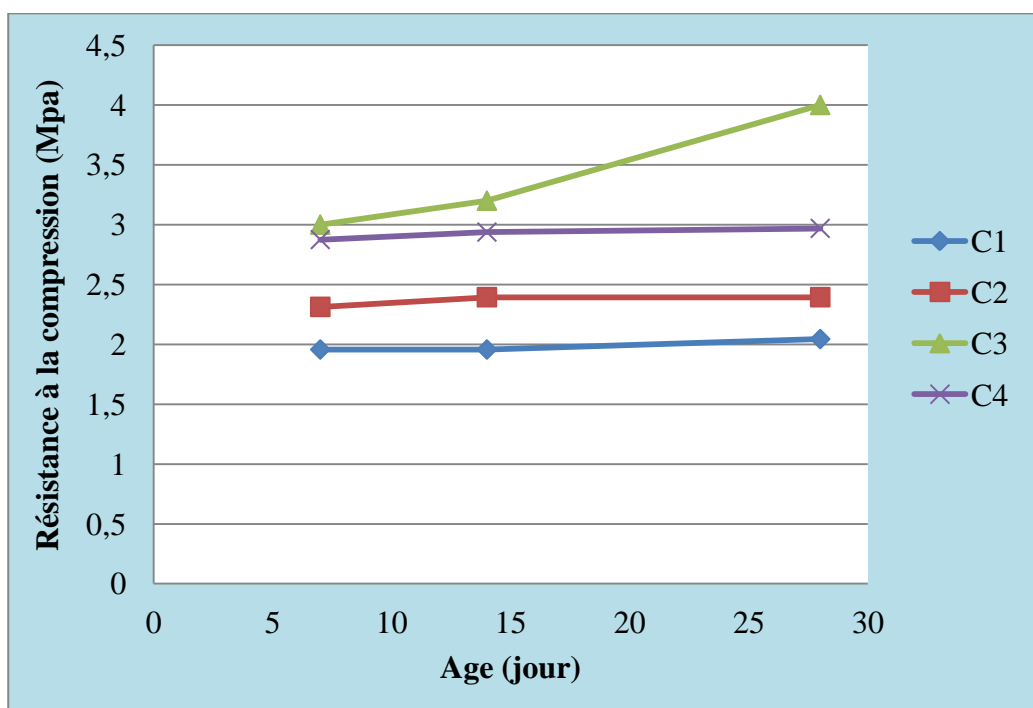


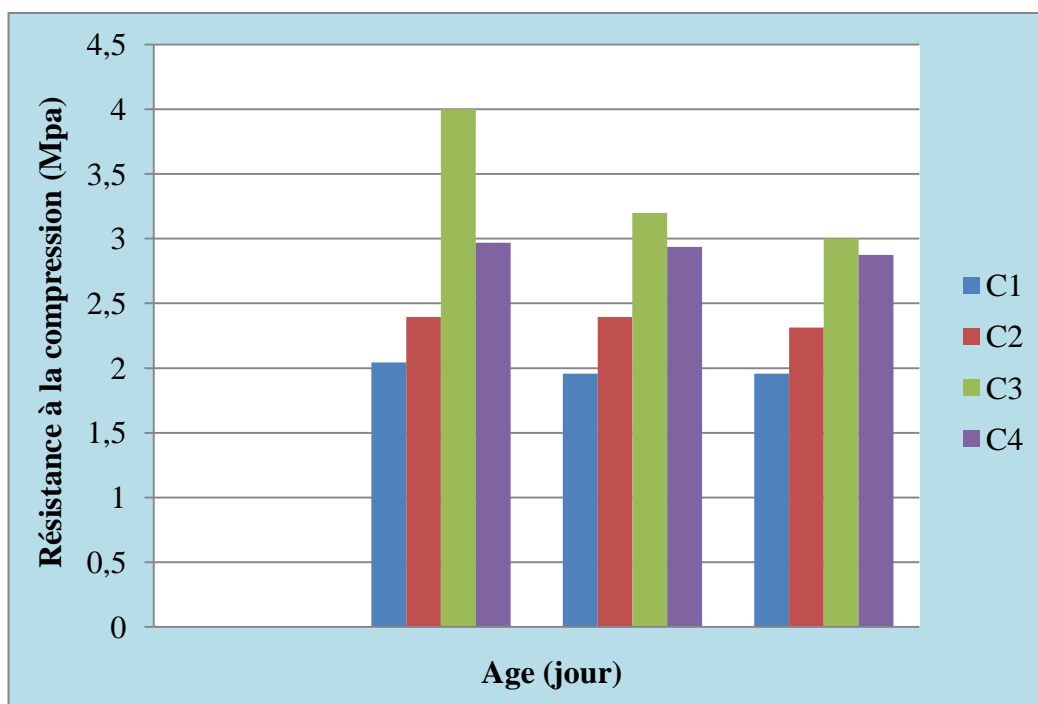
Fig. (IV.5) : La résistance de compression en fonction de temps.

D'après les courbes en Fig. (IV.5), enregistrons une évolution remarquable de la résistance de compression en fonction du temps avec une augmentation



proportionnelle entre la résistance à la compression avec le temps pour C1 et les compositions (C2, C3).

En revanche la valeur de la résistance à la composition de C4 chuté est entre C2 et C 3.



**Fig. (IV.6) : Evaluation de résistance à la compression.**

D'après l'histogramme, de la résistance à la compression nous montrons que la valeur de la résistance à la compression dans la composition C3 est le plus supérieur que les autres compositions C1, C2et C4 à 7,14 et 28 jours avec 4.05 MPa de C3 à 28 jours une évaluation de l'ordre de 98,52(%) pour au témoin.

#### IV.4 La masse volumique

Pour déterminer la masse volumique  $\delta$  d'un brique, on doit :

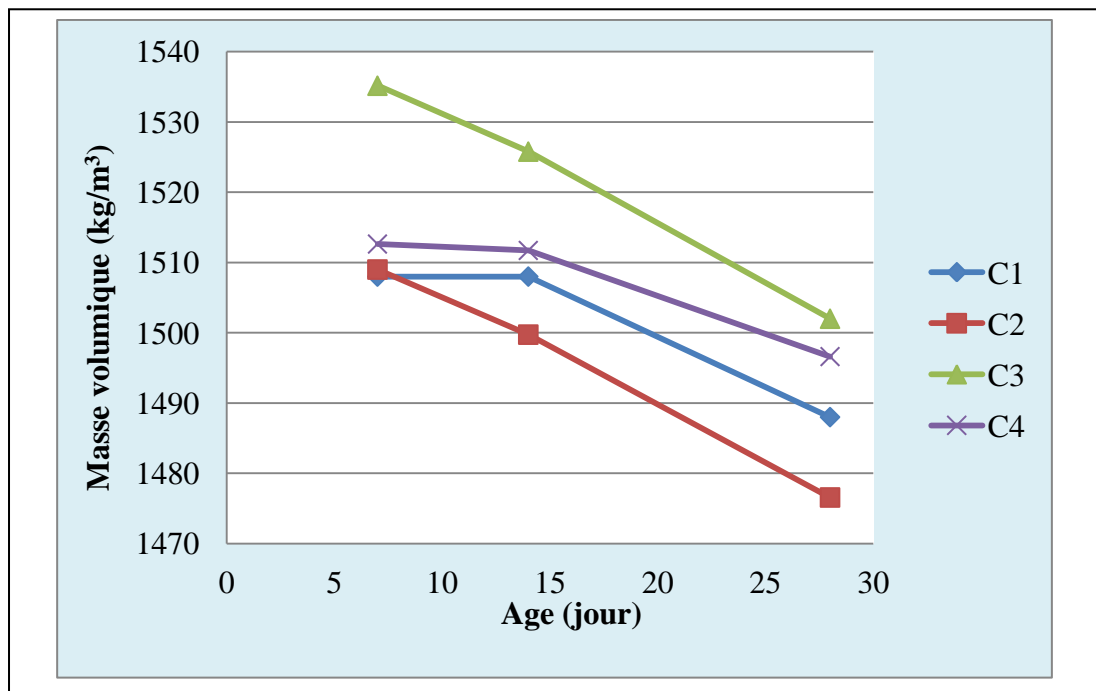
- Peser la masse d'une éprouvette 4x4x16(cm) M.
- La masse volumique est obtenue en (Kg/m<sup>3</sup>) par la formule suivant :

$$\delta = M/V \quad (IV.5)$$

Les résultats de l'essai sont résumés dans le tableau suivant :

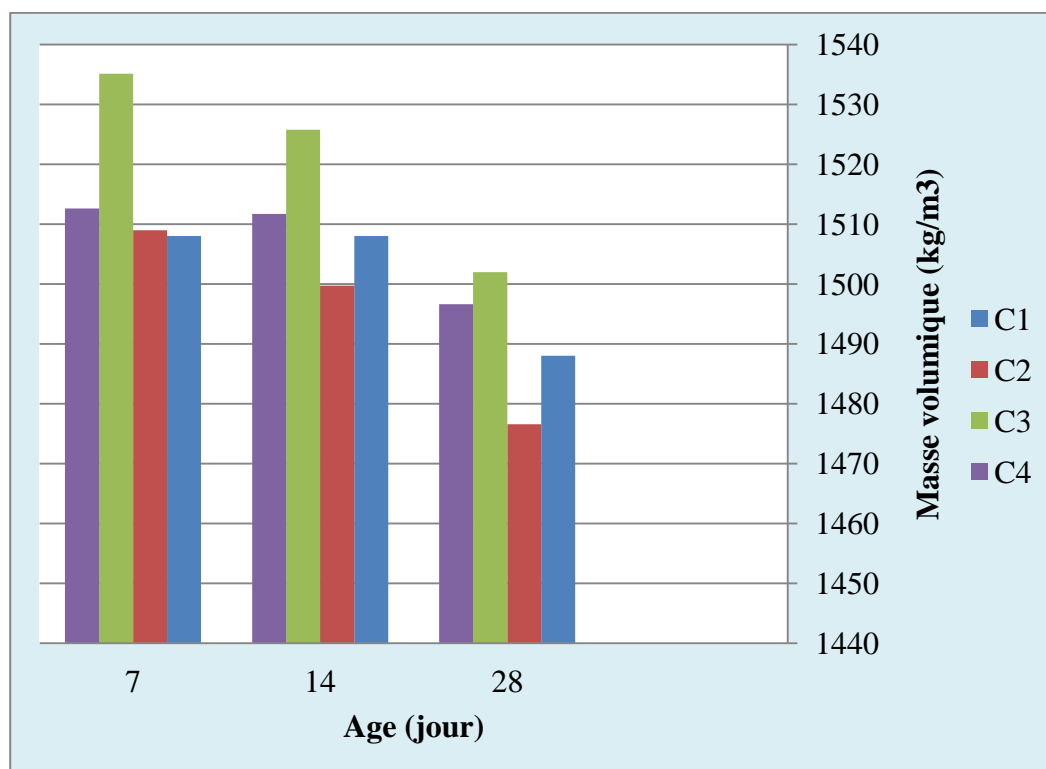
**Tableau (IV.3) : la masse volumique ( $\text{Kg/m}^3$ ).**

L'âge (jours)	Compositions	Résultats
7 j	C1	1508,00
	C2	1509,00
	C3	1535,16
	C4	1512,63
14 j	C1	1508,00
	C2	1499,74
	C3	1525,78
	C4	1511,72
28 j	C1	1488,00
	C2	1476,56
	C3	1502,00
	C4	1496,61



**Fig. (IV.7) : La masse volumique en fonction de temps.**

D'après les courbes d'évolution de la masse volumique en fonction du temps, nous remarquons qu'il y a une diminution de la masse volumique avec le temps pour toutes les compositions C1, C2, C3 et C4 due à l'évaporation des eaux avec le temps. et en C3 on a enregistré une valeur de la masse volumique la plus élevée égale à 1502 (Kg/m<sup>3</sup>) .



**Fig. (IV.8) : Evaluation de la masse volumique.**

D'après l'histogramme, de la masse volumique nous montrons que la valeur de la masse volumique dans la composition C3 enregistrer une valeur le plus élevée égale à 1502 Kg/m<sup>3</sup> à 28 jours est le plus supérieur que les autres compositions C1, C2 et C4 à 7, 14 et 28 jours.

#### **IV.5L'absorption d'eau par capillarité**

Cet essai réalisé selon les prescriptions de la norme **NF P18-555**. Les éprouvettes seront préalablement conditionnées dans l'étuve à la température de 105°C. L'essai détermine le taux d'absorption par remontée capillaire d'un demi prisme d'éprouvette cubique 70×70×280 mm<sup>3</sup> pendant 24 heures et pesés pour déterminer leur poids sec M1. Ensuite immergée dans l'eau de sorte que l'eau ne touche l'éprouvette que d'une hauteur presque de 1 à 2 cm de la profondeur du bac. L'absorption est déterminée par

pesées M2 pendant 24 heures, La quantité d'eau totale adsorbée par l'éprouvette M2-M1.

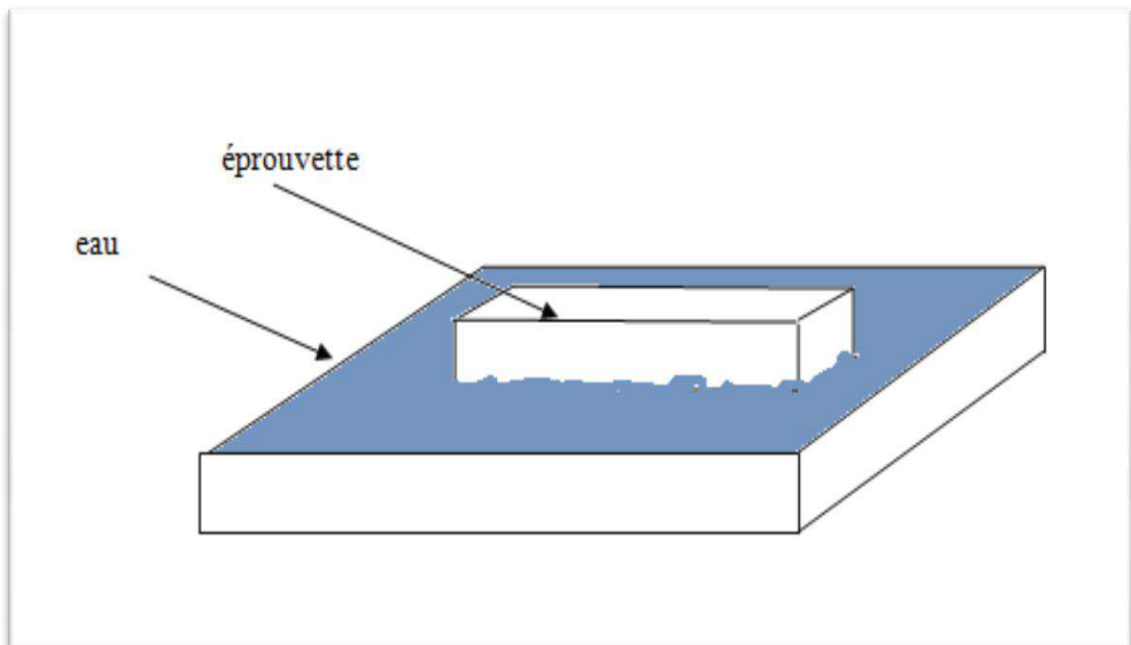
L'absorption d'eau par capillarité W est donnée par la formule suivante :

$$W\% = \frac{M2-M1}{M1} \times 100 \quad (\text{IV.6})$$

Avec :

W : Le teneur en eau d'après l'eau absorbée 24 heures

M2-M1 : la masse d'eau absorbée (g)



**Fig. (IV.9) : Essai d'absorption d'eau par capillarité [1].**

Les résultats de l'essai de l'absorption d'eau sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau (IV.4) : Résultats d'absorption d'eau par capillarité ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ).

L'âge (jours)	Compositions	Résultats
7 j	C1	21,60
	C2	20,97
	C3	13,88
	C4	7,99
14 j	C1	9,6
	C2	8,23
	C3	10,36
	C4	7,81
28 j	C1	9,3
	C2	8,13
	C3	10,5
	C4	7,78

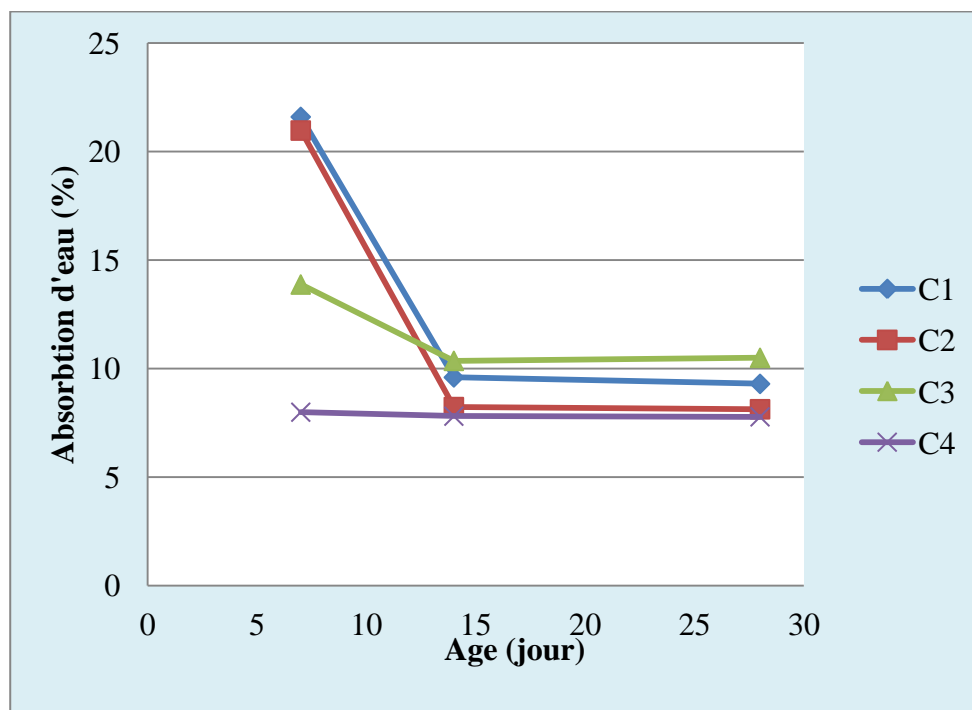
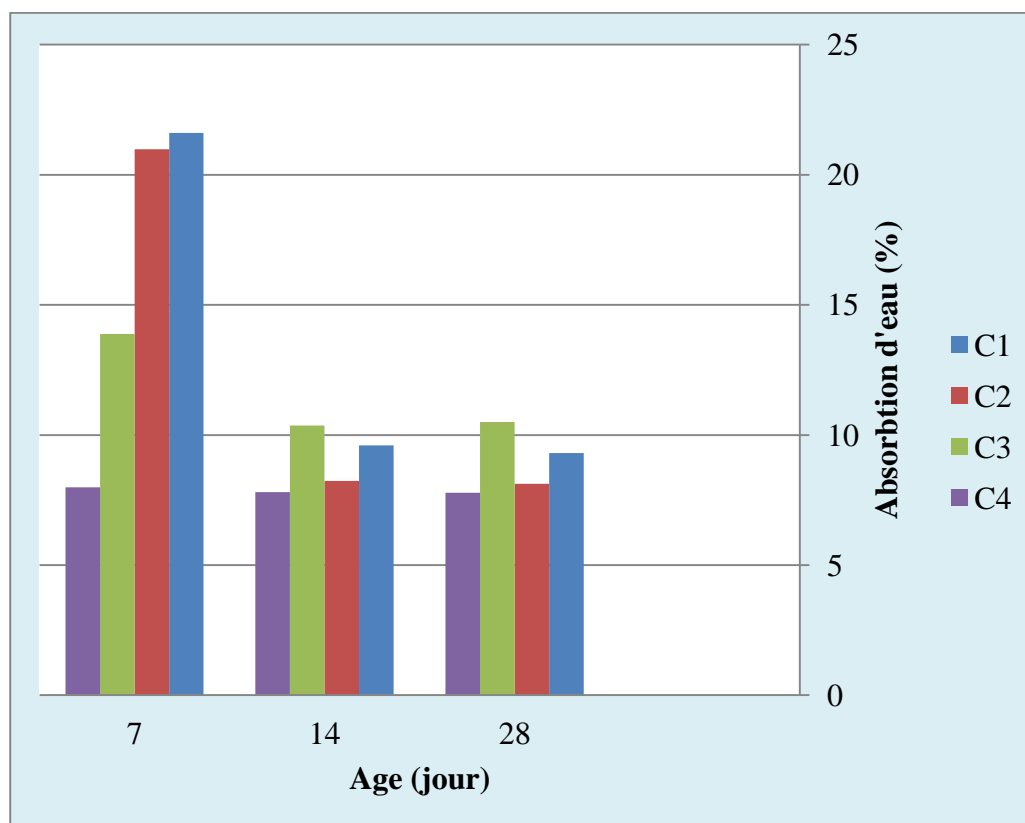


Fig. (IV.10) : L'absorption d'eau par capillarité en fonction de temps.

D'après les courbes d'évolution de l'absorption d'eau par capillarité en fonction du temps, nous remarquons qu'il y a une diminution de l'absorption d'eau par capillarité avec le temps pour toutes les compositions C1, C2, C3 et C4 due à l'évaporation des eaux avec le temps. et en C3 on a enregistré une valeur de l'absorption d'eau par capillarité la plus élevée égale à 10.5% .



**Fig. (IV.11) : Evaluation de l'absorption d'eau par capillarité.**

D'après l'**histogramme (IV.11)**, de l'absorption d'eau par capillarité nous montrons que la valeur de l'absorption d'eau par capillarité dans toutes les compositions est diminuée à cause de l'évaporation des eaux avec le temps.

#### **IV.6 L'essai d'ultrasonique**

Trois méthodes peuvent être utilisées pour mesurer la vitesse de son :

- Mesure par la transmission indirecte ou de surface
- Mesure par la transmission semi direct.
- Mesure par la transmission directe.

Cette dernière présente la meilleure méthode. Elle consiste à Mesure du temps de propagation de la première impulsion des ondes appelées ondes longitudinales générées par un transducteur entre deux points bien déterminés de l'éprouvette.

Pour notre cas on a utilisant des éprouvettes de dimensionnement (7x7x28 cm), et pour facilite la transmission de la propagation des ondes sonique en utilisant une pâte de contact, une fois l'appareil est en mis en marche la vitesse conventionnelle de propagation est calculée par la formule suivante :

$$V_P = \frac{L}{T} \text{ (IV.7)}$$

$V_P$  : vitesse des ondes ultrasonique longitudinales en (m/s).

$L$  : longueur en (m).

$T$  : temps de propagation des ondes de l'émetteur au récepteur en seconde.



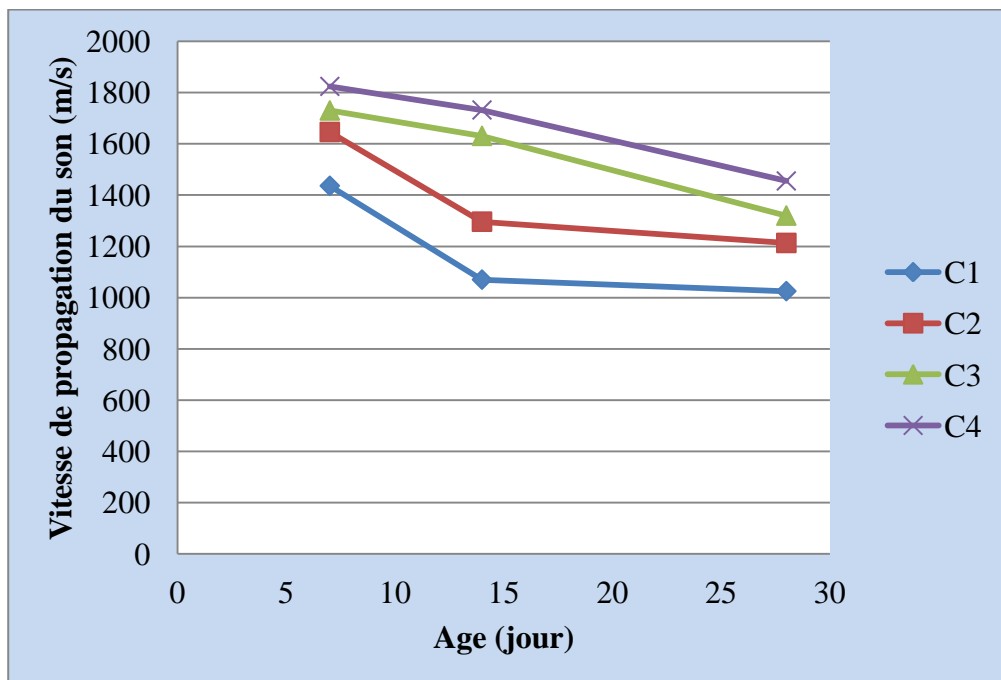
**Photo. (IV.3) Appareil ultrason.**

Les résultats de l'essai de la vitesse de son sont résumés dans le tableau suivant

**Tableau (IV.5) la vitesse de son pour les quatre compositions (m/s).**

**Fig.**

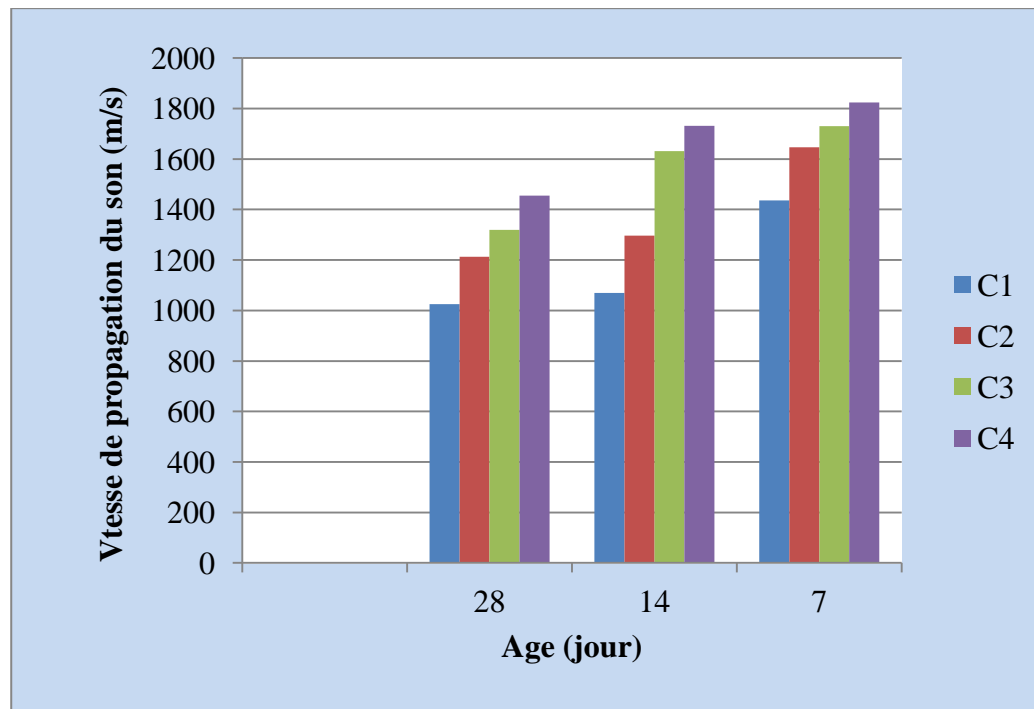
L'âge (jours)	Compositions	Résultats
7 j	C1	1436
	C2	1646
	C3	1730
	C4	1824
14 j	C1	1070
	C2	1296
	C3	1631
	C4	1732
28 j	C1	1025
	C2	1213
	C3	1320
	C4	1455



**(IV.12) : la vitesse des ondes ultrasonores en fonction de temps.**



On remarquant qu'il y a une diminution de la vitesse du son pour les quatre compositions tel que le taux de diminution est un peu élevé de 7 à 14 jour suivi d'une diminution assez légère dans l'intervalle de 14 à 28 jour.



**Fig. (IV.13) : Evaluation de la vitesse des ondes ultrason.**

Sous la comparaison des différentes compositions aperçu sur l'histogramme, on peut dire que la composition C4 a une vitesse de propagation du son élevée par rapport aux autres compositions suivies respectivement par les compositions C1, C2 et C3.

On peut dire que la vitesse sonique est dépendante de l'augmentation du pourcentage de filler de calcaire due à l'augmentation de la compacité des mortiers, donc l'effet de filler de calcaire sur l'isolant acoustique est l'inverse de la vitesse de son.

### V.7 -Conclusion

D'après ce qu'on a vu dans ce chapitre tel que : les essais, les résultats et l'interprétation de chacune on peut déterminer la composition qui satisfait les caractéristiques physico-mécanique convenable à une brique qui valorise les matériaux locaux disponibles pour notre cas (sable de dune et filler de calcaire) :

➤ Donc la composition convenable : C3 (ciment 10%, la chaux 10%, copeaux de bois 10%, filler de calcaire 10 %, sable de dune 60 %), dont les caractéristiques physico-mécaniques à 28 jours sont les suivantes :

- ✓ résistance à la traction par flexion : 2.10 (MPa).
- ✓ résistance à la compression : 4.05(MPa).
- ✓ -la masse volumique : 1502,00 (Kg/m<sup>3</sup>).
- ✓ Le coefficient de capillarité : 10.5 (g/cm<sup>2</sup>).
- ✓ -la vitesse de propagation du son : 1320 (m/s).

### CONCLUSION GENERALE

Dans cet étude nous avons confectionné une brique à base de sable de dunes, et de déchet de bois et le filler de calcaire (déchet de gravier) comme composants secondaire avec des taux de filler de calcaire variée de 5 à 15 % pour obtenir des briques leurs caractéristiques physico-mécaniques acceptable par rapport aux briques existantes .

Ces briques, stabilisant par des liens hydrauliques existants au marché local (le ciment et la chaux éteinte).

Suite à la confection plusieurs essais physico-mécaniques sont réalisés au laboratoire pour beine caractérisé ces briques.

Ce travail est réalisé en deux, une recherche bibliographique et le deuxième c'est le travail expérimental :

- La recherche bibliographique, abrus sur l'étude approfondie des différents types de brique existante, aussisurles différents matériaux utilisés pour ce travail à savoir : Le sable de dunes, les copeaux de bois, ciment et la chaux et le filler de calcaire
- La Partie expérimentale : comporte deux volets :
  - ✓ le premier volet consacré à faire des essais pour déterminer les caractéristiques générales des matériaux utilisées
    - Le sable utilisé est un sable de dune de SIDI KHOULED ; est un sable propre de majorité des grains fins, avec une granulométrie très serrée.
    - Les copeaux de bois proviennent de la menuiserie locale dont leur dimension compris entre 5 et 20 mm.
    - Le ciment utilisé est un ciment AWTED NA 442 -CEMII/A-L 42.5 disponible sur le marché local.
    - L'eau de gâchage est de robinet du laboratoire génie civil de l'université qui a une faible salinité.
    - la chaux éteinte fabriqué par l'unité de SAIIDA.
    - le filler de calcaire résultant de tamisage du gravier (5 mm)

## CONCLUSION GENERALE

---

- ✓ Le deuxième volet de l'expérimentation comporte une série d'essais sur les différentes compositions proposées (C1, C2, C3 et C4), avec une variation de pourcentage de sable de dunes et le filler de calcaire (0% F+ 70% SD, 5% F+ 65% SD, 10% F+ 60% SD, 15% F+, 55% SD) respectivement et un pourcentage constant pour les trois compositions le ciment 10%, la chaux 10% et le copeaux de bois 10%.

Et après les essais nous avons conclu que :

L'augmentation en pourcentage de filler de calcaire provoque :

- ✓ Une augmentation de la vitesse de propagation du son ce qui veut dire une diminution de l'isolation acoustique.
- ✓ Une diminution de la masse volumique
- ✓ Une diminution de l'absorption d'eau par capillarité.
- ✓ Une augmentation des caractéristiques mécaniques de brique (résistance à la traction par flexion et résistance à la compression).

Le choix de la composition optimale s'appuie sur la compatibilité entre les caractéristiques physiques et mécaniques et en prenant en considération cette compatibilité, dans le souci d'un choix adéquat, nous avons opté pour une brique de composition C3 (ciment 10%, la chaux 10%, copeaux de bois 10%, filler de calcaire 10%, sable de dune 60%).

### RECOMMANDATIONS

Les résultats obtenus d'après ce travail et en vue d'une grande utilisation rationnelle et efficace de ces matériaux (brique) et pour compléter cette recherche nous avons citée des recommandations pour des futures recherches :

- ✓ l'essai de la conductivité thermique et l'étude de l'influence de la température de cuisson sur les propriétés thermo -mécaniques des briques.
- ✓ Etudier l'effet de l'ajout d'autres matériaux locaux ou bien le changement de processus de fabrication pour augmenter la résistance à la compression et à la traction.
- ✓ Etudier la durabilité de ces briques à cause de l'existence de copeaux de bois qui sont des matériaux organiques carboniques peuvent s'endommagera en fonction d'âge.
- ✓ Etudier la composition minéralogique crée entre les liants hydrauliques et les copeaux de bois pour bien expliquer la chute de la résistance mécanique entre 7,14 et 14 jours.

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- [1] M. DJOUHRI, Mémoire de magister Génie Civil « confection d'une brique à base de sable de dunes», Université KasdiMerbah Ouargla 2007.
- [2] R. Delebecque, Éléments de Construction "Bâtiment", Edition Delagrave 1990.
- [3] H. RENAUD, Murs Poutres Planchers, Edition Eyrolles 2002.
- [4] BAIKER MOHAMED CHERIF, MEMOIRE de master Génie Civil «Contribution à l'étude des Caractéristiques physico- mécaniques d'une brique a base du sable de dunes et les copeaux de bois», Université KasdiMerbah Ouargla 2015.
- [5] E. Oliver, Les Maçonneries, Edition ISBN 1974
- [6] BENYAHIA N, BENKHENNOUCHE N, Etude de l'influence des fillers calcaires, rapport (Eau/Ciment) et taux d'adjuvant sur la résistance mécanique d'un mortier à base d'un sable de concassage , 2016, Master en Génie Civil, Université Abderrahmane Mira-Bejaia.
- [7] Collection Mémento Technique, Tuiles et Briques de Terre Cuite, Edition Moniteur paris 1998.
- [8] Recueil de Norme Française "Bâtiment Maçonneries " EDITION AFNOR, 1984.
- [9] DR. GHOMARI Fouad, « science des matériaux de construction », Université Aaboubekr Belkaid.
- [10] M. ELALOUANI et M. Hadj Said, Mémoire de master Génie Civil « Etude de la propriété rhéologique du béton de sable du dune », Université KasdiMerbah Ouargla 2011.
- [11] M. DJOUHRI, Mémoire de magister Génie Civil « confection d'une brique à base de sable de dunes», Université KasdiMerbah Ouargla 2007.
- [12] R. DUPAIN, R. LANCHON, J. C. SAINT- ARROMMAN, Granulats, Sols, Ciments et Bétons, Edition Casteilla 1995.

## ***REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES***

---

- [13] Horta O S., 1979 – Les encroûtements calcaires et les encroûtements gypseux en Géotechnique routière – Service des publications du laboratoire de M.D.S., Base SONATRACH, Blida, Algérie.
- [14] [www.bois.com](http://www.bois.com).
- [15] I .BENTATA. Mémoire de Magister, " Etude Expérimentale d'un Béton avec Le Sable de Dune", Université d'Ouargla 2003.
- [16] S .ABANI, Mémoire de Magister, caractérisation et durabilité du béton renforcé de fibres végétales de palmier dattier Béton de Fibre de palmier datte. Université de Ouargla 2003.
- [17] BEN KOUIDRI SABRINA mémoire fin d'étude master, confection d'une brique a base de sable de dune, 2015.
- [18] Fiche technique Qualiremo, « La terre crue », « [www. tkTerreCrue.html](http://www.tkTerreCrue.html). », Avril 2008.
- [19] DUPAIN. R, LANCHON. R, J. C. SAINT ARROMAN « granulats, sols, ciments et bétons– caractérisation des matériaux de génie civil par les essais de laboratoire », Edition CASTEILLA– 25, rue rouge-75005 Paris 1995.

**AMOUDA CIMENT**

# AWTED

CIMENT PERFORMANCES ÉLEVÉES

BPE, BÉTON STRUCTUREL, PRÉFABRICATION  
DALLAGE ET VOIRIE

## PRÉSENTATION

AWTED est un ciment gris conforme à la norme algérienne NA 442 ainsi que la norme européenne EN 197-1.

AWTED convient parfaitement pour le coulage par temps chaud ainsi que le transport du béton prêt à l'emploi.

Désignation normalisée : NA 442-CEM II/A-L 42.5 N.

AWTED est un produit 100 % algérien fabriqué exclusivement dans l'usine AmoudaCiment à El Beydha.

## APPLICATIONS/USAGES

AWTED est destiné à la réalisation de bétons de structure selon la (NA 16002 eq de la EN 206-1) en milieux non agressifs pour :

- Ouvrages en béton armé ou non.
- Bétons autoplaçants.
- Dallages, sols industriels, chapes.
- Fondations ou travaux souterrains.
- Voirie et chaussée en béton.

**Direction Générale et commerciale**  
Lotissement 202, Section 4, Zone d'activité  
Amar, Chéraga, Alger.  
Tél : 021 451 451 / 06 57 358 001 / 07 80 977 851  
Fax : 021 26 09 86  
E-mail : service.clients@amoudaciment.com



## Références et intitulés des normes relatives à la chaux

**NF EN 459-1** Octobre 2002Chaux de construction-partie 1:définitions, spécifications et critères de conformité  
*Norme homologuée***NF EN 459-2** Octobre 2002Chaux de construction-partie 2 :méthodes d'essai  
*Norme homologuée***NF EN 459-3** Septembre 2002Chaux de construction- partie 3 :évaluation de la conformité  
*Norme homologuée***P 15-201** Mai 1994DTU 26.1. Travaux de bâtiment- Enduits aux mortiers de ciment, de chaux et de mélange plâtre et chaux aérienne- partie 1:cahier des clauses techniques- partie 2 : cahier des clauses spéciales  
*Norme homologuée***NF P 15-306** Octobre 1964Liants hydrauliques- Ciment de laitier à la chaux CLX  
*Norme homologuée***NFP 15-311** Janvier 1996Chaux de construction- définition, spécification et critères de conformité  
*Norme homologuée***NFP 94-100** Août 1999Sols : reconnaissance et essais- Matériaux traité à la chaux et /ou aux liants hydrauliques- Essai d'évaluation de l'aptitude d'un sol au traitement  
*Norme homologuée***NFP 94-102-1** Juillet 2001Sols: reconnaissance et essais- Sols traité au liant hydraulique, éventuellement associé à la chaux, pour utilisation en couche de forme-partie 1: définition-composition-classification  
*Norme homologuée***NFP 98101** Juillet 1991Assises de chaussées- Chaux aérienne calcique pour sols et routes- spécifications  
*Norme homologuée***NFP 98-102** Juillet 1991Assises de chaussées- Chaux aérienne calcique pour sols et routes - Essais de réactivité de la chaux vive a l'eau  
*Norme homologuée*

## Nos coordonnées

Direction Générale

Tél : 024.81.67.78

Fax: 024.81.72.98

Direction Documentation et Information

Tél/Fax:024.81.82.20

Direction Técnico-Commerciale

Tél/fax: 024.81.55.37

Direction Management de la Qualité

Tél : 024.81.99.78

Direction Laboratoire Central

Tél /Fax :024.81.72.97

Direction Etudes et Appui à la Production

Tél/Fax: 024.81.10.35

Adresse

Cité Ibn Khaldoun, BP 93 BOUMERDES 35000

E - mail : cetim@erce-dz.com

## A NOS LECTEURS

*Cet espace est le votre*

Toute suggestion, critique ou proposition émanant aussi bien de l'intérieur de notre entreprise que de son environnement et permettant l'amélioration et l'enrichissement de cet outil de communication est la bienvenue.

*Faites nous parvenir vos articles et communications à :*

" INFO CETIM / DDI "

Cité Ibn Khaldoun, BP 93 Boumerdes 35000