



République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب

Université Belhadj Bouchaib d'Ain-Temouchent

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie Civil et Travaux Publics

Mémoire pour l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : GENIE CIVIL

Spécialité : STRUCTURES

Thème

*Caractérisation de La Perlite de Hammam
Bouhrara pour L'isolation Thermique et
Phonique*

Présenté Par :

- ✓ *Mr Kachemir Lakhdar*
- ✓ *Mr Benkraraz Abdelkader*

Devant le jury composé de :

Dr Belabaci. Z	UBBAT (AinTémouchent) Examinatrice
Dr Marouf. H	UBBAT (AinTémouchent) Présidente
Pr Aissa Mamoune .S.M	UBBAT (Ain Témouchent) Encadreur
Dr DERBAL. A	UBBAT (AinTémouchent)Co-Encadreur

Année universitaire :2021/2022

Sommaire

I. REMERCIEMENTS

II. DEDICACES

III. RESUME .

IV. SOMMAIRE .

V. LISTE DES FIGURES

VI. LISTE DES TABLEAUX

VII. INTRODUCTION GENERALE

I CHAPITRE I: ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1 INTRODUCTION :..... 1

I.2 CARACTERISTIQUES PHYSIQUE, CHIMIQUE MINERALOGIQUE DE LA PERLITE : 1

I.2.1 Propriétés Physiques : 2

I.2.2 Propriétés Chimiques : 3

I.3 LA PERLITE EN ALGERIE : 7

I.3.1 LA Production De La Perlite En Algérie : 7

I.4 SECTEURS D'UTILISATION DE LA PERLITE : 9

I.4.1 Secteur Du Bâtiment : 9

I.4.2 Secteur de l'horticulture : 9

I.4.3 Secteur de la filtration : 9

I.4.4 Secteur de la cryogénie : 10

I.4.5 Secteur de la sidérurgie : 10

I.4.6 Secteur des minéraux de charge : 10

I.5 RESERVES ET PRODUCTION ET CONSOMMATION DE LA PERLITE DANS LE MONDE : 10

I.6	RESERVES EN ALGERIE DE LA PERLITE :	11
I.7	LOCALISATION DU GISEMENT DE LA PERLITE DE HAMMAM BOUGHRARA :	12
I.8	DIFFERENTE ROCHES SEDIMENTAIRES DANS LE SITE ROUSSELA HAMMEM BOUGHRARA (TLEMCEN):	15
I.9	PLAN D'ECHANTILLONNAGE:	16
I.10	LA PROSPECTION ET L'EXPLORATION DES SUBSTANCES MINERALES UTILES :	18
I.10.1	Objectifs De La Prospection :	18
I.10.2	Méthodes De Prospection Des Matériaux De Carrière :	18
I.11	CONCLUSION :	19
	II Chapitre II : Matériaux Utilises Et Méthodes D'essais	21
II.1	INTRODUCTION	20
II.2	MATERIAUX UTILISES :	20
II.2.1	Le Ciment :	20
II.2.2	Perlite Naturelle :	20
II.2.2.1	Caractéristiques physique :	21
II.2.3	.LE SABLE :	24
	le sable utilisé est un sable de mer lavé et séché	24
II.2.3.1	Les Expériences En Laboratoire Pour Déterminer La propriété Physique de sable : ..	25
II.2.4	Eau De Gâchage :	27
II.3	FORMULATION ET COMPOSITION DES GACHEES :	27
II.3.1.1	Objectif d'utilisation du mortier :	27
II.3.2	Formulations des mortiers étudiés :	28
	Les quantités des constituants pour 3 éprouvettes:	28
II.4	PREPARATION DES EPROUVETTES :	29
II.4.1	Malaxage:	29
II.5	CARACTERISATION DES DIFFERENTES COMPOSITIONS :	32

II.5.1	L'état Frais :	32
II.5.1.1	La Teneur En Air occlus :	32
II.5.2	A L'état Durci :	33
II.5.2.1	Essai de traction par flexion :	33
II.5.2.2	La Résistance A La Compression :	34
II.5.2.3	La Résistance De Compression Et Homogénéité De Matériaux :	35
II.5.2.4	Essai De Mesure La Conductivité Thermique :	38
III	CHAPITRE 3 RESULTATS ET ANALYSE	40
III.1	ESSAI DE LA MASSE VOLUMIQUE :	40
III.1.1	LA MASSE VOLUMIQUE ABSOLUE	40
III.1.1.1	Sable :	40
III.1.1.2	Perlite 0/3 :	40
III.1.1.3	Perlite 3/8 :	40
III.1.1.4	.ciment :	41
III.1.2	Masse volumique apparente :	41
III.1.2.1	Sable :	41
III.1.2.2	perlite 0/3.....	41
III.1.2.3	perlite 3/8.....	42
III.1.2.4	Ciment :	42
III.2	EQUIVALENT DE SABLE:	43
III.3	ANALYSE GRANULOMETRIQUE :	43
III.3.1	SABLE.....	43
III.3.2	Perlite :	45
III.4	LA TENEUR EN AIR OCCLUS :	47
III.5	LA RESISTANCE DE COMPRESSION ET HOMOGENEITE DE MATERIAUX :	48

III.5.1	.Essai de Ultrasons :.....	48
III.6	RESISTANCE A LA TRACTION :.....	54
III.6.1	Essai de traction par flexion :.....	54
III.7	LA RESISTANCE A LA COMPRESSION :	58
III.8	ESSAI DE MESURE LA CONDUCTIVITE THERMIQUE :	65
III.8.1	l'échantillons de forme prismatique (4x 4x 16) cm (MORTIER) :	66
III.8.2	l'échantillons de forme cubique (7x 7x 7) cm (BETON) :	68
III.9	CONCLUSION GENERAL :.....	70
IV	REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE	71
V	ANNEXE :.....	错误!未定义书签。

Liste des figures

Figure 1:Les Différents Degrés De Perlite [2].....	2
Figure 2: Image montrant différentes couleurs de la perlite.....	3
Figure 3:Echantillon de ‘ dioxyde de silicone’.[13]	4
Figure 4:Echantillon de l’ oxyde d’aluminium.[14].	4
Figure 6:Echantillon de ‘ oxyde de potassium ’.[16]	5
Figure 5:Echantillon de ‘ oxyde de sodium ’.[15].....	5
Figure 7:Echantillon de ‘oxyde de le fer ’.[17]	6
Figure 8:Echantillon de ‘oxyde de magnésium’.[18]	6
Figure 9:Echantillon de ‘oxyde de calcium’.[19].....	7
Figure 10:scories de la perlite de hammam Boghrara avant broyage[6].	8
Figure 11:Poudre de perlite de hammam Boughrara broyée à80µm [7].	8
Figure 12:Localisation du gisement de Hammem Boughrara (TLEMCEM)[7].	13
Figure 13:Coupe verticale géologique du gisement de Hammam [11].	14
Figure 14:Affleurement des formations magmatiques, bentonite et de perlite du site de Roussel[12] 15	
Figure 15:Plan d’échantillonnage du site de Roussel . [12]	16
Figure 16:Plan d’échantillonnage du site de Roussel[12]	16
Figure 17:Photo montrant la zone de contact[12]	17
Figure 18:Photo montrant la perlite grise[12]	17
Figure 19:Ciment type CEM II/A-P 42.5 N.	20
Figure 20: Roche de la perlite naturelle avant broyage	21
Figure 21:gravier (0/3 -3/8-8/15) de la perlite naturelle après broyage.....	21
Figure 22:Détermination de la masse volumique absolue de la perlite.	22

Figure 23:Détermination de la masse volumique apparente d'un matériau	23
Figure 24:Analyse Granulométrique De Perlite	24
Figure 25:Lavage et séchage du sable 105°C pendant 24 H.	24
Figure 26:Site d'échantillonnage de sable de mer plage de « Chatt El Ward Ex Plage des Mouches..	25
Figure 27:Détermination de la masse volumique absolue d'un matériau	26
Figure 28:Détermination de la masse volumique apparente d'un matériau	26
Figure 29:Malaxeur électrique utilisée dans la fabrication du mortier	30
Figure 30:La table à choc.	31
Figure 31:Les étapes de malaxage du Mortier normalisé	31
Figure 32:Conservation des éprouvettes.....	32
Figure 33:appareil l'aéromètre à mortier « mesure de la teneur en air ».	32
Figure 34:L'Essai de traction par flexion.	33
Figure 35:Dispositif pour mesurer la résistance à la compression	34
Figure 36:Appareil d'auscultation sonore « Essai d'ultrason ».	36
Figure 37:Schéma simplifié de la mesure de la vitesse de son.....	36
Figure 38:appareil de mesure conductivité thermique	38
Figure 39:les étapes de mesure la conductivité thermique	39
Figure 40:masse volumique des matériaux utilisés dans les expériences.....	42
Figure 41:Courbe d'analyse granulométrique par tamisage (sable)	44
Figure 42:Courbe d'analyse granulométrique par tamisage (perlite 0/3).....	46
Figure 43:Courbe d'analyse granulométrique par tamisage (perlite 0/3).....	47
Figure 44:Représenté le pourcentage de l'air occlus pour les trois mortiers.....	48
Figure 45:représenté l'Évolution de la vitesse des vagues liée à la qualité de mortier a T=0 C	49
Figure 46:représenté l'Évolution de la vitesse des vagues liée à la qualité de mortier a T=200C	50
Figure 47:représenté l'Évolution de la vitesse d'onde liée à la qualité de mortier a T=400 C	51

Figure 48:.. représenté l'Évolution de la vitesse d'onde liée à la qualité de mortier a T=600C	52
Figure 49:Représente la diminution de la vitesse d'onde liée à l'augmentation de la température.....	53
Figure 50:Représente la relation inverse entre la vitesse des ondes et la température.....	53
Figure 51:Résistances moyennes à la traction de mortier a T=0	55
Figure 52:Résistances moyennes à la traction de mortier a T=200 C	56
Figure 53:Résistances moyennes à la traction de mortier a T=400 C	57
Figure 54:Résistances moyennes à la traction de mortier a T=600 C	58
Figure 55:La résistance en compression des mortiers à T=0 C	59
Figure 56:La résistance en compression des mortiers à T=200 C	60
Figure 57:La résistance en compression des mortiers à T=400 C	62
Figure 58:La résistance en compression des mortiers à T=0 C	63
Figure 59:La résistance en compression des mortiers	64
Figure 60:Diminution de la résistance en compression due à l'augmentation des températures (mortier)	65
Figure 61:.. représenté Diminution de la conductivité thermique due à l'augmentation des températures (mortier)	67
Figure 62:représenté la Conductivité thermique de divers échantillons de mortier	67
Figure 63:représenté Diminution de la conductivité thermique due à l'augmentation des températures (béton)	69
Figure 64:représenté la Conductivité thermique de divers échantillons de béton.	69

Liste des Tableaux

Tableau 1:Propriétés physiques de la perlite brute [4].	错误!未定义书签。
Tableau 2:Une série d’analyses chimiques de minerais de perlite prélevée dans plusieurs endroits du monde.	3
Tableau 3:Composition chimique élémentaire de la perlite de Hammam Boughrara[7].	9
Tableau 4:Réserves Et Productions Mondiales De La Perlite (Mille Tonne) [10].	11
Tableau 5:Les principaux gisements de la perlite en Algérie [9].	12
Tableau 6:Dosage de trois mortier pour 1 m ³	28
Tableau 7:Les quantités des constituants pour 3 éprouvettes de mortier	28
Tableau 8:quantités des constituants pour 3 éprouvettes de Béton	29
Tableau 9:La masse volumique absolue du sable.	40
Tableau 10:La masse volumique absolue de la perlite 0/3.	40
Tableau 11:La masse volumique absolue de la perlite 3/8.	40
Tableau 12:La masse volumique absolue de ciment.	41
Tableau 13:La masse volumique apparente du sable.	41
Tableau 14:La masse volumique apparente de la perlite 0/3.	41
Tableau 15: La masse volumique apparente de la perlite 3/8.	42
Tableau 16:La masse volumique apparente de ciment.	42
Tableau 17:résultats d’essais d’équivalentes de sable.	43
Tableau 18:Analyse granulométrique du sable.	43
Tableau 19:Module de finesse du sable.	44
Tableau 20:Analyse granulométrique (perlite 0/3)	45
Tableau 21:Analyse granulométrique (perlite 3/8)	46

Tableau 22:Pourcentage de l'Air Occlus dans les mortiers.....	47
Tableau 23:Vitesse longitudinale de propagation des ultrasons dans le mortier.....	49
Tableau 24:Vitesse longitudinale de propagation des ultrasons dans le béton	49
Tableau 25:Vitesse longitudinale de propagation des ultrasons dans le mortier.....	50
Tableau 26:Vitesse longitudinale de propagation des ultrasons dans le béton	50
Tableau 27:Vitesse longitudinale de propagation des ultrasons dans le mortier	51
Tableau 28:Vitesse longitudinale de propagation des ultrasons dans le béton	51
Tableau 29:Vitesse longitudinale de propagation des ultrasons dans le mortier	52
Tableau 30:Vitesse longitudinale de propagation des ultrasons dans le béton	52
Tableau 31:qualité de béton en fonction de la vitesse de propagation des ondes.....	54
Tableau 32:Résistances moyennes à la traction de mortier étudié à T=0 C	54
Tableau 33:Résistances moyennes à la traction de mortier étudiés à a T=200 C.....	55
Tableau 34:Résistances moyennes à la traction de mortier étudiés à a T=400 C.....	56
Tableau 35:Résistances moyennes à la traction de mortier étudiés à a T=600 C.....	57
Tableau 36:Résistances moyennes à la compression des mortiers étudiés à T=0 C	58
Tableau 37:Résistances moyennes à la compression des béton étudiés à T=0 C.....	59
Tableau 38:Résistances moyennes à la compression des mortiers étudiés à a T=200 C.....	60
Tableau 39:Résistances moyennes à la compression des bétons étudiés à a T=200 C	61
Tableau 40:Résistances moyennes à la compression des mortiers étudiés à a T=400 C.....	61
Tableau 41:Résistances moyennes à la compression des bétons étudiés à a T=400 C	62
Tableau 42:Résistances moyennes à la compression des mortiers étudiés à a T=600 C.....	63
Tableau 43:Résistances moyennes à la compression des bétons étudiés à a T=600 C	64
Tableau 44:résultat de la conductivité thermique de l'échantillons des mortiers.	66
Tableau 45:résultat de la conductivité thermique de l'échantillons des béton.....	68

Introduction Générale :

Les bétons légers, c'est à dire ceux dont la masse volumique à l'état sec est inférieure à 1800 kg/m³ , sont employés dans le génie civil depuis le début du 20^{ème} siècle, dans les pays développés d'Europe (France, Allemagne), d'Amérique (USA) et d'Asie (Japon et ex URSS). Depuis lors, les applications ne cessent de se multiplier à cause des avantages que présente ce produit tant sur le plan économique que technique. Ces bétons normalement réalisés par trois manières, en employant les agrégats légers, l'aération ou le gaz, ou en réduisant la partie fine du granulat. Dans chacun des trois cas la réduction de la densité du béton est réalisée par une augmentation des vides d'air dans le béton.

Il existe différents type de granulats utilisé pour la fabrication du béton léger comme l'argile expansé, la pouzzolane ainsi que la perlite expansée.

La perlite est un verre volcanique qui contient un taux élevé de silice et d'alumine dans sa composition chimique, ces propriétés physique avec une porosité importante lui font un agent idéal pour l'utiliser dans la fabrication du béton léger sans passé par le procédé de l'expansion, une opération qui coute chère et qui nécessite l'utilisation du combustible chose qu'on essaie d'éviter au maximum afin de préserver l'environnement, . L'Algérie possède un gisement important de perlite près de Hammam Boughrara (Tlemcen), un potentiel de la perlite, mais non exploité jusqu'à l'heure actuelle. Donc Il est très intéressant d'étudier cette roche.

L'objectif de ce travail est donc d'étudier les propriétés essentielles de la perlite de la région de Hammam Boughrara (Tlemcen, Algérie), comme granulats légers dans la fabrication du béton léger est étudier ces propriétés d'isolant thermique et acoustique.

Notre travail sera organisé en trois chapitre, le premier sera consacré à la partie recherche bibliographique ou on vas définir et expliqué la provenance de la perlite en Algérie, le deuxième chapitre présente les matériaux utilisés et les méthodes d'essais employé dans ce travail et on termine par troisième chapitre qui donne les résultats obtenue et leurs explications et enfin on termine par une conclusion.

Chapitre I : Etude bibliographique

CHAPITRE I: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'ÉTAT DE CONNAISSANCES DE LA PERLITE

I.1 Introduction :

La perlite est une roche volcanique naturelle formée de lave siliceuse ou de cendre. A En raison d'un refroidissement rapide, la lave ou les cendres se solidifient en une roche vitreuse. Pendant des dizaines de milliers d'années, les eaux de surface et souterraines emprisonnées dans la roche se retrouvent piégées dans une structure semblable à celle du verre. La perlite se ramollit lorsqu'elle atteint des températures de 850 à 900 ° C. L'eau emprisonnée dans la structure du matériau se vaporise et s'échappe, ce qui provoque l'expansion du matériau à 4 à 20 fois son volume d'origine. Le matériau expansé est d'un blanc brillant, en raison de la réflectivité des bulles piégées. Perlite non expansée ("brute")

Cette propriété est utilisée par l'industrie de l'isolation, l'industrie de la construction et l'industrie du filtrage. La Hongrie possède un important gisement de roche de perlite d'excellente qualité, qui est vendue dans de nombreux pays européens.

I.2 Caractéristiques Physique, Chimique minéralogique De La Perlite :

Les différentes variétés de perlites se sont formées d'un même magma acide, fortement différencié, de nature essentiellement rhyolitique, plus rarement rhyodacitique , En ce qui concerne la texture des perlites, on admet qu'elle correspond au stade final du processus de formation, au moment où le magma s'est solidifié en roche. La composition chimique des différentes variétés de perlites est déterminée par les processus de différenciation ayant eu lieu dans le magma au cours de son ascension, tandis que leur composition minéralogique est conditionnée par la vitesse ascensionnelle du magma, les paramètres thermiques et les conditions de solidification de la roche [1].

La perlite moins hydratée ou moins perlitisée a une couleur noire et la perlite plus hydratée ou perlitisée prend la couleur grise avec la présence des perles en verre (Figure 1) [2] ; [3].

**CHAPITRE I: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'ÉTAT DE
CONNAISSANCES DE LA PERLITE**

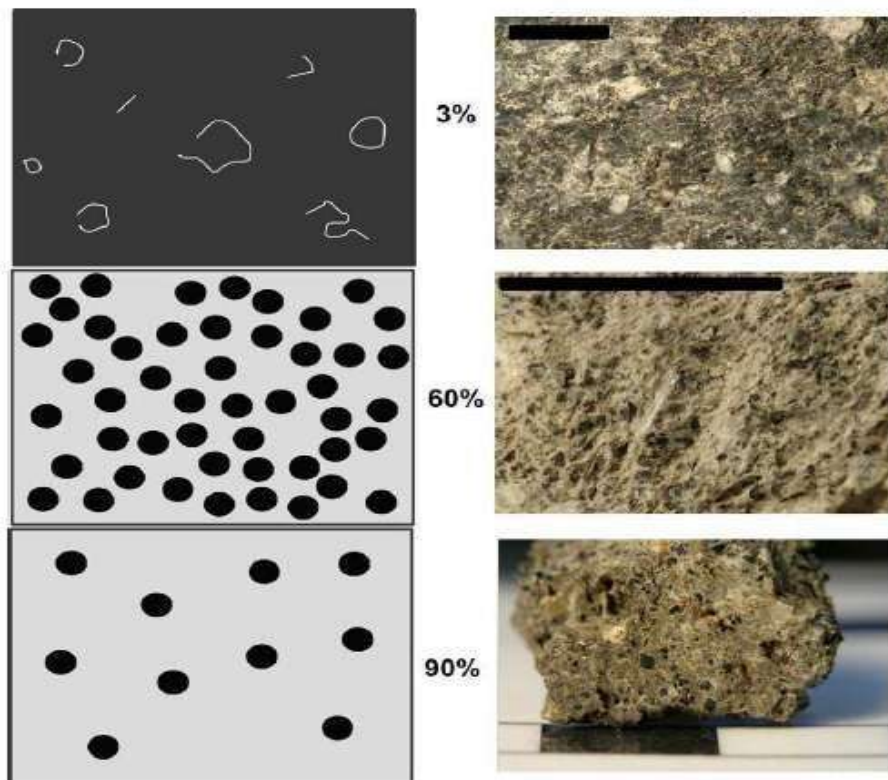


Figure 1: Les Différents Degrés De Perlite [2].

I.2.1 Propriétés Physiques :

Les plus importantes propriétés physiques de la perlite sont énumérées dans le **tableau.1**

Tableau 1 : Propriétés physiques de la perlite brute [4].

Désignation	Propriété
Couleur	Grise, brune, noire, verte
Masse volumique absolue	2,3 à 2,8 g/cm ³
Masse volumique apparente	1,2 à 2,35 g/cm ³
Dureté	5,5 à 7 (échelle de Mohs)
Point de fusion	760 à 1320 °C
Température d'expansion	600 à 1100 °C
Rapport d'expansion	10 à 20 (volume)

CHAPITRE I: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'ÉTAT DE CONNAISSANCES DE LA PERLITE



Figure 2: Image montrant différentes couleurs de la perlite

I.2.2 Propriétés Chimiques :

La composition chimique de la perlite broyée est montrée dans le tableau. 2.

Tableau 1: Une série d'analyses chimiques de minerais de perlite prélevée dans plusieurs endroits du monde.

SiO₂	68 - 75 %
Al₂O₃	10 - 15 %
Na₂O	2,8 - 4,5 %
K₂O	3,2 - 4,5 %
Fe₂O₃	1,0 - 2,5 %
MgO	0,2 - 1,5 %
CaO	1,5 - 2,0 %
perte au feu (produit chimique / eau combinée)	2,0 - 5,0 %

CHAPITRE I: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'ÉTAT DE CONNAISSANCES DE LA PERLITE

SiO₂ dioxyde de silicium : 68–75%

Le dioxyde de silicium, également connu sous le nom de silice, est un oxyde de silicium de formule chimique SiO₂, que l'on trouve le plus souvent dans la nature sous forme de quartz et dans divers organismes vivants.



Figure 3: Echantillon de 'dioxyde de silicium'. [13]

Al₂O₃ oxyde d'aluminium : 10–15%

L'oxyde d'aluminium est un composé chimique d'aluminium et d'oxygène de formule chimique Al₂O₃



Figure 4: Echantillon de l'oxyde d'aluminium. [14].

CHAPITRE I: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'ÉTAT DE CONNAISSANCES DE LA PERLITE

Na₂O oxyde de sodium : 2.8–4.5%

L'oxyde de sodium est un composé chimique de formule Na₂O. Il est utilisé dans la céramique et les verres.



Figure 5: Echantillon de 'oxyde de sodium'. [15]

K₂O oxyde de potassium: 3.2–4.5%

L'oxyde de potassium (K₂O) est un composé ionique de potassium et d'oxygène. C'est un solide. Ce solide jaune pâle est le plus simple des oxydes de potassium.



Figure 6: Echantillon de 'oxyde de potassium'. [16]

CHAPITRE I: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'ÉTAT DE CONNAISSANCES DE LA PERLITE

Fe₂O₃ oxyde de fer : 1-2.5 %

Les oxydes de fer sont des composés chimiques composés de fer et d'oxygène. Il existe seize oxydes et oxyhydroxy, dont le plus connu est la rouille, une forme d'oxyde de fer



Figure 7: Echantillon de 'oxyde de fer'. [17]

MgO oxyde de magnésium: 0.2–1.5%

'oxyde de magnésium (MgO), ou magnésie, est un minéral blanc solide hygroscopique naturel. L'oxyde de magnésium était historiquement connu sous le nom de magnésie alba (littéralement,



Figure 8: Echantillon de 'oxyde de magnésium'. [18]

CaO oxyde de calcium: 1.5–2%

CHAPITRE I: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'ÉTAT DE CONNAISSANCES DE LA PERLITE

L'oxyde de calcium (CaO), communément appelé chaux vive ou chaux vive, est un composé chimique largement utilisé.



Figure 9: Echantillon de 'oxyde de calcium'. [19]

I.3 LA PERLITE EN ALGERIE :

I.3.1 LA Production De La Perlite En Algérie :

La perlite est une roche volcanique siliceuse, [5] (**Figure 10**). La roche est d'abord concassée et calibrée par granulométrie. En apparence, extraite du gisement de Hammam Bouhrara situé à Tlemcen, Algérie. L'expansion industrielle de la perlite est réalisée dans des fours spéciaux, fixes ou rotatifs. Sous l'effet de la chaleur, les grains de perlite s'expansent : une multitude de cellules fermées se constituent à l'intérieur des grains. La perlite est utilisée sous forme d'une poudre tamisée à 80 μm , (**Figure 11**) dans tous les essais [6].

CHAPITRE I: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'ÉTAT DE CONNAISSANCES DE LA PERLITE



Figure 10: scories de la perlite de hammam Boghrara avant broyage [6].



Figure 11: Poudre de perlite de hammam Boghrara broyée à 80 μ m [7].

La perlite existe dans les roches volcaniques et sédimentaires au Nord-Ouest algérien, exactement dans la localité de Hammam Boghrara, près de Maghnia. La localisation de son gisement est montrée en annexe B sur la carte des potentialités minières, établie par l'Office National de Recherche Géologique et Minière [8]. Les perlites de Maghnia sont des roches intrusives, légères, massives, dures, formées dans les zones de fin de contact des massifs intrusifs acides de Rhyolite (Liparite) suite au refroidissement rapide et la cristallisation en sub surface [9];[3]. Deux sites situés au Nord Est de Maghnia sont reconnus comme gisement de la perlite (**voir tableau .3**). Ils forment des petits corps lenticulaires d'épaisseur 6 à 29 m et une longueur de 150 à 300 m .

CHAPITRE I: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'ÉTAT DE CONNAISSANCES DE LA PERLITE

La composition chimique de la perlite broyée est montrée dans le **tableau 3**.

Tableau 2: Composition chimique élémentaire de la perlite de Hammam Bouhrara[7].

CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	CL	CaCO ₃
3.16	76.40	13.43	2.92	0.01	4.33	0.82	0.37	0.008	8.75

I.4 Secteurs D'utilisation De La Perlite :

I.4.1 Secteur Du Bâtiment :

C'est le secteur qui représente la plus grande part de la consommation mondiale de perlite. On l'utilise dans les bétons légers, dans les panneaux isolants, mais aussi dans les enduits. On peut injecter la perlite dans les volumes creux des constructions comme on le fait avec la laine de verre ou la laine de roche ou encore le polystyrène. Mélangée avec un liant bitumineux, elle sert pour les revêtements de toits. On utilise aussi la perlite pour les terrasses, les sous-couches de plancher, les revêtements anti-incendie (faible dilatation thermique), en isolation phonique et thermique. La perlite est délaissée peu à peu par les consommateurs au profit de la vermiculite et du polystyrène expansé.

I.4.2 Secteur de l'horticulture :

La perlite est mélangée avec de la tourbe (germination de jeunes plants de éonifères) ou avec du sable siliceux (sols de terrains de sport). Elle empêche le dessèchement des tourbes dont la ré-humectation est difficile.

I.4.3 Secteur de la filtration :

La perlite qualité filtration est obtenue par broyage ménagé de la perlite expansée pour libérer les cavités, et par aéro classification. La perlite forme un gâteau filtrant incompressible qui retient les solides avant leur arrivée sur le support du filtre (toile, grille, ...).

La perlite est appréciée lorsque l'on recherche une filtration grossière avec des débits élevés (proportionnels à la granularité).

- Filtration basse pression : eau, bière, jus de fruits, huiles, résines. Filtration.

CHAPITRE I: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'ÉTAT DE CONNAISSANCES DE LA PERLITE

- Haute pression : huiles, sucre, produits pharmaceutiques.
- Filtration très haute pression : ultrafiltration.

I.4.4 Secteur de la cryogénie :

La perlite est utilisée dans le stockage cryogénique de l'oxygène, azote, méthane, propane, Ethylène et ammoniac, et pour le transport dans les méthaniers (consommation de perlite en baisse dans cette dernière utilisation à cause de l'arrêt de la fabrication de méthaniers).

I.4.5 Secteur de la sidérurgie :

L'ajout de perlite diminue la vitesse de refroidissement des cubilots, lingots et coulées.

I.4.6 Secteur des minéraux de charge :

Dans les peintures, le caoutchouc (Royaume-Uni), les papiers-peints, la perlite sert comme minéral de charge léger. La perlite allège les boues de forage et permet le colmatage des trous. Bon absorbant de graisse, la perlite est utilisée dans la résorption des marées noires (formation d'une masse élastique récupérable). Dans les emballages légers de produits liquides dangereux, la perlite absorbe les polluants en cas de fuite. La perlite est aussi un agent antiagglomérant et qui améliore la fluidité des aliments secs des animaux d'élevages.

I.5 Réserves Et Production Et Consommation De La Perlite Dans Le Monde :

Les réserves de la perlite sont généralement situées dans les régions volcaniques du début tertiaire ou quaternaire. Des informations détaillées sur les réserves et la production de la perlite sont résumées dans le tableau 3 [10].

Les principaux producteurs de perlite dans l'ordre décroissant en 2016, sont la Chine, la Grèce, la Turquie et les États-Unis avec 35%, 30%, 20% et 10% de la production mondiale, respectivement. Bien que la Chine soit le principal producteur, on pensait que la majeure partie de sa production de perlite était consommée intérieurement. La Grèce et la Turquie sont restées les principaux exportateurs de perlite [10].

CHAPITRE I: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'ÉTAT DE CONNAISSANCES DE LA PERLITE

Tableau 3: Réserves Et Productions Mondiales De La Perlite (Mille Tonne) [10].

Pays	Production			Réserve Totale
	2015	2016	2017	
Etats-Unis	459	513	520	50 000
Chine	1800	1800	1800	EI
Grèce	1000	1490	1550	120 000
Bulgarie	40	30	50	28 000
Iran	60	60	60	EI
Mexico	26	28	40	EI
Turquie	925	950	1000	57 000
Autres	70	115	120	EI
Total	4380	5000	5100	EI

EI: Estimation indisponible

I.6 Réserves En Algérie De La Perlite :

La perlite existe dans les roches volcaniques et sédimentaires au Nord-Ouest de Tlemcen près de Hammam Boughrara (Maghnia). Les gisements sont localisés près des routes et peuvent apparemment être exploités à ciel ouvert [9].

**CHAPITRE I: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'ÉTAT DE
CONNAISSANCES DE LA PERLITE**

Tableau 4: Les principaux gisements de la perlite en Algérie [9].

Réserves paramètres en tonnes	ou estimatifs	Conditions techniques et minières	Composition chimique (%) ou propriétés physico- mécaniques
Secteur principal: 142 500		Favorables (Inexistence de roches de recouvrement)	SiO₂ = 71,68 Al₂O₃= 12,69 Fe₂O₃= 1,34 CaO = 1,08 MgO = 0,55 K₂O = 3,91 Na₂O = 3,62 FeO = 0,49 SO₃ = 0,08 P₂O₅ = 0,05 PF = 3,53 (Perte aux feux %)
Secteur Bab: 196 000			
Secteur Roussel: 15 000			
Considérables		Favorables	SiO₂ = 71,38 Al₂O₃= 14,25 Fe₂O₃= 2,19 CaO = 0,7 MgO = 0,35 K₂O = 3,30 Na₂O = 4,00 FeO = 1,15

I.7 Localisation Du Gisement De La Perlite De Hammam Bouhrara :

La perlite est extraite du gisement de Hammam Bouhrara situé à Tlemcen, Algérie. En trouve cette forme des roches volcanique siliceuse, la figure 12 représente localisation du gisement de Hammam Bouhrara à Tlemcen

**CHAPITRE I: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'ETAT DE
CONNAISSANCES DE LA PERLITE**

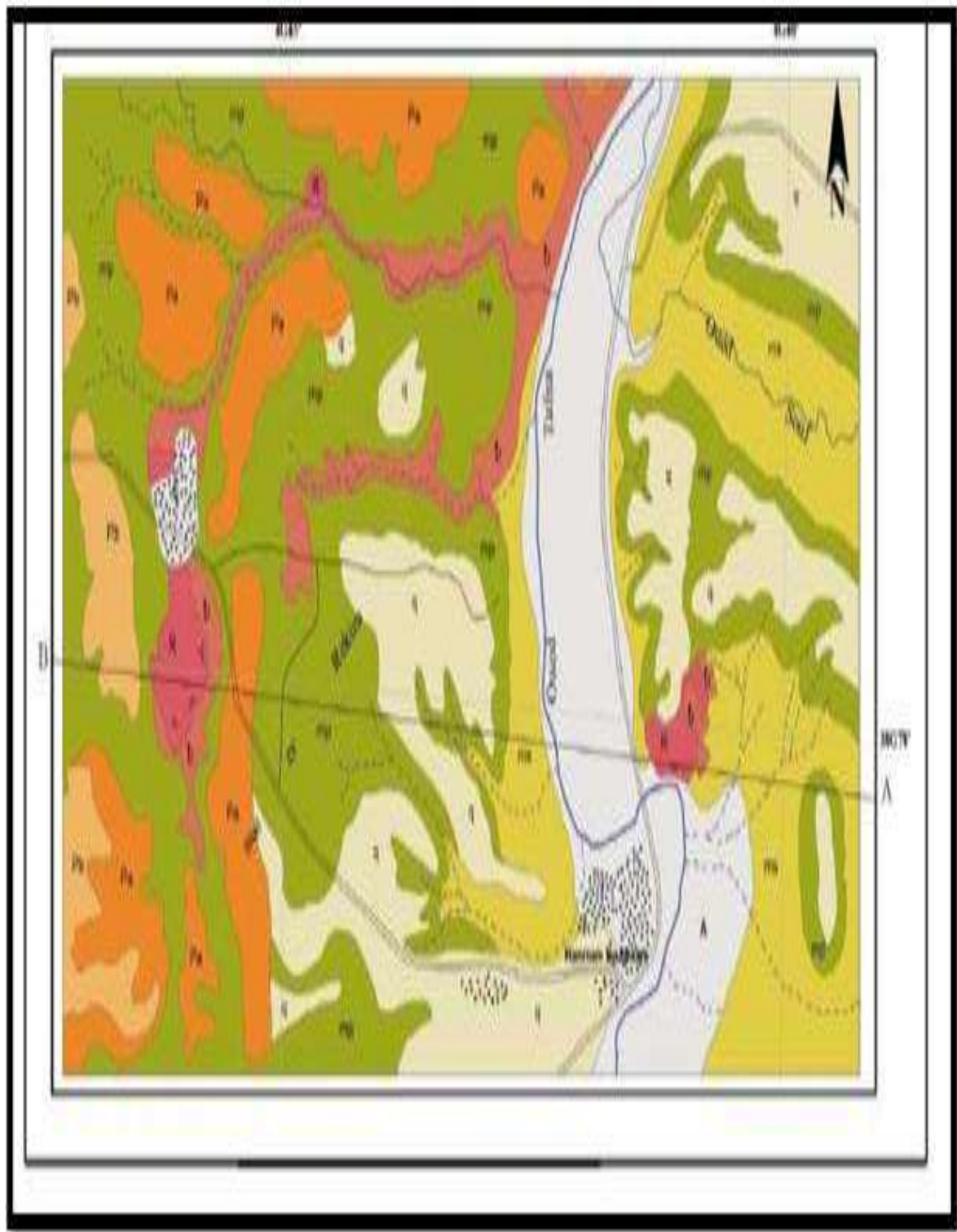


Figure 12: Localisation du gisement de Hammem Bouhrara (TLEMEN)[7].

CHAPITRE I: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'ÉTAT DE CONNAISSANCES DE LA PERLITE

La légende de cette carte est représentée dans la coupe verticale figure 13

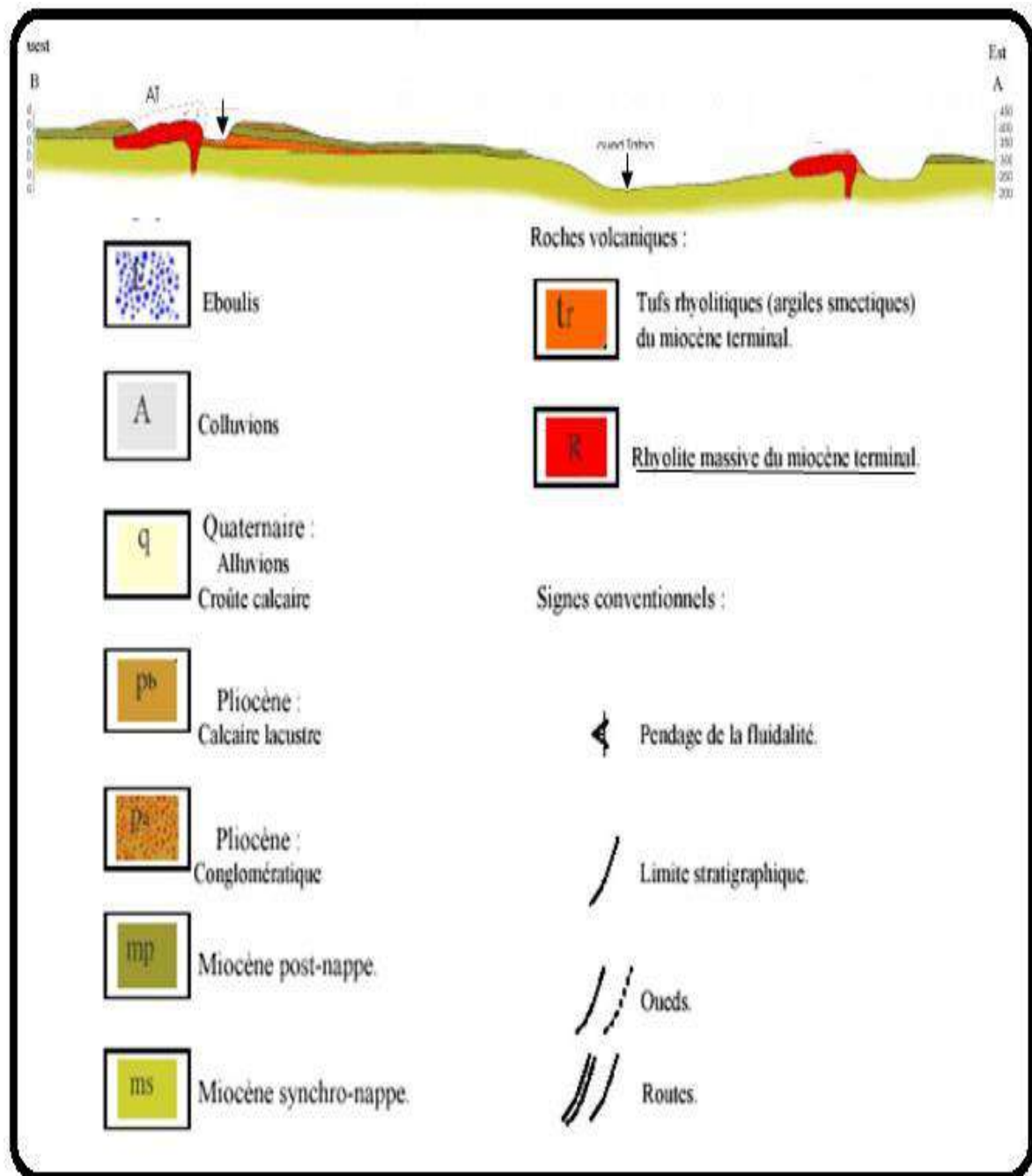


Figure 13: Coupe verticale géologique du gisement de Hammam [11].

CHAPITRE I: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'ÉTAT DE CONNAISSANCES DE LA PERLITE

I.8 DIFFÉRENTE ROCHES SÉDIMENTAIRES DANS LE SITE ROUSSELA HAMMEM BOUGHRARA (TLEMCEM):

Les roches sédimentaires du pliocène supérieur et inférieur, les formations volcaniques du miocène supérieur et les formations quaternaires prennent part dans la structure géologique du site.

Les formations du miocène inférieur sont représentées par des argiles carbonatées de couleur grise à teinte verdâtre ; ils se développent largement dans la partie Sud-Ouest du gisement.

L'assise sédimentaire du miocène développée dans les limites du site est représentée par des grès, perlite, des brèches et des argiles bentonitiques.

Les formations volcaniques sont composées de différentes roches : rhyolites, liparites, perlites, obsidienne, pyroclastites et tufs pyroclastiques. Dans la partie centrale du site, se trouvent deux dykes basaltiques de 10 à 20 m d'extension et qui sont fortement altérés et fissurés.



Figure 14: Affleurement des formations magmatiques, bentonite et de perlite du site de Roussel[12]

CHAPITRE I: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'ÉTAT DE CONNAISSANCES DE LA PERLITE

I.9 PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE:

Les photos suivantes montrent le plan d'échantillonnage qui a été adopté au niveau de la carrière du site de Roussel.



Figure 15: Plan d'échantillonnage du site de Roussel . [12]



Figure 16: Plan d'échantillonnage du site de Roussel[12]

CHAPITRE I: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'ÉTAT DE CONNAISSANCES DE LA PERLITE



Figure 17:Photo montrant la zone de contact[12]



Figure 18:Photo montrant la perlite grise[12]

CHAPITRE I: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'ÉTAT DE CONNAISSANCES DE LA PERLITE

I.10 La Prospection Et L'exploration Des Substances Minérales Utiles :

I.10.1 Objectifs De La Prospection :

L'objectif de la prospection est la mise en évidence de gisements de matériaux économiquement exploitables. Elle doit permettre de déterminer la situation, la forme, les dimensions et les réserves des gisements, leurs conditions géologiques et hydrogéologiques, les caractéristiques du matériau exploitable dans les diverses parties du gisement. Les données obtenues doivent permettre l'établissement du projet d'exploitation du gisement et de remise en état des sols après exploitation ainsi que l'élaboration d'une unité de traitement adéquate des matériaux bruts. Pour la prospection de chaque substance, on doit répondre aux questions suivantes

- Où chercher ?
- Que chercher ?
- Quelles sont les principales utilisations de la substance ?
- Quels sont les critères de sélection applicables au matériau considéré ?
- Quelles sont les méthodes de prospection habituellement utilisées ?

I.10.2 Méthodes De Prospection Des Matériaux De Carrière :

La prospection des matériaux doit prendre en compte les données géologiques connues sur la région à étudier : cartes géologiques. Elle doit toujours comporter une reconnaissance géologique détaillée sur le terrain (observations sur affleurements, prélèvements d'échantillons en vue d'analyses). Elle est complétée grâce à certaines techniques permettant une appréhension plus complète des données. Ce sont :

- La photogéologie (l'interprétation en termes géologiques des éléments morphologiques observés)
- Les méthodes géophysiques :
 - ✓ Prospection électrique : sondage électrique, Trainé de résistivité, Méthode magnétotellurique artificielle, Sismique réfraction.
 - ✓ Sismique réflexion.
 - ✓ Gravimétrie.

CHAPITRE I: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'ÉTAT DE CONNAISSANCES DE LA PERLITE

- Les sondages mécaniques ou Techniques de forage :
 - ✓ Sondages en terrain meuble
 - ✚ Tarières à main
 - ✚ Tarières mécanisées
 - ✓ Sondage à la pelle hydraulique équipée en « benne puisatier »
 - ✚ Sondage à la benne preneuse.
 - ✚ Sondage au carottier battu
- ✓ Sondages en roche massive : Sondage carotté ou Sondage destructif
- Diagraphies : Mesure de la radioactivité naturelle ou Mesure de la résistivité.

I.11 Conclusion :

L'analyse des résultats de la littérature indique bien que la perlite est un ajout minéral actif.

Lorsqu'elle est introduite dans le ciment, elle affecte les caractéristiques physico-chimiques et mécaniques des mortiers et des bétons étudiés.

L'objectif du travail expérimental est d'évaluer le potentiel d'utilisation de la perlite de

Hammam Boughrara comme ajout cimentaire dans le béton qui contribue dans l'isolation thermique. Pour cela, nous décrivons dans le chapitre suivant, les caractéristiques des matériaux utilisés dans cette étude et la description des différents mélanges bétons et de mortiers. Les différents essais réalisés sont aussi présentés.

Chapitre II: Matériaux utilisés et méthodes d'essais

Chapitre II : Matériaux utilisés et méthodes d'essais.

II.1 Introduction

La caractérisation des matériaux de construction nécessite la connaissance de la nature de ses composants. Par ailleurs, la détermination des dosages optimaux, ainsi que l'illustration des certaines interprétations ne pourraient être possible que si les différents constituants sont bien caractérisés.

Dans ce chapitre nous présentons les matériaux utilisés et leurs caractérisations.

II.2 Matériaux utilisés :

II.2.1 Le Ciment :

Le ciment utilisé pour la confection de nos mortiers est un CEM II/A-P 42.5 N provenant de la cimenterie Beni Saf (wilaya d'Ain Temouchent).



Figure 19:Ciment type CEM II/A-P 42.5 N.

II.2.2 Perlite Naturelle :

Nous avons apporté de la perlite naturelle sous forme de roches de taille moyenne (entre 15 à 30 cm de diamètre), extraite des sédiments du HAMMAM BOUGHRA (carrière de Roussel situé à Maghnia wilaya de Tlemcen) , en coordination avec le professeur encadrant et avec l'accompagnement d'un ingénieur géologue, et après le processus de concassage Dans le laboratoire universitaire, nous les avons séchés à 105°C dans une étuve pendant 24 heures pour éliminer l'eau libre.

Chapitre II : Matériaux utilisés et méthodes d'essais.



Figure 20: Roche de la perlite naturelle avant broyage



Figure 21: gravier (0/3 -3/8-8/15) de la perlite naturelle après broyage

II.2.2.1 Caractéristiques physique :

II.2.2.1.1 Masse volumique absolue de perlite :

Cet essai a pour but de permettre de connaître la masse d'une fraction granulaire lorsque par exemple on élabore une compression de béton. Ce paramètre permet, en particulier, de déterminer la masse ou le volume des différentes classes granulaire malaxées pour l'obtention d'un béton et un mortier dont les caractéristiques sont imposées. elle exprimée par l'équation N°

$$\rho_{Abs} = \frac{M}{V_2 - V_1}$$

Chapitre II : Matériaux utilisés et méthodes d'essais.

Avec :

ρ : Masse volumique absolue

M: Masse des grains solides

V_1 : Volume de l'eau ;

V_2 : Volume total (grains solide + eau).



Figure 22: Détermination de la masse volumique absolue de la perlite.

II.2.2.1.2 Masse Volumique Apparente :

C'est la masse du matériau par unité de volume y compris des vides existants entre les grains

Mode opératoire :

$$\rho = \frac{M}{V}$$

Chapitre II : Matériaux utilisés et méthodes d'essais.



Figure 23: Détermination de la masse volumique apparente d'un matériau

On détermine la masse volumique apparente par la formule suivante :

$$\rho_d = \frac{\text{Masse des granulats secs}}{\text{Volume du récipient}} = \frac{M1 - M0}{V}$$

Avec :

V : Volume du récipient

M0 : Masse du récipient propre est vide

M1 : Masse du récipient rempli

II.2.2.1.3 Analyse Granulométrique De Perlite :

L'analyse granulométrique permet de déterminer la grosseur et les pourcentages pondéraux respectifs des différents grains constituant l'échantillon.

Chapitre II : Matériaux utilisés et méthodes d'essais.



Figure 24: Analyse Granulométrique De Perlite.

II.2.3 .LE SABLE :

le sable utilisé est un sable de mer lavé et séché



Figure 25:Lavage et séchage du sable 105°C pendant 24 H.

Chapitre II : Matériaux utilisés et méthodes d'essais.



Figure 26:Site d'échantillonnage de sable de mer plage de « Chatt El Ward Ex Plage des Mouches

II.2.3.1 Les Expériences En Laboratoire Pour Déterminer La propriété Physique de sable :

II.2.3.1.1 Masse volumique absolue du sable :

La masse volumique absolue ρ_s est la masse par unité de volume de la matière qui constitue le granulat, sans tenir compte des vides pouvant exister dans ou entre les grains. Il ne faut pas confondre ρ_s avec la masse volumique ρ qui la masse de matériau par unité de volume, celui-ci intégrant à la fois les grains et les vides..

Les masses volumiques s'expriment en t/m^3 , en kg/m^3 , ou en g/cm^3 .

$$\rho_{Abs} = \frac{M}{V_2 - V_1}$$

Avec : ρ : Masse volumique absolue

M: Masse des grains solides

V_1 : Volume de l'eau ;

Chapitre II : Matériaux utilisés et méthodes d'essais.

V2 : Volume total (grains solide + eau).

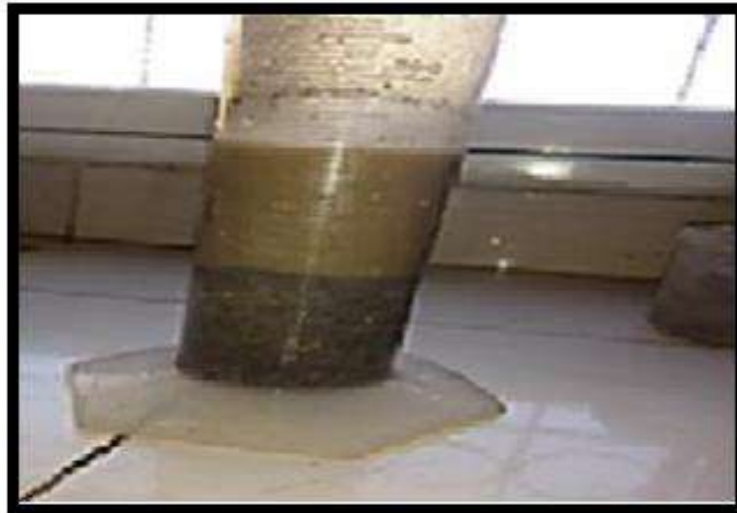


Figure 27: Détermination de la masse volumique absolue d'un matériau

II.2.3.1.2 Masse Volumique Apparente du sable:

La masse volumique apparente est donnée par la formule suivante :

$$\rho = \frac{M}{V}$$



Figure 28: Détermination de la masse volumique apparente d'un matériau

Chapitre II : Matériaux utilisés et méthodes d'essais.

On détermine la masse volumique apparente par la formule suivante :

$$\rho_d = \frac{\text{Masse des granulats secs}}{\text{Volume du récipient}} = \frac{M1 - M0}{V}$$

Avec :

V : Volume du récipient

M0 : Masse du récipient propre et vide

M1 : Masse du récipient rempli

II.2.3.1.3 Equivalent de sable :

Cet essai consiste à déterminer la quantité d'éléments fins (argile, limons, impuretés) contenus dans le sable par rapport à la quantité d'éléments sableux.

$$\text{ESV} = (h_2/h_1) 100\%$$

Avec :

h_1 : hauteur du sable plus flocculat.

h_2 : hauteur du sable

II.2.4 Eau De Gâchage :

L'eau de gâchage utilisée pour la préparation des mortiers c'est l'eau potable «eau de robinet» fournie au laboratoire M.D.C de l'Université de Ain Temouchent .

II.3 Formulation et composition des gâchées :

II.3.1.1 Objectif d'utilisation du mortier :

L'objectif principal de la réalisation d'expériences en laboratoire est de s'assurer que la perlite est un isolant thermique et acoustique et qu'elle convient à la construction de murs intérieurs ou extérieurs.

Chapitre II : Matériaux utilisés et méthodes d'essais.

II.3.2 Formulations des mortiers étudiés :

Les quantités des matériaux composés pour 1 m³ dans les trois mortiers sont indiquées dans le Tableau 6.

Tableau 5: Dosage de trois mortier pour 1 m3.

	Les constituants			
	Sable (L)	Perlite (L)	Ciment kg/m3	Eau de gâchage (L)
Eprouvette N°01	60	920	150	75
Eprouvette N°02	330	650	200	120
Eprouvette N°03	750	350	300	180

Les quantités des constituants pour 3 éprouvettes:

II.3.2.1.1 A- Mortier

Tableau 6: Les quantités des constituants pour 3 éprouvettes de mortier .

	Les constituants			
	Sable (L)	Perlite 0/3 (L)	Ciment kg	Eau de gâchage (L)
Eprouvette N°01	0.046	0.707	0.115	0.058
Eprouvette N°02	0.253	0.50	0.154	0.092
Eprouvette N°03	0.576	0.269	0.230	0.115

Chapitre II : Matériaux utilisés et méthodes d'essais.

II.3.2.1.2 béton

Tableau 7:quantités des constituants pour 3 éprouvettes de Béton .

Les constituants					
	Sable (L)	Perlite0/3(L)	Perlite3/8(L)	Ciment kg	Eau de gâchage (L)
Eprouvette N°01	0.062	0.474	0.474	0.155	0.077
Eprouvette N°02	0.340	0.335	0.335	0.206	0.103
Eprouvette N°03	0.773	0.181	0.181	0.309	0.155

II.4 Préparation Des Eprouvettes :

II.4.1 Malaxage:

Les constituants sont introduits dans le malaxeur à l'ordre suivant :

- Introduire le ciment, sable 0/5 et perlite 0/3.
- Malaxer pend 1 min et 30 secs.
- Introduire la quantité d'eau.
- Malaxer pendent 3 min et ajouter l'eau tout attentivement.

Le malaxage de nos mortiers a été réalisé avec un malaxeur de laboratoire , constitué d'une cuve et d'une palette centrale tournante à deux vitesses lente et rapide .

Chapitre II : Matériaux utilisés et méthodes d'essais.



Figure 29: Malaxeur électrique utilisée dans la fabrication du mortier

Le malaxage est effectué au moyen d'un malaxeur spécifié. a été réalisé comme suit :

Pré mouillage du malaxeur, pour limiter l'absorption de l'eau de gâchage.

Le malaxeur étant en position de fonctionnement :

- Introduire l'eau en premier dans la cuve du malaxeur ; y verser ensuite le ciment ; aussitôt après, mettre le malaxeur en marche à vitesse lente.
- Après 30 s de malaxage introduire régulièrement la quantité de sable de mer + la quantité de la perlite pendant les 30s suivantes.
- Mettre alors le malaxeur à sa vitesse rapide et continuer le malaxage pendant 30s supplémentaires.
- Arrêter le malaxeur pendant 30s. Pendant les 15 premières secondes enlever au moyen d'une raclette tout le mortier adhérent aux parois et au fond du récipient en le repoussant vers le milieu de celui-ci.
- Reprendre ensuite le malaxage à grande vitesse pendant 60 s.
- Après le malaxage couler le mortier dans les moules normalisés (4x4x16) cm³, qui doivent être graissés au préalable, remplir la moitié du moule qui doit être placé sur la table à choc, avec un nombre de coups égal à 60coup/min. Retirer le moule après la vibration et le remplir de nouveau jusqu'au débordement, araser l'excès puis remettre sur la table à choc pour compléter l'homogénéisation.

Chapitre II : Matériaux utilisés et méthodes d'essais.



Figure 30: La table à choc.



Figure 31: Les étapes de malaxage du Mortier normalisé .

Chapitre II : Matériaux utilisés et méthodes d'essais.

Le démoulage est 24h après le coulage, par la suite les éprouvettes sont conservées dans l'eau saturée en chaux à 20 ± 2 C° jusqu'au 27ème jour.



Figure 32: Conservation des éprouvettes.

II.5 Caractérisation Des Différentes Compositions :

II.5.1 L'état Frais :

II.5.1.1 La Teneur En Air occlus :



Figure 33: appareil l'aéromètre à mortier « mesure de la teneur en air ».

Chapitre II : Matériaux utilisés et méthodes d'essais.

But de l'essai:

Évaluer la quantité d'air occlus dans un mortier frais à l'aide de l'aéromètre à mortier entrepris dans le cadre du contrôle de conformité le mélange d'un mortier.

II.5.2 A L'état Durci :

II.5.2.1 Essai de traction par flexion :

Cet essai est basé sur le placement des prismes dans le dispositif de flexion avec une face latérale de moulage sur les rouleaux d'appui et son axe longitudinal perpendiculaire à ceux-ci, une charge verticalement est appliquée sur la face latérale opposé du prisme et l'augmenter de $50 \text{ N/s} \pm 10 \text{ N/s}$, jusqu'à la rupture de l'éprouvette Les demi-prismes sont soumis à l'essai de compression, la résistance en flexion

R/flexion(en N/mm^2) est calculé par la formule ci-après

$$Rf=(1.5*P*)L/b.3$$

Rf:est la résistance en flexion, en newtons par millimètre carré ou en Mpa

B : est le côté de la section carrée du prisme, en millimètres

P: est la charge appliquée au milieu du prisme à la rupture, en newtons

L: est la distance entre les appuis, en millimètres



Figure 34:L'Essai de traction par flexion.

Chapitre II : Matériaux utilisés et méthodes d'essais.

II.5.2.2 La Résistance A La Compression :

II.5.2.2.1 Mortier :

Cet consiste à appliquer sur les demis-prismes latéralement par rapport aux plateaux de la presse, la machine applique des efforts perpendiculaire à la surface des éprouvettes des différentes variantes étudiées avec une

vitesse constante jusqu'à l'écrasement de l'éprouvette testée. La résistance à la compression R_{cEn} (N/mm²) est calculée au moyen de la formule :

$$Rf = \frac{Fc}{b^2}$$

Ou :

R_c : la résistance à la compression F_c : charge de rupture en (N).

B^2 : coté de l'éprouvette est égale à 40 mm.

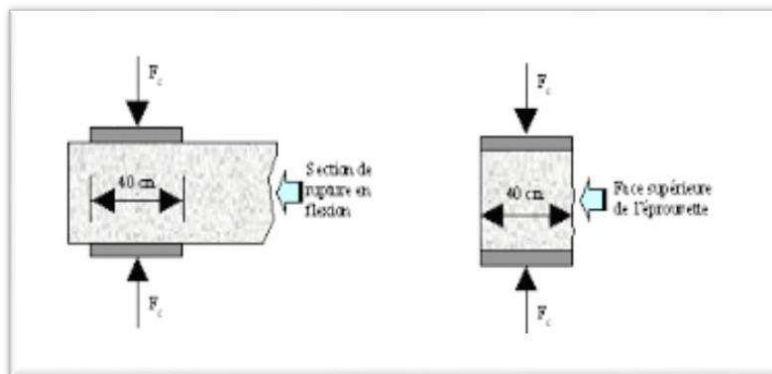


Figure 35: Dispositif pour mesurer la résistance à la compression

Béton :

La caractérisation du comportement en compression est effectuée sur cubiques de dimensions et (7x7x7 cm³). Les résultats de la résistance à la compression f_{cj} Obtenus à 28 jours représentent la moyenne de 3 échantillons.

Chapitre II : Matériaux utilisés et méthodes d'essais.

II.5.2.3 La Résistance De Compression Et Homogénéité De Matériaux :

II.5.2.3.1 Essai d'Ultrasons :

Objectif de l'essai :

Le but de l'essai est d'apprécier la qualité du béton d'un ouvrage, sans procéder à un prélèvement d'éprouvette par carottage.

Principe de l'essai

Cet essai non destructif permet de déterminer la vitesse de propagation d'ondes longitudinales (de compression) la quelle est d'autant plus élevée que le béton est plus dense donc plus résistant. Le principe de la méthode consiste à mesurer le temps mis par une onde à parcourir une distance connue. L'appareil comprend avec capteurs mis en contact avec le béton, un générateur d'ondes, un amplificateur, un circuit de mesure du temps et un affichage digitale du temps mis par les ondes longitudinales pour traverser le béton entre les transducteurs, la vitesse d'onde, V , dans un milieu homogène, isotrope et élastique.

Equipement nécessaire :

- L'appareil comprend les accessoires suivants :
- Un générateur d'impulsions électriques,
- Paire de transducteurs,

Un amplificateur un dispositif électronique de mesure de temps permettant de mesurer la durée écoulée entre le départ d'une impulsion générée par le transducteur - émetteur et son arrivée au transducteur-récepteur, un barreau de calibrage est fourni pour permettre d'obtenir une ligne de référence du mesurage de la vitesse

Chapitre II : Matériaux utilisés et méthodes d'essais.



Figure 36:Appareil d'auscultation sonore « Essai d'ultrason ».

Description de l'appareil « ultrason » :

L'appareil d'auscultation dynamique génère des impulsions ultrasoniques qui sont transmises en contact avec la zone à évaluer, le temps de propagation à travers le béton est visualisé sur un afficheur digital.

Une tête de transmission et une tête de réception

Deux câbles de connexion

Deux piles alcalines 1,5 V type « D ». Un afficheur digital.

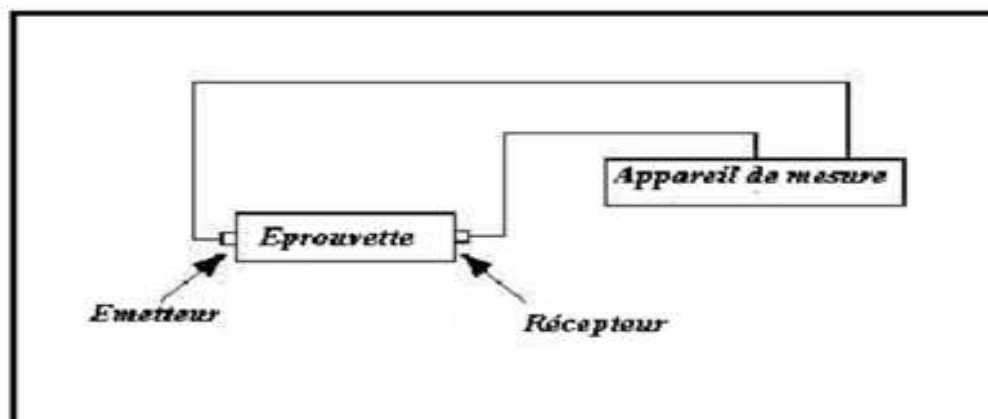


Figure 37:Schéma simplifié de la mesure de la vitesse de son.

Chapitre II : Matériaux utilisés et méthodes d'essais.

Conduite de l'essai :

Préparation de l'éprouvette

Pour qu'il y ait un contact parfait entre le béton et les transducteurs, il est recommandé d'employer un matériau intermédiaire entre les deux et en prenant soin de vérifier que l'appareil est bien appliqué contre la surface à tester. Les matériaux d'interposition sont la vaseline, un savon liquide ou une pâte constituée de Kaolin et de glycérol. Lorsque la surface de béton est très rugueuse, il est nécessaire de poncer et d'égaliser la partie de la surface où le transducteur sera fixé.

Mode opératoire :

Pour la mise en route de l'appareil il faut : S'assurer que les piles sont bien mises en place

Connecter les deux transducteurs, qui peuvent être indifféremment émetteur et transducteur avec deux câbles

Mettre l'appareil en route à l'aide de l'interrupteur.

L'appareil est maintenant prêt à l'essai, étant étalonné à la livraison.

Choisir la surface à tester de préférence lisse et sans crevasses.

Etendre une fine couche de produit couplant sur chaque transducteur

Placer et appuyer les transducteurs sur la surface.

L'opérateur déplacera légèrement les sondes en maintenant la pression pour obtenir la valeur stable la plus faible, qui sera considérée comme valeur à retenir ;

Relever les valeurs affichées et répéter l'essai en d'autres places.

Chapitre II : Matériaux utilisés et méthodes d'essais.

II.5.2.4 Essai De Mesure La Conductivité Thermique :

Méthode du fil chaud :

Cette méthode est surtout utilisée pour mesurer la conductivité thermique des matériaux réfractaires isolants à haute température et les matériaux isolant en vrac. Un fil résistif est utilisé comme source de chauffage. Le fil généralement en platine sert aussi de capteur de température.

Le but :le but Est de déterminer expérimentalement la conductivité thermique de l'échantillons de forme cubique (7x 7x 7) cm et prismatique (4x 4x 16) a chaque changement de température 24 C , 200 C , 400C et a 600 C .

Mode d'emplois :

- Après séchage des échantillons.
- Laissez l'échantillon repose pendant 24 heures.
- Percez l'échantillon avec un diamètre de 2 mm et une profondeur de 1 cm.
- Versez la colle dans le deux trous.
- Allumez l'appareil.
- Placez les connecteurs à l'intérieur des deux trous.
- Allumez l'appareil et lire les données
- Répéter l'opération température de 200°C, 400°C et 600°C.



Figure 38:appareil de mesure conductivité thermique .

Chapitre II : Matériaux utilisés et méthodes d'essais.

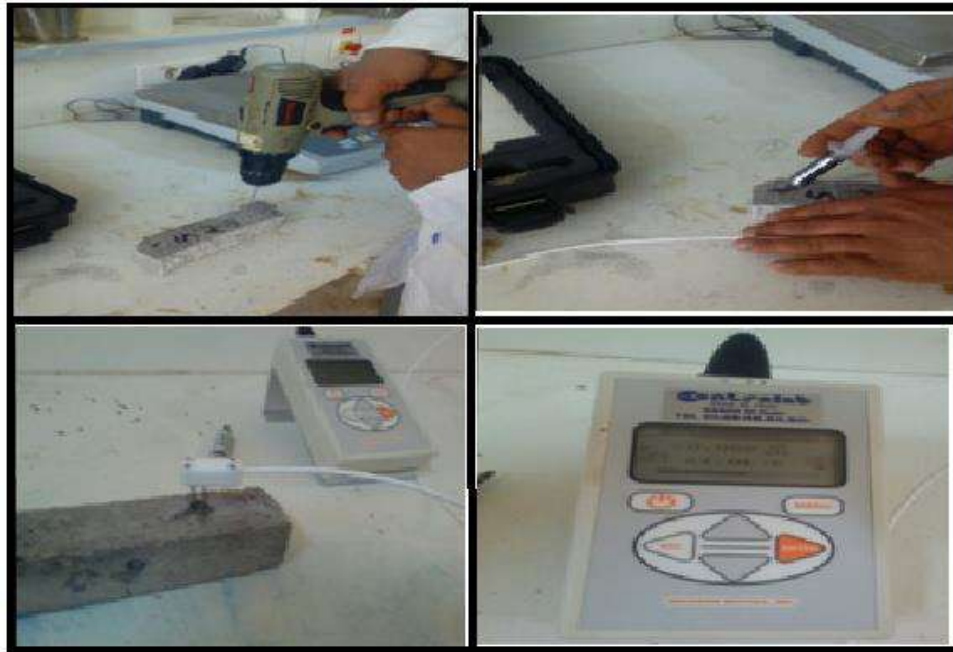


Figure 39:les étapes de mesure la conductivité thermique

Conclusion:

- Dans ce chapitre, nous avons identifié tous les matériaux (ciment, perlite, sable et eau de gâchage). C'est une étape nécessaire avant d'entamer l'étude expérimentale de ces matériaux.
- Ces matériaux servent à la formulation des mortiers et de béton. La connaissance de ces caractéristiques nous aide d'une façon significative à commenter les résultats des essais expérimentaux.

Chapitre III : résultats et analyse

III.1 ESSAI DE LA MASSE VOLUMIQUE :

III.1.1 LA MASSE VOLUMIQUE ABSOLUE

Les résultats sont regroupés dans les tableaux suivants :

III.1.1.1 Sable :

Tableau 8:La masse volumique absolue du sable.

N° d'essai	M (g)	V1 (cm ³)	V2 (cm ³)	V3 (cm ³)	ρ^{abs} (g/cm)	ρ^{abs} (moy)
1	300	200	320	120	2,50	2,50
2	300	220	341	121	2,48	
3	300	240	359	119	2,52	

III.1.1.2 Perlite 0/3 :

Tableau 9:La masse volumique absolue de la perlite 0/3.

N° d'essai	M (g)	V1 (cm ³)	V2 (cm ³)	V3 (cm ³)	ρ^{abs} (g/cm)	ρ^{abs} (moy)
1	300	200	328	128	2,34	2.32
2	300	220	350	130	2,31	
3	300	240	370	130	2,31	

III.1.1.3 Perlite 3/8 :

Tableau 10:La masse volumique absolue de la perlite 3/8.

N° d'essai	M (g)	V1 (cm ³)	V2 (cm ³)	V3 (cm ³)	ρ^{abs} (g/cm)	ρ^{abs} (moy)
1	300	200	330		2,31	2.33
2	300	220	348	128	2,34	
3	300	240	368	128	2,34	

Chapitre III : Résultats et analyses

III.1.1.4.ciment :

Tableau 11:La masse volumique absolue de ciment.

N° d'essai	M (g)	V1 (cm ³)	V2 (cm ³)	V3 (cm ³)	ρ^{abs} (g/cm ³)	ρ^{abs} (moy)
1	343,9	404,10	60,20	19,60	3,07	3,07
2	343,4	403,70	60,30	19,60	3,08	
3	343,6	403,90	60,30	19,60	3,08	

III.1.2 Masse volumique apparente :

Les résultats sont regroupés dans le tableau suivant :

III.1.2.1Sable :

Tableau 12:La masse volumique apparente du sable.

N° d'essai	V (cm ³)	M0 (g)	M1	M=M1- M0	ρ^{app} (g/cm ³)	ρ^{app} (moy)
1	1000	1 393,70	2 512,90	1 119,20	1,12	1,14
2	1000	1 393,70	2 556,50	1 162,80	1,16	
3	1000	1 393,70	2 532,40	1 138,70	1,14	

III.1.2.2perlite 0/3.

Tableau 13:La masse volumique apparente de la perlite 0/3.

N° d'essai	V (cm ³)	M0 (g)	M1	M= M1- M0	ρ^{app} (g/cm ³)	ρ^{app} (moy)
1	1000	1 393,70	2 678,30	1 284,60	1,28	1,27
2	1000	1 393,70	2 636,20	1 242,50	1,24	
3	1000	1 393,70	2 665,30	1 271,60	1,27	

Chapitre III : Résultats et analyses

III.1.2.3 perlite 3/8

Tableau 14: La masse volumique apparente de la perlite 3/8.

N° d'essai	V (cm ³)	M0 (g)	M1	M= M1- M0	ρ^{app} (g/cm ³)	$\rho^{app}((moy))$
1	1000	1 393,70	2 595,80	1 202,10	1,20	1,21
2	1000	1 393,70	2 602,20	1 208,50	1,21	
3	1000	1 393,70	2 600,80	1 207,10	1,21	

III.1.2.4 Ciment :

Tableau 15: La masse volumique apparente de ciment.

N° d'essai	V (cm ³)	M0 (g)	M1	M= M1- M0	ρ^{app} (g/cm ³)	$\rho^{app}((moy))$
1	1000	1 393,70	2 771,80	1 378,10	1,38	1,37
2	1000	1 393,70	2 750,50	1 356,80	1,36	
3	1000	1 393,70	2 763,80	1 370,10	1,37	

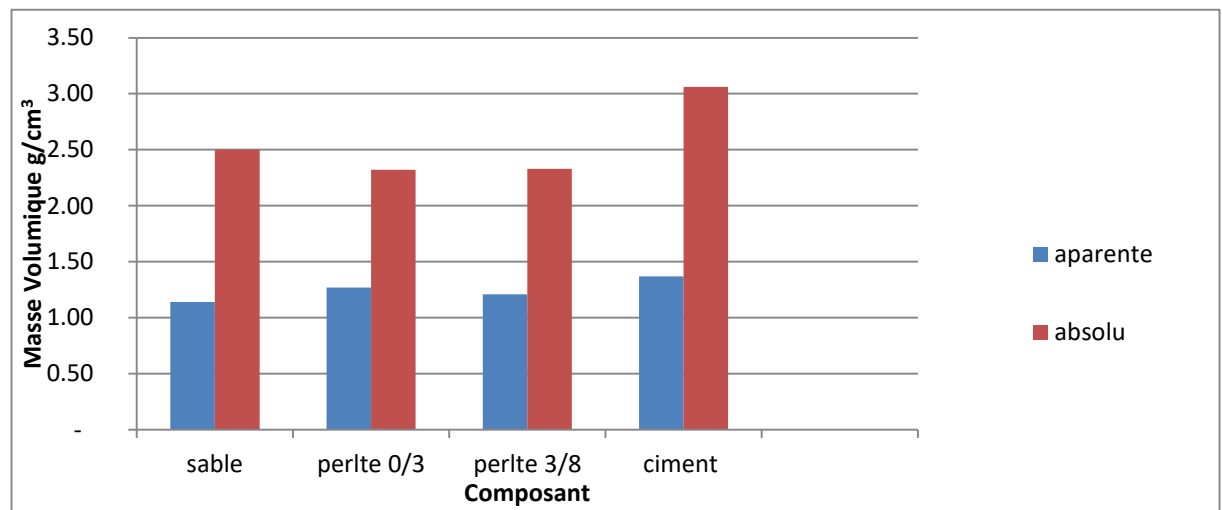


Figure 40: masse volumique des matériaux utilisés dans les expériences.

On note que la masse volumique de perlite est plus légère que la masse volumique de gravier et cela est positif dans l'étude du projet.

III.2 EQUIVALENT DE SABLE:

Tableau 16: résultats d'essais d'équivalentes de sable.

Essais N°	h1	h2	ESV(%)	ESV(%) moyenne
1,00	13,20	10,30	0,78	78.34
2,00	12,40	9,80	0,79	
3,00	12,70	9,90	0,78	

Sur la base des résultats de laboratoire, nous classons ce sable comme : un sable propre a faible pourcentage de fines argileuses convenant parfaitement pour des béton de haute qualité .

III.3 Analyse granulométrique :

III.3.1 SABLE

Les résultats sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau 17: Analyse granulométrique du sable.

tamis (mm)	refus Partiels(g)	refus cumulé(g)	refus cumulé(g)%	Tamisât (%)
5	14,81	14,81	1,48	98,52
2,5	90,73	105,54	10,55	89,45
1,25	43,93	134,66	13,47	86,53
0,63	231,07	275,00	27,50	72,50
0,315	423,00	654,07	65,41	34,59
0,16	521,55	944,55	94,46	5,55
0,08	475,48	997,03	99,70	0,30

Chapitre III : Résultats et analyses

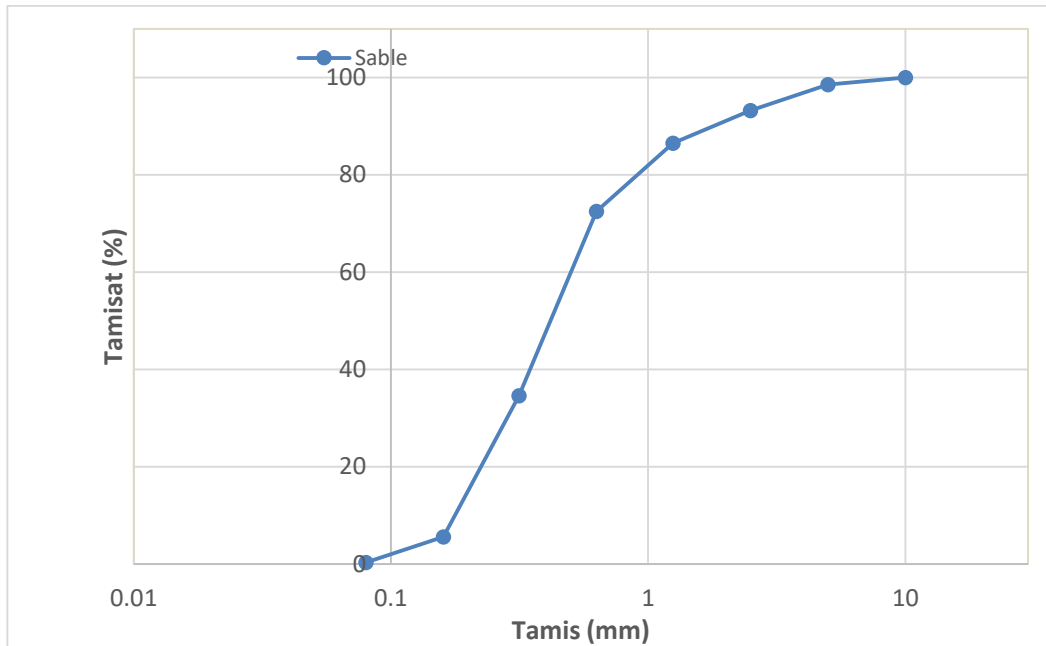


Figure 41: Courbe d'analyse granulométrique par tamisage (sable) .

Modules de finesse :

Le module de finesse d'un sable est égal au 1/100 de la somme de refus exprimés en pourcentage sur les différents tamis.

Tableau 18: Module de finesse du sable

Quantité du sable	Module de finesse
Gros	> 2.5
Moyen	2 à 2.5
Fin	1.5 à 2
Très fin	1 à 1.5

$$MF = \sum R_i / 100$$

$$MF = (1.48 + 10.55 + 13.47 + 27.50 + 65.41 + 94.46 + 99.70) / 100 = 2.13$$

Pour notre sable : $2 < Mf < 2,5 \leftrightarrow$ C'est un sable moyen.

Le sable moyen est une bonne qualité dans le processus de fabrication de briques et également dans le processus de revêtement mural.

Chapitre III : Résultats et analyses

III.3.2 Perlite :

Les résultats sont regroupés dans les tableaux suivants :

Tableau 19:Analyse granulométrique (perlite 0/3) .

ouverture de tamis (mm)	refus + tamis (g)	tamis (g)	refus (g)	refus cumulé (g)	Refus% (g)	tamisât %
12,5	466	466	0	0	0	100
10	491	491	0	0	0	100
8	507	507	0	0	0	100
6,3	487	487	0	0	0	100
4	356	356	0	0	0	100
3,15	425	425	0	0	0	100
2	802	333	469	469	23,45	76,55
1	731	346	385	854	42,7	57,3
0,8	735	377	358	1212	60,6	39,4
0,315	708	429	279	1491	74,55	25,45
0,25	456	243	213	1704	85,2	14,8
0,125	410	225	185	1889	94,45	5,55
0,08	362	280	82	1971	98,55	1,45
fond	379	350	29	2000	100	0

Chapitre III : Résultats et analyses

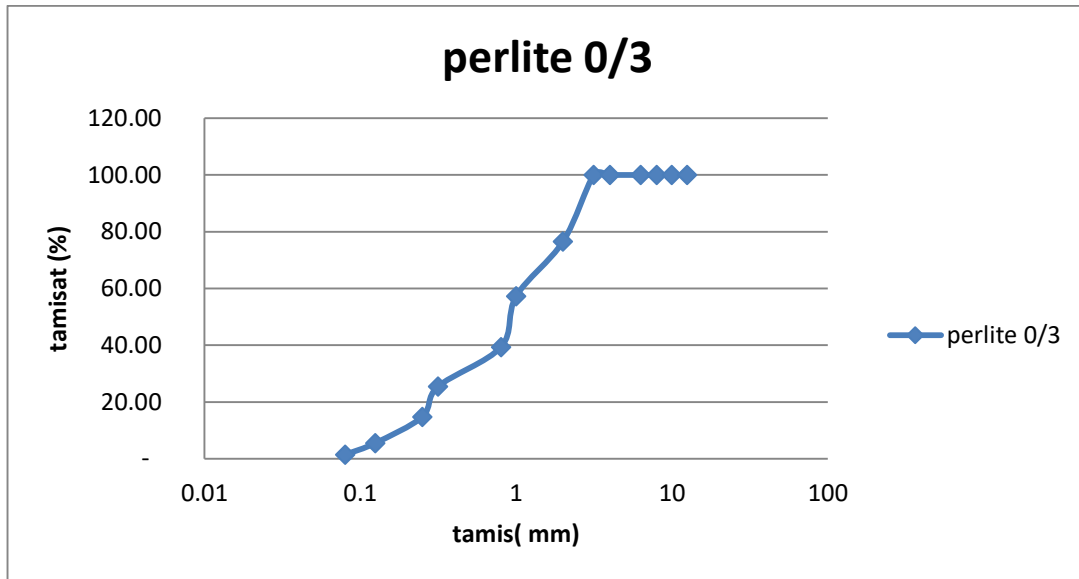


Figure 42: Courbe d'analyse granulométrique par tamisage (perlite 0/3).

Tableau 20: Analyse granulométrique (perlite 3/8) .

ouverture de tamis (mm)	refus + tamis (g)	tamis (g)	refus (g)	refus cumulé (g)	refus % (g)	tamisât %
12,5	466	466	0	0	0	100
10	491	491	0	0	0	100
8	507	507	0	0	0	100
6,3	901	487	414	414	20,7	79,3
4	721	356	365	779	38,95	61,05
3,15	698	425	273	1052	52,6	47,4
2	571	333	238	1290	64,5	35,5
1	543	346	197	1487	74,35	25,65
0,8	435	377	58	1545	77,25	22,75
0,315	544	429	115	1660	83	17
0,25	323	243	80	1740	87	13
0,125	363	225	138	1878	93,9	6,1
0,08	350	280	70	1948	97,4	2,6
fond	401	350	51	1999	99,95	0,05

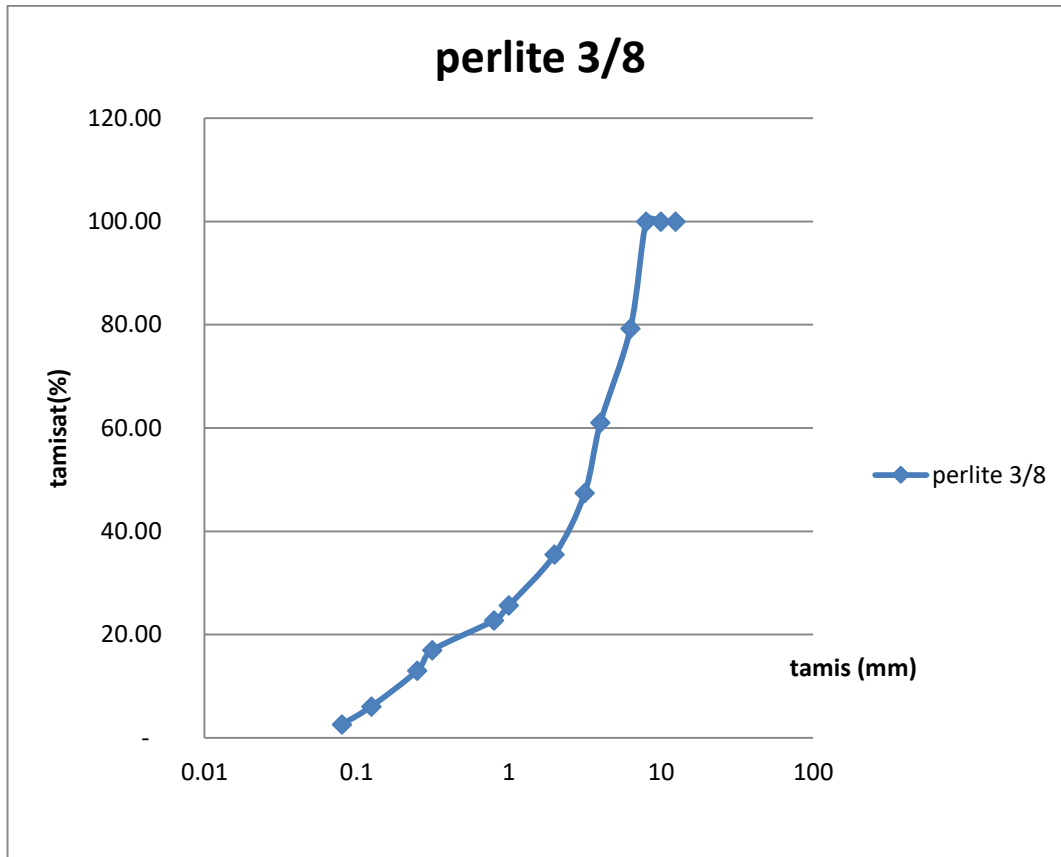


Figure 43: Courbe d'analyse granulométrique par tamisage (perlite 0/3).

III.4 La Teneur En Air occlus :

Nous faisons l'expérience immédiatement après avoir mélangé l'échantillon et il est rempli de moules et ce processus est effectué pour les trois échantillons, Nous recueillons les mesures dans le tableau N°22.

Tableau 21: Pourcentage de l'Air Occlus dans les mortiers.

Les mortiers	Eprouvette A1	Eprouvette B1	Eprouvette C1
Volume d'aire occlus mesuré (%)	3.6	2.8	2.1

Chapitre III : Résultats et analyses

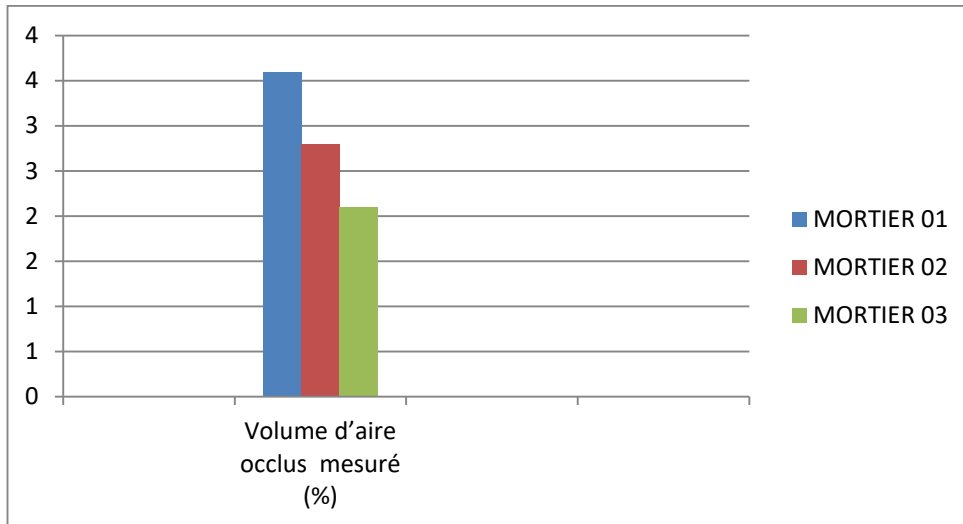


Figure 44: Le pourcentage de l'air occlus pour les trois mortiers

On remarque dans les trois mortiers, que l'air occlus enregistre une augmentation légère, et on constate que l'air occlus diminue avec l'augmentation du sable naturel et a fortiori avec l'augmentation du dosage de ciment .

III.5 LA RESISTANCE DE COMPRESSION ET HOMOGENEITE DE MATERIAUX :

III.5.1 .Essai de Ultrasons :

Après 28 jours du date de coulage d'éprouvettes prismatiques ont été testées à l'ultrason. Les vitesses des ultrasons ont été déterminées par mesure du temps ,de parcours sur une série de trois éprouvettes pour chaque formulation de mortier utilisée.

Pour une meilleure précision, nous avons répété l'essai trois fois sur chaque éprouvette, et nous avons par la suite calculé la moyenne des trois mesures obtenues sur chaque éprouvette de mortier.

Ces résultats sont représentés dans les tableaux au dessous

et reportés sur un histogramme tel que schématisé sur la figure suivante :

Chapitre III : Résultats et analyses

A T=0 C

Tableau 22: Vitesse longitudinale de propagation des ultrasons dans le mortier

Formulation	Epreuve A1			Epreuve B1			Epreuve C1		
Vitesse (m/s)	2458	2610	2498	3 396	3 388	3 457	3 625	3 502	3 637
Vitesse moyenne (m/s)	2 522			3 414			3 588		

Tableau 23: Vitesse longitudinale de propagation des ultrasons dans le béton .

Formulation	Epreuve A1			Epreuve B1			Epreuve C1		
Vitesse (m/s)	2334	2398	2418	3 217	3 327	3 387	3 521	3 425	3 546
Vitesse moyenne (m/s)	2383			3310			3497		

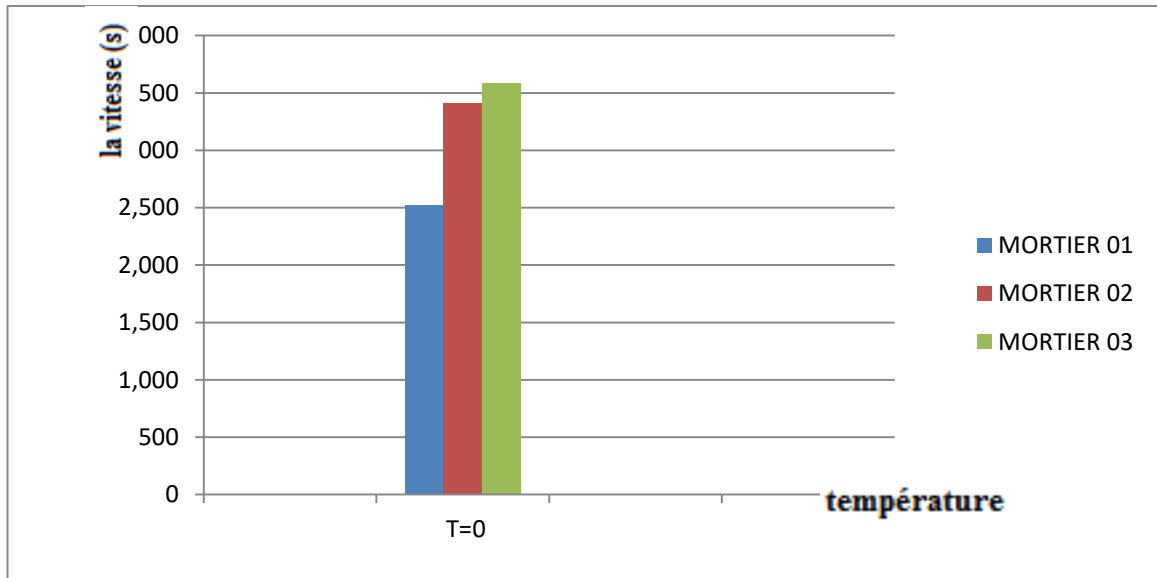


Figure 45: L'Évolution de la vitesse des vagues liée à la qualité de mortier a T=0 C

Chapitre III : Résultats et analyses

A T=200 C

Tableau 24: Vitesse longitudinale de propagation des ultrasons dans le mortier.

Formulation	Epreuve A1			Epreuve B1			Epreuve C1		
Vitesse (m/s)	2271	2135	2192	3 371	3 347	3 214	3 388	3 403	3 365
Vitesse moyenne (m/s)		2 199			3 311			3 385	

Tableau 25: Vitesse longitudinale de propagation des ultrasons dans le béton .

Formulation	Epreuve A1			Epreuve B1			Epreuve C1		
Vitesse (m/s)	1923	1879	1975	3 186	3 226	3 204	3 359	3 210	3 295
Vitesse moyenne (m/s)		1 926			3 205			3 288	

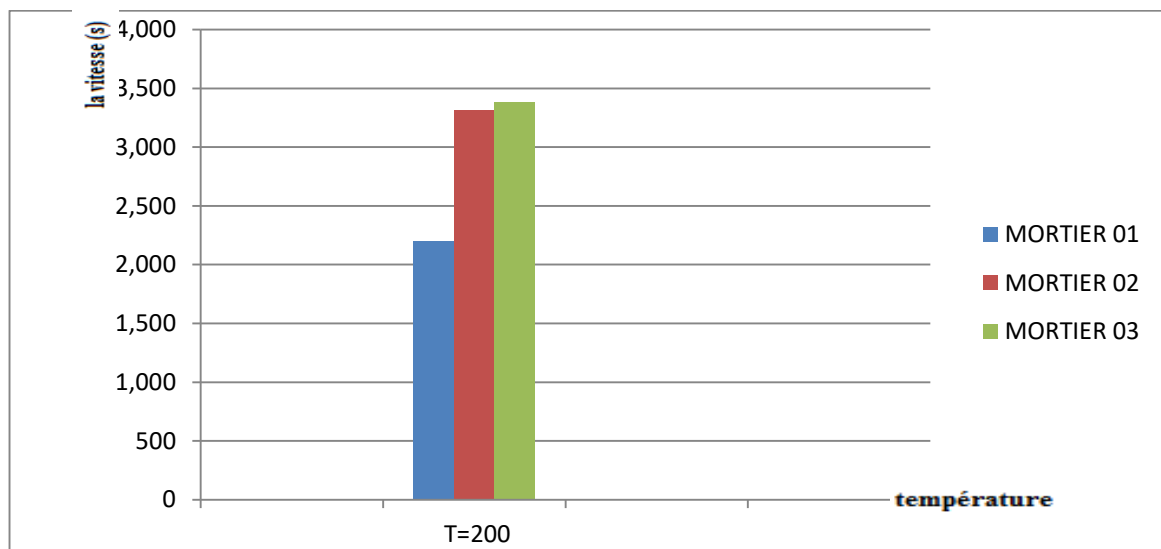


Figure 46: L'Évolution de la vitesse des vagues liée à la qualité de mortier a T=200C

Chapitre III : Résultats et analyses

A T=400 C

Tableau 26: Vitesse longitudinale de propagation des ultrasons dans le mortier .

Formulation	Epreuve A1			Epreuve B1			Epreuve C1		
Vitesse (m/s)	1825	1947	1932	2 031	2 088	1 948	2 227	2 307	2 261
Vitesse moyenne (m/s)		1 901			2 022			2 265	

Tableau 27: Vitesse longitudinale de propagation des ultrasons dans le béton .

Formulation	Epreuve A1			Epreuve B1			Epreuve C1		
Vitesse (m/s)	1753	1650	1721	1 854	1 709	1 893	2 001	2 027	1 954
Vitesse moyenne (m/s)		1 708			1 819			1 994	

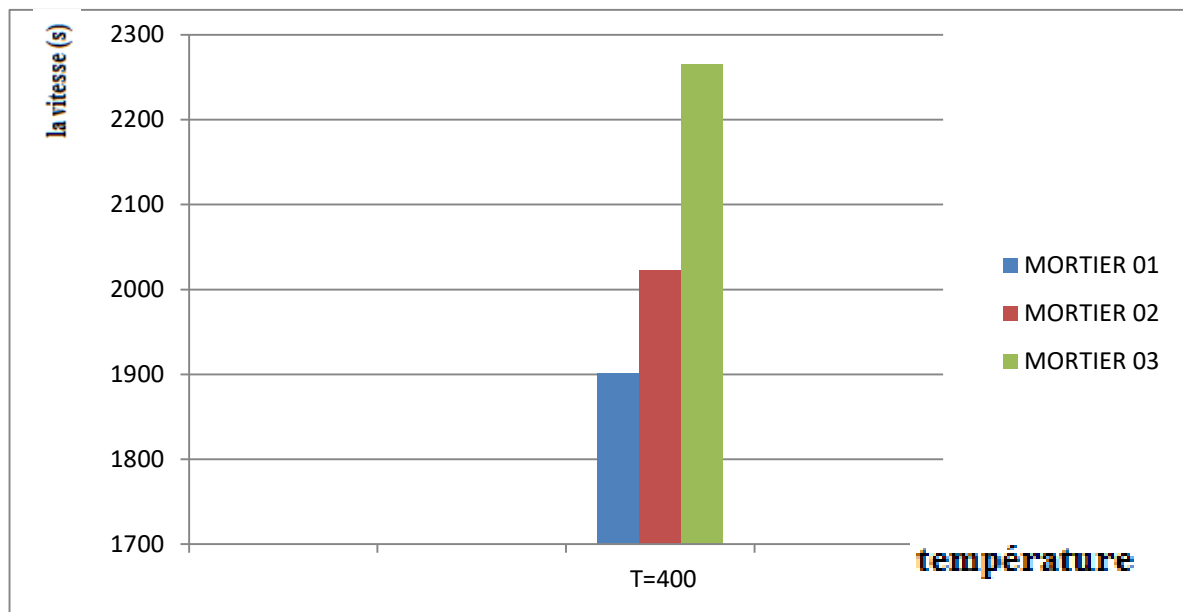


Figure 47: L'Évolution de la vitesse d'onde liée à la qualité de mortier a T=400 C .

Chapitre III : Résultats et analyses

A T=600 C

Tableau 28: Vitesse longitudinale de propagation des ultrasons dans le mortier .

Formulation	Eprouvette A1			Eprouvette B1			Eprouvette C1		
Vitesse (m/s)	81	95	87	92	102	128	131	140	175
Vitesse moyenne (m/s)	88			107			149		

Tableau 29: Vitesse longitudinale de propagation des ultrasons dans le béton .

Formulation	Eprouvette A1			Eprouvette B1			Eprouvette C1		
Vitesse (m/s)	72	/	/	/	/	89	/	92	112
Vitesse moyenne (m/s)	72			89			102		

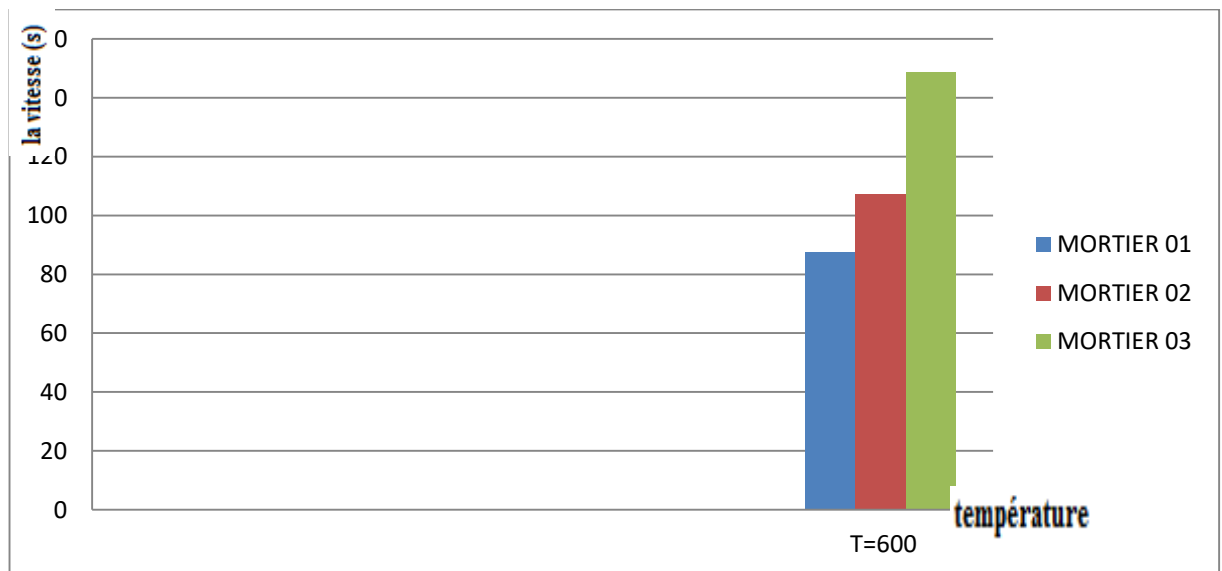


Figure 48: L'Évolution de la vitesse d'onde liée à la qualité de mortier a T=600C

Chapitre III : Résultats et analyses

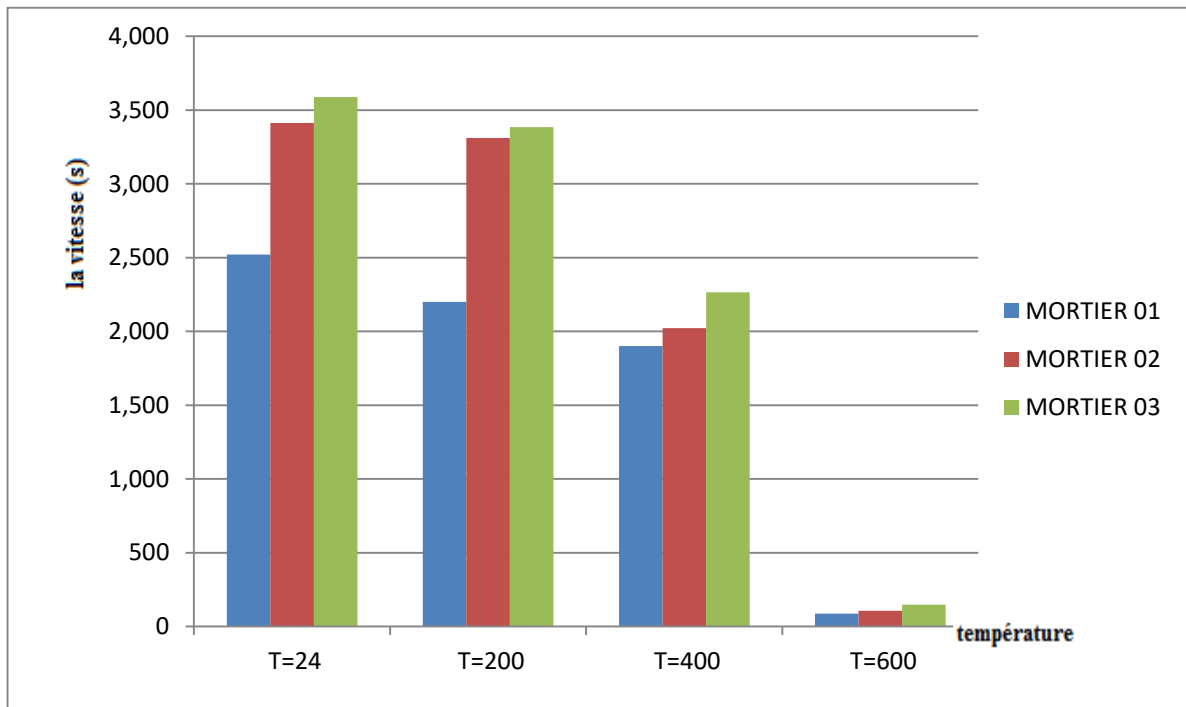


Figure 49: La diminution de la vitesse d'onde liée à l'augmentation de la température.

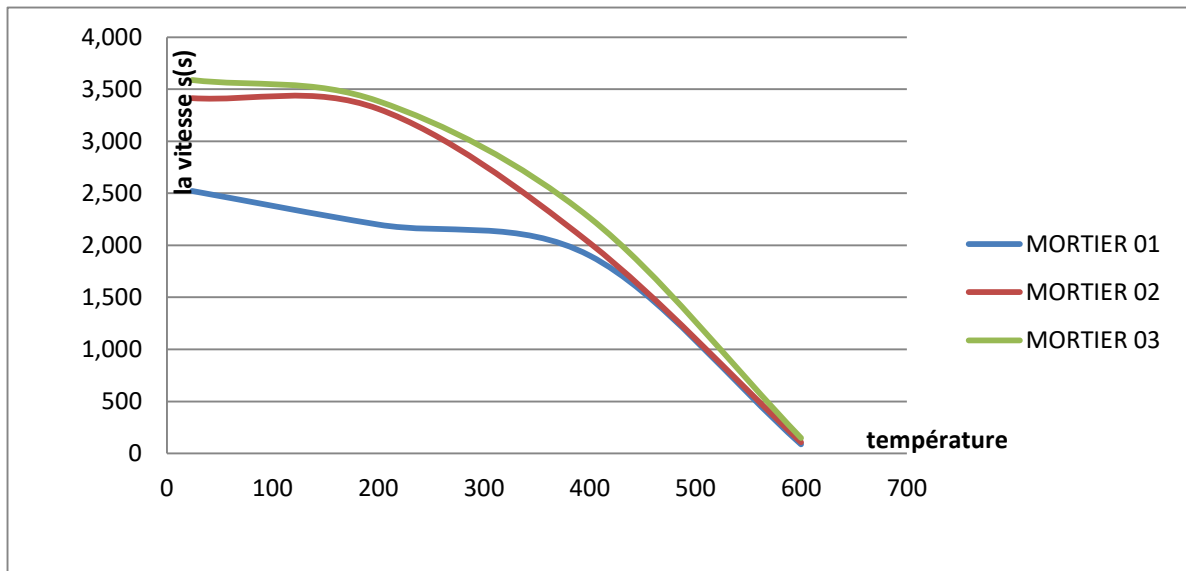


Figure 50: La relation inverse entre la vitesse des ondes et la température.

Chapitre III : Résultats et analyses

Tableau 30: qualité de béton en fonction de la vitesse de propagation des ondes

Qualité Vitesse de propagation (m /s)	
Excellente	Supérieur à 4200
Douteuse	3700-4200
Mauvaise	3200-3700
Très mauvaise	2500-3200
	Inférieure à 2500

Nous constatons dans cette expérience que les différentes quantités de matériaux donnent un bon effet sur la qualité du béton et que la perlite est une qualité acceptable pour la construction de murs.

Nous notons également que la température affecte grandement la qualité du béton .

III.6 Resistance a la traction :

III.6.1 Essai de traction par flexion :

Nous rappelons que les essais de traction par flexion sont effectués sur des éprouvettes prismatiques 4 x 4x 16 [cm³] , Les valeurs moyennées de la résistance en traction par flexion pour chaque mélange dans les tableaux suivante .

Tableau 31:Résistances moyennes à la traction de mortier étudié à T=0 C

Type de mortier	Résistances à la traction /R _{fen} (Mp)	Résistances moyennes à la traction "R _f moy en (Mp) de mortier" T= 0 C
Echantillon N°01	0,112	0,100
	0,091	
	0,098	
Echantillon N° 02	0,152	0,138
	0,124	
	0,137	
Echantillon N° 03	0,181	0,182
	0,173	
	0,19	

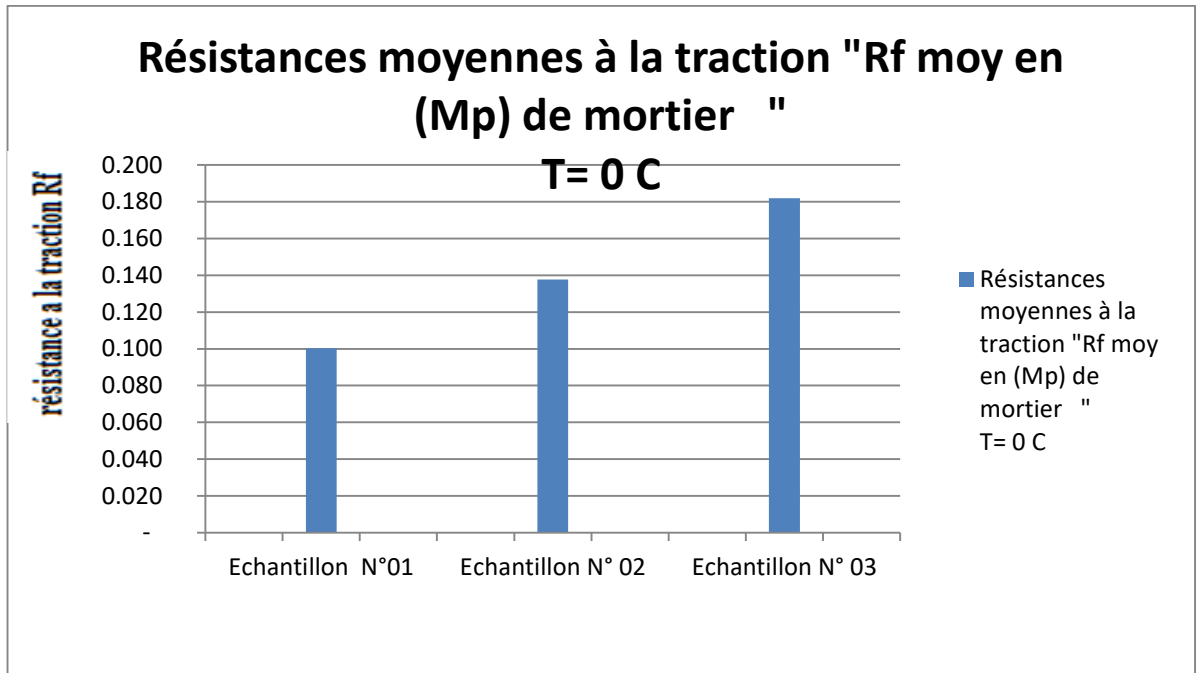


Figure 51: Résistances moyennes à la traction de mortier à T=0

Tableau 32: Résistances moyennes à la traction de mortier étudiés à a T=200 C

A T=200 c

Type de mortier	Résistances à la traction /Rfen (Mp)	Résistances moyennes à la traction "Rf moy en (Mp) de mortier" T= 200 C
Echantillon N°01	0,098	0,095
	0,101	
	0,087	
Echantillon N° 02	0,112	0,110
	0,111	
	0,106	
Echantillon N° 03	0,171	0,162
	0,149	
	0,167	

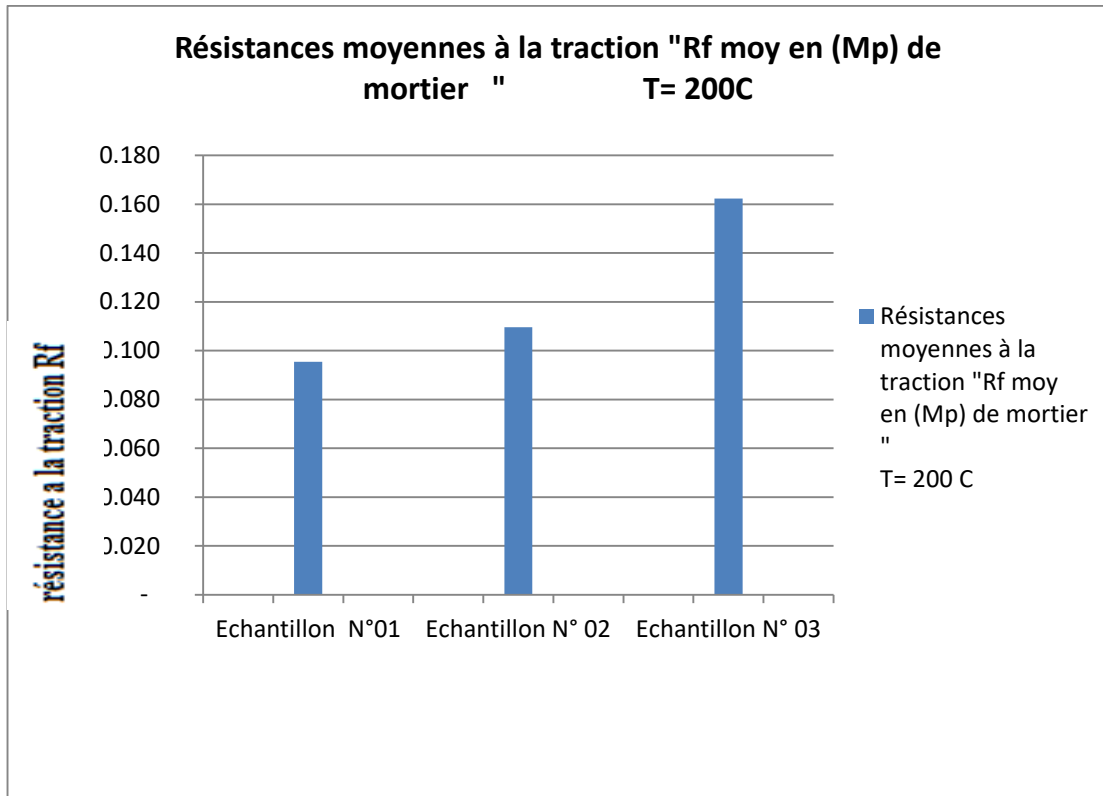


Figure 52:Résistances moyennes à la traction de mortier a T=200 C

Tableau 33:Résistances moyennes à la traction de mortier étudiés à a T=400 C

Type de mortier	Résistances à la traction /Rf en (Mp)	
Echantillon N°01	0,0610	0,061
	0,0640	
	0,0580	
Echantillon N° 02	0,0680	0,068
	0,0660	
	0,0700	
Echantillon N° 03	0,0690	0,072
	0,0720	
	0,0750	

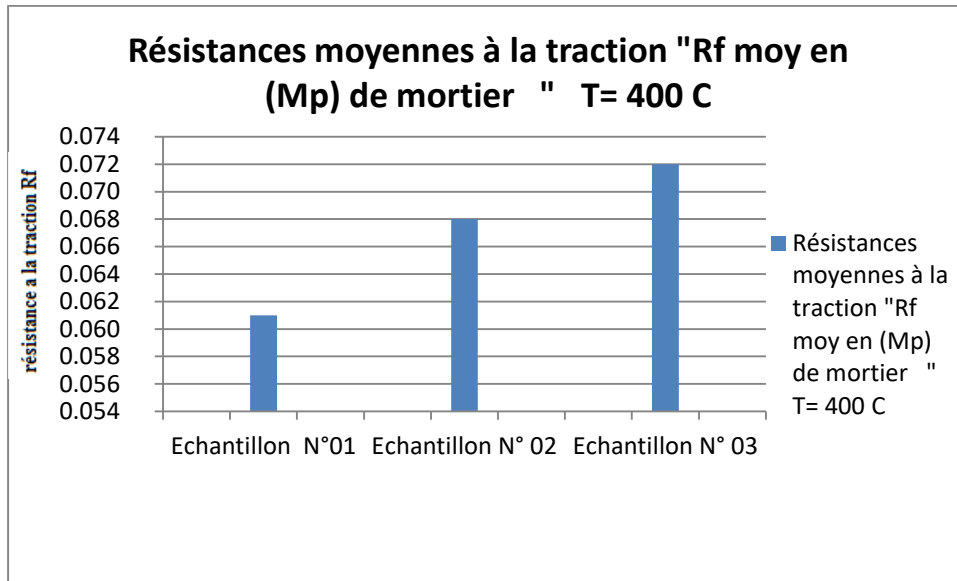


Figure 53:Résistances moyennes à la traction de mortier a T=400 C

Tableau 34:Résistances moyennes à la traction de mortier étudiés à a T=600 C

Type de mortier	Résistances à la traction /Rfen (Mp)	Résistances moyennes à la traction "Rf moy en (Mp) de mortier " T= 600 C
Echantillon N°01	0,0500	0,047
	0,0430	
	0,0490	
Echantillon N° 02	0,0540	0,054
	0,0510	
	0,0570	
Echantillon N° 03	0,0610	0,064
	0,0630	
	0,0670	

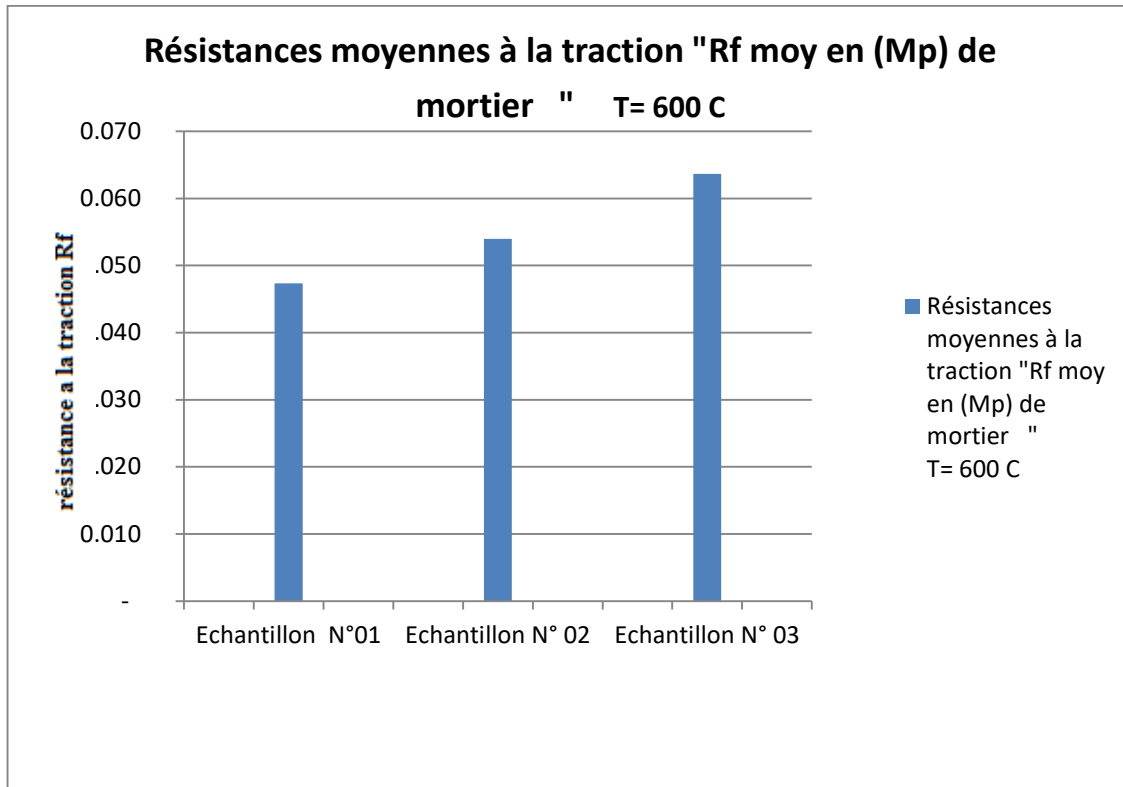


Figure 54:Résistances moyennes à la traction de mortier a T=600 C

III.7 La Resistance A La Compression :

Tableau 35:Résistances moyennes à la compression des mortiers étudiés à T=0 C

Type de mortier	Résistances à la compression /RC en (Mp)	Résistances moyennes à la compression "RC moy en (Mp) " T= 0 C
Echantillon N°01	13,50	13,31
	12,89	
	13,54	
Echantillon N° 02	14,50	14,47
	13,90	
	15,02	
Echantillon N° 03	16,24	16,79
	17,54	
	16,58	

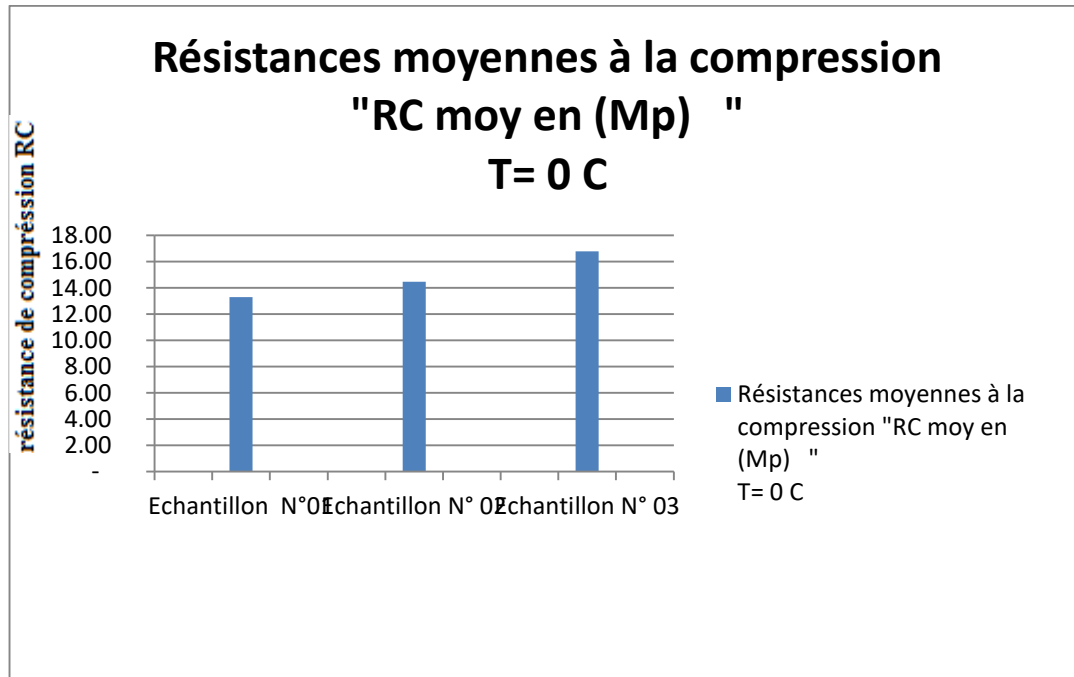


Figure 55:La résistance en compression des mortiers à T=0 C .

Tableau 36:Résistances moyennes à la compression des béton étudiés à T=0 C

Type de béton	Résistances à la compression /RC en (Mp)	Résistances moyennes à la compression "RC moy en (Mp)" T= 0 C
Echantillon N°01	13,80	13,94
	14,24	
	13,78	
Echantillon N° 02	14,82	14,71
	14,54	
	14,77	
Echantillon N° 03	17,83	17,39
	17,25	
	17,09	

A T=200 C :

Tableau 37:Résistances moyennes à la compression des mortiers étudiés à a T=200 C

Type de mortier	Résistances à la compression /RC en (Mp)	Résistances moyennes à la compression "RC moy en (Mp) " T= 200 C
Echantillon N°01	12,31	12,12
	12,09	
	11,97	
Echantillon N° 02	13,45	13,17
	13,17	
	12,88	
Echantillon N° 03	14,20	14,29
	14,72	
	13,96	

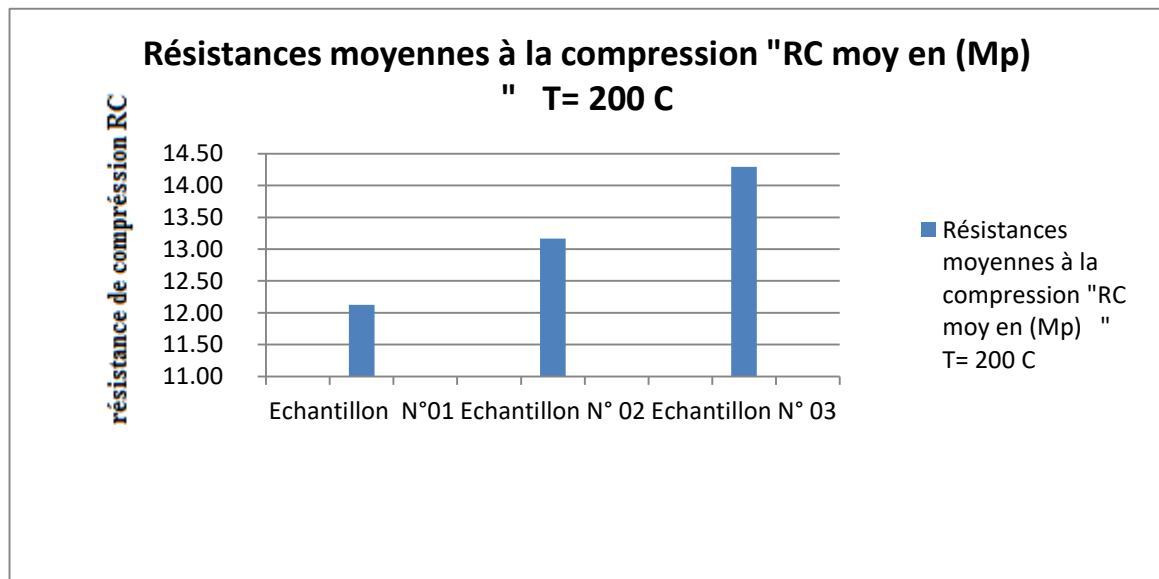


Figure 56:La résistance en compression des mortiers à T=200 C .

Chapitre III : Résultats et analyses

Tableau 38: Résistances moyennes à la compression des bétons étudiés à a T=200 C

Type de béton	Résistances à la compression /RC en (Mp)	Résistances moyennes à la compression "RC moy en (Mp) " T= 200 C
Echantillon N°01	14,66	14,48
	14,03	
	14,76	
Echantillon N° 02	16,72	16,57
	16,54	
	16,44	
Echantillon N° 03	17,58	17,21
	17,37	
	16,69	

A T=400 C :

Tableau 39: Résistances moyennes à la compression des mortiers étudiés à a T=400 C

Type de mortier	Résistances à la compression /RC en (Mp)	Résistances moyennes à la compression "RC moy en (Mp) " T= 400 C
Echantillon N°01	6,27	6,16
	6,17	
	6,03	
Echantillon N° 02	7,45	7,56
	7,91	
	7,31	
Echantillon N° 03	8,11	8,39
	8,78	
	8,29	

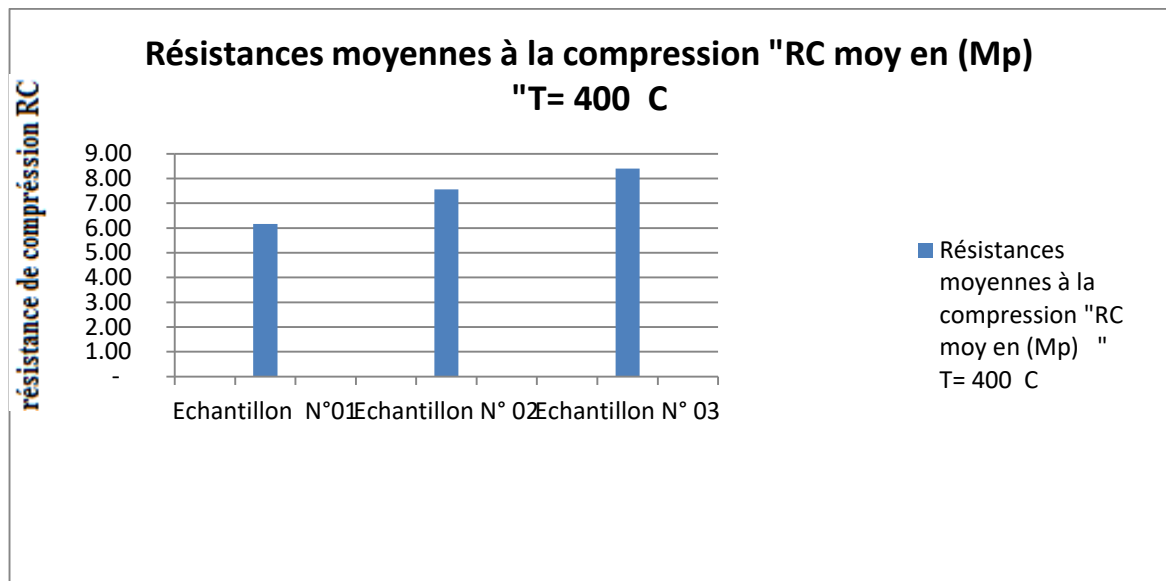


Figure 57:La résistance en compression des mortiers à T=400 C .

Tableau 40:Résistances moyennes à la compression des bétons étudiés à a T=400 C

Type de béton	Résistances à la compression /RC en (Mp)	Résistances moyennes à la compression "RC moy en (Mp) " T= 0 C
Echantillon N°01	10,12	9,81
	9,08	
	10,24	
Echantillon N° 02	11,32	11,06
	11,58	
	10,27	
Echantillon N° 03	12,22	12.50
	12,37	
	12,90	

Chapitre III : Résultats et analyses

A T=600 C :

Tableau 41: Résistances moyennes à la compression des mortiers étudiés à a T=600 C

Type de mortier	Résistances à la compression /RC en (Mp)	² Résistances moyennes à la compression "RC moy en (Mp) " T= 600 C
Echantillon N°01	4,14	4,56
	4,85	
	4,70	
Echantillon N° 02	5,15	5,41
	5,91	
	5,17	
Echantillon N° 03	5,99	6,19
	6,51	
	6,07	

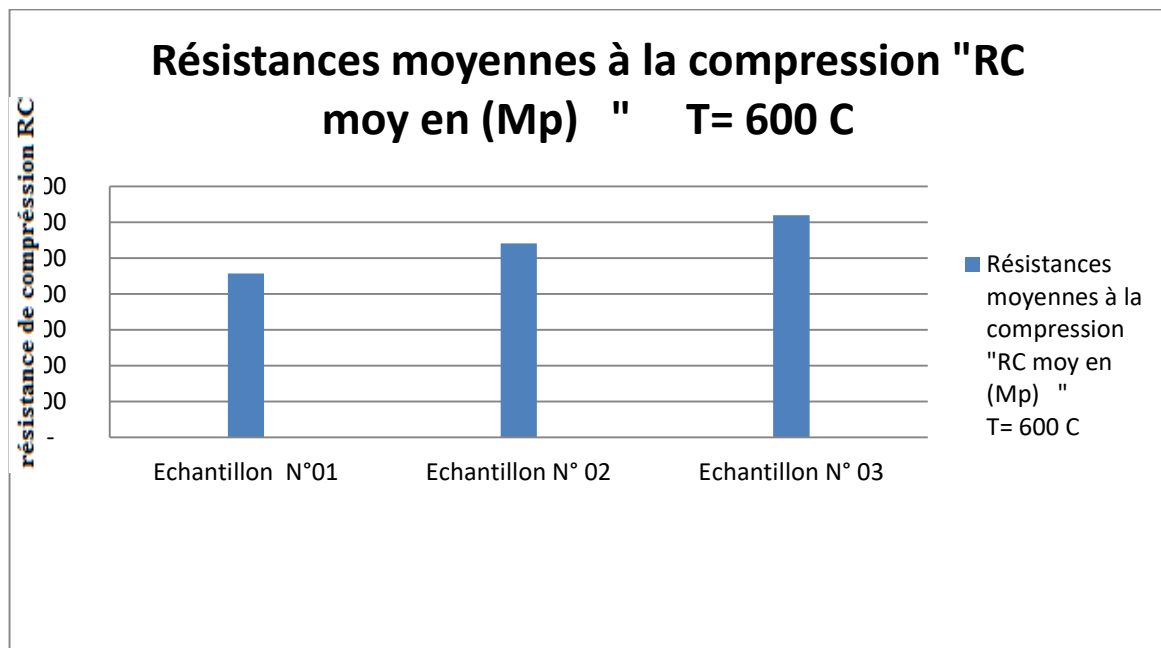


Figure 58: La résistance en compression des mortiers à T=0 C

Chapitre III : Résultats et analyses

Tableau 42: Résistances moyennes à la compression des bétons étudiés à T=600 C

Type de béton	Résistances à la compression /RC en (Mp)	Résistances moyennes à la compression "RC moyen" (Mp) T= 0 C
Echantillon N°01	7,07	7,24
	7,29	
	7,35	
Echantillon N°02	8,23	8,56
	8,81	
	8,64	
Echantillon N°03	8,90	9,05
	9,17	
	9,07	

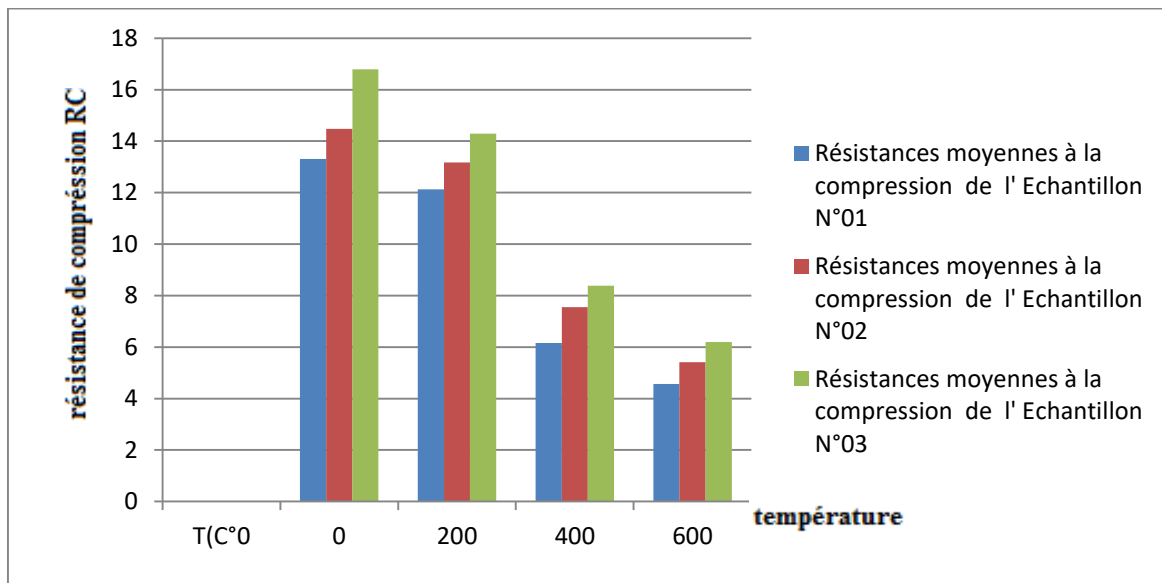


Figure 59: La résistance en compression des mortiers .

Chapitre III : Résultats et analyses

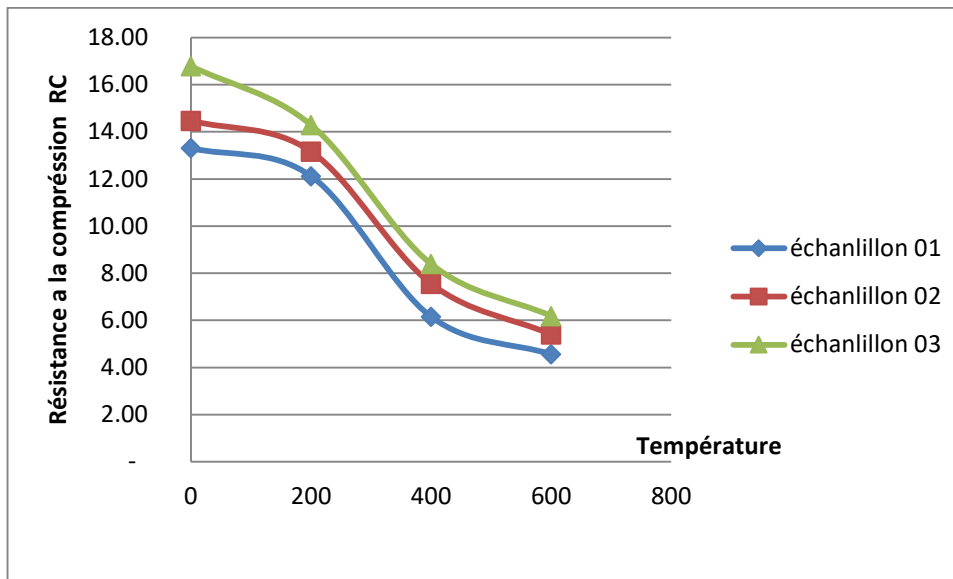


Figure 60: Diminution de la résistance en compression due à l'augmentation des températures (mortier)

on observe que les échantillons n° 02 et 03 sont plus résistants à la compression et à la traction, et l'échantillon n° 01 reste moins résistant.

La résistance à la compression et à la traction diminuent lorsque l'échantillon est exposé à la chaleur.

- L'échantillon présente des fissures à 600 degrés, ce qui nous prouve qu'il est incapable de résister

-Les résultats de mortiers ont les mêmes tendances que celles des éprouvettes de béton.

III.8 Essai De Mesure La Conductivité Thermique :

Dans cette dernière étape, les mesures de laboratoire ont été prises pour tester la conductivité thermique, Nous nous sommes appuyés sur des mesures avec un changement de température de 0,200, 400 et 600 degrés Celsius. Les résultats sont résumés dans les deux tableaux ci-dessous.

III.8.1 l'échantillons de forme prismatique (4x 4x 16) cm (MORTIER) :

Tableau 43: résultat de la conductivité thermique de l'échantillons des mortiers.

	T(C°)	Echantillon N°0	T(c°)	K(w/m*k)	c(c°)	D (mm2/s)	rho
T=0		Echantillon N°01	22,64	0,492	2,354	0,157	203,25
	0	Echantillon N°02	23,87	1,257	4,502	0,281	79,55
		Echantillon N° 03	23,87	0,976	1,287	0,758	102,46
t=200 C		Echantillon N°01	23,65	0,477	2,201	0,217	209,64
	200	Echantillon N°02	24,15	1,186	4,366	0,272	84,32
		Echantillon N° 03	24,01	0,855	2,443	0,35	116,96
t=400 C		Echantillon N°01	23,65	0,412	1,269	0,324	242,72
	400	Echantillon N°02	23,98	0,855	2,443	0,35	116,96
		Echantillon N° 03	23,71	0,772	2,255	0,342	129,53
t=600 C		Echantillon N°01	24,52	0,204	2,023	0,571	490,20
	600	Echantillon N°02	24,13	0,530	2,297	0,231	188,68
		Echantillon N° 03	24,71	0,53	2,297	0,231	188,68

Chapitre III : Résultats et analyses

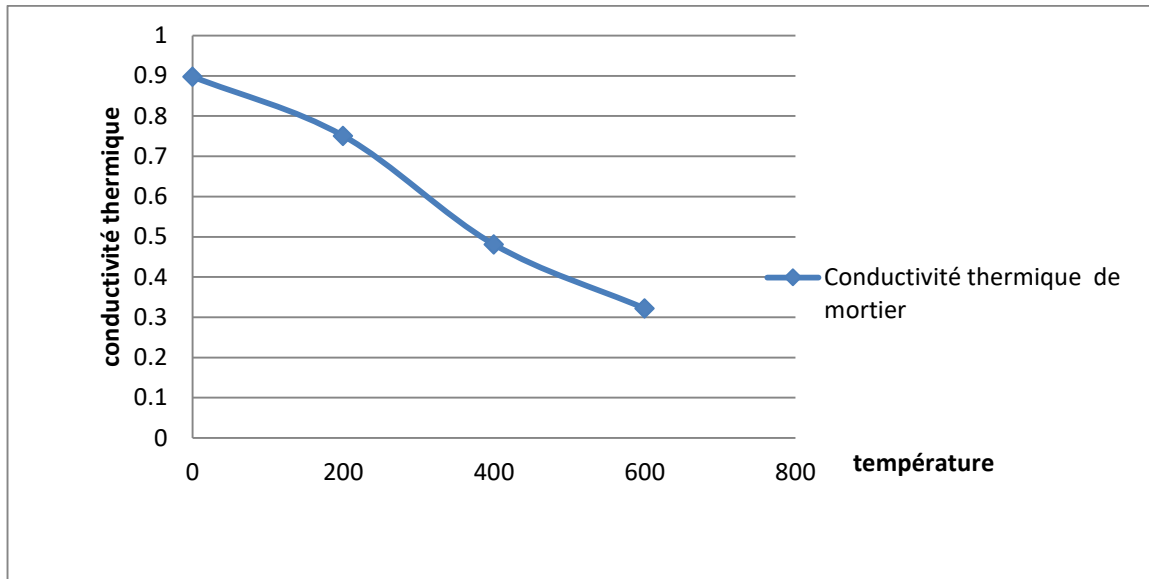


Figure 61: Diminution de la conductivité thermique due à l'augmentation des températures (mortier)

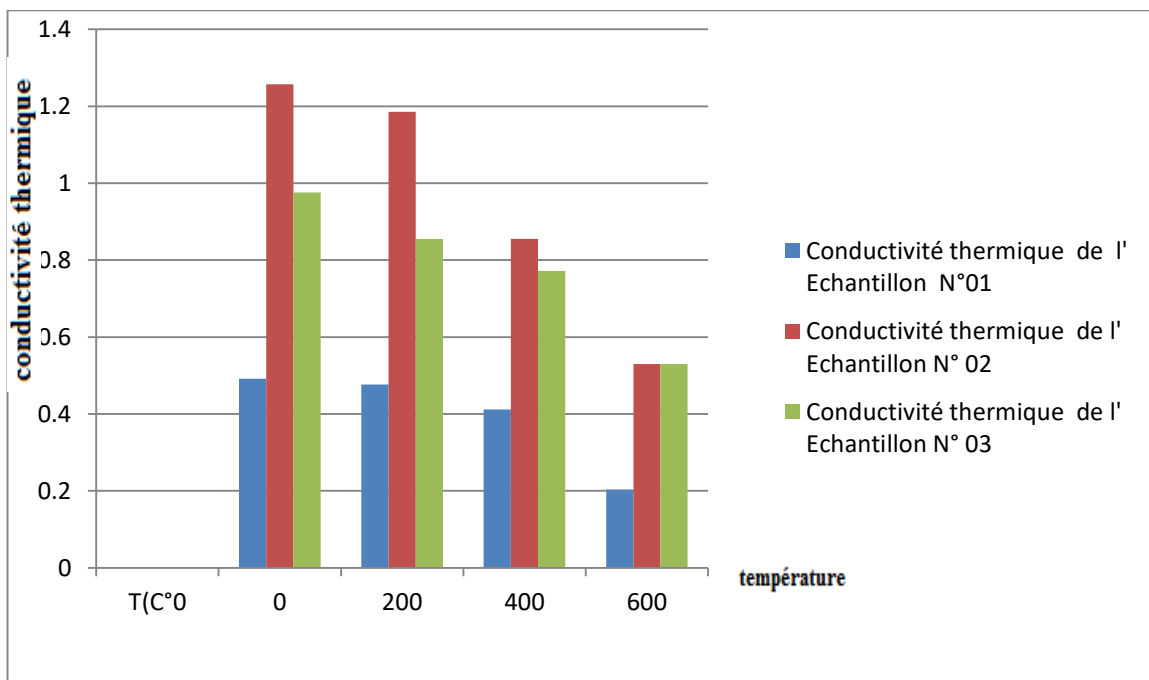


Figure 62: La Conductivité thermique de divers échantillons de mortier .

III.8.2 l'échantillons de forme cubique (7x 7x 7) cm (BETON) :

Tableau 44: résultat de la conductivité thermique de l'échantillons des béton

	T(C°)	Echantillon N°0	T(c°)	K(w/m* k)	c(c°)	D (mm2/s)	rho (C° ,cm/w)
T=0		Echantillon N°01	22,64	0,53	2,297	0,231	188,68
	T=0	Echantillon N°02	24,13	1,155	2,023	0,571	86,58
		Echantillon N°03	23,87	0,898	1,352	0,651	111,36
t=200 c	t=200 c	Echantillon N°01	23,65	0,433	3,075	0,141	230,95
		Echantillon N°02	23,98	0,961	1,92	0,196	104,06
		Echantillon N°03	24,01	0,751	2,102	0,347	133,16
t=400 c	t=400 c	Echantillon N°01	23,65	0,297	2,136	0,139	336,70
		Echantillon N°02	23,98	0,53	2,297	0,231	188,68
		Echantillon N°03	23,71	0,481	2,084	0,298	207,90
t=600 c	t=600 c	Echantillon N°01	24,52	0,271	1,329	0,204	369,00
		Echantillon N°02	24,13	0,389	0,764	0,509	257,07
		Echantillon N°03	24,71	0,322	1,165	0,315	310,56

Chapitre III : Résultats et analyses

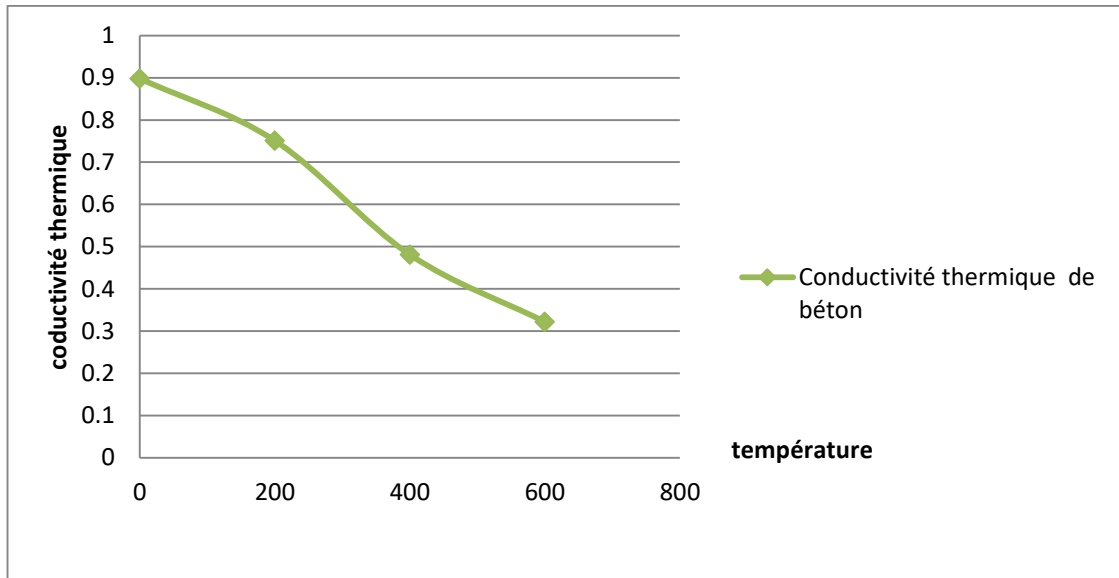


Figure 63: Diminution de la conductivité thermique due à l'augmentation des températures (béton)

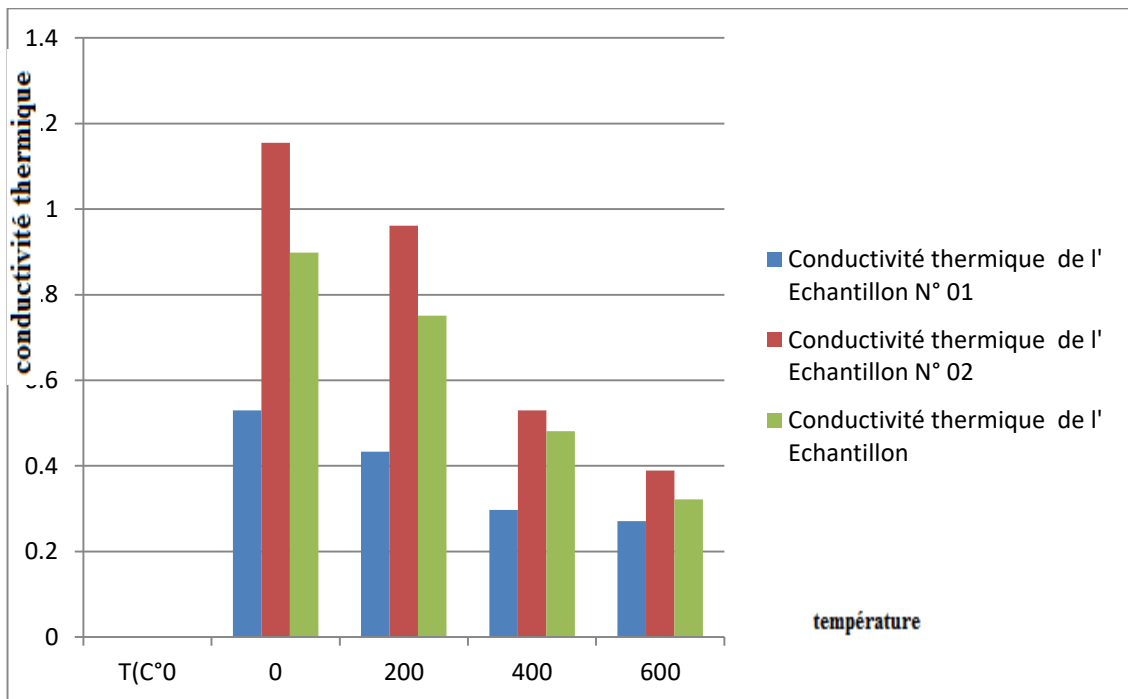


Figure 64: la Conductivité thermique de divers échantillons de béton.

Chapitre III : Résultats et analyses

A travers les courbes, on constate que l'échantillon de mortier et béton n°01 a donné un résultat de conductivité thermique plus faible, et que le numéro 03 a donné un résultat moyen, et le résultat le plus élevé 02.

-Sur la base de ce résultat, nous concluons que l'échantillon n° 01 est le meilleur isolant thermique.

- Nous notons également que l'augmentation de la température a diminué la conductivité thermique et qu'elle augmente avec l'augmentation de la température.

Et la diminution de la conductivité thermique est significative à partir de l'échantillon n°01 à 600°C, ce qui en fait le meilleur isolant thermique .

III.9 Conclusion général :

A travers toutes les étapes de la réalisation de ce travail, le schéma de mémoire et les critères des différents tests effectués sont respectés. La compréhension de ce sujet conduit à une division en deux parties distinctes dans cette étude, dans un premier part les caractéristiques physiques des matériaux utilisés pour la formulation des types du mortier élaboré. D'autre part, il faut assurer que l'utilisation de mortier de perlite et de béton de perlite dans le processus de construction , supporter une résistance à la traction et à la compression comme un mur en brique et comme une couche de revêtement mural et est en même temps un isolant thermique.

Après avoir mené des expériences en laboratoire, il a été constaté que la perlite brute est un matériau isolant naturel, et que ce matériau remplace complètement le gravier de carrière.

Les tests que nous avons effectués ont prouvé sa résistance à la pression ainsi que sa qualité, car son utilisation comme revêtement mural ou comme brique n'a pas besoin la résistance à la compression car elle n'est pas considérée comme un élément porteur.

D'autre part, c'est un matériau isolant par excellence en tant que matériau qui a été exposé à la chaleur ou non.

Ainsi , Investissent dans cette substance donne une forte impulsion à la valorisation du produit local.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- [1].Thibaut P.M., Coumoul A., 2003 : Mémento roches et minéraux industriels: laperlite. BRGM/RP-50469-FR, France. Universitaires. mars, 2003.
- [2].Ferk A., Leonhardt R., Denton J., Tuffen H., Hess K.U., Dingwell D.B.,2012 : « Paleointensity on volcanic glass of varying hydration states» , Physics of the Earth and Planetary Interiors, p.25-37.
- [3].Guenanou F., 2014 : « Caractéristiques physico-mécaniques des mortiers contenant différents ajouts minéraux », exemple de la perlite. Mémoire de magistère, Université de sciences et de la technologie d’Oran MB, Algérie, Guide De Prescription De Ciments Pour Des Constructions Durables : cas des bétons coules en place. Collection Cimbeton T14.
- [4].Herskovitch D., Lin I.J., 1996 : « Upgrading of raw perlite by a dry magnetic technique », Magnetic and Electrical Separation, OPA, Vol.7, p. 145-161.
- [5].G. Habert , N. Choupay, Jm Montel, D.Guillaume, G.Escadeillas., 2008 :
«Effects of the secondary minerals of the natural pozzolana on their pozzolanic activity» ,
Cement and Concrete Research 38 pp 963-975; 2008.
- [6].S. Donatello, M. Tyrer, C.R. Cheeseman., 2010 : « Comparison of testmethods to assess pozzolanic activity» Cement &Concrete Composites, journalhomepage: www.elsevier.com/locate/cemconcomp,32 (2010) 121–127.
- [7].Hamadache M., 2015 : « Non-destructive Testing for the Evaluation of Pozzolanic Mortar reinforced to corrosion » , Advanced Materials Research, Vol. 1064 (2015) pp 42-48 (2015) Trans Tech Publications, 10.4028/www.scientific.net/AMR.1064.42.
- [8].ORGM., 2001 : Carte des Potentialités Minières. Office National de Recherche Géologique et Minière, Boumerdes, Algérie.
- [9].LSUNMA., 1999 : Livret des substances utiles non métalliques de la Wilaya de Tlemcen.Edition du service géologique d’Algérie.
- [10].1USGS, 2018, U.S. Geological Survey, Mineral commodity summaries, January 2018.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- [11].Boukhedimi M. A., 2009, "Origine du processus de bétonisation des terrains volcanogènes rhyolitiques de Hammam Boughrara (Maghnia; Algérie Nord occidentale)", Mémoire de Magister en Géologie (Faculté des Sciences de la Terre, Géographie et de l'Aménagement de Territoire), IST/USTHB.
- [12].kachemir L / benkraraze AEK , ‘’ Caractérisation De La Perlite de hammam Boughrara Pour L’isolation Thermique Et Phonique , génie civil Université Bel Hadj Bouchaib à Ain Temouchent, 1999.
- [13] <https://stringfixer.com/fr/Silicious>
- [14]<https://fr.wikipedia.org/wiki/Alumine>
- [15]www.thpanorama.com/blog/ciencia/xido-de-sodio-na2o-frmula-propiedades-riesgos.html
- [16]<https://hydro-gardens.com/product/potassium-hydroxide-50lbs-bag-koh>.
- [17]https://fr.wikipedia.org/wiki/Oxyde_de_fer
- [18] (https://fr.wikipedia.org/wiki/Oxyde_de_magn%C3%A9sium).
- [19] https://stringfixer.com/fr/Calcium_oxide.

[LOCALISATION DU GISEMENT DE LA PERLITE NATURELLE AU NORD OUEST ALGERIEN DANS LA CARTE DES POTENTIALITES MINIERES , ETABLI PAR L'OFFICE NATIONAL DE RECHERCHE GEOLOGIQUE ET MINIERE (ORGM) (ORGM 2001)].

ANNEXE

