



L'architecture Militaire en Algérie : le Blockhaus de Koléa

Y. KOURI

Laboratoire d'architecture et patrimoine - Université des Sciences et de la Technologie
Mohamed Boudiaf (USTO), Oran - Algérie.

Corresponding author: yacinekouri@hotmail.fr

Résumé : Dans ce travail, le sujet de l'architecture militaire en Algérie a été abordé, à travers une étude exploratoire du blockhaus de Tombourouf, un édifice construit en 1840 par l'armée de la colonisation française à la ville de Koléa (wilaya de Tipasa), où ce monument a été documenté sur le plan historique, architectural et constructif ; tout en sachant que cet édifice n'a fait objet d'aucune étude détaillée auparavant. Parmi les méthodes utilisées dans cette étude, le relevé architectural (le relevé direct et photogrammétrique) a été utilisé afin d'élaborer le dossier graphique de ce monument (plans, coupe, façades). Ainsi que des essais de compression au laboratoire ont été effectués sur la brique utilisée dans la construction de cet édifice afin de connaître les caractéristiques mécaniques et le comportement de ce matériau, ces essais ont permis de connaître les différentes caractéristiques mécaniques de cette brique à savoir : les contraintes (δ), les déformations (ϵ) et le module d'élasticité (E). À travers le mode de comportement de ce matériau pendant les essais, où il n'y avait pas eu une rupture par explosion brusque, il a été constaté que ce type de brique n'est pas un matériau fragile. Cette étude peut constituer un support théorique pour un projet de restauration éventuel.

Mots clés - Blockhaus de Tombourouf, Relevé Architectural, Essai de Compression, Caractéristiques Mécaniques, Comportement de Brique.

Abstract: In this work, the military architecture in Algeria was studied, through an exploratory study of the blockhouse of Tombourouf, this monument was built in 1840 by the French army of colonization in the town of Koléa (wilaya of Tipasa); this monument was studied on the historical, architectural and constructive terms; knowing that this building has been subject to any detailed study before. Among the methods used in this study, the architectural survey (direct and photogrammetric survey) to draw the plans, section and elevations of this monument was used. As well as, laboratory compressive tests on the brick used in the construction of this building, to know the mechanical characteristics and behavior of this material, these tests give us the different mechanical characteristics of this brick (stress (δ), strain (ϵ) and modulus of elasticity (E)). Through the behavior of the material during the tests, it was found that this type of brick is not a brittle material, as its break was not by sudden explosion. This study may provide a theoretical support for a possible project of restoration.

Keywords - Blockhouse of Tombourouf, Architectural Survey, Compression Test, Mechanical Characteristics, Brick Behavior.

I. INTRODUCTION

Le blockhaus de Tombourouf a été construit en 1840 par le service du génie militaire sur une colline qui domine la ville de Koléa à Alger.

Le blockhaus est à plans carré de 7.20m de côté, avec des angles à pans coupés, ce qui donne une superficie d'environ 52m². La base du monument est évasée sur 2.60m de haut, ce qui donne une longueur de 8.90m à la base de l'édifice, occupant au sol une superficie d'environ 80m². Cet évasement se limite à l'extérieur de l'édifice, il n'est pas apparent à l'intérieur (Fig. 1, 2).

Le monument se développe sur trois niveaux, dont le dernier est constitué par une terrasse découverte bordée d'un parapet sur les quatre côtés. Les quatre façades du blockhaus ont été composées d'une manière symétrique et ordonnancée, dont chacune comporte trois fenêtres et plusieurs meurtrières. L'accès à l'édifice est assuré par une seule porte percée dans la façade ouest.

La structure du blockhaus est constituée par des murs porteurs supportant des planchers à voûtains. Les murs porteurs sont construits en moellons calcaire bruts, arrangés en un appareil irrégulier, leur épaisseur est de 60cm. Les planchers à voûtains sont constitués en brique pleine et supportés par des poutrelles métalliques.



Fig. 1 : Vue du blockhaus à partir de l'angle sud-ouest

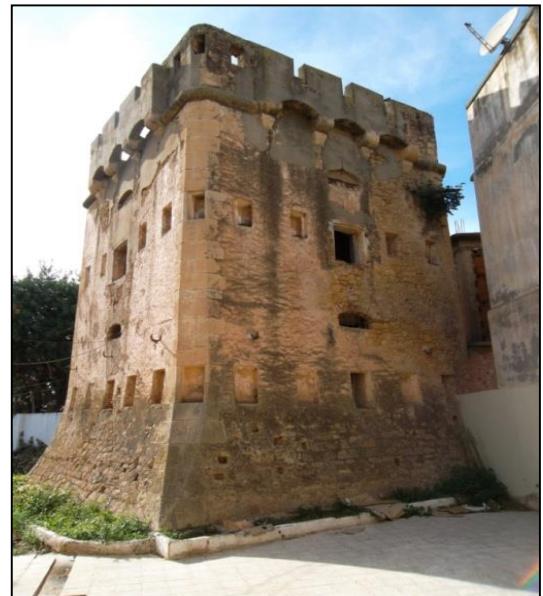


Fig. 2 : Vue du blockhaus à partir de l'angle sud-est

II. RELEVE DE L'EDIFICE

Vu l'originalité du sujet et l'indisponibilité de documents graphiques en rapport avec le blockhaus de Tombourouf, on a pris le soin d'élaborer le relevé d'état des lieux du monument ; car l'étude d'un monument doit être, indispensablement, accompagnée de documents graphiques. Cela dans l'objectif d'aboutir à une connaissance approfondie du blockhaus, mais aussi, afin de créer une base de données qui peut être utile dans un projet de restauration éventuel.

Dans le cas de notre blockhaus, l'opération du relevé est une étape primordiale, du fait qu'il n'a été objet d'aucune étude détaillée auparavant. L'opération du relevé du blockhaus de Koléa constitue un grand pas vers la production de la connaissance et la documentation de ce monument (Fig. 3, 4, 5, 6).

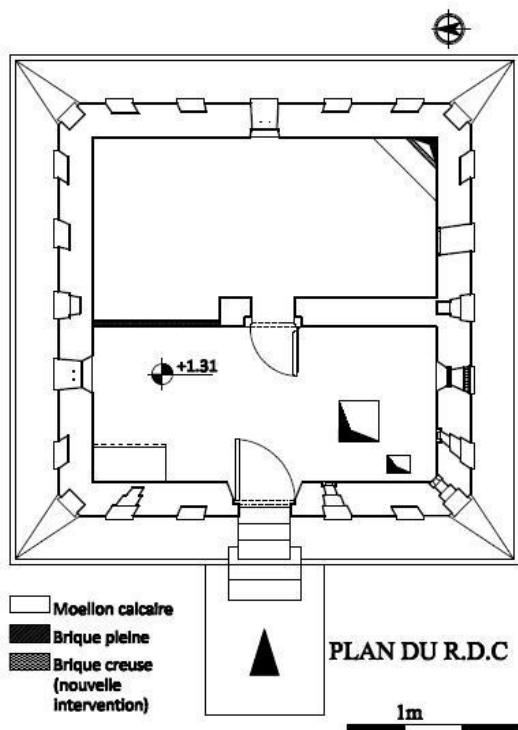


Fig. 3 : Plan du rez-de-chaussée

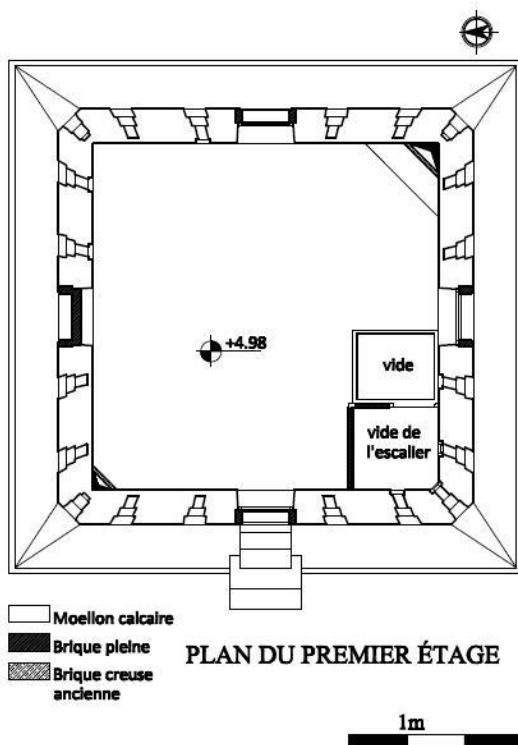


Fig. 4 : Plan du premier étage

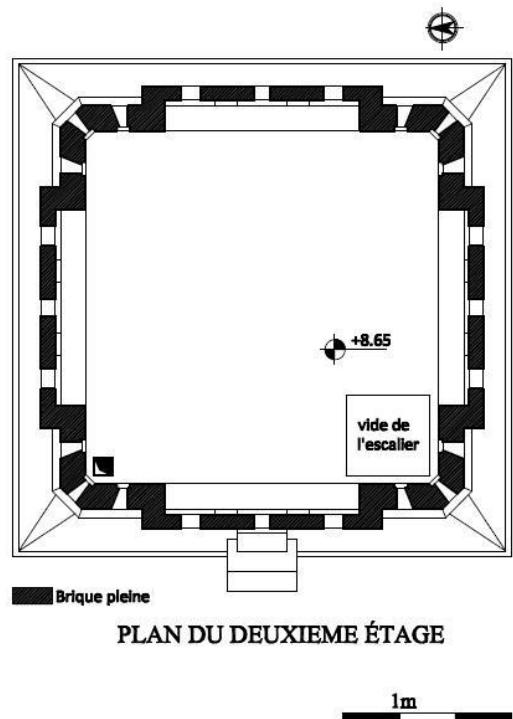


Fig. 5 : Plan du deuxième étage

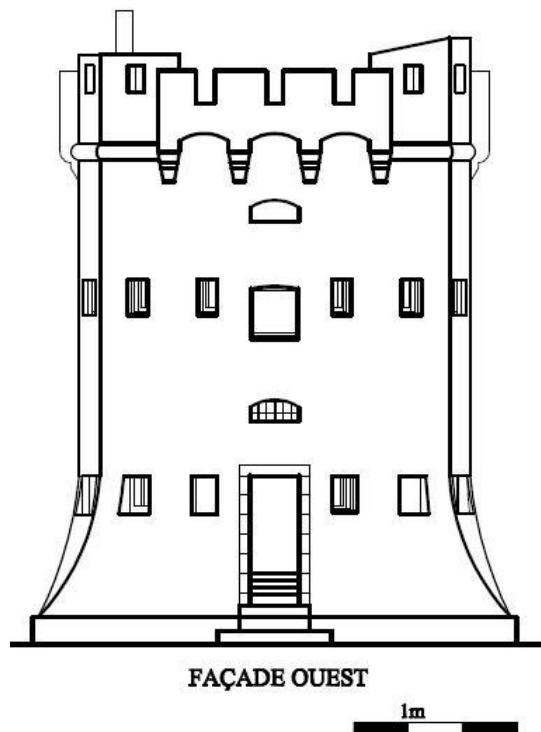


Fig. 6 : Façade ouest

Comme le relevé signifie la connaissance de l'œuvre en tenant compte de tous ses aspects et ses composantes au moment du relevé, alors, cette connaissance a été développée à travers les phases suivantes :

- 1) La connaissance du monument et le choix des techniques du relevé (projet du relevé).

2) L'exécution de l'opération du relevé.

3) La représentation graphique.

Pour cela, deux méthodes de relevé ont été choisies, la méthode directe et la méthode photogrammétrique. Le choix de cette dernière dépend des dimensions du monument, c'est-à-dire la grande hauteur du blockhaus et cela pour faciliter le relevé des façades.

Le travail du terrain représente une étape incontournable qui a été organisé pour effectuer le relevé d'état des lieux. Concernant le relevé direct, les plans, les façades ainsi que les différents détails intérieurs et extérieurs ont été dessinés en croquis, sur lesquels on a reporté les

mesures en utilisant une échelle appropriée à la compréhension du dessin, ainsi que les indications descriptives et les remarques prises sur le terrain. Les instruments utilisés pour la prise de mesures sont le mètre et le double décamètre. Le relevé photogrammétrique a été effectué en deux phases :

- La prise de photos sur le terrain avec un appareil photo digital.
- La calibration des photos et l'extraction de mesures à l'aide d'un logiciel spécialisé (Image Modeler) qui permet de faire le relevé et d'extraire les mesures directement à partir de photos selon une méthode spécifique (Fig. 7).

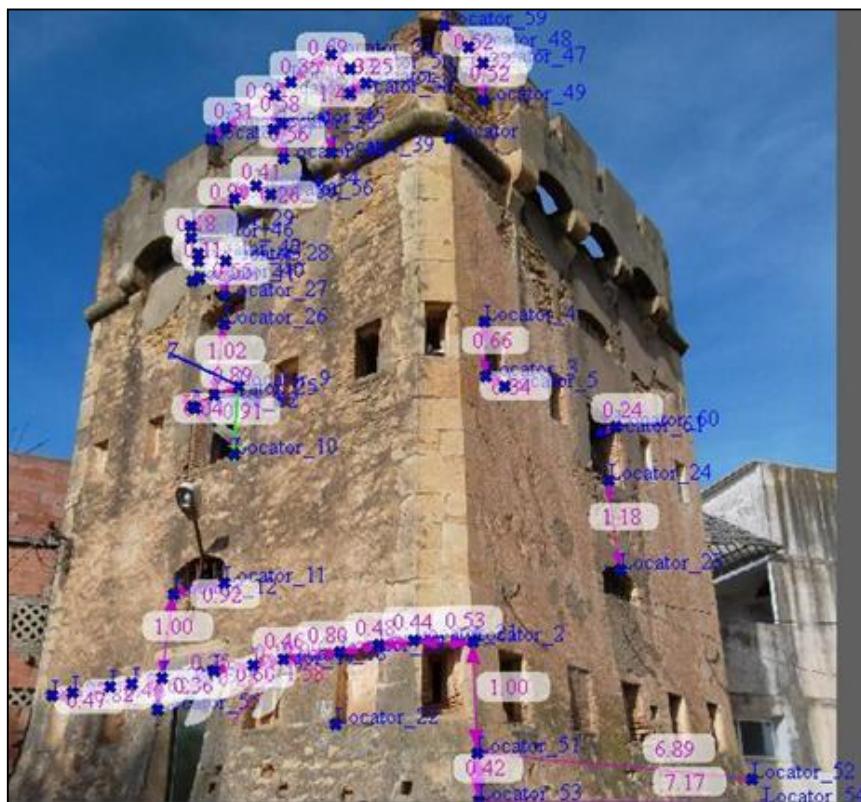


Fig. 7 : Le relevé photogrammétrique

III. ESSAI DE COMPRESSION

Dans l'objectif d'étudier la brique utilisée dans le blockhaus de Tombourouf, un essai de compression sur un échantillon de brique trouvé au niveau de l'édifice a été effectué, cela afin de connaître les caractéristiques mécaniques de cette brique. Cet essai a été effectué au niveau d'un des laboratoires du département de Génie Civil à l'université des sciences et de la technologie d'Alger (USTHB).

La brique est parmi les premiers matériaux utilisés par l'homme pour bâtir des édifices ; initialement sous forme de brique crue. À partir

du XIXe siècle, la fabrication des briques est devenue industrielle, dans des briqueteries [1].

À partir du milieu du XIXe siècle, l'utilisation de la brique comme matériaux de construction a pris de l'ampleur ; la brique a été intégrée à des styles architecturaux existants et elle a marqué des styles apparus à partir du premier quart du XIXe siècle. Cependant, à partir du milieu du XIXe siècle, il y avait une large intégration de la brique sur le plan architectural et structural, elle a pu servir (en assemblage massif) pour les fondations des édifices, elle a été utilisée comme pavement de plancher, comme parement des murs, elle était

utilisée aussi dans différents systèmes de planchers et pour édifier des voûtes appareillées dans les bâtiments militaires. Aussi, la brique a été largement intégrée aux structures accessoires des bâtiments (four, foyers, cheminées...), et aux ouvrages d'ingénierie civile (égouts et aqueducs) entre le milieu du XIX^e et le milieu du XX^e siècle [2]. Toujours au XIX^e siècle, la brique était le matériau le plus utilisé pour créer des encadrements de baies dans les murs [3].

Comme le blockhaus de Tombourouf a été construit au milieu du XIX^e siècle, certaines utilisations de la brique citées ci-dessus sont apparentes dans le blockhaus, tel que : l'encadrement des ouvertures, le pavement du plancher du R.D.C et la constitution des planchers à voûtains du premier et du deuxième étage.

La brique utilisée dans le blockhaus de Tombourouf est une « brique ordinaire » (tout en sachant qu'il existe plusieurs types de brique à savoir : brique de parement, brique creuse, brique allégée et brique à destination spéciale [4]). Les briques ordinaires ont une forme et un aspect plus ou moins rustique, elles sont souvent destinées à être enduites [5] et elles sont utilisées pour la construction des murs intérieurs et extérieurs, des piliers, des voûtes et d'autres constructions portantes [4].

Les étapes de l'essai

Préparation de l'échantillon à l'essai de compression

- Rectification et sciage : l'échantillon n'avait pas une forme régulière (brique cassée), alors cet échantillon a été coupé pour lui donner une forme régulière (Fig. 8, 9).
- Nettoyage de l'échantillon.
- Surfaçage de l'échantillon : toutes les précautions ont été prises pour éviter l'effet de frettage et pour avoir un champ de contrainte uniforme, en utilisant le soufre sur les deux faces qui ont subi l'écrasement (Fig. 10) ; cela afin d'éviter toute erreur systématique.



Fig. 8 : L'échantillon avant la coupe



Fig. 9 : L'échantillon après la coupe (115x45x95mm³)



Fig. 10 : L'échantillon avec surfaçage

Système de mesure et choix de la machine

- Maîtrise de la lecture du comparateur qui mesure le déplacement (déformation) lors de l'essai. Le comparateur qui a été utilisé dans l'essai peut mesurer un déplacement de 0.002 mm, c'est-à-dire une précision de 1/500 mm (Fig. 11), tandis que la charge est mesurée à l'aide d'un capteur de force au fur et à mesure de l'avancement de l'essai.
- Un essai a été effectué sur un autre échantillon pour avoir une idée sur la résistance de ce matériau, afin de choisir la machine approprié pour effectuer l'essai.



Fig. 11 : Le comparateur utilisé

Déroulement de l'essai de compression

- L'écrasement de l'échantillon à l'aide d'une machine de compression (Fig. 12, 13). Le comparateur qui mesure les déplacements a été soigneusement fixé sur la machine. L'acquisition de la variation des charges et des déplacements a été faite par paliers de 3KN.



Fig. 12 : La machine de compression



Fig. 13 : L'échantillon dans la machine

Exploitation des résultats

- Le traçage de la courbe contrainte-déformation correspondant à cet essai (Fig. 14), et qui a permis de déterminer les différentes caractéristiques mécaniques du matériau à savoir : les contraintes (δ), les

déformations (ε) et le module d'élasticité (E). Les résultats ont été reportés dans un tableau ci-après (Tab. 1).

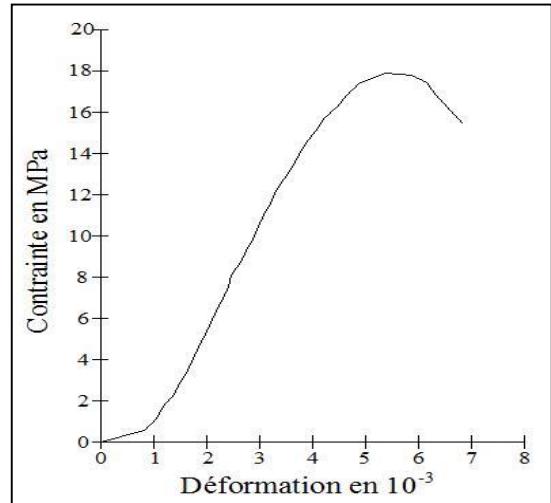


Fig. 14 : Courbe contrainte-déformation

Dimensions (mm)	115x45x95
Poids (g)	920
Charge maximale (KN)	92.627
Contrainte maximale (MPa)	17.898
Déformation maximale (10^{-3})	4.32
Contrainte élastique (MPa)	11.014
Déformation élastique (10^{-3})	3.32
Module d'élasticité (MPa)	2549.537

Tableau 1 : Les différentes caractéristiques de l'échantillon

Analyse des résultats et mode de rupture

Après la fin de l'essai les résultats suivants ont été remarqués :

- L'apparence de fissures longitudinales ; c'est-à-dire qu'il y avait des fissures parallèles au plan de chargement, ce qui confirme le bon fonctionnement des appuis anti-frettage.
- Le détachement de couches d'une épaisseur et d'une taille variables sur quelques faces de l'échantillon, cela revient peut être à deux causes :
 - l'effet de bord.
 - les faces de la brique ont subi des dommages au cours du temps.

- La rupture n'était pas par explosion brusque, ce qui n'est pas le cas, en général, pour les matériaux raide comme la brique. On a obtenu ce comportement malgré que la machine fût programmée pour continuer l'écrasement avec un pourcentage de 15% après la rupture, d'où on peut conclure que ce type de brique est un matériau non fragile (brique ancienne).

Selon la norme soviétique [4], il y avait sept catégories de brique ordinaire selon la résistance à la compression (en MPa) : 7.5, 10, 12.5, 15, 20, 25 et 30. Selon la norme française [6], la résistance moyenne à la compression des briques ordinaires était de 12.5MPa. D'où on peut conclure, en comparaison avec ces deux normes, que la brique utilisée au niveau du blockhaus de Tombourouf présente une bonne résistance à la compression.

IV. CONCLUSION

À travers le mode de comportement de la brique pendant les essais, où il n'y avait pas eu une rupture par explosion brusque, il a été constaté que ce type de brique n'est pas un matériau fragile ; c'est-à-dire que la brique utilisée dans la construction du blockhaus de Tombourouf est plutôt ductile que raide. Ce phénomène peut être lié au vieillissement du matériau, à sa constitution moléculaire ou au phénomène physico-chimique.

Ce type d'étude (relevé, essai mécanique) représente un passage fondamental dans le secteur des constructions anciennes dans la mesure de mener d'une manière rigoureuse et pertinente les interventions de restauration et de réhabilitation. Tout en sachant que la restauration et la mise en valeur des monuments historiques constituent un facteur très important dans le but d'arriver à un développement durable ; cela à travers l'intégration de ces monuments dans le circuit économique à travers le tourisme culturel.

Notations utilisées

δ : la contrainte en (MPa).

ε : la déformation en (10^{-3}).

E : le module d'élasticité en (MPa).

REFERENCES

- [1] M. Berbain, "Techniques et matériaux : bois-brique-pierre-pisé", Dossier pédagogique 2011-2012, Patrimoine 03 Junior, Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement de l'Allier (CAUE).

[2] L. Grimard, "L'usage de la brique au Québec, du 17^e au 20^e siècle", Département d'anthropologie : Université de Montréal, 2007.

[3] C. Guiorgadzé, "Détails architecturaux, ZPPAUP d'Aubusson, Synthèse de l'étude", juillet 2007, pp. 79-116

[4] Alexej G. Komar, "Matériaux et éléments de construction", Moscou : Éditions Mir, 1978.

[5] É. Olivier, "Technologie des matériaux de construction, TII, 5^{ème} édition, Paris : Entreprise Moderne d'Édition, 1976.

[6] É. Olivier, Technologie des matériaux de construction, TII, 5^{ème} édition, Paris : Entreprise Moderne d'Édition, 1976.

Table des illustrations

Fig. 1- Vue du blockhaus à partir de l'angle sud-ouest. Phot. Kouri, Yacine. © Yacine Kouri, 2012.

Fig. 2- Vue du blockhaus à partir de l'angle sud-est. Phot. Kouri, Yacine. © Yacine Kouri, 2012.

Fig. 3- Plan du rez-de-chaussée. Fig. Kouri, Yacine. © Yacine Kouri, 2014.

Fig. 4- Plan du premier étage. Fig. Kouri, Yacine. © Yacine Kouri, 2014.

Fig. 5- Plan du deuxième étage. Fig. Kouri, Yacine. © Yacine Kouri, 2014.

Fig. 6- Façade ouest. Fig. Kouri, Yacine. © Yacine Kouri, 2014.

Fig. 7- Le relevé photogrammétrique. Fig. Kouri, Yacine. © Yacine Kouri, 2012.

Fig. 8- L'échantillon avant la coupe. Phot. Kouri, Yacine. © Yacine Kouri, 2014.

Fig. 9- L'échantillon après la coupe. Phot. Kouri, Yacine. © Yacine Kouri, 2014.

Fig. 10- L'échantillon avec surfacage. Phot. Kouri, Yacine. © Yacine Kouri, 2014.

Fig. 11- Le comparateur utilisé. Phot. Kouri, Yacine. © Yacine Kouri, 2014.

Fig. 12- La machine de compression. Phot. Kouri, Yacine. © Yacine Kouri, 2014.

Fig. 13- L'échantillon dans la machine. Phot. Kouri, Yacine. © Yacine Kouri, 2014.

Fig. 14- Courbe contrainte-déformation. Fig. Kouri, Yacine. © Yacine Kouri, 2014.

Tableau 1- Les différentes caractéristiques de l'échantillon. Tableau. Kouri, Yacine. © Yacine Kouri, 2014.