



ETUDE DE L'INFLUENCE DES AJOUTS (GRIGNON D'OLIVE ET FOIN) SUR LES CARACTERISTIQUES PHYSICO-MECANIKES DE LA BRIQUE DE TERRE CUITE

Samia.Djadouf; Abdelhamid.Tahakourt; Nacer.Chelouah; Djoudi.Merabet

Département de génie civil; Laboratoire de technologie des matériaux et de génie des procédés. Université de Bejaia;

samia_arezki@yahoo.fr, atahakourt@yahoo.fr, nasser_chelouah@yahoo.fr, dmerabet@yahoo.fr

Reçu le : 07/06/2009

Accepté le : 10/10/2010

Résumé

Notre étude s'intègre dans la politique générale de l'économie d'énergie et de la protection de l'environnement. Son objectif est d'étudier l'influence de deux résidus organiques sur la brique de terre cuite. Le grignon d'olive et le foin sont des sous produits agricoles répandus sur le territoire algérien et spécialement dans la wilaya de Béjaia. Ces résidus sont généralement employés comme nourriture de bétail.

La capacité d'isolation de la brique augmente avec l'augmentation de sa porosité. Des ajouts organiques combustibles sont souvent utilisés dans le but de former des pores. A cet effet nous avons confectionné des briques de terre avec des mélanges de résidus organiques à des proportions de (0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5% et 10%). Tous les échantillons ont été cuits à 900°C. Plasticité, masse volumique apparente, et propriétés thermiques et mécaniques ont été étudiées. Les additions de résidus organiques se sont avérées efficaces pour former des pores tout en maintenant les propriétés mécaniques dans les limites des normes algériennes [1].

Mots clés :

Grignons d'olive / foin / argile / analyses thermiques / caractéristiques.

Abstract

Our study is integrated into the general policy of energy economy and environmental protection. Its objective is to study the influence of two organic residues in clay bricks. The olive stones and hay are the agricultural productions common in Algeria and especially Bejaia, the zone of our study. In all-purpose, these residues are used for animal feed.

The insulation capacity of the brick increases with increasing the porosity. Combustible organic additions are often used to form pores. To this purpose we have confectioned bricks of clay with mixtures of organic residues for those proportions (0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5% and 10%). All samples were fired at 900 ° C. Plasticity, bulk density and mechanical properties were studied. The additions of organic residues have proved successful to form pores while maintaining the mechanical properties in the limits of the Algerian norms [1].

Keyword:

Olive stones / hay / clay / thermal analysis / characteristics.



1. Introduction

Aujourd'hui le recyclage des déchets mis en décharge et l'économie d'énergie sont des champs de recherche très importants. Pour cela, comme exemple de solution envisagée pour ces deux problèmes, on citera l'importance que revêt remarquablement le recyclage des déchets agricoles dans la fabrication des briques poreuses.

Ces matériaux font références à des briques plus légères que les briques traditionnelles et visent principalement une meilleure isolation thermique.

Dans cet axe de recherche, plusieurs résidus organiques ont été déjà expertisés comme la sciure de bois, le charbon, le cambouis de papier, la paille et les résidus de brasserie [2] [3].

Rimpel et Scmedders (1996) montrent la possibilité de l'utilisation des résidus de paille et de roseau dans la production de briques de construction (cité par Demir) [4]. Demir a utilisé les déchets du thé pour le même but [2]. Demir, Baspinar et Orhan expertisent le rebus de brasserie [3]. Demir a utilisé encore une autre fois l'herbe, les résidus de tabac et la sciure de bois [4].

C'est dans cette gamme de matériaux que se situe la brique avec ajouts de grignon d'olive et de foin, objet de notre étude.

Le choix des ajouts se justifie par les raisons suivantes :

- Les grignons d'olives comptent parmi les matières les plus abondantes dans notre pays et plus particulièrement dans la wilaya de Béjaïa (zone de notre étude) et elles sont déversées dans la nature. Cette situation conduit à des pollutions qui peuvent avoir des impacts négatives sur la santé humaine et l'environnement [5].
- Le foin compte aussi parmi les matières les plus abondantes et de surcroît il a aussi l'avantage du moindre coût. C'est un produit naturel qui possède d'importantes caractéristiques qui le rendent à la fois utile et nécessaire à plusieurs branches d'activités industrielles.

Notre travail consiste à analyser les effets de l'incorporation de ces deux résidus sur les caractéristiques physico-mécaniques de la brique de terre cuite.

2. Expérience

2.1. Matières premières et analyses

Dans cette étude, nous avons à utiliser les matières premières présentées sur la figure 1 :

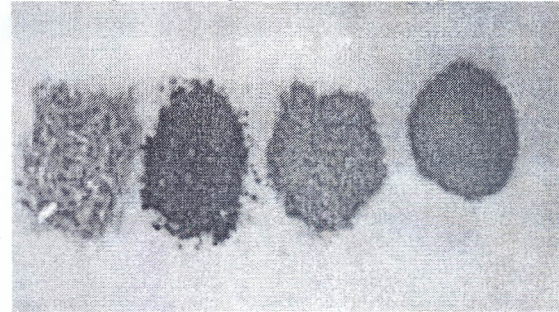


Figure 1 : Matières premières utilisées (foin, grignon d'olive brut (GOB), coque du grignon d'olive (CGO) et argile

L'argile provient de la carrière d'Oued Remila dans la wilaya de Béjaïa [6]. La composition chimique de cette argile est donnée par le tableau 1.

Tableau 1 : Composition chimique de l'argile

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃
46,67 %	11,85 %	5,15 %	14,70 %	1,89 %	1,57 %	0,89 %	0,52 %

D'après les résultats de la diffraction des rayons X les phases cristallines principales trouvées dans l'argile sont : la calcite, la chlorite, la dolomie, la kaolinite, le quartz et des minéraux micacés.

A noter que l'argile d'Oued Remila est constituée de grains sableux, de particules argileuses et de grains de carbonates:

Fractions sableuses ($\phi > 20\mu\text{m}$) = 12,49%

Fractions poussiéreuses ($2\mu\text{m} < \phi < 20\mu\text{m}$) = 71,79%

Fractions argileuses ($\phi < 2\mu\text{m}$) = 15,54%

Le grignon d'olive et le foin proviennent de la commune de Tazmalt dans la wilaya de Béjaïa. Le grignon d'olive est le rejet d'une huilerie moderne. Il est séché pendant quelques jours à l'air libre pour faciliter l'opération de séparation de la coque. Une partie de celui-ci est tamisée afin de séparer les débris de la coque de la pulpe.



Nous avons donc à incorporer dans la pâte d'argile trois types d'ajouts : le grignon d'olive brut (GOB), la coque du grignon d'olive (CGO) et le foin.

L'analyse chimique de ces ajouts montre que le grignon d'olive et le foin sont composés principalement de cellulose, de lignine et d'hémicellulose et une petite quantité de cendres (tableau 2).

Tableau 2 : Composition chimique des ajouts

	GOB	CGO	Foin
Lignine (%)	22,61	25,17	34,65
Cellulose (%)	33,42	41,15	30,24
Hémicellulose (%)	15,12	18,33	07,59
Cendres (%)	2,41	0,62	4,25
Matières grasses (%)	3,47	1,6	0,62

Nous avons aussi effectué des analyses thermiques sur les matières premières utilisées pour prévoir avec plus de précision comment vont-ils se comporter lors de la cuisson des échantillons de briques.

La figure 2 montre plus particulièrement par une analyse thermique différentielle (ATD) que toutes les séries d'analyses avec ajouts dégagent plus de chaleur que l'échantillon témoin ; ceci prouve que l'ajout d'une matière organique contribue à faire augmenter la température dans le four sous l'effet de la chaleur qu'elle dégage.

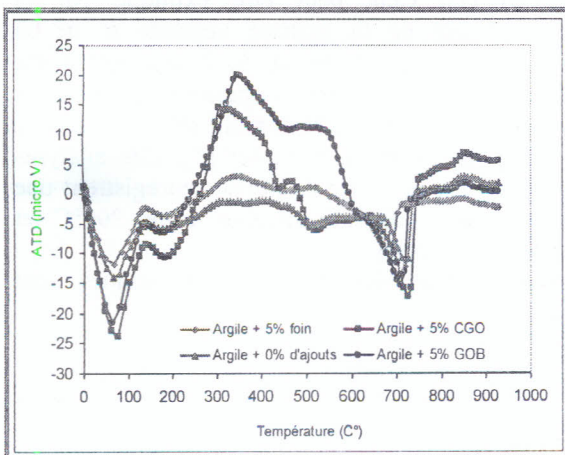


Figure 2 : Comparaison de l'ATD des différents échantillons à 5% d'ajouts avec l'échantillon témoin

La figure 3 montre l'état d'évolution des pertes en poids des échantillons avec 5% d'ajouts de

matières organiques (GOB, CGO et foin) comparé avec l'échantillon témoin (argile à 0% d'ajouts).

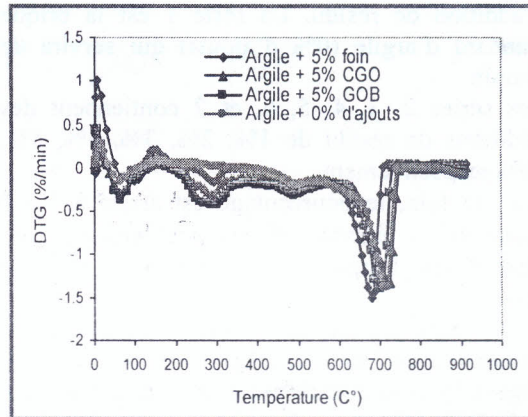


Figure 3 : Vitesse de réduction de masse des échantillons à 5% d'ajouts (DTG)

Le premier pic pour l'ensemble des échantillons présente la perte en poids provoquée par la perte d'humidité. Le deuxième pic correspond à la perte de la matière végétale entre 190°C et 340°C.

Ceci est vérifié par l'analyse thermique gravimétrique (ATG) de chaque ajout qui a confirmé que ce dernier enregistre des pertes en masse sur le même intervalle de température (figure 4). On constate clairement que les échantillons avec ajouts marquent une perte en poids considérable par rapport à l'échantillon témoin.

Le dernier pic des pertes en poids est attribué à la décomposition des carbonates entre 600°C et 780°C.

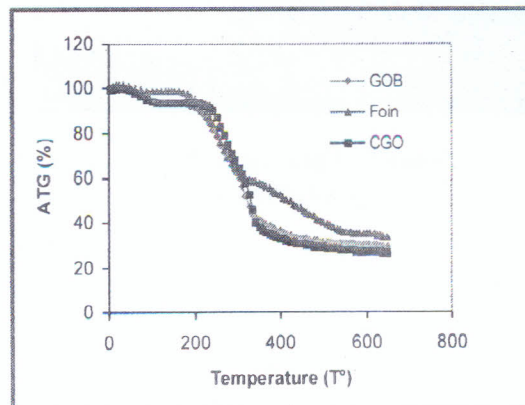


Figure 4 : Analyse thermique gravimétriques (ATG) des différents ajouts



2.2. Préparation des échantillons et essais

Sept séries d'échantillons ont été préparées pour les essais selon le pourcentage d'addition de résidu. La série 1 est la brique standard d'argile (0% d'ajouts) qui servira de témoin.

Les séries 2, 3, 4, 5, 6, et 7 contiennent des additions de résidu de 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 10% respectivement.

Pour le foin, le pourcentage est arrêté à 3% à cause de sa légèreté. Si les pourcentages sont plus élevés, l'argile se trouvera noyée dans le foin.

Les échantillons ainsi formés ont été séchés à l'air libre au laboratoire pendant 72h (figure 5) pour être séchés ensuite dans l'étuve à 105° C jusqu'à ce que le poids soit constant.

Nous procédons ensuite à la cuisson des briques à une température de 2°C/min jusqu'à 600°C (procéder à une cuisson lente au départ afin d'assurer une incinération des matières organiques sans inflammation) ensuite à 5°C/min jusqu'à 900°C



Figure 5 : Eprovettes de briques confectionnées

Les échantillons ont été naturellement refroidis à la température ambiante dans le four. En outre, le retrait, la plasticité, la perte au séchage, la perte au feu et le coefficient d'absorption d'eau ont été déterminés.

2.3. Résultats et discussions

Une fois les éprovettes de briques avec ajouts des différentes matières organiques sont confectionnées, nous procédons au démoulage de ces échantillons de brique, ces derniers ont une belle allure et ils sont bien compactes. Et après séchage et cuisson de ces briques, nous n'avons observé aucun défaut apparent (fendillements ou boursoufflage).

Par contre quelques fissures de séchage sont présentes, mais ces dernières sont de moindre importance et n'avaient altéré que très peu les produits. Ces échantillons sont ensuite soumis à de différents essais.

Toutes les propriétés technologiques ; plasticité, retrait au séchage et perte au feu, augmentent avec l'augmentation du pourcentage d'ajouts organiques (tableau n°3).

Le retrait a connu un accroissement faible. Cela est dû à la teneur en eau qui a augmenté en fonction du pourcentage d'ajouts.

La totalité de la perte de masse des échantillons étudiés varie entre 14 et 21%. Les valeurs trouvées restent toujours dans les normes (< 25%) [1]. Cela peut être expliqué par la combustion de la matière végétale et de sa disparition du corps de la brique qui a été prouvé par des analyses thermiques que nous avons effectuées au laboratoire selon le procédé décrit par Bouaziz et Rollet [7]. Ces analyses montrent que les ajouts utilisés enregistrent une perte en poids considérable entre 200°C et 500°C (figure 4).

Les résultats des essais technologiques sont présentés dans le tableau 3:



Tableau 3 : Propriétés technologiques des échantillons

	1 (0%)	2 (1%)	3 (2%)	4 (3%)	5 (4%)	6 (5%)	7 (10%)
Plasticité							
GOB	20,76	20,90	21,73	22,12	22,75	23,01	25,13
CGO		21,89	22,67	23,43	24,07	24,67	26,71
Foin		21,15	21,91	22,34	-	-	-
Rétrait au séchage (%)							
GOB	4,38	4,56	4,69	4,81	5,06	5,38	6
CGO		4,81	4,94	5,19	5,44	5,63	6,38
Foin		4,69	4,88	5,06	-	-	-
Retrait total après cuisson (%)							
GOB	4,63	4,69	4,75	4,94	5,19	5,38	6,19
CGO		4,94	5,13	5,31	5,56	5,63	6,5
Foin		4,75	5	5,19	-	-	-
Perte au feu (%)							
GOB	14,33	15,01	15,69	16,37	17,03	17,67	20,61
CGO		14,91	15,15	16,06	16,64	17,21	20,03
Foin		14,85	15,39	15,9	-	-	-

Les résultats des propriétés physico-mécaniques sont donnés dans le tableau 4

Tableau 4 : Propriétés physico-mécaniques des échantillons

	1 (0%)	2 (1%)	3 (2%)	4 (3%)	5 (4%)	6 (5%)	7 (10%)
Masse volumique apparente (g/cm³)							
GOB	1,69	1,58	1,54	1,49	1,46	1,42	1,32
CGO		1,6	1,55	1,51	1,48	1,44	1,34
Foin		1,56	1,52	1,48	-	-	-
Résistance à la compression des échantillons crus (MPa)							
GOB	4,88	4,97	5,32	5,75	5,98	6,15	6,88
CGO		5,02	5,44	5,83	6,14	6,28	7,05
Foin		5,02	5,39	5,8	-	-	-
Résistance à la flexion (MPa)							
GOB	8,62	7,86	7,15	6,63	6,18	5,59	3,83
CGO		8,16	7,45	6,92	6,59	6,04	4,62
Foin		7,62	6,98	6,52	-	-	-
Résistance à la compression des échantillons cuits (MPa)							
GOB	24,06	22,68	22,14	21,69	21,27	20,46	15,11
CGO		23,36	22,69	22,13	21,59	20,86	15,85
Foin		22,37	21,63	20,64	-	-	-
Coefficient d'absorption d'eau							
GOB	28,01	27,27	25,91	25,54	24,45	23,72	18,83
CGO		27,51	26,3	25,18	24,61	23,95	19,05
Foin		27,28	26,07	25,31	-	-	-



L'augmentation de la quantité de résidus organiques cause une réduction de la masse volumique apparente. La raison principale est la combustion de ces résidus.

La résistance à la compression des échantillons crus augmente avec le surcroît du pourcentage d'ajouts. Cette augmentation de résistance est utile pour réduire les chutes dues au déplacement des briques vers le lieu de cuisson.

Par contre la résistance à la compression des échantillons cuits diminue avec le pourcentage d'ajouts (figure 6). Néanmoins, les valeurs sont encore supérieures à celle exigée par les normes algériennes [1]. Le pourcentage de chute par rapport à l'échantillon témoin atteint 37,2% pour un ajout de 10%.

Le coefficient d'absorption d'eau diminue avec l'augmentation de l'ajout. La brique avec ajouts absorbe moins l'eau contenue dans le mortier. Cette caractéristique constitue un avantage, car les briques sans ajouts absorbent une grande partie de cette eau et provoquent l'effritement du mortier impliquant ainsi une adhérence médiocre.

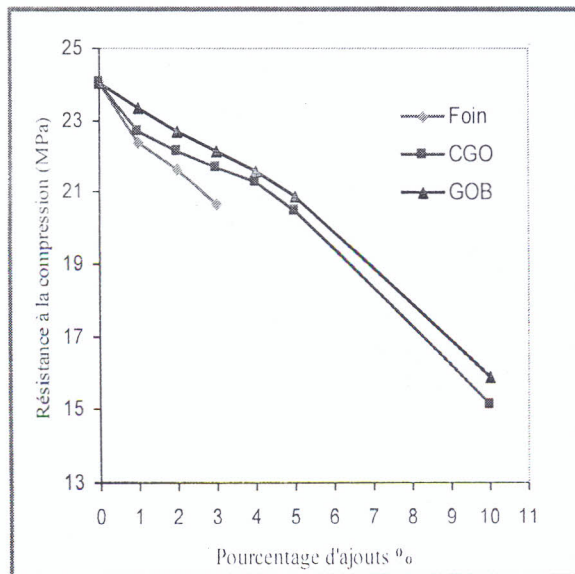


Figure 6 : Résistance à la compression en fonction du pourcentage d'ajouts

Les additions de résidus aux différents pourcentages sont avérées efficaces pour densifier les pores dans la structure des

échantillons avec des résistances mécaniques acceptables (figure 7).

Nous pouvons toutefois préconiser le pourcentage d'ajouts jusqu'à 5% pour limiter la chute de la résistance à la compression.

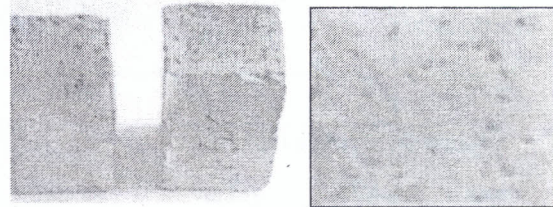


Figure 7 : Coupe transversale d'un échantillon de brique avec ajout montrant les pores

3. Conclusion

L'usage du grignon d'olive et du foin dans la fabrication de la brique constitue une percée intéressante à plusieurs points de vue. Il s'inscrit dans une démarche de développement durable et il présente l'avantage d'utiliser une matière première renouvelable contrairement aux granulats des carrières dont les ressources s'appauvrissent.

Nous avons montré dans cette étude que l'ajout des matières organiques qui brûlent pendant la cuisson, fait diminuer la masse volumique de la brique. Les briques sous cet effet deviennent plus légères et contribuent à baisser la charge morte dans les bâtiments. L'emploi de briques légères permet de réduire les dépenses de transport et le coût des murs.

Les résidus organiques sont consommés facilement pendant la cuisson. Et par leurs combustions, ils contribuent à l'augmentation de la température pendant la cuisson. Ce qui permet un usage économique de l'énergie nécessaire pour la cuisson. Aussi l'ajout de matières organiques qui brûlent pendant la cuisson, crée des pores dans le produit fini. La porosité élevée est une caractéristique recherchée aujourd'hui dans le but d'économiser l'énergie car la présence des pores dans les matériaux contribue à diminuer la conductivité thermique et augmente ainsi son pouvoir d'isolation [8] [9].

**Références bibliographiques**

- [1] Normes algériennes (NA) adoptées par le comité technique national N°37 « Liants - bétons - granulats » avec le statut de norme enregistrée conformément à la résolution du procès verbal de réunion N°02 du 14/05/95
- [2] I.DEMIR, *An investigation on the production brick with proceessed waste tea*. Building and Environment, n° 41, pp. 1274-1278, 2006.
- [3] I.DEMIR, M.S.BASPINAR, M.ORHAN. *Utilization of kraft pulp production residus in clay brick production*. Building and Environment, n° 40, pp. 1533-1537, 2005.
- [4] I.DEMIR. *Effet of organic residues addition on the technological properties of clay bricks*. Waste Management, n° 28, pp. 622-627, 2008.
- [5] Prévention de la pollution dans la production d'huile d'olive. Par le centre d'activités régionales pour la production propre (CAP/PP). Plan d'action pour la méditerranée. Edition du Ministère de l'environnement, 2000.
- [6] R.MOURADOV. Document technique du ministère des industries légères sur le gisement d'Oued Remila. Société Nationale des Matériaux de Construction (S.N.M.C), Division de Recherche et Etude Géologique (D.R.E.G). Rapport géologique final et recherches détaillées. Boumerdes, 1983.
- [7] R.BOUAZIZ, A-P.ROLLET. *L'analyse thermique: les changements de phase*. Tome2. Editions Gauthier Villars, 1972.
- [8] B.NAITALI. *Elaboration, caractérisation et modélisation de matériaux poreux. Influence de la structure poreuse sur la conductivité thermique effective*. Thèse de doctorat, Université de Limoges, 2005.
- [9] W.RUSS, H.MORTEL, R.M.PITTROFF. *Application of spent grains to increase porosity in bricks*. Construction and Building Materials, n° 19, pp. 117-126, 2005.
- [10] T.MIRANDA, A.ESTEBAN, S.ROJAS, I.MONTERO, A.RUIZ. *Combustion Analysis of Different Olive Residues*. International Journal of Molecular Sciences, n°9, pp. 512-525, 2008.
- [11] P.GARCIA-IBANEZ, M.SANCHEZ, A.CABANILLAS. *Thermogravimetric analysis of olive-oil residue in air atmosphere*. Fuel Processing Technology 87, pp.103-107, 2006.