

Effet du Sable de dune sur la Durabilité du Béton de Terre Stabilisée et Compressée

Ibrahim Messaoudene^{1,2}, Laurent Molez³, Abderrachid Amriou^{1,2}

¹Département de Génie Civil, Faculté des Sciences et Technologie, Université de Bordj Bou Arréridj, 34000 – Algérie, ibramessa99@yahoo.fr

²Laboratoire de Développement Géo-matériaux, Université de M'sila, 28000-Algérie

³Laboratoire Génie Civil Génie Mécanique –EA 3913 – Institut National des Sciences Appliquées – UEB – CS 70839, 35708 Rennes Cedex, France

RESUME Les matériaux écologiques de construction tels que le béton de terre contenant une proportion de divers composants écologiques sont de grande importance aujourd'hui. L'objectif de la production de ce béton est de réduire la consommation de ciment et donc la réduction de l'émission de CO₂. Le présent travail étudie l'effet de sable de dune sur la durabilité des bétons de terre compressée et stabilisée (BTCS) après 12 cycles de séchage/mouillage, de point de vue : perte de masse, résistance à la compression et absorption totale en eau. Dans ce cadre, on a utilisé cinq teneurs en sable (0, 20, 40, 60 et 80 %) du poids du mélange sec, avec 10% de ciment pour le stabiliser. Le mélange est compacté avec deux contraintes différentes (10 et 20MPa). Les échantillons (moules Proctor) ont été conservés au laboratoire à une température T= 20°C pendant 28 jours. Les résultats indiquent que la résistance à la compression et la durabilité des (BTC) sont bien meilleures pour un taux de sable de 20% et une contrainte de compactage de 20MPa.

Mots-clefs Béton de terre, Perméabilité, Compactage, Résistance à la compression, Durabilité

I. INTRODUCTION

Le Béton de Terre Compressé et Stabilisé est un produit répondant parfaitement aux enjeux et contraintes actuels connus dans le monde du bâtiment. Par sa simplicité de mise en œuvre (maçonnerie classique), les BTS peuvent constituer une solution alternative aux habituels blocs de ciment creux et permettre ainsi de renforcer l'aspect environnemental de l'opération en utilisant un matériau peu cher, résistant aux contraintes de la majorité des projets, naturel en apportant des solutions sur le plan de la gestion de l'humidité et de la qualité de l'air intérieur et surtout durable puisque ne nécessitant que peu d'émissions de CO₂ lors de sa fabrication et pouvant être produit partout où la terre se trouve.

La norme ARS 670 – 1996 définit les BTC comme des éléments de maçonnerie de dimensions réduites et de caractéristiques régulières, contrôlées et obtenues par compression statique ou dynamique de la terre à l'état humide suivie d'un démoulage immédiat.

La terre est composée de matériaux inertes (graviers, sables) et de matériaux actifs (argiles). Les premiers jouent un rôle de squelette et les seconds celui de liant, tel un ciment. La terre a donc une structure comparable à celle du béton avec un liant différent (Houben et Guillaud 1994).

La stabilisation est un processus de modification des propriétés du matériau de base afin d'en augmenter les performances. Elle peut être mécanique [(Meukam 2004); (Mesbah, et al. 2004)], chimique [(Nagaraj, et al. 2014) ; (Taallah, Guettala, et al. 2014) ; (Houben et Guillaud 1989) et (Gouny, et al. 2013)] ; ou physique (Taallah 2014) suivant l'usage que l'on fait des briques. L'objectif étant surtout d'améliorer la tenue mécanique et la tenue à l'eau, elle vise à augmenter la cohésion des particules et à réduire le volume des vides entre les particules solides.

C'est dans ce cadre que cette étude a pour but de voir l'effet du sable de dune sur le béton de terre stabilisée par 10% de ciment et compressée par avec deux contraintes différentes (10 et 20MPa).

II. Matériaux et Matériels

Les matériaux utilisés dans cette recherche sont : l'argile issue de Medjana (W.de Bordj Bou Arréridj), le sable de dune de Oued Souf, le ciment CRS-CEMI 42.5N N442 disponible sur le marché fabriqué par la cimenterie Lafarge (Hammam Dalâa- Wilaya de M'Sila) et l'eau.

L'équivalent de Sable au piston avoisine 90, le module de finesse est de l'ordre de 2.12 et sa courbe est uniforme et très peu étalée. D'après la classification des sols LCPC basée sur le coefficient d'uniformité et de courbure, le sable utilisé se classe parmi les sables propres mal gradués symbolisés par les lettres SM (sable mal gradué).

Avant de soumettre le sol aux essais, il est écrêté à 1mm. Il se situe dans la zone limite de liquidité ($25 < WL < 50$) et dans la zone limite de l'indice de plasticité ($2.5 < IP < 29$) selon la norme XP P 13-901. Il présente une plasticité tout à fait adaptée à la production des BTC.

Les moules cylindriques de l'essai Proctor (D=10 cm H=17 cm) sont utilisés pour la détermination des différents essais comme est illustré sur la figure 1 ci-dessous.

Le poids du mélange global sec pour chaque bloc est maintenu constant durant toutes les étapes de cette étude, il est pris égale à 2Kg. La composition des mélanges employés dans cette étude est présentée dans le tableau 1.

Les matériaux (sol + sable + ciment) sont d'abord mélangés à sec pendant deux minutes puis malaxés avec l'eau pendant deux minutes aussi dans un malaxeur à une vitesse de 140tr/min.

La teneur en eau a une action primordiale sur le comportement des matériaux. Dans notre cas l'optimisation de la teneur en eau a été obtenue comme suit : On ajoute de l'eau jusqu'au moment où l'on constate de visu que le mélange soit homogène. Le rapport Eau/Ciment diminue à chaque fois que le pourcentage du sable augmente.

Le compactage des éprouvettes est du type statique à simple effet : le plateau inférieur de la presse se déplace entraînant l'ensemble (moule + mélange + piston), le plateau supérieur reste fixe. L'opération est conduite jusqu'à la contrainte de compression voulue (10 et 20MPa). Le démoulage se fait directement après le compactage.



FIGURE 1. Moule cylindrique utilisé pour la fabrication des BTC

TABLEAU 1. Composition des différents mélanges

Codifications	Argile (%)	Sable (%)	Ciment (%)	Contrainte de Compression
E1	90	0	10	10MPa
E2	70	20	10	
E3	50	40	10	
E4	30	60	10	
E5	10	80	10	
F1	90	0	10	20MPa
F2	70	20	10	
F3	50	40	10	
F4	30	60	10	
F5	10	80	10	

III. Essais

Les différents essais effectués sont consacrés à l'étude de l'effet du sable sur la durabilité des bétons de terre compressée et stabilisée (BTCS) après 12 cycles de séchage/mouillage, de point de vue : résistance à la compression, perte de masse et absorption totale en eau.

Selon la norme ASTM D 559-57, on a fait sécher les éprouvettes jusqu'à un poids constant à une température de 60° à 70°C, les éprouvettes sont pesées après le séchage puis soumises à une série de cycles comprenant : 5 heures d'immersion dans l'eau au bout des quelles l'éprouvette est pesée et 42 heures de séchage à l'étuve à 70°C.

IV. Résultats

Les résultats obtenus montrent que :

- La perte de masse diminue à chaque fois que le taux de sable augmente. Elle passe de 13% à 2% pour des taux de sable de 0% et 80%, respectivement. Aussi, elle diminue en augmentant la contrainte de compactage. Celle-ci rend le BTC plus cohérent et plus compact par l'élimination des vides inter-granulaires. La perte de masse diminue de plus de 50% quand la contrainte de compactage passe de 10 à 20MPa.

- La résistance à la compression atteint un maximum pour un taux de sable de 20% et une contrainte de compactage de 20MPa. La résistance diminue légèrement pour des taux de sable de 40% et 60% pour chuter remarquablement pour un taux de 80%.

- L'absorption totale en eau diminue avec l'augmentation du dosage du sable jusqu'à 40%. L'augmentation de la contrainte de compactage (de 10 à 20MPa) imperméabilise mieux le béton ce qui diminue son absorption d'eau.

Les résultats obtenus rejoignent ceux des travaux de (Izemmourena et Guettala 2014) qui ont montré que l'augmentation de la concentration en sable améliore considérablement les résistances mécaniques et présente un optimum de 30% pour les essais de durabilité.

REFERENCES

Gouny, F., Fouchal, F., Pop, O., Maillard, P., & Rossignol, S. (2013). Mechanical behavior of an assembly of wood–geopolymer–earth bricks. *Construction & Building Materials*, 38, 110-118.

Guettala, A., & Guenfoud, M. (1998). Influence des types d'argiles sur les propriétés mécaniques du béton de terre stabilisée au ciment. *ANNALES du Bâtiment & des Travaux Publics*, 1, 15-25.

Houben, H., & Guillaud, H. (1994). *Earth Construction: a Comprehensive Guide*.

Izemmourena, O., & Guettala, A. (2014). Amélioration de la durabilité des briques de terre comprimée à base d'un sol de la région de Biskra. *MATEC Web Conferences*, 1-5.

Kerali, AG. (2001). Durability of compressed and cement-stabilized building blocks. PhD Thesis, University of Warwick, School of Engineering.

Mesbah, A., Morel, J. C., Walker, P., & Ghavami, Kh. (2004). Development of a direct tensile test for compacted earth blocks reinforced with natural fibers. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 16(1), 95-98.

Meukam, P. (2004). Valorisation des briques de terre stabilisées en vue de l'isolation thermique de bâtiments. Université de Yaoundé.

Nagaraj, H B., Saravan, M V., Arun, T G., & Kagadish, K S. (2014). Role of lime with cement in long-term strength of Compressed Stabilized Earth Blocks. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 3(1), 54-61.

Taallah, B. (2014). Etude du Comportement Physico-Mécanique du Bloc de Terre Comprimée avec Fibres. Thèse de Doctorat, Université de Biskra, Algérie.

Taallah, B., Guettala, A., Guettala, S., & Kriker, A. (2014). Mechanical properties and hygroscopicity behavior of compressed earth block filled by date palm fibers. *Construction & Building Materials*, 59, 161-168.