



HAL
open science

Evaluation de l'influence du pourcentage de sable et du ciment sur la résistance à la compression du BTC

Abderrachid Amriou, Mohamed Bencheikh, Ibrahim Messaoudene, Sadek Deboucha, Hocine Ziani

► To cite this version:

Abderrachid Amriou, Mohamed Bencheikh, Ibrahim Messaoudene, Sadek Deboucha, Hocine Ziani. Evaluation de l'influence du pourcentage de sable et du ciment sur la résistance à la compression du BTC. Rencontres Nationales de Génie Civil et d'Hydraulique. Skikda, les 4 et 5 Décembre 2019, Dec 2019, Skikda, Algérie. hal-03018307

HAL Id: hal-03018307

<https://hal.science/hal-03018307v1>

Submitted on 22 Nov 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Evaluation de l'influence du pourcentage de sable et du ciment sur la résistance à la compression du BTC

Abderrachid AMRIOU^{1,2} Mohamed BENCHEIKH² Ibrahim MESSAOUDENE¹ Sadek DEBOUCHA¹ Hocine ZIANI¹

1.Département de Génie Civil, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi de Bordj Bou Arréridj El-Anasser, 34030

2.Laboratoire de développement des géo matériaux, Université de M'sila, B.P 166, Ichbilila, M'sila 28000

Résumé :

La terre crue demeure l'un des principaux matériaux de construction utilisée sur notre planète. La technique des blocs de terre comprimée (BTC) est une technique récente qui a permis de construire des bâtiments à plusieurs niveaux, grâce à des stabilisants qui permettent d'augmenter leur résistance.

La présente étude a pour objectif d'évaluer la résistance à la compression à 28 jours. Les essais ont été effectués sur des échantillons confectionnés par mélange d'argile, de sable et de ciment. Le programme expérimental comporte cinq niveaux de sable de dune (0%,20%,40%,60%,80%), deux teneurs en ciments (5 et 10 %) pour stabiliser le béton et deux contraintes de compactage (10 et 20MPa).

Les résultats obtenus ont montré que les meilleures résistances à la compression sont obtenues en utilisant 60 % de sable de dune, un taux de 10% de stabilisant et avec une contrainte de compactage de 10MPa.

Mots clés : BTC, Argile, stabilisation, sable de dune, résistance mécanique.

1. Introduction

La consommation du ciment devient de plus en plus importante. Le monde produit des milliards de tonnes de ciment chaque année. La production d'une tonne de ciment consomme 1,7 tonne de matière première, environ 7 000 MJ d'énergie électrique et de combustible (Mindess S 2003). Cette production émet entre 0,75 et 1 tonne de gaz carbonique, 1 à 2 kg de dioxyde de soufre et de poussière (Chen C 2007). C'est dans ce contexte que Les préoccupations environnementales peuvent découvrir les qualités du matériau de la terre. Son utilisation ne participe pas à l'épuisement des ressources et à la pollution accrue (eau, air, sol) ou à des déchets, changements biologiques (Mohamed Bachar 2015).

Ce matériau issu de la terre est devenu de plus en plus compétitif sur le plan économique en raison de la disponibilité des matières premières et de la simplicité du processus de production. La stabilisation des sols avec des liants hydrauliques a débuté en 1917 et beaucoup de chercheurs ont orienté leurs recherches dans cette direction (Bahar R 2004), (Goodary R 2012). Ainsi, Les propriétés du sol peuvent être modifiées en ajoutant un liant pour améliorer sa résistance et sa durabilité (Nasly M A 2009). Les blocs de terre stabilisée sont devenus alors l'un des matériaux de construction les plus utilisés (Grytan S 2012).

L'utilisation de la terre en construction s'est développée avec la technologie des blocs de terre stabilisés comprimés (Tadege 2007). Cette procédure est un progrès innovant de la technologie terrestre traditionnelle. Elle consiste à ajouter à la terre une petite quantité de stabilisant tel que du ciment et à fabriquer des blocs de terre comprimée en utilisant des moyens matériels pour assurer le compactage voulu.

L'utilisation des blocs de terre comprimée permet de réduire les coûts de transport, car la production est in situ et génère une économie locale plutôt que des dépenses en matériaux d'importation (Fetra V R 2011). La qualité de ce matériau dépend du type et de la composition du sol, de la contrainte de compactage appliquée et de la nature du liant et des ajouts utilisés pour stabiliser et renforcer les blocs. Ainsi, un bon sol utilisé pour les blocs de terre comprimés devrait contenir 60-70% de sable et 30-40% d'argile (Burroughs 2012)

De nombreux chercheurs ont travaillé sur les blocs de terre stabilisée comprimée. Walker a étudié les effets des caractéristiques du sol et de la teneur en ciment sur les propriétés physiques des blocs stabilisés. Les résultats obtenus montrent qu'avec une contrainte de compactage de 4 MPa, les résistances à la compression varient largement en fonction de la teneur en argile. Elles variaient entre 5,54 MPa et 3 MPa en utilisant une presse mécanique et un mélange d'un sol à 50% d'argile et un sol de rivière (Walker P 1995)..

D'autres recherches ont souligné certains effets sur les propriétés des blocs de ciment-sol. Ils ont suggéré que la teneur en ciment, en tant que composant le plus important, était d'environ 5 à 10% ou de 6 à 12% en masse (Walker 1997) . Les résultats ont montré que la résistance à la compression des blocs de ciment-sol augmentait avec l'augmentation de la teneur en ciment.

De plus, la durabilité des blocs de sol en ciment contenant des sols sableux a été améliorée. La résistance et la durabilité des blocs-ciment-sol dépendaient des propriétés du sol. Les sols avec une teneur en argile de 15 à 30% étaient appropriés. Dans le mélange, une teneur en argile de 14 et 16% peut améliorer la résistance à la compression et à la flexion (Venkatarama Reddy 2007).

2. Matériaux et expérimentation

2.1. Composition des bétons

Le but de cette étude a pour but de trouver la formulation du béton à base de terre en essayant d'évaluer l'influence des différents composants principalement le sable, le ciment et la contrainte de compression ou de compactage. Deux dosages en ciment de 5% et 10 %, ont été utilisés. Le pourcentage du sable a été également modifié afin de mieux comprendre leur influence sur la résistance mécanique du béton de terre stabilisé. Enfin, la confection des échantillons est réalisée sous deux contraintes de compression de 10 et 20 MPa.

Les matériaux utilisés dans la confection des divers échantillons du BTC stabilisé sont les suivants :

- ❖ Les sols utilisés dans notre recherche trouvent leur appartenance dans la région d'Oued lahmer -Medjanna - Bordj Bou Arreridj ;
- ❖ Un sable de dune d'Oued Souf ;
- ❖ Le ciment utilisé est un ciment CRS-CEMI 42.5N disponible sur le marché fabriqué par la cimenterie Lafarge (Hammam Dalâa- Wilaya de M'Sila) ;
- ❖ Eau de robinet pour le gâchage.

2.2. Caractéristiques des matériaux

L'argile

Tableau 1. L`analyse chimique d`argile

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	PF	Cl
54.05	20.66	8.37	1.23	2.68	0.01	3.86	0.59	0.13	0.86	7.57	0.003

Tableau 2. L`analyse minéralogique d`argile

Minéraux présents	Teneurs (%)	
Quartz	SiO ₂	25
Calcite	CaCO ₃	02
Albite	Na Al SiO ₈	05
Feldspaths	K(K ₂ O ₆ SiO ₂ Al ₂ O ₃)	09
Illite	2K ₂ O Al ₂ O ₃ 24SiO ₂ 2H ₂ O	20
Kaolinite	Al ₂ Si ₂ O ₃ (OH) ₄	19
Chlorite	Mg ₂ Al ₂ O ₁₈ Si ₃	12
Minéraux ferrugineux+ Autres		08

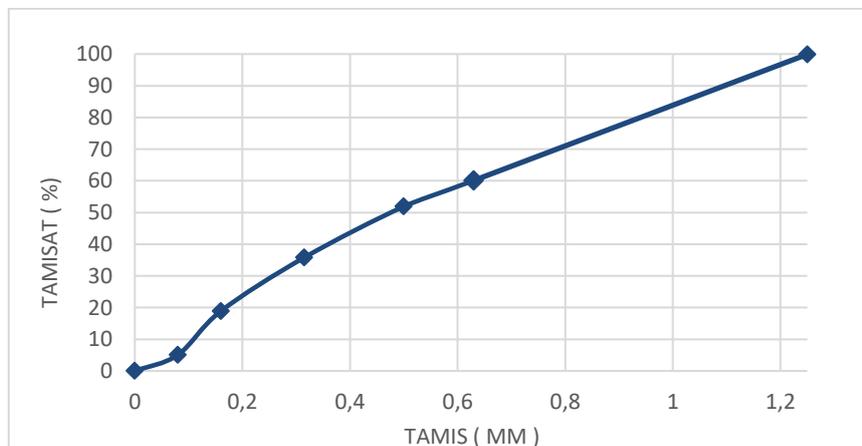


Figure 1. Courbe de l'analyse granulométrique du sol

Le sable

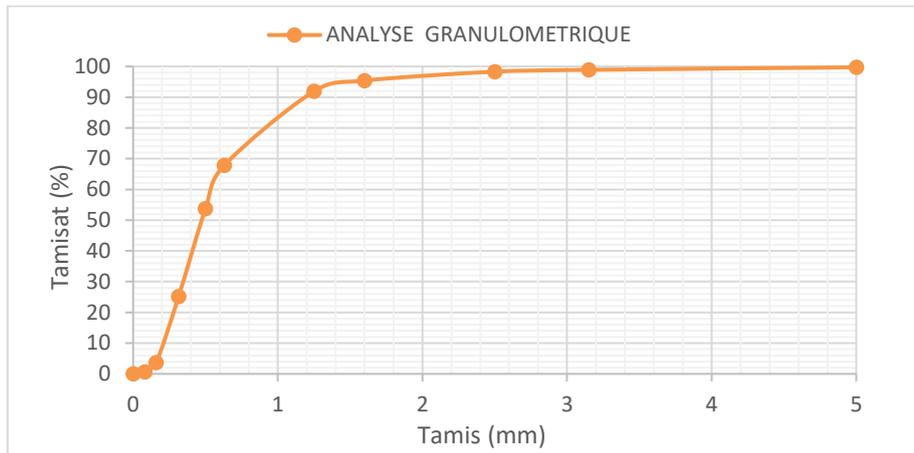


Figure 2. Courbe de l'analyse granulométrique du sable de dune

2.3. Malaxage des mélanges et préparation des échantillons

Les échantillons destinés aux différents essais sont confectionnés en réalisant plusieurs mélanges d'argile, du sable et du ciment. Ces échantillons sont confectionnés en utilisant les moules de l'essai Proctor (D=10 cm et H=16 cm). La compression est assurée par une presse hydraulique électrique sous une contrainte de 10 MPa ou 20 MPa. Le démoulage est effectué juste après le façonnage par un cric hydraulique manuel.

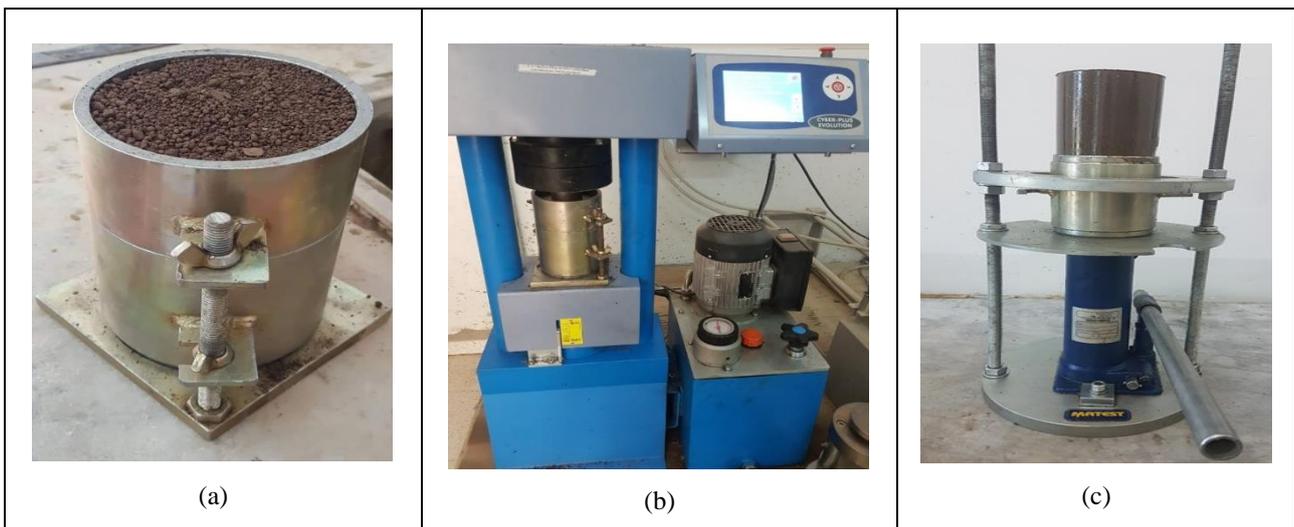


Figure 3. Façonnage des échantillons. (a) mise en place du mélange dans le moule, (b) compactage des échantillons, (c) démoulage des échantillons

Le poids du mélange global sec pour chaque bloc est maintenu constant durant toutes les étapes de cette étude, il est pris égal à 2 Kg. La quantité d'eau est déterminée expérimentalement. On ajoute l'eau puis le malaxage est réalisé légèrement jusqu'au moment où le mélange devient homogène.



Figure 4. Homogénéité des mélanges

Le démoulage des échantillons est réalisé immédiatement après le façonnage. Ces échantillons sont recouverts avec un film en plastique pour assurer son étanchéité. Ils sont ensuite conservés à une température de 20 ± 2 °C) pendant 28 jours. Le tableau 3 ci-dessous présente les différents mélanges réalisés dans cette étude.



Figure 5. Échantillons d'essais

Tableau 3. Composition des différents mélanges

N°	Argile%	Sable %	Ciment %	Compactage (MPa)
01	95	0	5	10
02	75	20	5	10
03	55	40	5	10
04	35	60	5	10
05	15	80	5	10
06	90	0	10	20
07	70	20	10	20
08	50	40	10	20
09	30	60	10	20
10	10	80	10	20

2.4. Méthode expérimentale

Essais de résistance à la compression

Les essais de compression sont réalisés suivant la norme (NF P 18-406) : on soumet l'échantillon étudié à une charge croissante jusqu'à la rupture. La résistance à la compression est calculée par le rapport entre la charge de rupture et la section de l'éprouvette. La charge est effectuée à raison de 0.5 Mpa/s.

3. Résultats et discussion

3.1. Résistance à la compression du BTSC (5% de ciment)

Tableau 4. Résistance à la compression (C=5%, Compactage = 10 MPa)

N°	Taux de sable %	Résistance (MPa)	Compactage (MPa)
01	0	5.46	
02	20	4.25	
03	40	4.80	10
04	60	4.60	
05	80	3.51	

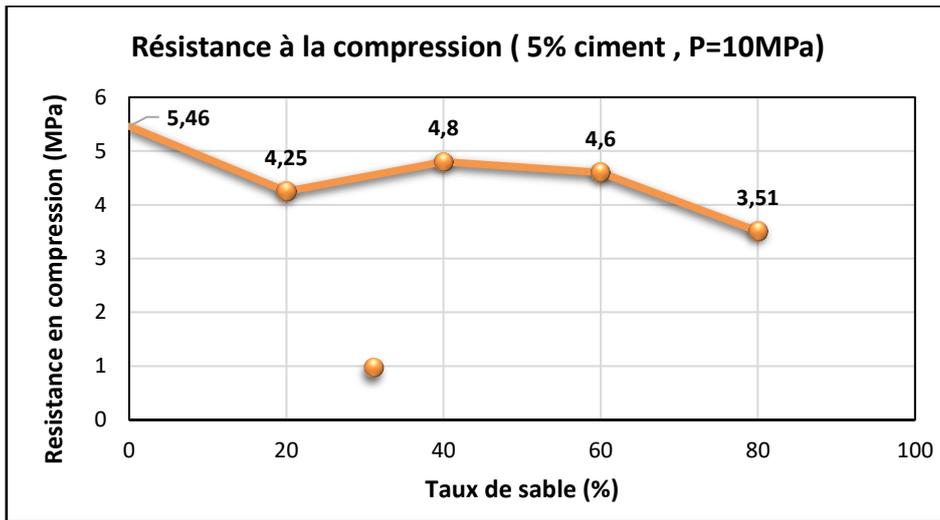


Figure 6. Evolution de la résistance en fonction de taux de sable (C=5%, contrainte de compactage = 10MPa)

Tableau 5. Résistance à la compression (C=5%, Compactage = 20 MPa)

N°	Taux de sable (%)	Résistance (MPa)	Compactage (MPa)
01	0	6.47	
02	20	5.87	
03	40	5.78	20
04	60	5.76	
05	80	4.27	

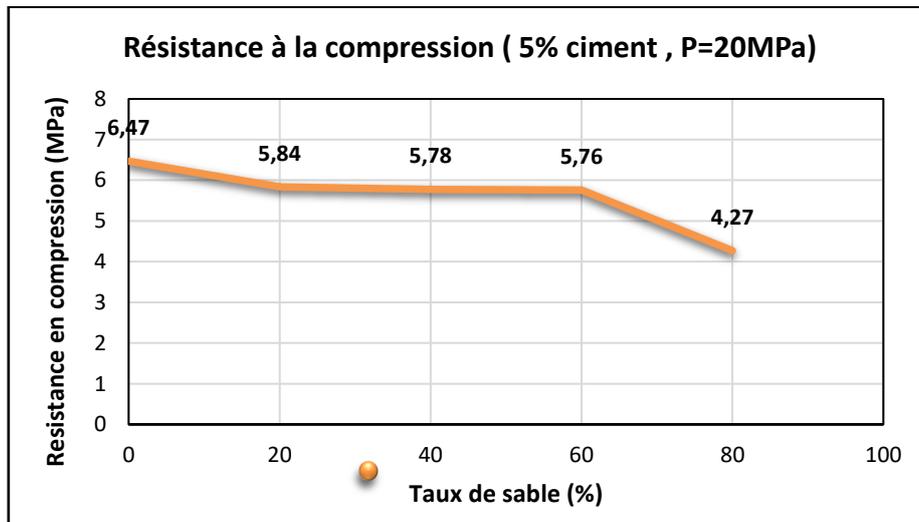


Figure 7. Evolution de la résistance en fonction de taux de sable (C=5%, contrainte de compactage = 20MPa)

3.2. Résistance à la compression du BTSC (10 % de ciment)

Tableau 6. Résistance à la compression (C=10%, Compactage = 10 MPa)

N°	Taux de sable (%)	Résistance (MPa)	Compactage (MPa)
01	0	8.58	
02	20	8.42	
03	40	10.42	10
04	60	10.82	
05	80	6.81	

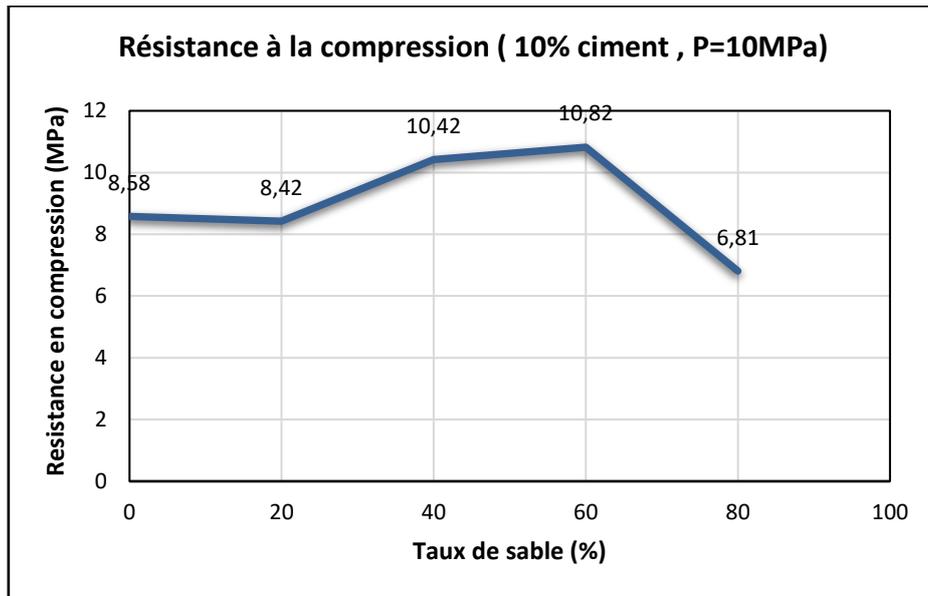


Figure 8. Evolution de la résistance en fonction de taux de sable (C=10%, contrainte de compactage = 10MPa)

Tableau 7. Résistance à la compression (C=10%, Compactage = 20 MPa)

N°	Taux de sable (%)	Résistance (MPa)	Compactage (MPa)
01	0	10.38	
02	20	8.14	
03	40	8.93	20
04	60	9.72	
05	80	6.07	

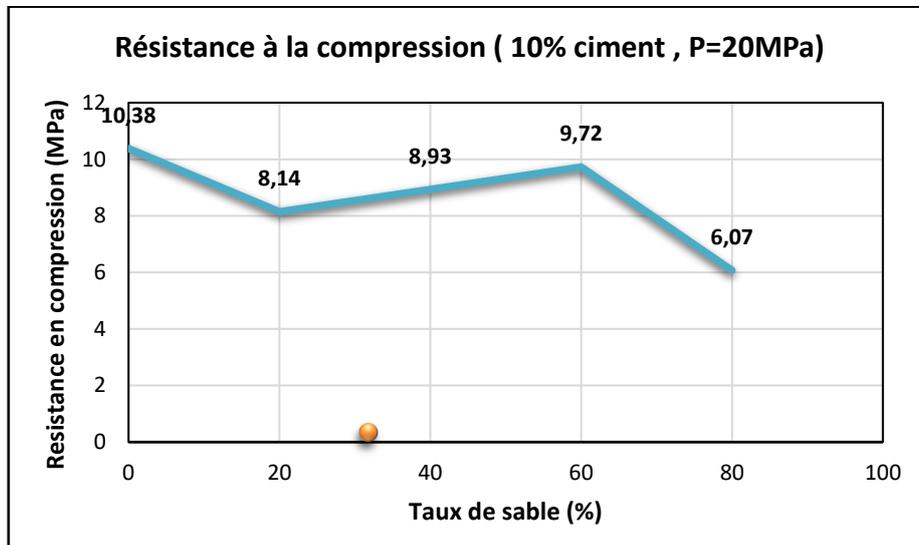


Figure 9. Evolution de la résistance en fonction de taux de sable (C=10%, contrainte de compactage = 20MPa)

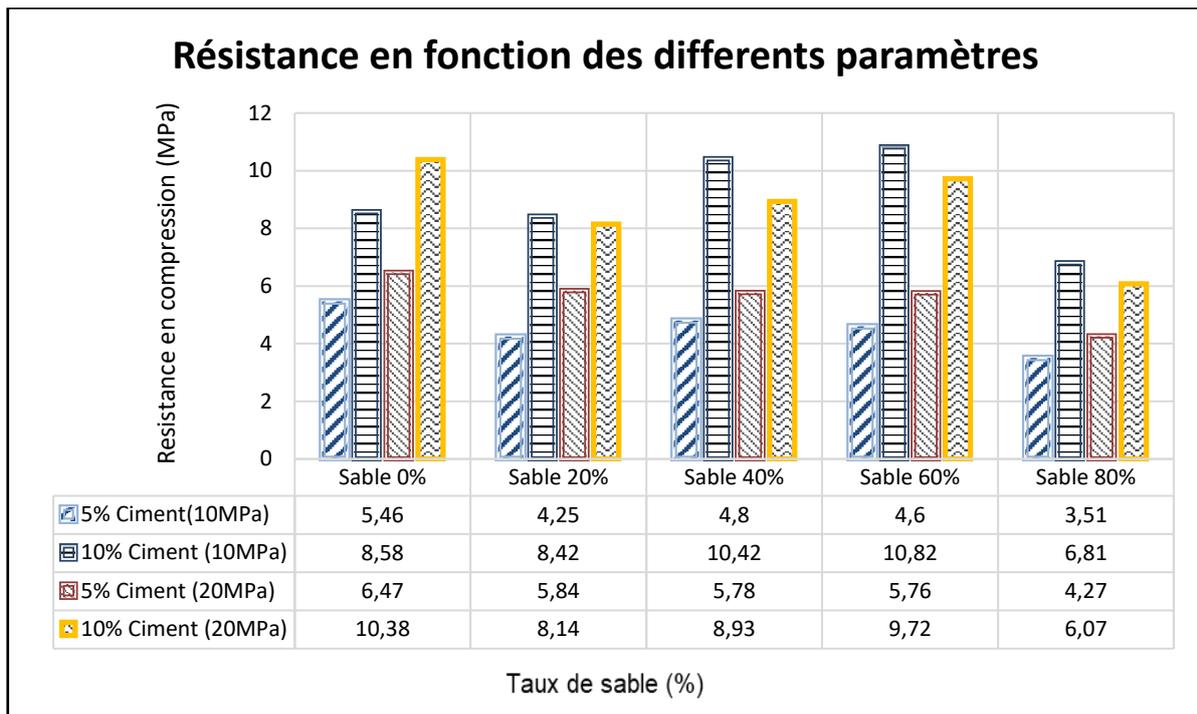


Figure 10 : Evolution de la résistance en fonction des différents composants

Les figures 6, 7, 8, 9 et 10 présentent l'effet du taux de sable dans les mélanges du béton de terre stabilisé et comprimés étudiés, sur la résistance à la compression à 28 jours. D'après ces résultats on remarque que la résistance est atteinte pour un taux de sable de 60% et une contrainte de compactage de 10 MPa. Elle est de l'ordre de plus de 10.82 MPa.

4. Conclusion

Ce travail expérimental a consisté à étudier l'influence du taux de sable et du ciment sur la résistance à la compression du béton de terre stabilisé comprimé.

Dans ce cadre, on a utilisé cinq teneurs en sable (0, 20, 40, 60 et 80 %) du poids du mélange sec, avec 5% et 10% de ciment pour le stabiliser ces mélanges. Les mélanges ont été compactés avec deux contraintes différentes (10 et 20MPa). Les échantillons de formes cylindriques ont été soumis à l'essai de résistance mécanique en compression sèche à 28 jours.

Les propriétés du matériau dépendent du taux de sable dans le mélange, de la contrainte de compactage et du dosage de ciment : les résultats obtenus montrent que la résistance à la compression atteint un maximum pour un taux de sable de 60 %, un dosage de 10% de ciment et une contrainte de compression des échantillons de 10MPa :

5. Références

- Bahar R, Benazzoug M, Kenai S. «Performance of compacted cement-stabilized soil.» *Cem Concr Compos* , 2004: 811-820.
- Burroughs, Steve. «Recommendations for the Selection, Stabilization, and Compaction of Soil for Rammed Earth Wall Construction.» *Journal of green building*, 2012: 101-111.
- Chen C, Hu D, Wen QX, Zhang DK. «Ressource depletion and environmental discharge of cement production in China.» *J Anhui Agric Sci*, 2007: 28-35.
- Fetra V R, Rahman I A and Zaidi A M A. «Preliminary Study of Compressed Stabilized Earth Brick (CSEB).» *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 2011: 6-12.
- Goodary R, Lecomte-Nana GL, Petit C, Smith DS. «Investigation of the strength development in cement-stabilized soils of volcanic origin.» *Constr Build Mater* , 2012: 592-598.
- Grytan S, Saha J and Md. Rokonzaman. «Development of regression equation for optimizing the material requirements of lime and sand stabilizing adobe based on consistency and linear shrinkage.» *International Journal of Applied Sciences and Engineering research*, 2012: 499-511.
- Mindess S, Young JF, Darwin D. *Concrete 2nd ed.* Nex jersey: Prentice Hall, 2003.

- Mohamed Bachar, Lakhdar Azzouz, Mohamed Rabehi, Bouzidi Mezghiche. «Characterization of a stabilized earth concrete and the effect of incorporation of aggregates of cork on its thermo mecanial propertie: experimental study ans modeling.» *construction and building materials*, 2015: 259-267.
- Nasly M A, Yassin A A M, Zahrizan Zakaria and Khairunisa Abdullah. *Pressed stabilized earth as load bearing interlocking block*. Pahang Malaysia: University Malaysia Pahang, 2009.
- Tadege, Asmamaw. *Study of compressed cement stabilized soil block as an alternative wall making material*. thèse, Addis Ababa: the Schools of Graduate Studies of Addis Ababa University, 2007.
- Venkatarama Reddy, B. V., Richardson, L., and Nanjunda Rao, K. S. «Optimum grading for the soil-cement blocks.» *Journal of Materials in Civil Engineering, ASCE*, 2007: 139-148.
- Walker P, J. «Strength, Durability and Shrinkage Characteristics of Cement Stabil ised Blocks.» *Cement and Concrete Composites*, 1995: 301-385.
- Walker, P. and Stace, T. «Properties of some cement stabilized compressed earth blocks and mortars.» *Materials and Structures*, 1997: 545-551.