

Etude du comportement physico-mécanique des bétons de sable à base de déchets de polissage de carrelage

K Gadri, A Guettala

▶ **To cite this version:**

K Gadri, A Guettala. Etude du comportement physico-mécanique des bétons de sable à base de déchets de polissage de carrelage. Conférence Matériaux 2014 - Colloque Ecomatériau, Nov 2014, Montpellier, France. hal-01144551

HAL Id: hal-01144551
https://enpc.hal.science/hal-01144551

Submitted on 21 Apr 2015

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.

Etude du comportement physico-mécanique des bétons de sable à base de déchets de polissage de carrelage

K. GADRI[*1], A. GUETTALA[2]

[1]Laboratoire de recherche de génie civil (LRGCB), Université de Biskra, (Algérie)
[*] gadri_k@yahoo.fr

Résumé

Les déchets industriels soulèvent actuellement des problèmes particulièrement difficiles à résoudre. Or leur réutilisation pourrait résoudre un triple problème : problèmes techniques, économiques et environnementaux. Le présent travail consiste, alors à incorporer le déchet de polissage de carrelage comme filler dans le béton de sable et étudier l'effet d'ajout de ce déchet à différents dosages sur les caractéristiques physiques (retrait, déformation longitudinale) ainsi mécaniques (résistance à la compression et à la traction), afin de l'utiliser dans différents domaines et spécialement dans la réparation des ouvrages en béton armé. On a formulé un béton de sable à base de matériaux locaux (sable de Bousaada, ciment : CPJ 32,5), on a put avoir avec un dosage optimum de 145 Kg/m^3 de filler déchet de polissage de carrelage, à l'âge de 28 jours une résistance mécanique à la compression qui dépasse 25 MPa avec un retrait modéré. D'où on constate un gain économique et autre écologique.

MOTS CLES: *Béton de sable, retrait, compacité, filler calcaire, déchets de polissage de carrelage.*

Abstract

Industrial waste currently raises particularly difficult issues to resolve. Orr use may solve three problems: technical, economic and environmental. The present work is then to incorporate waste polishing tiles as filler in concrete sand and study the effect of addition of waste to different doses of physical characteristics (shrinkage, longitudinal deformation) and mechanical properties (compressive strength and tensile strength), for use in various fields and especially in the superficial repair of reinforced concrete structures. We made a concrete sand using local materials(sand Bousaada, cement:CPJ32.5), we could have a optimum dosage of 145 kg/m^3 filler waste polishing tiles, to 28 days old mechanical resistance to compression is greater than 25 MPa with moderate shrinkage. Where there is a gain economic and other ecological.

KEYWORDS: *sand concrete, shrinkage, compactness, limestone filler, waste polishing tiles.*

1. INTRODUCTION

Dans notre travail on s'intéresse à l'exploitation des matériaux locaux dans la construction au lieu d'utiliser des matériaux qui exigent un approvisionnement très couteux, et comme le sud algérien est très riche en sable on a pensé à exploiter ce matériau pour la fabrication des bétons de sable [9]. Les bétons de sable ont donc les mêmes dosages en ciment que les bétons traditionnels (250 à 400 kg/m^3); la compacité est atteinte par un ajout complémentaire de fines, généralement calcaires qui sont remplacées dans ce travail par le déchet de polissage de carrelage. Parfois, certains usages du béton exigent des caractéristiques mal assurées par le béton traditionnel et que le béton de sable peut mieux satisfaire, parmi ces particularités on cite : La maniabilité, la cohésion et l'absence de ségrégation, la petite granulométrie et la faible dimension des grains aussi l'aspect de surface encourage à l'utiliser dans différents domaines de construction. L'autre intérêt pour ce matériau c'est la possibilité d'employé des fillers industriels pour augmenter sa compacité. L'absorption de ces déchets industriels comme dans notre cas les déchets de polissage carrelage procure non seulement

un intérêt économique mai aussi un intérêt du point écologique qui est devenu tés important au cours de la dernière décennie.

Le présent travail, qui s'inscrit dans la continuité des travaux antérieurs déjà menés sur des bétons de sables [1,2,3,4,9], a justement pour objectif de comprendre leur comportement physico-mécanique par l'introduction d'un filler obtenus du déchet de polissage de carrelage (DPC) au lieu d'un filler calcaire. Aussi cette étude a un objectif écologique autant qu'économique.

2. Matériaux utilisés

2.1. Sable

Il s'agit d'un sable alluvionnaire de la région de BOUSAADA (Nord de Sud-est Algérien), ou ses caractéristiques sont groupées dans le tableau 1 ci-dessous. Ce sable est de granulométrie continue comme il est présenté sur la figure 1.

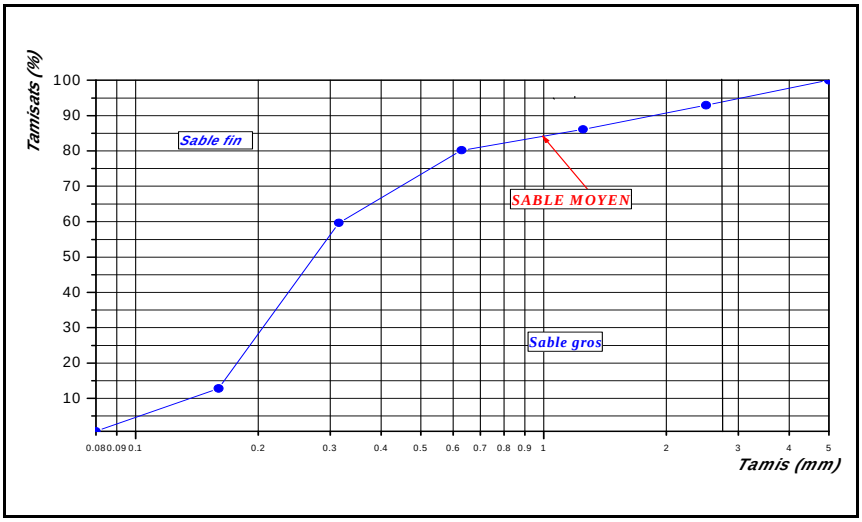


Figure. 1 : Courbe granulométrique du sable

Tableau. 1 : caractéristiques physiques du sable

Caractéristiques	Unité	Sable
Masse volumique absolue	g/cm^3	2,5
Masse volumique apparente	g/cm^3	1,55
E.S.V	%	76.66
Degré d'absorption	%	1.1

2.2 Ciment

Le ciment utilisé est un ciment portland composé de classe 32,5 (CPJ -CEM II/B), voir tableau 2. La finesse de Blaine est de 4600cm^2/g.

Tableau. 2 : La composition chimique du ciment

Elément	SIO_2	$AL_2 O_8$	FE_2O_8	CAO	MGO	SO_3	Perte au feu
%	16,3	4,6	2,78	62,12	1,86	2,09	12,3

2.3 Filler

Le filler utilisé provient d'un déchet de polissage de carrelage (DPC) dans le but de recycler ce déchet polluant. Afin d'obtenir un filler fin on a suivi les étapes suivantes :

Réception du déchet ramené de l'endroit où l'on jette dans un état semblable à des roches grises humides qui se cassent facilement;

- Le séchage dans l'étuve à une température de 105°C ;
- Le broyage fin, après on procède à un tamisage au tamis 0,08mm;
- Le stockage dans un endroit sec.

Ce dernier été soumis à plusieurs essais au laboratoire, d'où on a obtenues les caractéristiques chimiques présentés au tableau 3, et les caractéristiques physiques, voir tableau 4:

Tableau. 3 : La composition chimique du déchet de polissage de carrelage

Elément	SIO_2	$AL_2 O_8$	FE_2O_8	CAO	MGO	SO_3	K_2O	NA_2O
%	3,76	0,56	0,12	51,05	0,28	1,28	0,02	0

Tableau 4 : Caractéristiques physiques du déchet de polissage de carrelage

Caractéristiques physiques	Filler
Masse volumique absolue (g/cm^3)	1.4
Masse volumique apparente (g/cm^3)	0.46
Finesse de mouture (cm^2|g)	3540

2.4 Adjuvant

L'adjuvant utilisé est un superplastifiant (haut réducteur d'eau) permettant d'obtenir des bétons et mortiers de très haute qualité, en plus de sa fonction principale, il permet de diminuer considérablement la teneur en eau du béton.

3. Résultats expérimentaux

3.1. Formulation du béton de sable

Dans ce travail expérimental on a essayé de formuler un béton de sable avec du filler déchet de polissage de carrelage, on se basant sur la méthode de formulation théorique [3,4], afin de voir l'effet de ce dernier sur la compacité ainsi sur le retrait des bétons de sable, nous avons opté pour formuler

06 différentes compositions on varie dans le rapport (filler /sable), on prend comme béton témoin celui avec le minimum de rapport F/S et sans adjuvant.

- Estimation en dosage des fines : Filler + Ciment:
  [Fines] = 0.38 (0.08/D)1/5, D=5mm, on a obtenu : [Fines] = 166 l/m^3
- Porosité et dosage en eau :[e + v] = 0.8 (d/D) 0.2, d=0,02mm, [e + v] = 265 l/m^3
- Volume en air : un béton contient toujours un volume d'air, dans le cas de béton de sable, la teneur en air est de l'ordre de 3 à 5%. On prend une valeur moyenne de 3,5%.
- Le dosage en eau : est pris 230 l/m^3
- Estimation en dosage de sable : Après la détermination des dosages volumique de l'eau, de vide, de fines, le volume du sable s'obtient en complétant au mètre cube la somme de ces derniers.

Nous avons alors tout simplement : [Sable] = 1000 – [fines] – [eau] – [vide] (l/m3)

- Le dosage en ciment : est fixé à 350 kg/m^3 (dosage usuel)
- Le dosage en filler : on varier le dosage de filler suivant le coefficient (F/S)
- Le dosage en adjuvant est pris 2% du poids de ciment. On à garder le même volume (e + v) à cause de la difficulté d'avoir un béton plastique avec un affaissement supérieur à 5 cm .

Variant aux dosages de filler par rapport à la quantité de sable, on a pu avoir six différentes compositions données au tableau 5 ci-dessous :

Tableau. 5 : Les différentes compositions d'un mètre cube du béton de sable

Béton	Filler/Sable
BS	0
BST	0.064
BS1	0.064
BS2	0.082
BS3	0.101
BS4	0.121
BS5	0.142
BS6	0.164

3.2. EFFET DU DPC SUR LES CARACTERISTIQUES MECANIQUES

A partir de la formulation de base, on a fait varier le rapport F/S tout en corrigeant les dépenses en sable et en filler de manière à garder le dosage en ciment fixe (350 Kg/m^3).

3.2.1. Résistance à la compression :

Par l'analyse de courbe présenté sur la figure 2, on constate un optimum de compacité obtenus par la composition BS3 avec un dosage de DPC (déchet de polissage de carrelage) 145 Kg/m^3 et non pas avec un dosage de 95 Kg/m^3.

3.2.2. Résistance à la traction :

Les meilleures valeurs sont obtenues par le BS1 avec un dosage en filler 95 Kg/m^3, par contre avec le dosage 145Kg/m^3 (BS4) qui a donnée la meilleure compacité, on a enregistré une valeur moyenne de 2,7MPa, voir figure 3.

On peut constater que le filler DPC ne contribue pas à l'amélioration de la résistance à la traction du béton de sable

Les résultats de résistance à la traction de béton témoin sont ressemblés au tableau 6 ci-dessous :

Tableau 6 : Résistance à la traction du béton de sable témoin

Résistance à la traction en (MPa)	
Après 7 jours	Après 28 jours
2.8	3.25

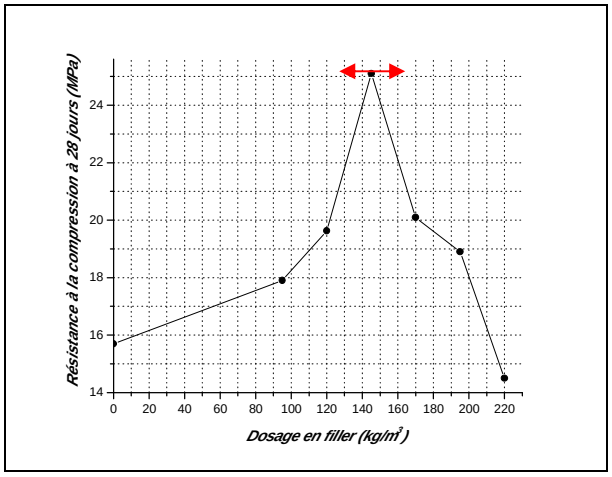


Figure 2 : Influence du filler DPC sur la résistance à la compression à 28jours

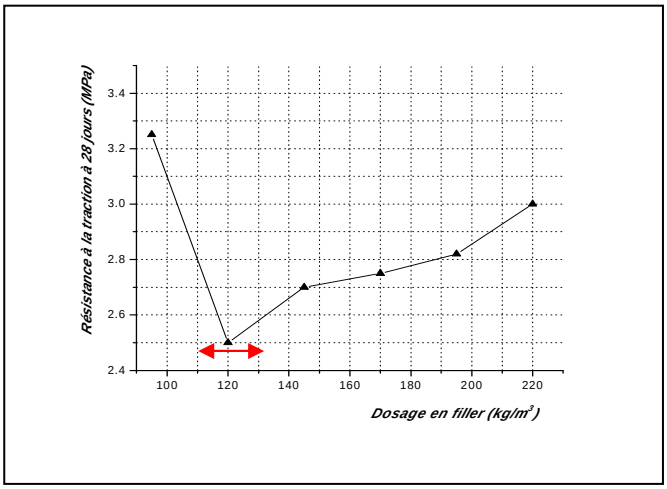


Figure 3 : Influence du filler DPC sur la résistance à la traction à 28 jours

3.3. EFFET DE FILLER DPC SUR LE MODULE D'ELASTICITE

Pour mieux comprendre le comportement mécanique de notre béton a base de déchet de polissage de carrelage et afin de connaître leur intervalle de déformabilité, on a essayé de calculer leur module d'élasticité (déformation longitudinal) par la formule théorique suivante :

$Eij = 8100\ fcj^{1/3}$ (MPa) [3]

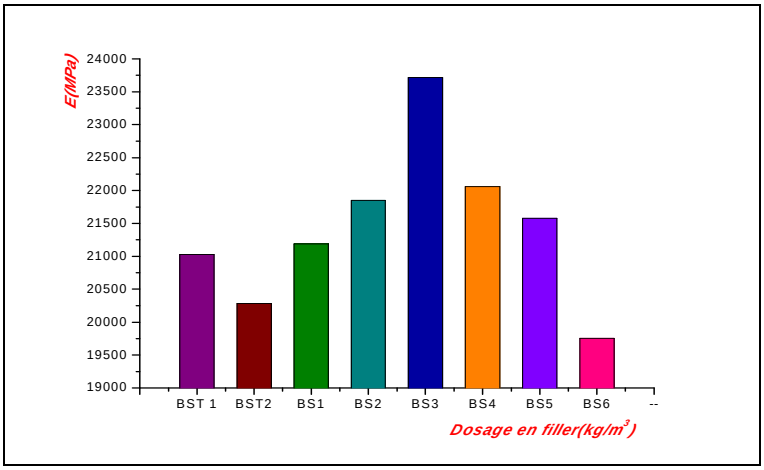


Figure 4: Evolution de module d'élasticité

D'après les résultats obtenus, présentés par l'histogramme sur la figure 4, on constate :

- on a obtenu le module le plus élevé (23716.35 MPa) avec la composition BS3 qui a donné la meilleure résistance à la compression,
- Nos compositions appartiennent à l'intervalle admissible du module d'élasticité du matériau béton **[20000 - 50000] MPa,** sauf la composition BS6 qui est hors de cet intervalle, on a eu la valeur la plus faible par rapport aux autres mélanges.

3.4. EFFET DU DPC SUR LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUE

3.4.1. Retrait et perte en masse

Les résultats obtenus des mesures de retrait et de perte en masse du béton de sable sont regroupés aux courbes des figures 5 et 6 ci-dessous, on constate :

- Une augmentation du retrait en fonction du dosage en filler DPC.
- Un retrait important à l'âge de 21jours de l'ordre de **250µm** pour la composition BS6 au dosage le plus élevé en DPC
- Avec la composition BS4 au dosage 145 Kg /m^{3}du DPC, on a enregistré le minimum du retrait.
- Une variation faible de la perte en poids (diminution) en fonction du temps qui varie entre (1 à 3) g pendant une durée de 21 jours.
- Une stabilisation du poids commence le dixième jour presque pour tous les mélanges.

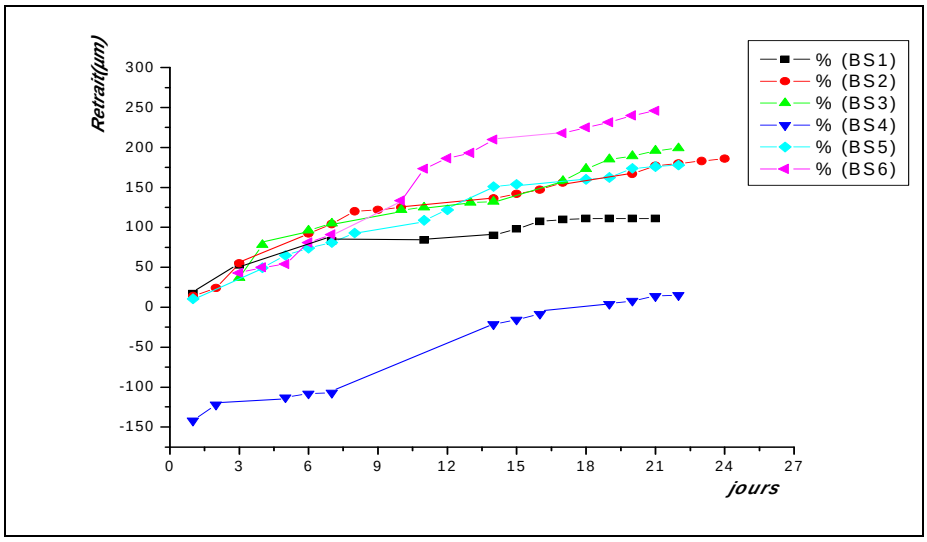


*Figure 5 **:** Effet du filler déchet de polissage de carrelage sur le retrait*

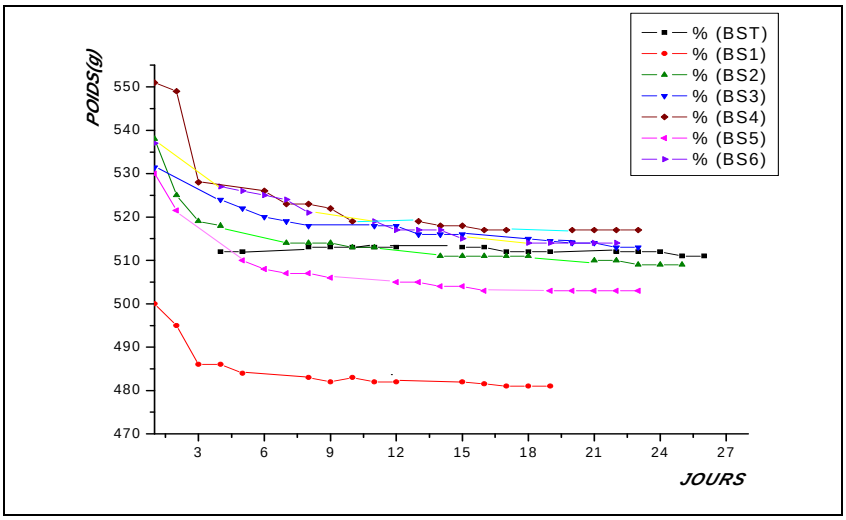


Figure 6 : Effet du filler déchet de polissage de carrelage sur la perte en masse

4. Conclusion

Ce modeste travail nous a permis de valoriser un déchet provenu du polissage du carrelage, ce déchet peut polluer l'environnement et précisément les Oueds. Alors l'idée d'utiliser un DPC comme filler dans la composition des bétons de sable nous a permit de conclure ce qui suit :

- On peut atteindre des résistances à la compression qui dépasse **25MPa** à 28 jours par un béton de sable composé d'un ciment CPJ 35,5 avec un dosage de 145 Kg /m^3 de filler déchet de polissage de carrelage, d'où on peut aboutir a un gain économique et autre écologique.
- Le filler DPC ne contribue pas à l'amélioration des résistances mécaniques à la traction du béton de sable.
- Le moins retrait par la composition BS4 avec 145 Kg/m^3 de DPC.
- Un retrait modéré à jeune âge des bétons de sable à base de déchets de polissage de carrelage, par rapport aux bétons de sable aux filler calcaire [8].
- Difficulté de contrôler la maniabilité des bétons de sable avec les filler de type déchet de polissage de carrelage, vu leurs capacité d'absorption importante, d'où la nécessité de l'utilisation des adjuvants haut réducteur d'eau avec des dosages importants. [5,6].
- Possibilité d'utilisation des bétons de sable à base de DPC dans le domaine de réparation des structures en béton, (injection des fissures, application des couches minces…..etc).

Références

[1]Benaîssa A. Morlier P. Viguier C. Chauvin J J, '*Cinétique de dessiccation et retrait du béton de sable'*, Annales de l'institut technique du bâtiment et de travaux publics, N°504, (Série : essais et mesure 239), PP:43-51, (Juin 1992)

[2] Chanvillard G. Basuyaux O, '*Une méthode de formulation des bétons de sable à maniabilité et résistance fixées'*, Bulletin des laboratoires des ponts et chaussées, N°205, ref : 4047, PP : 49-63, Sept-Oct (1996).

[3]Presse de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées '*Béton de sable, Caractéristiques et pratique d'utilisation*', (Projet SABLOCRETE), édition. Association Amicale des Ingénieurs Anciens Elèves de L'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées; 1994. p. 15–71.

[4]Benaîssa A. Morlier P. Viguier C, '*Microstructure du béton de sable*', Cement and concrete research, (1993), Vol 23, PP : 663-674.

[5] Gadri K, '*Contribution à l'étude d'un béton de sable avec fibres et résine destiné pour la réparation mince des structures*', Thèse de Magistère, Université Med Khider, Biskra, Algérie,(2007).

[6]Boudaoud Z, ' *Etude des mortiers, des micro-bétons et des bétons de sable à base de sable fin de Boussaada*', Thèse de Magister, (1996), Université de M'sila, Algérie.

[7]Gadri K. Guettala A. Zegeichi L, '*Effect of Selica Fume in Sand concrete For repair Purposes*', 8th International Conférence, Concrete in Low Carbon Era, 9-11 July 2012, Dundee, Scotland, UK.

[8] El EuchKhay S. Neji J. Loulizi A, '*Shrinkage properties of compacted sand concrete used in pavements'*, Construction and Building Materials, 24 (2010): 1790 -1795.

[9]Bederina M, '*Caractérisation mécanique et microstructure des bétons de sables locaux : effets des fillers et de la nature des sables sur le comportement mécanique du matériau*', Thèse de Magister. Université de Amar. Tledji, Laghouat, Algérie; 2000.