

VALORISATION DES GRANULATS DE DEMOLITION DANS UN BETON AUTOPLAÇANT

Mohammed BENHOUNA, Maitre de conférence, Laboratoire des matériaux LABMAT –
département de génie civil ENP d'Oran B.P. 1523 Oran El M'Naouer, 31000 Oran Algérie,

benhouna@yahoo.fr

Bachir NEZERGUI, bachir82mgcc@yahoo.fr

Abdelmadid LASLEDJ, Ecole nationale polytechnique d'Oran, Laboratoire des matériaux, BP

1523 EL'Mnaour, 31000 Oran, Algérie, lasledja@yahoo.fr

Reçu le : 17/11/2015

Accepté le : 26/01/2016

Résumé :

La réutilisation des déchets de construction comme granulats recyclés dans un béton autoplaçant offre une bonne solution de la gestion ces déchets, elle permet de protéger l'environnement, économiser les ressources naturelles et permet un développement durable. Ce béton présente une homogénéité et maniabilité qui facilité sa mise en œuvre sans l'utilisation des moyens de vibration d'où la diminution de coût de fabrication.

L'objectif de cette étude est de formuler un béton autoplaçant à base de granulats recyclés et de le comparer avec celle fabriqué en granulats naturels. Les résultats

obtenus montrent qu'on peut fabriquer un béton autoplaçant à base de granulats recyclés, ce dernier ayant presque les mêmes caractéristiques à l'état frais que le béton autoplaçant ordinaire, les mêmes constatations sont observées pour le comportement mécanique à l'état durci.

Mots clés : granulats recyclés / déchets / béton autoplaçant / environnement / développement durable

Abstract:

The re-use of construction waste as recycled aggregates in the self-compacting concrete offers a good solution of management for this waste, because they make it possible to protect the environment and save the resource of natural aggregates. This concrete presents homogeneity and workability which facilitate its implementation without the use of the means of vibration which causes reduction in manufacturing cost.

The objective of this study is to formulate self-compacting concrete containing recycled aggregates and to compare it with that manufactured of natural aggregates. The results obtained show that one can manufacture a self-compacting concrete containing recycled aggregates, this last having almost the same characteristics, that ordinary self-compacting concrete, in a fresh state, same remarks are observed with regards to the mechanical behaviour in a hardened state.

Key words: recycled aggregates / waste / autoplacant concrete / environment / durable development

Introduction :

La réutilisation des déchets de construction comme granulats à une grande importance de la protection de l'environnement car, d'un coté, elle permet de récupérer les matériaux résultants de la démolition du vieux bâtis ou due aux catastrophes naturelles. De l'autre coté, elle permet de protégé la nature de l'exploitation excessive de la réserve des granulats naturels.

Le béton ordinaire nécessite des moyens de vibrations, d'où des moyens et coûts supplémentaires pour le maître d'ouvrage. Le béton autoplacant est une solution pour faciliter l'écoulement du béton à travers les armatures dans les sections fortement ferraillées. Ce béton (BAP) ayant une composition particulière traduite par la présence d'une grande quantité des ajouts et d'adjuvants.

L'objectif de cette étude est d'utiliser les granulats recyclés comme constituants d'un nouveau béton autoplacant (BAP-R), d'étudier et de comparer le comportement d'un BAP recyclé et un BAP ordinaire à l'état frais et l'état durci.

1. Matériaux de l'étude

Ciment : ciment portland composé CEM II/B 42,5 R (CPJ) **Fine** : filler de nature calcaire obtenue par tamisage des granulats recyclés (Fig. 1)

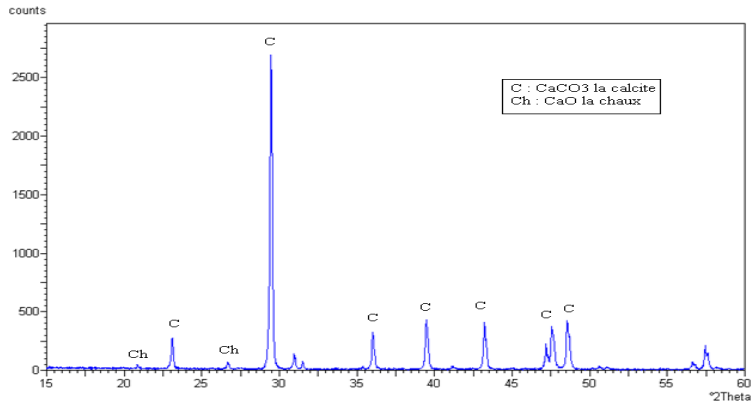


Figure 1 : Diffractogramme de rayons X des échantillons des fines

Adjuvant : adjuvant MEDA FLOW 30, super-plastifiant haut réducteur d'eau de 3^{ème} génération.

Granulats : granulats naturels semi-concassés (sable carrière 0/3, gravier 3/8 et 8/15), granulats naturels roulés (sable de rivière 0/5), granulats recyclés (sable recyclé 0/3, gravier recyclé 3/8 et 8/15) préparés au laboratoire matériaux de l'école polytechnique d'Oran (ENPO). Les propriétés physiques et mécaniques des granulats sont portées dans le tableau 1.

2. Méthodes expérimentales :

2.1. Compositions du béton BAP préparées :

La méthode du volume de pâte a été utilisée pour la formulation du BAP. Elle est basée sur le volume de la pâte de ciment et le volume granulaire mélangé à sec pour 1 m³ de béton [06] [07] [08]. Une formulation de BAP ordinaire de référence et trois formulations du BAP recyclé ont été fabriquées avec un rapport G/S = 0,95, un rapport E/C = 0,65 (260 litre/m³), le pourcentage d'adjuvant est 0,8% et la quantité de fines égale 90 kg pour un m³ (tableau 2).

Tableau 1: Propriétés physiques et mécaniques des granulats utilisés [01], [02]

Type	Sable (0/3)			Gravier			
	Naturel		Recyclé	Naturel		Recyclé	
	concassé	roulé	0/3	3/8	8/15	3/8	8/15
Masse volumique (kg/m ³)							
• Absolue	2,68	2,52	2,36	2,64	2,61	2,5	2,42
• Apparente	1,61	1,36	1,31	1,32	1,14	1,22	1,19
• Module de finesse	2,86	1,90	3,06	/	/	/	/
Coefficient d'absorption d'eau	/	/	/	0,94	0,81	6,60	5,65
Equivalent de sable	86,3	83,2	96,7	/	/	/	/
Coefficient de Los Angeles	/	/	/	21	25	30,2	33,9

2.2. Essais de caractérisation à l'état frais et durci :

Les BAP sont caractérisés à l'état frais par trois essais essentiels (selon les recommandations de l'AFGC)[[03] : essai d'étalement, essai de boîte en L et essai de stabilité au tamis. A l'état durci, les BAP sont caractérisés par un essai de compression simple (3 échantillons/test).

Tableau 2 : Compositions préparées des BAP (ordinaire et recyclés)[06]

Formulation des BAP	Ordinaire	Recyclé		
		BAP	BAP-R1	BAP-R2
Notation	BAP	BAP-R1	BAP-R2	BAP-R3
Type des granulats	100%GN	75%GN + 25%GR	50%GN + 50%GR	100%GR
Ciment (kg)	400,00	400,00	400,00	400,00
Sable de rivière (kg)	405,42	405,42	405,42	405,42
Sable concassé naturel (kg)	403,89	302,91	201,95	/
Sable concassé recyclé (kg)	/	100,97	201,94	403,89
Gravier naturel 3/8 (kg)	388,59	291,44	194,29	/
Gravier recyclé 3/8 (kg)	/	097,14	194,30	388,59
Gravier naturel 8/15 (kg)	376,35	282,26	188,17	/
Gravier recyclé 8/15 (kg)	/	094,08	188,17	376,35

3. Résultats et discussions :

3.1. Variation d'étalement avec le formulaire du BAP :

Le tableau 03 résume les résultats d'essai l'état frais et résistance à la compression

Tableau 3 : résultats des essais à l'état frais

Compositions		BAP1	BAP2	BAP3	BAP4
Etalement	Etalement (cm)	58,5	55	56	57
	T ₅₀ (S)	1,2	3,06	2,03	1,42
	Ségrégation et ressuage	Non	Non	Oui	Oui
boite en L	h ₂	9	9	8	8
	h ₁	10,8	10	11,5	10,2
	h ₂ /h ₁	0,83	0,9	0,7	0,78
	T ₂₀	0,33	0,24	0,48	0,38
	T ₄₀	0,66	0,48	0,75	0,7
	T ₆₀	0,99	0,7	1,2	1,12
Essai stabilité au tamis π (%)		6,98	10,23	9,84	7,40
Résistance	à 7 j (MPa)	26	22,5	23	25
	à 28 j (MPa)	35	28,75	30,5	32,85

3.2. Interprétation des résultats :

La figure 2 présente l'étalement pour les quatre types de bétons autoplaçants, La figure 3 présente les valeurs de T₅₀ pour ces formulations,

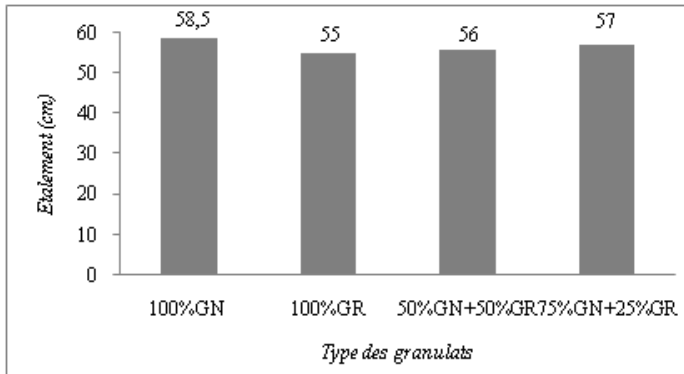


Figure 2 : Etagement en fonction du type de granulats

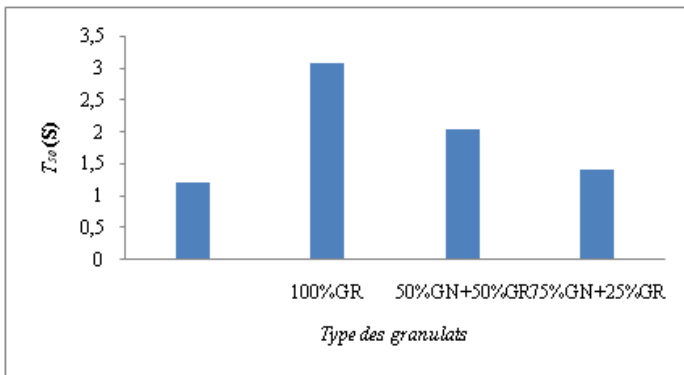


Figure 3 : Temps l'étalement en fonction du type de granulats

La figure 4 représente la variation du taux de remplissage exprimé en H_2/H_1 en fonction du type de granulats, lors de cet essai un blocage du béton au droit des armatures pour les compositions (50%GN, 50%GR) et (75%GN, 25%GR), elles n'ont pas satisfait la condition de remplissage recommandée par AFGC qui doit être supérieure à 0,8, La figure 5 représente la variation du

temps d'écoulements en fonction du type de granulats, on observe que le temps d'écoulements T_{20} , T_{40} et T_{60} augmente pour la composition du BAP à base de 100% granulats recyclés, cette augmentation est dû probablement au coefficient d'absorption élevé des granulats recyclés,

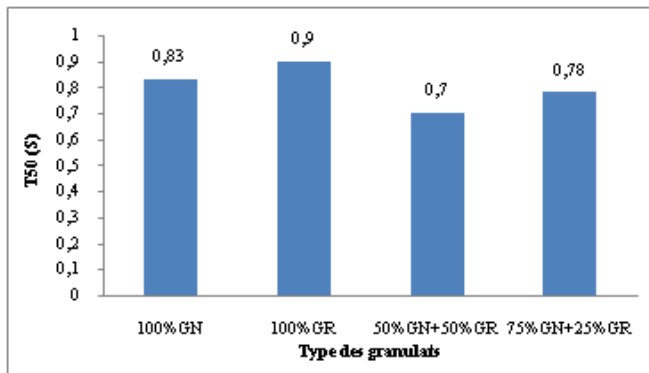


Figure 4 : Taux de remplissage en fonction du type de granulats

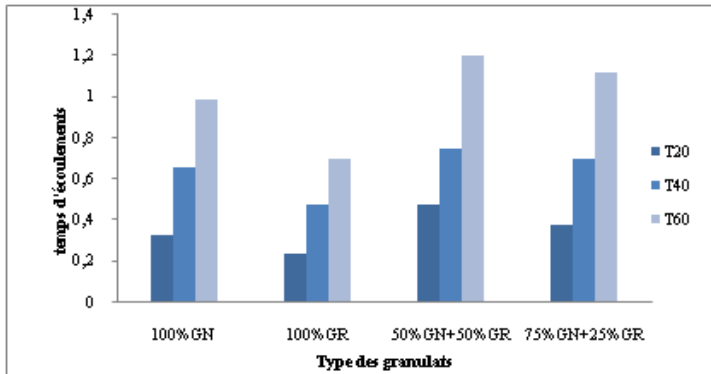


Figure 5 : Temps d'écoulements en fonction du type de granulats

La figure 6 présente l'évolution de la résistance à la compression simple après 7 et 28 jours pour les différentes compositions du béton,

On observe que la composition du BAP à base de 100% granulats naturels donne un meilleur résultat par rapport aux autres compositions, Ainsi la résistance des BAP augmente avec l'augmentation du pourcentage de granulats naturels dans la composition du béton recyclé,

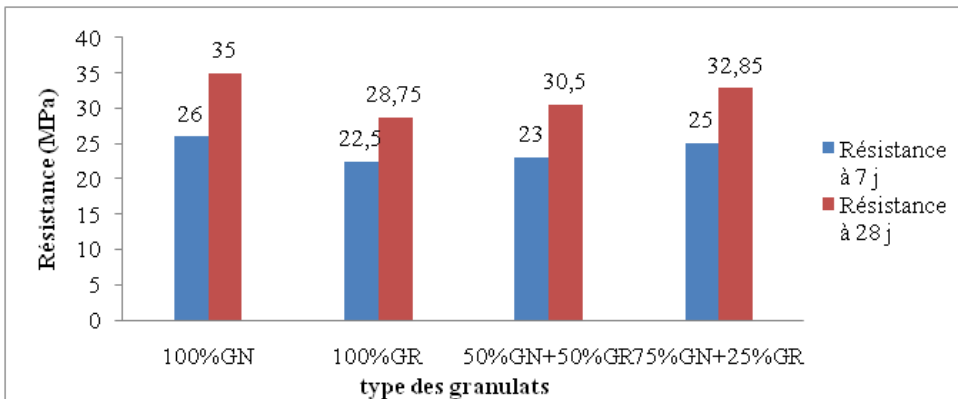


Figure 6 : Résistance à la compression en fonction du type des granulats

4. Conclusion :

Cette étude à porté essentiellement sur la valorisation des granulats recyclés, Nous avons étudié une comparaison entre le comportement mécanique d'un BAP(R) à base des granulats recyclés et BAP à base des granulats ordinaire à l'état frais et l'état durci nous avons abouti aux conclusions suivantes :

- Les granulats recyclés ayant une faible densité et pourcentage d'absorption élevé en comparaison aux granulats naturels, ceci est dû à la présence de pâte de ciment collée aux granulats,
- La masse volumique absolue et le coefficient d'absorption des granulats recyclés respectent les recommandations de la RILEM
- Les granulats recyclés présentent la même distribution granulaire en comparaison aux granulats naturels
- Le coefficient d'absorption et la porosité des granulats recyclés sont supérieurs à ceux des granulats naturels,
- Le béton autoplaçant à base de granulats recyclés et granulats ordinaires respecte tous les critères d'un BAP de AFGC,

- Le BAP1 fabriqué par 100% de granulats naturels respecte les critères d'étalement et résistance d'AFGC, et ne respecte pas le critère de taux de remplissage de la boîte en L
- La composition BAP2 avec un 100% granulats recyclés, rapport E/C=0,65 et quantité d'adjuvant 0,8% et fine 90kg/m³ respecte tous les critères d'un BAP de AFGC,

5. Références bibliographiques :

[01] B Nezegui, Etude comparative pour une formulation d'un béton autoplaçant à base de granulats recyclés et granulats ordinaires, Mémoire de magister, ENSET Oran, 2008

[02] T-H Douara, Influence des ajouts sur les qualités d'un béton à base des granulats recyclés et recherche d'application, Mémoire de magister, ENSET Oran, 2008

[03] Association française de génie civil (AFGC), Béton Autoplaçant, Recommandations provisoires, Annales du bâtiment et des travaux publics, Juin 2000

[04] M-S De Juan, P-A Gutierrez, Study on the influence of attached mortar content on the properties of recycled concrete aggregate, Construction and Building Materials (2009), 23 (2), 872-877

[05] A Rao, K-N Jha, S Misra, Use of aggregates from recycled construction and demolition waste in concrete, Resource conservation and Recycling (2007), 71-81

[06] T-H, Douara, M, Benhouana, B, Nezegui, Caractéristiques physiques et chimiques des granulats recyclés et granulats naturels, 1st international conference on sustainable built environment infrastructures in developing countries, Algeria (2009), 12-14

[07] H Okamura, M Ouchi, Self-compacting concrete, journal of advanced concrete technology (2003), 1(1), 5-15

[08] S Assié, Durabilité des bétons auto-plaçant, Thèse de doctorat, INSA-UPS de Toulouse, 2004