

INFLUENCE DES PARAMETRES DE COMPOSITION DU BÉTON SUR SA RESISTANCE DE COMPRESSION

INFLUENCE OF CONCRETE COMPOSITION PARAMETERS ON ITS COMPRESSIVE STRENGTH

M. DRISSI⁽¹⁾, B. MEZGHICHE⁽²⁾, M. L. K. KHOUADJIA⁽³⁾

^(1,2,3)Laboratoire de recherche en Génie Civil (LRGC), Département de Génie Civil et Hydraulique, Université de Biskra, Algérie

⁽¹⁾ mounsifdrissi@yahoo.fr

⁽²⁾ Mezghichebm@yahoo.fr

⁽³⁾ khouadjia.lyes@gmail.com

ABSTRACT

For several decades Concrete are experiencing a remarkable evolution of views rheological and mechanical behavior. All this progress have been achieved thorough knowledge of the properties of the constituents (sand, gravel, cement).

It is in that context to our work fits by evaluating experimentally the influence of cement content and W / C ratio, the G / S ratio, the maximum diameter of aggregates and cleanliness and the size grading of aggregates on compressive strength. The results are encouraging to new prospects in the continuity of the work.

KEYWORDS: Concrete, compressive strength, component, concrete composition parameters.

RESUME

Les bétons connaissent depuis plusieurs décennies une évolution remarquable du point de vue rhéologique et comportement mécanique. Tous c'est progrès ont été atteint par la connaissance approfondie des propriétés des constituants (sable, graviers, ciments).

C'est dans ce contexte que notre travail s'insère, par l'évaluation expérimentalement de l'influence du dosage en ciment et le type du ciment, le rapport E/C, du rapport G/S et de la propreté et de la granulométrie des granulats, le diamètre maximale des granulats sur la résistance à la compression. Les résultats obtenus encouragent vers de nouvelles perspectives dans la continuité de ce travail.

MOTS CLES: Béton, résistance à la compression, constituant, paramètres de composition du béton.

1 INTRODUCTION

Le béton est le matériau de construction le plus utilisé dans le monde il est composé de granulats fins (sable) et de gros granulats (gravier), d'eau et de ciment, et les différents constituants du béton ont des influences plus ou moins importantes sur les propriétés des bétons.

Plusieurs recherches se sont intéressées à l'influence de ces

constituants sur le comportement du béton. Tels que ; l'influence des dosages en ciments ou la résistance à la compression du béton augmente avec l'augmentation du dosage [1]. Une augmentation de 10% du ciment donnera une augmentation de 5% de la résistance [20]. La classe de résistance de ciment l'une des qualités essentielles à rechercher pour un béton est sa résistance mécanique à la compression, plusieurs études qui montrent l'évolution de

la résistance à la compression de bétons en fonction de classe du ciment [1, 8,18].

Le rapport E/C exerce une très grande influence sur la résistance à la compression, plus E/C est faible plus la résistance augmente [9 et 19], une réduction de 15 litres (par m³) de la quantité d'eau de gâchage conduit à une augmentation de 5 à 10% de la résistance à la compression [2].

Les caractéristiques des granulats ont une grande influence sur celles des bétons. Tels que Le rapport gravier/sable (G/S) c'est un indicateur qui rentre directement dans la formulation du béton [7 et 21].

L'influence de la taille maximale (Dmax) du granulat exerce une influence sur la résistance à la compression de béton. L'augmentation maximale du diamètre global à un impact négatif sur la résistance à la compression aussi le risque de blocage croit, la réduction de la taille des gros granulats contribué significativement à l'amélioration de la maniabilité [5, 6,23].

Les impuretés des granulats peuvent perturber l'hydratation du ciment ou entraîner des défauts d'adhérence granulats/pâte ayant un impact sur la résistance du béton [3].

2 IDENTIFICATION ET PREPARATION DES MATERIAUX

2.1 Ciment

Le ciment utilisé est un ciment portland composé CPJ-CEMII/Ade classe 42.5 MPa et de classe 32.5 MPa de la cimenterie de M'sila. Ce ciment est composé d'après la fiche technique établie par le laboratoire de la cimenterie de : (85% clinker, 5% gypse et 10% tif).les caractéristiques des ciments utilisés sont données aux tableaux 1et 2.

2.1.1 Analyse chimique et minéralogique

L'analyse chimique du ciment montre qu'il est conforme à la norme NFP 15-301. La composition minéralogique potentielle du ciment est calculée selon la formule empirique de Bogue [4].

Tableau 1: Analyse chimique du ciment(%)

Elément	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃
CPJ 42.5	20.81	4.23	5.52	62.37	2.40	2.34
CPJ 32.5	19.75	5.45	4.16	59.85	2.56	2.19

Tableau 2 : Composition minéralogique du ciment(%)

Ciment	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
CPJ 42.5	60	15	2	17
CPJ 32.5	51	18	7	13

2.1.2 Propriétés physiques des ciments

2.1.2.1 Le CPJ-CEMII/A 42.5

Masse volumique apparente =1030 kg /m³

Masse volumique absolue =3050 kg /m³

La surfa La surface spécifique BLAINE= 4700cm²/g

2.1.2.2 Le CPJ-CEMII/A 32.5

Masse volumique apparente =1000 kg /m³

Masse volumique des grains =3050 kg /m³

La surfa La surface spécifique BLAINE= 3700cm²/g

2.2 Eau

L'eau utilisé est l'eau potable ; sa qualité conforme aux prescriptions de la norme NFP 18-404.

2.3 Granulats

Dans cette études nous avons choisis un sable naturel provient d'oued-Lioua (Biskra) et des pierres concassées de Ain Touta Batna de fractions différentes à savoir (3/8,8/16, 16/25). Les courbes granulométriques sont présentées sur la figure 1. Toutes les propriétés ont mesurées suivant les normes suivant NF P 18-553-555, NF P 18-560, NF P 18-573, NF P 18-597-598[11, 12, 13, 14, 15,16].

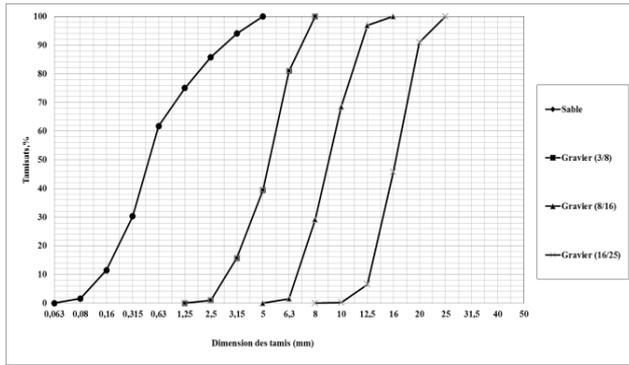


Figure 1 : Courbe granulométrique des granulats

3 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 Résistance mécanique

Les bétons ont été soumis à des essais de compression sur des éprouvettes cubiques de $(10 \times 10 \times 10) \text{ cm}^3$, chaque série comprend trois échantillons [10].

3.1.1 Influence de dosage en ciment

Les résultats représentés sur la figure 2 montrent la variation de la résistance à la compression à 14, 28 et 45 jours en fonction du dosage en ciment. A titre d'exemple : la résistance à la compression augmente à 14 jours de 7 % en passant de 300 kg/m^3 à 350 kg/m^3 et 10% de 300 kg/m^3 à 400 kg/m^3 . Ceci s'explique par le fait que la quantité des hydrates formés est plus grande dans l'intervalle $(300-350) \text{ kg/m}^3$ [7].

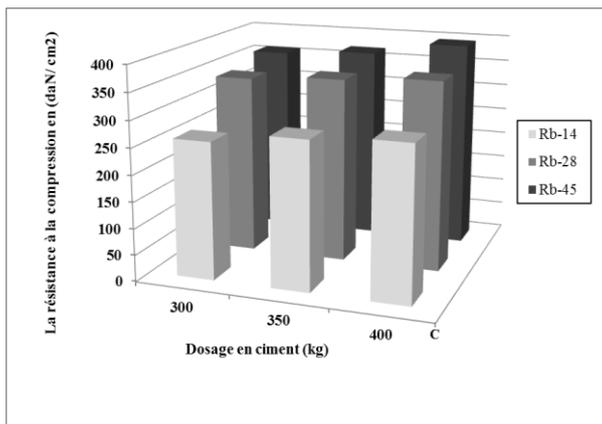


Figure 2 : Evolution de la résistance à la compression des bétons en fonction du dosage en ciment et de l'âge du béton ($E/C = 0.5$, $G/S = 1.92$)

3.1.2 Influence de classe de résistance

La figure 3 montre que la résistance à la compression pour les deux classe de ciments est d'autant plus élevée que le dosage de ciment augmente surtout à court terme et cette évolution de la résistance à la compression pour CPJ-42.5

de façon homogène et plus rapide que le béton avec CPJ-32.5 surtout à jeune âge. Ceci est dû à la microstructure des bétons, laquelle est formée de manière plus efficace à un rythme plus lent de l'hydratation [18].

3.1.3 Influence du rapport E/C

Les résultats présentés sur la figure 4 montrent que la résistance à la compression à 7, 14 et 28 jours est une fonction décroissante du rapport E/C. La résistance à la compression diminue à 28 jours de 17% en augmentant le rapport E/C de 0.5 à 0.55. La diminution de la résistance en fonction de l'augmentation de rapport E/C est due essentiellement à une manque de formation de silicate de calcium hydraté (C-S-H) qui participe le plus au développement de la résistance [9].

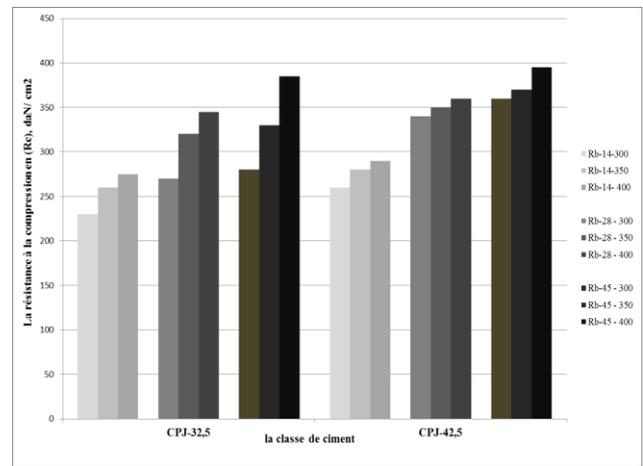


Figure 3 : Evolution de la résistance à la compression des bétons en fonction du temps de durcissement et de la classe du ciment

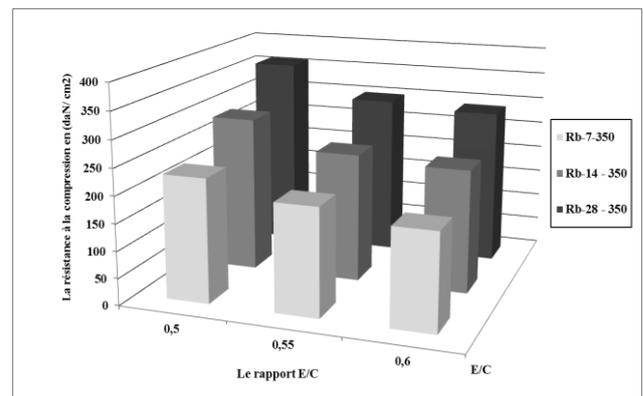


Figure 4 : Evolution de la résistance à la compression des bétons en fonction du rapport E/C avec une dépense en ciment ($C = 350 \text{ kg}$)

3.1.4 L'influence de la propreté des granulats

D'après la figure 5 on observe qu'il y a une augmentation

de la résistance à la compression en fonction de l'augmentation du rapport G/S. La résistance à la compression augmente, en fonction du rapport gravier/sable (G/S), et la meilleure résistance est obtenue avec G/S=2,5. La résistance à la compression augmente à 28 jours de 11% en passant de G/S=1,67 à 2 et de 6,5% de G/S=2 à 2,5 pour un béton préparé avec C=350, E/C=0,5 avec un CPJ-42,5. ce phénomène est dû essentiellement à la présence d'une quantité importante du gravier qui offre au béton une résistance très remarquable [22].

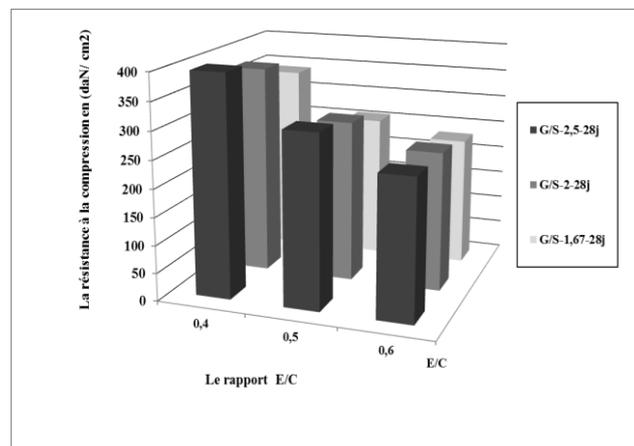


Figure 5: Relation entre la résistance mécanique à la compression, le rapport E/C et G/S avec une dépense en ciment (C = 350 kg)

3.1.5 L'influence de la propreté des granulats

Les résultats représentés sur la figure 6 montrent que la résistance à la compression des bétons avec des granulats propre (lavé) est élevée par rapport aux bétons avec des granulats non lavé. Ceci s'explique par le fait de la présence des éléments fins et leur collage sur la surface des gravillons qui peut empêcher une bonne adhérence [3].

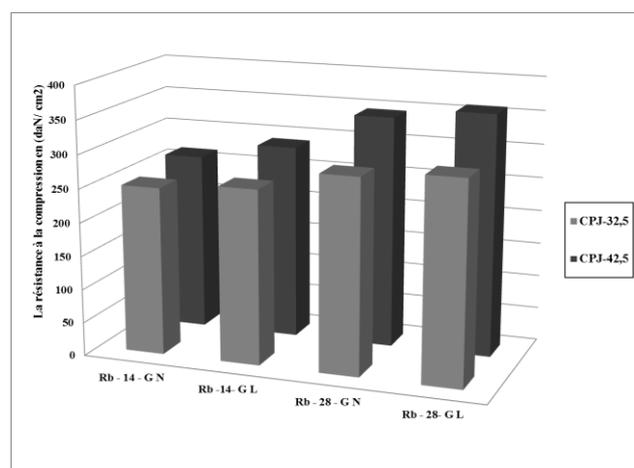


Figure 6 : Evolution de la résistance à la compression des bétons en fonction de la propreté de granulats pour deux classe de ciments (E/C=0.5 et C=350kg)

3.1.6 L'influence de la taille maximale des granulats

La figure 7 montre que la taille maximale des granulats a une influence sur le comportement mécanique du béton. La figure 7 montre le béton avec deux fractions de Dmax=16mm (3/8, 8/16) offre une bonne résistance à la compression que le béton avec deux fractions de Dmax=25mm (8/16, 16/25) et trois fractions de Dmax=25mm (3/8, 8/16, 16/25). Ceci est dû à l'augmentation de la somme des surfaces spécifiques des grains de granulats utilisés. Donc la taille maximale des granulats a un impact négatif sur la résistance à la compression [23].

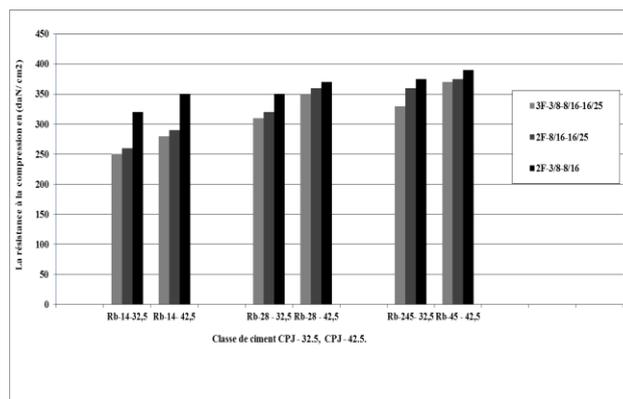


Figure 7 : Evolution de la résistance à la compression des bétons en fonction de la granulométrie des granulats et le temps de durcissement pour deux classe de ciments (E/C=0.5 et C=350kg)

4 CONCLUSION

Notre travail avait un objectif principal qui était l'étude de l'influence des paramètres de composition d'un béton à base des matériaux locaux de la région de Biskra sur sa résistance à la compression.

En effet, cet ensemble d'essais a permis de confirmer un certain nombre de résultats relevés dans la littérature et d'aboutir à d'autres conclusions :

- La résistance à la compression est une fonction croissante de dosage en ciment pour les deux classes de ciment.
- La résistance à la compression est une fonction décroissante du rapport E/C. cette décroissance est d'autant importante en allant du rapport E/C de 0,5 à 0,6.
- La résistance à la compression augmente proportionnellement avec le rapport G/S.
- La meilleure résistance à la compression est obtenue avec G/S= 2,5. Donc, la présence d'une quantité importante du gravier, offre au béton une résistance très remarquable.
- Le diamètre maximal des granulats influé négativement sur la qualité du béton. Le béton avec Dmax=16mm offre une bonne résistance à la compression que le béton avec Dmax=25mm.

- La propreté des granulats influe sur la résistance des bétons, une meilleure résistance à la compression est obtenue avec granulats propres.

•

REFERENCE

- [1] Adam M. Neville (2000) Propriétés des bétons, 8ème édition. Edition Eyrolles. Paris.
- [2] Arnould, M., M. Virlogeux (1986) Granulats et bétons légers. Presses de l'école nationale des ponts et chaussées, Paris.
- [3] Baron J et Ollivier J.P (1997) Les Bétons : bases et données pour leur formulation. Deuxième Tirage. Edition Eyrolles.Paris.1997.
- [4] Bogue, R.H. (1995) Chemistry of Portland Cement. New York :Reinhold.
- [5] Bouhamou, N., H.Belash, A. Mesbah, A. Mebrouki et A.Yahia (2008) Influence des paramètres de composition sur le comportement du béton autoplaçant à l'état frais. Afrique SCIENCE, 04, (1), pp. 1 - 20.
- [6] Cordon W.A et H.A. Gillespie (1963) Variables in concrete aggregates and Portland cement paste which influence the strength of concrete. Journal of the American Concrete Institute, No. 60-51, pp. 1029-1052 .
- [7] Dreux, G., J. Festa (1998) Nouveau guide du béton et de ses constituants, 8ème édition, Edition Eyrolles. Paris.
- [8] Ferhat, A., M.S. Goual, I. Goual, H. Khelafi (2005) L'exploitation des roches pouzzolaniques dans le développement de bétons à granulats légers : Formulation et caractérisation physicomécaniques des matériaux élaborés, Actes du Colloque Méditerranéen sur les Matériaux, CMEDIMAT 2005, Oran-Algérieles 6 et 7 Décembre 2005, Recueil des résumés, p.72.
- [9] Gagné and P.C.Aïtcin (1993) Superplasticizers for durable concrete, Comptes rendus de la conférence internationale sur la durabilité du béton, Monterrey, Octobre, Mexique, pp. 200-217.
- [10] Mezghiche, B (2005) Les essais de laboratoire des matériaux de construction. Algérie : Publication Universitaire Biskra.
- [11] NF P18-553 Granulats- Préparation d'un échantillon pour essai, Septembre 1990.
- [12] NF P18-554 Granulats- Mesure des Masses Volumiques, de la porosité, du coefficient d'absorption et de la teneur en eau des gravillons et cailloux, Décembre 1990.
- [13] NF P18-555 Granulats- Mesure des Masses Volumiques, coefficient d'absorption et de la teneur en eau de sables, Décembre 1990.
- [14] NF P18-560 Granulats- Analyse granulométrique par tamisage, Septembre 1990.
- [15] NF P18-573 Granulats- Essai Los-Angeles, Décembre 1990.
- [16] NF P18-597 Granulats- Détermination de la propreté des sables : équivalent de sable à 10 % de fines, Décembre 1990.
- [17] NF P18-405 Bétons- Essais d'information confection et conservation des éprouvettes, Décembre 1981.
- [18] Peter Domone et John Histon (2011) Materials: Their Nature and Behavior. New Edition. pp.567.
- [19] Rabehi,M., S. Guettala et B.Mezghiche (2012) La porosité ouverte du béton d'enrobage : corrélation entre la résistance à la compression et l'absorption initiale. European Journal of Environmental and Civil Engineering 16 (6):730-743.
- [20] Sahin,R., R.Demirboga, H.Uysal and R.Gul (2003) The effects of different cement dosage slumps and pumice aggregate ratios on the compressive strength and densities of concrete. Cement and Concrete Research 33(8) : 1245-1249.
- [21] S.M.A. Boukli Hacene, F. Ghomari, F. Schoefs et A. Etude expérimentale et statistique de l'influence de l'affaissement et de l'air occlus sur la résistance à la compression des betons. Lebanese Science Journal, Vol. 10, No. 2, 2009, pp 81-100.
- [22] STOCK A.F, D.J. Hannantt and R.I.T. Williams (1979). The effects of aggregate concentration upon the strength and modulus of elasticity of concrete, Magazine of Concrete Research 3(109): 225-234.
- [23] Yurugi,M., N.Sakata,M.Iwai and G.Sakai (1993) Mix Proportion for Highly Workable Concrete, Proceedings of the international Conference Concrete,Dundee,7-9September, pp.579-589.