

Carbonatation accélérée de granulats de béton recyclé – Évolution des propriétés selon leur classe granulaire

Braymand Sandrine¹, Roux Sébastien², Schlupp Florian¹, Mercado Mendoza Hugo¹

¹ICUBE, UMR 7357, Université de Strasbourg, CNRS, Illkirch, Cedex, France

²IJL, UMR 7198, Université de Lorraine, CNRS, Nancy, France

RESUME Les granulats de béton recyclé (GBR) sont aujourd'hui couramment utilisés dans les bétons. Cependant, certaines de leurs propriétés amoindries et leur variabilité sont un facteur limitant pour une large mise en œuvre. En obstruant les accès au réseau poreux, le traitement des GBR par carbonatation accélérée, réduit la porosité accessible qui affecte l'absorption d'eau. Cette problématique est étudiée dans le cadre du projet national FastCarb. Ce travail analyse l'influence de la carbonatation accélérée sur l'évolution des propriétés des GBR et leur variabilité en fonction des classes granulaires. Il est montré que, pour les petites classes granulaires, l'absorption et la teneur en CaCO₃ évoluent de façon plus marquée et la variabilité sur l'essai d'absorption est plus nettement réduite à l'issue du traitement.

Mots-clés : Granulats de béton recyclé, absorption, carbonatation accélérée, classes granulaires

I. INTRODUCTION

De nos jours, l'utilisation de granulats de béton recyclé (GBR) est une pratique courante dans le domaine de la construction. Obtenus par concassage d'anciens bétons, les GBR sont composés de granulats naturels et de pâte de ciment. Cette hétérogénéité dans leur composition entraîne des différences de propriétés et une large plage de variation de celles-ci avec les granulats naturels (GN), particulièrement en ce qui concerne leur absorption d'eau (voir fig. 1). Ces différences sont liées à la composition des bétons parents (béton initial avant démolition) avant le concassage et elles limitent l'utilisation à grande échelle des GBR dans les formulations de béton nouvellement mis en œuvre.

L'industrie cimentaire participe au rejet de gaz à effet de serre à hauteur de plus 5 à 7% de la totalité des gaz émis en France. Dans le but de réduire les émissions de CO₂ et augmenter la quantité de GBR utilisée pour la fabrication de béton, le projet FastCarb (FastCarb, 2017) propose de stocker le CO₂ rejeté lors de la production de ciment dans les GBR afin d'améliorer leurs propriétés. L'objectif est de proposer un système de carbonatation accélérée à échelle industrielle. (Sereng, et al., 2021).

L'objectif de cette étude est d'analyser l'évolution de l'absorption et de ses plages de variations suite à un traitement de carbonatation accélérée des GBR. L'analyse porte sur l'influence des

classes granulaires des GBR, les paramètres du traitement par carbonatation accélérée ayant été défini au préalable.

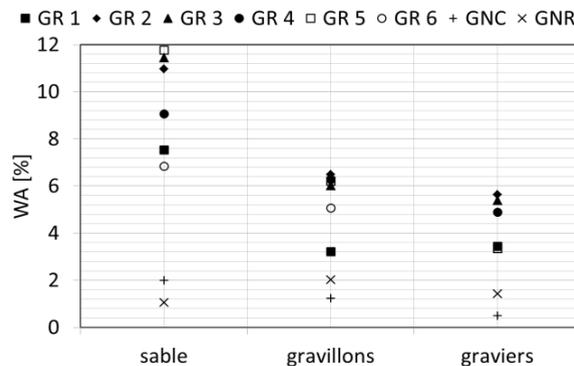


FIGURE 1. Absorptions à 24h (WA24) de GBR et de GN (Déodonne, 2015)

GBR : GR1 à GR6 (différentes sources) ; GNC : GN concassé ; GNR : GN roulé

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

A. Matériaux d'étude

Les GBR ont été obtenus par concassage en mars 2020 d'un béton réalisé au laboratoire en novembre 2019. Ce béton a été formulé comme un béton d'usage courant (340 kg/m³ de ciment CEM II/B-M(S-LL) 32,5R CE CP1, E/C = 0,65, granulats siliceux roulés).

Ce matériau est concassé à l'aide d'un concasseur à mâchoires de laboratoire en 4 classes granulaires (en mm) : 5/8 ; 8/10 ; 10/14 ; 14/16 avant les essais de caractérisation et de carbonatation ont été faits à l'issue du concassage.

B. Méthodes expérimentales

Afin de ne pas endommager la matrice cimentaire, les GBR ont été séchés à 60°C jusqu'à stabilisation complète de la masse, et ceci avant tout essai de caractérisation ou de carbonatation.

1. Essais de caractérisations sur GBR

Les essais suivants ont été menés sur les GBR non carbonatés et carbonatés :

- Absorption (NF EN 1097-6 modifiée essais à 48h)
- Essai d'attrition micro deval à sec (selon NF EN 1097-1).
- Teneur en CaCO₃ par utilisation d'un calcimètre de Bernard (NF P 94-048).
- Test à la phénolphthaléine.

2. Essai de carbonatation accélérée

Deux essais de carbonatation ont été réalisés sur les 4 classes granulaires selon les paramètres de carbonatation suivants :

- Pré humidification, teneur en eau appliquée : 4%
- Teneur en CO₂ : 15%

- Consigne en Humidité Relative dans l'enceinte : 60%
- Pression dans l'enceinte : atm
- Consigne en température dans l'enceinte : 20°C
- Durée de carbonatation : 24h

III. RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

A. Caractérisation des GBR

Le coefficient d'absorption à l'eau à 48h W48 présente une diminution de sa valeur pour toutes les classes granulaires (voir fig. 2.). Une diminution maximale de 1,84% est atteinte pour la classe 5/8 mm. Une baisse de la variabilité est observée pour toutes les classes granulaires, de manière significative pour les plus petites classes granulaires.

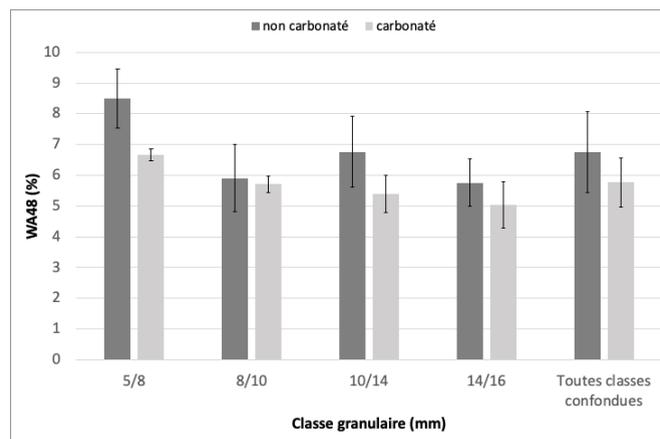


FIGURE 2. Évolution de l'absorption à 48h de GBR avant/après carbonatation accélérée

Les essais microdeval ont montré une baisse de résistance à l'usure avec une attrition stable voire augmentée suite à la carbonatation accélérée, la plage de variation est quant à elle globalement augmentée (en moyenne : 7,58% +/- 2,57% GBR non carbonatés et 10,61% +/- 5% GBR carbonatés).

B. Efficacité de la carbonatation

La teneur en CaCO_3 du mortier accolé des GBR augmente significativement pour toutes les classes granulaires, cette augmentation est comprise entre 10,34% et 16,55% (voir fig. 3.). La variabilité sur cette mesure reste faible voire diminue pour les petites classes granulaires mais augmente pour les classes granulaires supérieures à 10 mm.

Les observations au test à la phénolphtaléine confirment une carbonatation superficielle complète après la carbonatation accélérée.

Un gain de masse (sur matériau sec) significatif entre les GBR non carbonatés et carbonatés est relevé (voir fig. 4.), quelle que soit la classe granulaire, ce gain de masse est supérieur à 10g par kg de GBR.

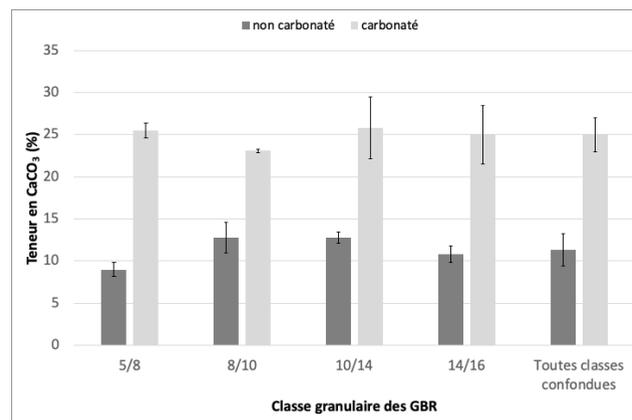


FIGURE 3. Évolution la teneur en CaCO₃ du mortier accolé de GBR avant/après carbonatation accélérée

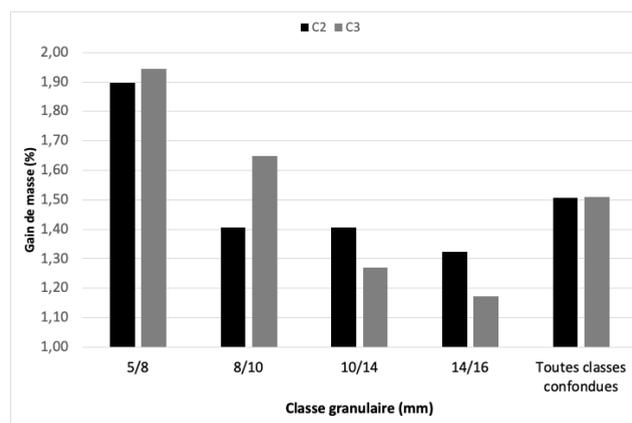


FIGURE 4. Gain de masse de GBR suite à 3 carbonatations accélérées

IV. CONCLUSION

La carbonatation accélérée selon les paramètres appliqués améliore l'absorption des GBR, augmente la teneur en CaCO₃ du mortier accolé et engendre un gain de masse. L'absorption et la teneur en CaCO₃ évoluent de façon plus marquée pour la plus petite des classes granulaires. La variabilité sur l'essai d'absorption est diminuée, notamment pour les classes granulaires plus petites. L'attrition semble augmentée par la présence de CaCO₃ nouvellement formé.

REFERENCES

Déodonne, K., 2015. *Études des caractéristiques physico-chimiques des bétons de granulats recyclés et de leur impact environnemental*, Strasbourg. Thèse de doctorat, Université de Strasbourg, ED269. <https://www.theses.fr/2015STRAD013>

Sereng, M., Djerbi, A., Metalssi, O. O. & Torrenti, J. M., 2021. Improvement of Recycled Aggregates Properties by Means of CO₂ Uptake. *Appli. Sci.*, 11(6571), pp. 1-22.

Fastcarb, Projet National Fastcarb, IREX,2017-2022, <https://fastcarb.fr/>