

## TITRE DE LA THESE

Etude multi-échelles de la carbonatation des granulats de béton recyclé : nouvelles méthodes de caractérisation et modélisation.

### Résumé

En raison de la croissance démographique et de l'urbanisation, les besoins en matière de construction restent élevés et la déconstruction des structures existantes génère de grandes quantités de déchets de béton. Les granulats de béton recyclé (GBR) constituent une alternative pour la préservation des ressources naturelles et la réutilisation des déchets de déconstruction. Cependant, leurs propriétés limitent leur utilisation en substitution des granulats naturels. Il est donc nécessaire de les améliorer pour les réutiliser dans les nouveaux bétons. La carbonatation des GBR est une technique qui peut être utilisée à cette fin.

Cette thèse étudie le traitement des GBR par carbonatation accélérée pour améliorer leurs propriétés et stocker le  $CO_2$ . L'objectif principal de cette thèse est d'assurer une meilleure caractérisation des GBR carbonatés afin de valoriser et de maîtriser leur utilisation dans le béton. Cet objectif s'appuie d'une part sur une meilleure compréhension du phénomène de carbonatation accélérée et d'autre part, sur le développement de nouvelles méthodes de caractérisation qui tiennent compte de l'hétérogénéité des GBR et leur particularité liée au mortier fixé. Une meilleure compréhension du phénomène de carbonatation accélérée est permise par une étude multi-échelle, expérimentale et numérique aux niveaux du mortier, des granulats et finalement à l'échelle du béton.

Les résultats montrent qu'à l'échelle de la microstructure, deux étapes principales peuvent être distinguées lors de la carbonatation. Pendant la première étape, en concurrence avec le colmatage des pores, des microfissures apparaissent dans la zone carbonatée en raison du retrait de carbonatation. Lorsque la majeure partie de la section est carbonatée, les effets du colmatage l'emportent sur la fissuration. La carbonatation se traduit finalement par une diminution de la porosité et l'absorption d'eau des GBR, une amélioration des propriétés mécaniques et une augmentation de la résistance à la diffusion d'agents extérieurs. L'évolution des propriétés des GBR après carbonatation affecte par conséquent les propriétés du béton qui les incorpore. Afin de suivre l'évolution des GBR lors de la carbonatation, l'analyse au four a été combinée à l'analyse thermogravimétrique pour développer une nouvelle méthode de caractérisation et caractériser une quantité représentative de GBR. Enfin, une nouvelle méthodologie consistant à inverser et adapter des modèles d'homogénéisation a été menée pour mieux caractériser les GBR et suivre leur évolution après carbonatation, notamment au niveau des propriétés difficiles à mesurer directement sur les GBR telles que le retrait, le module d'élasticité et les propriétés de transfert.

Mots-clés : Stockage de  $CO_2$  ; carbonatation ; granulats recyclés ; microstructure ; durabilité ; méthodes de caractérisation ; température