



**HAL**  
open science

## Génération de microstructures polydisperses : application à l'étude de fissuration d'un béton numérique par les zones cohésives

Céline Pelissou, Yann Monerie, Frédéric Perales

### ► To cite this version:

Céline Pelissou, Yann Monerie, Frédéric Perales. Génération de microstructures polydisperses : application à l'étude de fissuration d'un béton numérique par les zones cohésives. 2èmes Journées Matériaux, Feb 2015, Beauval, France. hal-02148310

**HAL Id: hal-02148310**

**<https://hal.science/hal-02148310>**

Submitted on 5 Jun 2019

**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.

# Génération de microstructures polydisperses : application à l'étude de fissuration d'un béton numérique par les zones cohésives.

Céline Pelissou<sup>1,3</sup>, Yann Monerie<sup>2,3</sup>, Frédéric Perales<sup>1,3</sup>

celine.pelissou@irsn.fr

<sup>1</sup> IRSN, PSN, SEMIA, CE Cadarache, BP3 – 13115 St Paul Lez Durance Cedex, France

<sup>2</sup> Laboratoire de Mécanique et Génie Civil, Université Montpellier 2, Pl. E. Bataillon, Montpellier, France

<sup>3</sup> Laboratoire MIST, CNRS – IRSN – Université Montpellier 2

## Résumé

La modélisation numérique de la microstructure des matériaux polydisperses sur la base de descripteurs morphologiques présente plusieurs avantages : analyse de la sensibilité des réponses mécaniques aux descripteurs morphologiques, propagation d'incertitudes dans les modèles de changement d'échelles, recherche de Volumes Élémentaires Représentatifs (VER), etc. L'utilisation d'un nombre réduit de descripteurs conduit inévitablement à des échantillons simplifiés. La pertinence de ces échantillons doit être qualifiée sur la base de grandeurs statistiques adaptées. Cette situation est illustrée sur le cas d'un béton numérique en se basant sur les travaux de [1,2,3].

## Génération de microstructures numériques

Des techniques de traitement d'images sur des images de microstructures de béton réel permettent d'identifier les agrégats, la statistique de leur circularité et leur distribution granulométrique. En deux dimensions et sur la base du modèle granulométrique en distribution bêta [4], un nombre limité de classes d'inclusions circulaires est retenu dans un volume périodique (voir Figure1). Ce béton numérique simplifié présente – par un jeu de compensation des erreurs granulométrie / discrétisation – une bonne similitude avec le béton réel pour des descripteurs morphologiques assez discriminants : covariogramme (fraction volumique, distance de répulsion inter-classes, surface spécifique des agrégats), fonction K de Ripley, fonction de distribution radiale.

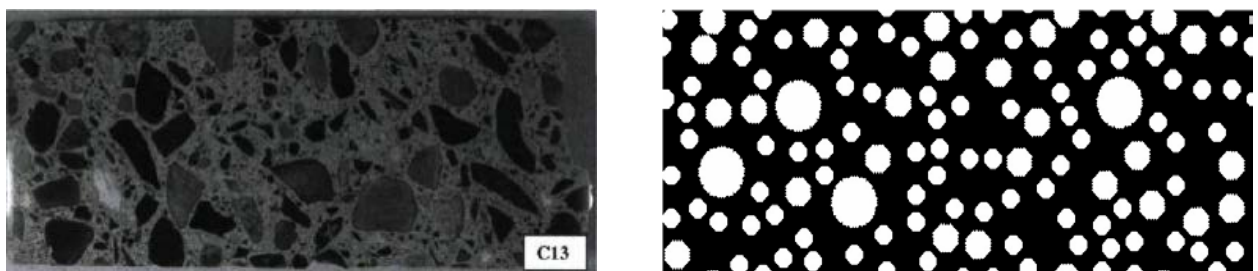


Figure 1 : image d'un béton réel (à gauche), exemple de béton numérique à trois classes (à droite).

Un outil numérique ad hoc permet de systématiser le chaînage (i) traitement d'image d'une microstructure réelle, (ii) réalisation de l'analyse morphologique et identification du modèle granulométrique, (iii) génération une microstructure virtuelle à base de disques ou de polygones et (iv) qualification de la microstructure virtuelle via les descripteurs morphologiques évoqués.

## Simulation de VER de béton numérique fissuré

L'utilisation de cet outil numérique sur une microstructure de béton permet d'obtenir la génération d'un milieu synthétique équivalent. Pour un volume donné, différents tirages microstructuraux de ce béton synthétique sont générés dans le contexte d'une modélisation périodique. La fissuration de ces échantillons numériques est simulée à l'aide du logiciel Xper [5], développé au sein de l'IRSN et dédié au traitement de l'initiation et la propagation de multiffissures de matériaux hétérogènes.

L'utilisation d'une approche éléments finis cohésifs-volumiques permet d'étudier l'influence de la microstructure sur deux paramètres mécaniques macroscopiques : la tortuosité apparente du réseau de fissure et l'énergie de rupture apparent de l'échantillon.

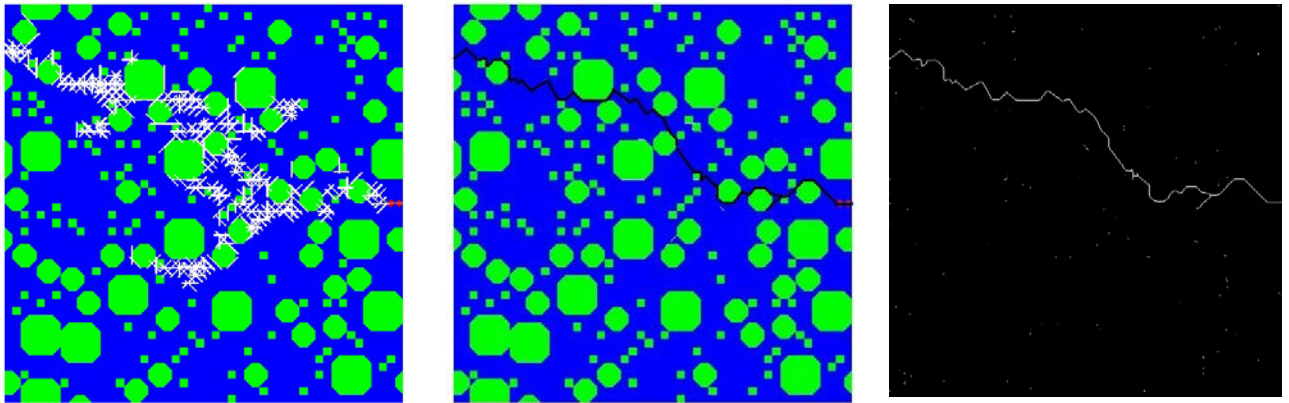


Figure 2 : visualisation du profil d'endommagement sur un VER de béton numérique.

- [1] A-S. Dequiedt, M. Coster, L. Chermant, D. Jeulin, 2001. Towards a model of concrete mesostructure. *Cement & Concrete Composites*, 23, p. 289-297.
- [2] C. Poinard, 2010. Comportement du béton sous chargement triaxial sévère : analyse tomographique et modélisation à l'échelle mésoscopique. Ph.D. thesis, Université de Grenoble.
- [3] J. Escoda, 2012. Modélisation morphologique et micromécanique 3D de matériaux cimentaires. PhD thesis, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris.
- [4] C. Voivret, F. Radjaï, J-Y. Delenne, M.S. El Youssoufi, 2007. Space-filling properties of polydisperse granular media. *Physical Review E* 76, 021301.
- [5] F. Perales, F. Dubois, Y. Monerie, B. Piar, L. Stainier, 2010. A nonsmooth contact dynamics-based multi-domain solver. Code coupling (Xper) and application to fracture. *European Journal of Computational Mechanics*, 19, p. 389-417.