

Approche péridynamique de la fissuration quasi-statique d'un matériau comportant des inclusions

Xavier Frank, Jean-Yves Delenne, Farhang Radjai

▶ **To cite this version:**

Xavier Frank, Jean-Yves Delenne, Farhang Radjai. Approche péridynamique de la fissuration quasi-statique d'un matériau comportant des inclusions. 22. Congrès Français de Mécanique, Aug 2015, Lyon, France. hal-01837431

HAL Id: hal-01837431
https://hal.science/hal-01837431

Submitted on 3 Jun 2020

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.

Approche péridynamique de la fissuration quasi-statique d'un matériau comportant des inclusions

X. FRANK[a,⋆], J.-Y. DELENNE[a], F. RADJAI[b,c]

a. IATE UMR 1208 INRA-CIRAD-SupAgro-UM2, 2 place Pierre Viala - 34060 Montpellier, France
b. LMGC UMR 5508 CNRS-UM2 Place E. Bataillon, 34095 Montpellier, France
c. MSE2 UMI3466CNRS-MIT, DCEE, Massachusetts Institute of Technology, 77 Massachusetts Avenue, Cambridge CA02139, USA
⋆ email : xavier.frank@supagro.inra.fr

Résumé :

Cette étude porte sur la modélisation numérique de la fissuration quasi-statique d'échantillons bidimensionnels constitués de grains noyés dans une matrice cimentaire. L'approche utilisée est la péridynamique bond-based. Les distributions radiales d'endommagement permettent de mettre en évidence les effets conjoints de la microstructure et des propriétés mécaniques sur les chemins de fissures.

Abstract :

In this study we investigate the quasi-static failure of 2D composites composed with cylindrical disks embeded into a matrix. We used the so-called bond-based peridynamic approach to simulate the mechanical behaviour of the samples. The radial distributions of damage allow us to highlight the joint effects of microstructure and mechanical properties on the crack patterns.

Mots clefs : Péridynamique, Fissuration, Simulation numérique, Comportement des matériaux hétérogènes

1 Résumé étendu

Des milieux granulaires cimentés aux composites, les matériaux enrichis en inclusions sont très fréquents et l'étude de leurs propriétés mécaniques et de leur comportement vis-à-vis de la propagation de fissures est essentielle dans de nombreux secteurs industriels (agroalimentaire, pharmacie galénique, génie civil, industrie minière...). Dans la présente étude, on s'intéresse à la modélisation de la fissuration quasi-statique d'échantillons bidimensionnels constitués de grains noyés dans une matrice cimentaire. La méthode numérique utilisée est basée sur la péridynamique qui est une alternative à la mécanique classique des milieux continus reposant sur l'intégration d'interactions à distance [1]. On utilise, dans cette étude, un modèle simplifié, dit "bond-based" [2, 3].

Des échantillons granulaires modéréments polydisperses sont préalablement générés par la Méthode des Elements Discrets et soumis à une compression isotrope. On considère différentes dilutions, le diamètre des inclusions étant réduit de façon à atteindre une fraction de grain fixée. L'échantillon est discrétisé à l'aide d'une grille régulière et les propriétés mécaniques de chaque phase sont définies par un module d'élasticité et une ténacité. La ténacité d'interface est fixée à la moyenne des ténacités des phases en contact. Dans le but de contrôler l'initiation des fissures, deux entailles de même dimension (légèrement supérieure au diamètre moyen des grains) sont réalisées de part et d'autre de l'échantillon. Une sollicitation de traction uniaxiale est ensuite imposée au niveau de ses faces supérieures et inférieures. L'ensemble des simulations réalisées ont été faites dans un régime de fissuration quasi-statique imposé à l'aide d'une procédure de snap-back. Celle-ci consiste à solliciter l'échantillon jusqu'à atteindre un seuil d'énergie de fissuration cumulée prédéfini, puis stopper la fissuration en relaxant la déformation avant de rétablir la sollicitation de traction. A titre d'illustration, la figure 1 montre 3 exemples de chemins de fissures obtenus pour 3 valeurs différentes de ratio de ténacité entre grains et matrice.

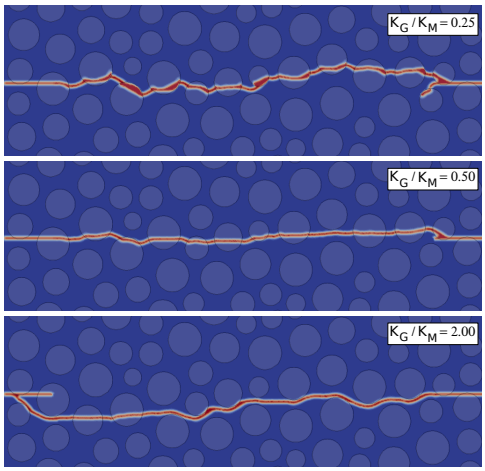


FIGURE 1 – Chemin de fissure dans un échantillon de densité de grain 0.5. Ratio de ténacités grains/matrice (de haut en bas) : 0.25, 0.5, 2.0.

Dans cette étude les faciès de fissuration feront l'objet d'une analyse statistique. On s'intéressera notamment au taux d'endommagement des grains et de la matrice en fonction du ratio de ténacités et du taux de dillution. Les distributions radiales d'endommagement, permettront de mettre en évidence les effets conjoints de la microstructure et des propriétés mécaniques sur les chemins de fissures.

Références

[1] S.A. Silling, Reformulation of elasticity theory for discontinuities and long-range forces, J. Mech. Phys. Solids, 48 (2000) 175–209.

[2] Y.D. Ha, F. Bobaru, Studies of dynamic crack propagation and crack branching with peridynamics, Int. J. Frac., 162 (2010) 229–244.

[3] X. Frank, J.Y. Delenne, Simulation numérique de la fissuration d'un matériau granulaire cimenté par une approche peridynamique, 21ème Congrès Français de Mécanique, Bordeaux, 26–30 Août (2013).