

Programme 2011 - Bourses de thèse cofinancées CNRSL - Ecole des Ponts ParisTech
(Contact CNRS libanais: Dr Charles Tabet email : ctabet@cnrs.edu.lb)

Sujet de thèse:
Analyse théorique et numérique de l'endommagement par micro-fissuration des composites à matrice quasi-fragile

Directeur de thèse : Luc Dormieux (Laboratoire d'accueil : Laboratoire Navier, ENPC
<http://navier.enpc.fr/>), email : dormieux@lmsgc.enpc.fr

Co-directeur de thèse : Toni Sayah, (Faculté des Sciences, Université Saint-Joseph) Fouad Kaddah (ESIB- Université Saint-Joseph)

Présentation détaillée du sujet :

On s'intéresse dans cette thèse à des matériaux hétérogènes de type composite matrice-inclusions, dans lesquels la matrice est douée d'un comportement élastique ou viscoélastique quasi-fragile.

Des sollicitations de natures diverses, mécanique, thermique ou hydrique, sont susceptibles d'endommager ces matériaux, selon deux mécanismes distincts, susceptibles d'interagir. Il s'agit d'une part de la dégradation progressive des interfaces matrice-inclusion, et d'autre part de la propagation de fissures au sein de la matrice.

On propose d'aborder cette problématique dans le cadre mathématique de l'optimisation d'une fonctionnelle énergétique incluant l'énergie élastique et la dissipation dans la création de fissures (Francfort and Marigo, JMPS 1998). L'idée consiste à appliquer ce point de vue en faisant jouer au volume élémentaire représentatif (v.e.r.) le rôle de la structure siège de la fissuration. La mise en oeuvre pratique de l'approche variationnelle en question qui est envisagée consiste à restreindre les évolutions possibles de la fissuration en caractérisant la géométrie par un nombre fini de paramètres d'optimisation.

Un élément essentiel de la démarche réside dans la détermination de l'énergie élastique du v.e.r., dans l'état actuel de la fissuration. A ce sujet, il est demandé de confronter diverses stratégies numériques possibles (éléments finis étendus, approche périodique par FFT...). La propagation de fissures soulevant classiquement la question de la sensibilité au maillage, on examinera dans cette perspective l'effet de la viscosité de la matrice. On abordera d'abord la situation d'une sollicitation purement mécanique. Puis on s'intéressera à la prise de couplages THM.

La thèse se déroulera au sein du Laboratoire Navier et pourra bénéficier de données d'expérimentation multi-échelle élaborées au sein du laboratoire. Il s'agit de mesures de champ réalisées d'une part sur des matériaux à matrice argileuse lors de sollicitations hydriques, et d'autre part d'une expérimentation sur une plaque à microstructure périodique soumise à une compression en contrainte plane.

Plan de la thèse

1. Eléments de formation complémentaire: Modélisation micromécanique de l'impact de l'endommagement par microfissuration. Calcul de l'élasticité homogénéisée du matériau endommagé par les schémas classiques et approche théorique de la propagation des microfissures. 2 mois.
2. Approche numérique pour le calcul de l'élasticité d'un milieu endommagé par microfissuration: inventaire et confrontation de stratégies numériques (éléments finis étendus, approche périodique par FFT) et développements d'outils de calcul numérique en 2D. (12 mois).
3. Fissuration d'un milieu viscoélastique en lien avec la problématique de la sensibilité au maillage. 6mois.
4. Applications: effet de couplages de type THM; modélisation de l'endommagement induit par un forage (tunnel, puits), simulation numérique de l'EDZ (Excavation Damaged Zone). 9 mois.
5. Exploitation de données expérimentales issues de mesures de champ. 3 mois.
6. Rédaction du mémoire et d'articles, préparation de la soutenance. 4 mois.

Bibliographie élémentaire

- Revisiting brittle fracture as an energy minimization problem, GA Francfort and JJ Marigo, J Mech Phys Solids Vol 35 No7 pp208-231
- A micromechanical analysis of damage propagation in fluid-saturated cracked media, Luc Dormieux, Djimedo Kondo, Franz-Josef Ulm, C. R. Mecanique 334 (2006) 440–446
- Strength or toughness? A criterion for crack onset at a notch, Dominique Leguillon, European Journal of Mechanics A/Solids 21 (2002) 61–72

Profil souhaite des candidats

Comme l'homogénéisation numérique en présence de singularités constitue la dominante, le candidat doctorant doit avoir un profil de numéricien (mathématiques appliquées) avec, si possible, des connaissances de base en mécanique des milieux continus.