

Sujet de thèse
Déformation et rupture de mousses de nickel alliées pour filtres à particules

Contexte: Les mousses métalliques à cellules ouvertes sont intégrées dans un nouveau concept de filtre à particules pour moteur Diesel, en raison de leur grande surface spécifique et de leurs propriétés mécaniques remarquables, en particulier leur ductilité. L'utilisation d'alliages de nickel leur confèrent une bonne résistance à l'oxydation à haute température.

Objectifs: A partir d'une représentation détaillée de la morphologie cellulaire des mousse, obtenue par micro-tomographie aux rayons X, une modélisation par éléments finis du comportement mécanique sous chargements complexes sera proposée. Des procédures d'analyse d'images 3D permettront d'aboutir à des maillages par éléments finis de la microstructure. Des calculs sur machine parallèle permettront de prévoir la réponse du matériau à des sollicitations de traction et de compression jusqu'à la rupture. Des essais de fatigues thermomécanique seront également simulés et les résultats seront comparés aux données expérimentales obtenues pendant la thèse. Un second objectif est le design d'une morphologie cellulaire optimale pour les propriétés mécaniques visées.

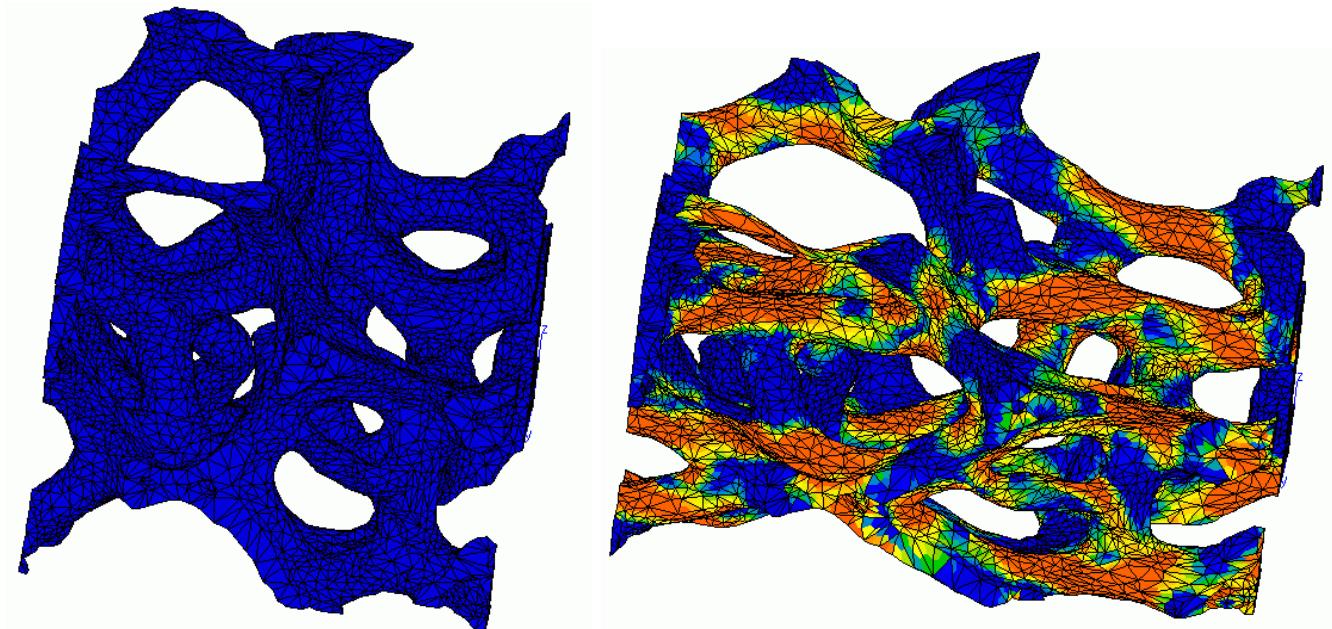
Méthodes: La connaissance de la microstructure cellulaire sera acquise grâce au recours à la micro-tomographie aux rayons X utilisée à l'ESRF, synchrotron à Grenoble. Des méthodes récentes de maillage par éléments finis permettent de passer d'images 3D haute résolution à des maillages de la microstructure. Des calculs par éléments finis intensifs seront effectués sur la machine parallèle du Centre. Les lois de comportement élastoviscoplastique des alliages de nickel seront identifiées. Des essais mécaniques de traction, compression, fatigue et relaxation seront réalisés à différentes températures. Une forte interaction avec INCO est nécessaire pendant la thèse pour améliorer au fur et à mesure la qualité des filtres. Des séjours à INCO/Canada et INCO/RFA seront effectués lorsque cela sera utile.

Encadrement de thèse : J.-D. Bartout, Y. Bienvenu, S. Forest, F. NGuyen (Ecole des Mines)

Partenaires industriels : C. Saberi (INCO, Canada), A. Boehm (INCO, Germany)

Profil recherché : Mécanique des structures, Eléments finis, Mécanique des matériaux

Contact: Samuel.Forest@ensmp.fr



PhD position

Deformation and fracture of alloyed nickel foams for DPF applications

Context: Open cell metallic foams are used in a new concept of Diesel Particle Filter, because of their high specific surface and outstanding mechanical properties, especially ductility. Alloying existing nickel foams makes them resistant to oxidation and corrosion taking place at high temperature.

Objectives: Based on a detailed description of the morphology of alloyed nickel foams obtained by X-ray microtomographic analyzes at ESRF (Grenoble), a finite element model will be proposed describing their behavior under complex thermomechanical loading conditions, as encountered in DPF applications. 3D image analyzes procedures will be used to construct finite element meshes of representative volume elements of the metal foams. Large scale finite element computations will be carried out to predict the tensile and compressive behavior, up to fracture. Cyclic mechanical and thermal fatigue tests will be simulated also and compared to experimental results obtained during the PhD. A second step is the design of optimal cell morphology (including relative density and cell anisotropy) for targeted mechanical properties.

Methods: A precise knowledge of the morphology of existing INCO nickel foams will be gained by microtomographic analyzes performed at the European Synchrotron Radiation Facility in Grenoble. Recent 3D finite element techniques are used to obtain detailed finite element meshes of representative volumes of foam from the previous images. The unit cells can be subjected to realistic loading conditions including tension, compression, creep and fatigue. An elastic-viscoplastic constitutive behavior is attributed to each element of metal or alloy. Experimental tests will be performed on various alloyed nickel foams including tension, compression, creep, relaxation and fatigue. The anisotropy of the mechanical properties will be fully characterized. A strong connexion with INCO is required during the whole PhD in order to continuously improve the quality of the foams used in DPF filters. When needed, stays at INCO/Canada or INCO/Germany, or IFAM/Dresden will be planned.

PhD advisers : J.-D. Bartout, Y. Bienvenu, S. Forest, F. NGuyen (Ecole des Mines)

Industrial advisers : C. Saberi (INCO, Canada), A. Boehm (INCO, Germany)

Required skills : Mechanics of materials, Finite Element computing

Contact: Samuel.Forest@ensmp.fr

