

Fissuration sous gradient thermique du combustible lors d'une chauffe laser: corrélation d'images, simulation et adaptation du dispositif expérimental

DEC/SESC/LMCP

Cette thèse propose de simuler la fissuration du combustible nucléaire, constitué d'une céramique fragile, le dioxyde d'uranium, au cours d'essais de chauffe laser et de comparer par corrélation d'images résultats numériques et expérimentaux.

Cette comparaison permettra d'optimiser le dispositif expérimental pour améliorer la qualité des résultats expérimentaux et aller vers une validation quantitative des modèles d'endommagement à gradient utilisés dans les simulations.

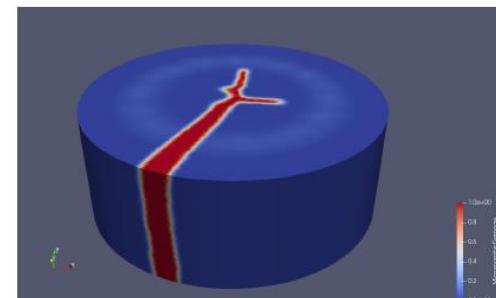
Le point de départ de ces travaux est une campagne de fragmentation de pastilles de dioxyde d'uranium par chauffe laser qui a été menée dans le cadre du doctorat d'Hugo Fuentes[1] réalisée dans l'un des laboratoires expérimentaux (LAMIR) de l'Institut de REcherche sur les Systèmes Nucléaires pour la production d'Energie bas carbone (IRESNE) du CEA Cadarache. Cette chauffe permet de reproduire des gradients de température représentatifs des conditions vue par la céramique en réacteur. Pour chaque essai, des films montrant l'évolution des fissures et l'évolution des températures en surface de pastille sont disponibles.

Ces films seront analysés par corrélation d'images [3] grâce à un logiciel interne pour déterminer les conditions aux limites optimales des simulations numériques et extraire les données utiles à la validation des modèles. Les essais seront ensuite modélisés par des modèles d'endommagement à gradient développés dans les thèses de David Siedel et Pedro Nava Soto [2]. En fonction des résultats obtenus, le doctorant pourra optimiser le dispositif et/ou l'adapter pour traiter d'autres situations de fonctionnement et mener une nouvelle campagne expérimentale.

Le doctorant sera en interaction forte entre un laboratoire de simulation et un laboratoire expérimental au sein de l'institut IRESNE du CEA Cadarache. Le travail proposé est ouvert et pourra être valorisé par des participations à des conférences nationales ou internationales et l'écriture d'articles scientifiques dans des revues à fort impact.

Références

- [1] Fuentes, Hugo, Doualle, Thomas, Colin, Christian, Socié, Adrien, Helfer, Thomas, Gallais, Laurent and Lebon, Frédéric. Numerical and experimental simulation of nuclear fuel fragmentation via laser heating of ceramics. In : Proceeding of top fuel 2024. Grenoble, 29 September 2024.
- [2] Nava Soto, Pedro, Fandeur, Olivier, Siedel, David, Helfer, Thomas and Besson, Jacques. Description of thermal shocks using micromorphic damage gradient models. European Solid Mechanics Conference, Lyon. 2025.
- [3] Castelier Etienne, Rohmer E., Martin E., Humez B. Utilisation de la dimension temporelle pour améliorer la corrélation d'images. 20ème Congrès Français de Mécanique, 2011.



- Formation recommandée :

Ingénieur, master M2 en mécanique non-linéaire des matériaux

- Ecole doctorale :

ED 353 Sciences pour l'ingénieur Aix Marseille Université

- Date souhaitée de début de thèse :

01/10/2026

- Lieu :

Centre CEA de Cadarache

- Directeur(s) de thèse :

Stéphane Lejeunes

Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique

- Chercheur de l' IRESNE à contacter :

Helfer Thomas

thomas.helfer@cea.fr

04 42 25 22 67

