

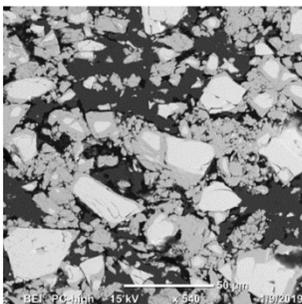
# Construction d'un modèle d'apprentissage statistique sur des données issues d'un simulateur numérique (application au combustible du Réacteur nucléaire expérimental Jules Horowitz)

Le stage est proposé au sein de l'institut de recherche sur les systèmes nucléaires pour la production d'énergie bas carbone, basé sur le site du CEA Cadarache, à 30 minutes d'Aix en Provence dans le sud-est de la France. L'institut mène notamment des activités de R&D sur les combustibles nucléaires dans l'objectif d'accroître la sûreté et la performance des réacteurs actuels et de développer les combustibles des réacteurs du futur. Ces activités associent simulation numérique/modélisation et expérimentation.

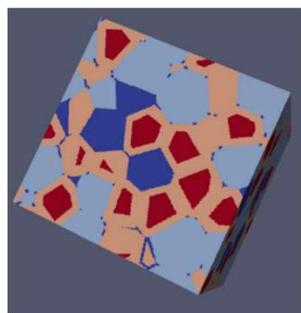
En termes de modélisation du combustible sous irradiation, nous développons une plateforme logicielle nommée « PLEIADES » <https://www.youtube.com/watch?v=VIKY2gp0FeQ> qui permet de simuler le comportement des différents types de combustibles. Le code aux éléments finis PLEIADES/MAIA est dédié au combustible des réacteurs expérimentaux (en particulier le Réacteur Jules Horowitz en cours de construction sur le site du CEA Cadarache). Le modèle de conductivité thermique, basé sur une méthode analytique d'homogénéisation entre les différents composants, ne permet pas d'appréhender avec une grande précision toute la complexité de la microstructure réelle du matériau. La conductivité thermique étant un paramètre clé (elle détermine la température et, ce faisant, l'évolution sous irradiation du combustible), il a été décidé de mettre en œuvre une approche numérique pour permettre la prise en compte de cette complexité microstructurale. Cette méthode implique la création de microstructures à l'aide de l'outil de génération de Volumes Élémentaires Représentatifs PLEIADES/MEROPE, suivie de calculs de thermique pour déterminer la conductivité thermique associée. Cette méthode étant couteuse en temps de calcul, la détermination d'un modèle d'apprentissage statistique issu de cette approche sera privilégiée pour exploitation dans le code PLEIADES/MAIA.

L'objectif de ce stage est de développer un modèle d'apprentissage statistique qui pourra être intégré dans MAIA. En premier lieu, il s'agira de comprendre quels facteurs ont le plus d'impact sur la conductivité thermique via une analyse de sensibilité. Ensuite, à l'aide de plans d'expérience et de l'outil MEROPE, des microstructures du combustible seront générées et des calculs thermiques seront effectués pour déterminer la conductivité thermique correspondante. Ces résultats numériques serviront à la construction d'un modèle d'apprentissage statistique. Une approche par Réseau de neurones est a priori privilégiée, mais l'étudiant aura toute latitude pour proposer d'autres techniques de machine learning. Il s'agira de comparer / évaluer les différents modèles puis de sélectionner le plus performant pour cette tâche spécifique. Ce travail contribuera à produire un outil avancé pour la prédiction de la conductivité thermique du combustible dans MAIA.

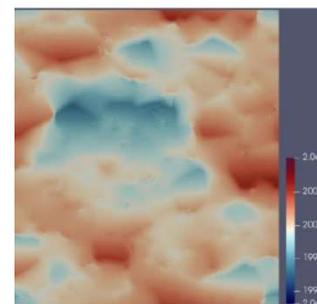
IRESNE/DEC/SESC/LEVA



• Image MEB d'un combustible dispersé U3Si2 du réacteur RJH



Microstructure générée avec le code PLEIADES/MEROPE



Champ de température calculé par méthode FFT

Formation souhaitée :	Ecole d'ingénieur ou Master 2 en Mathématiques Appliquées Calcul Scientifique	Lieu du stage :	CEA Cadarache, IRESNE/DEC/SESC/LEVA
Durée du stage :	6 mois	Possibilité de thèse :	Non
Méthode/logiciel(s) :	Python, PyTorch (prérequis) Code PLEIADES/MEROPE, FFT (non prérequis)	Contact :	LORENZO Denis ( <a href="mailto:denis.lorenzo@cea.fr">denis.lorenzo@cea.fr</a> ) BRUYELLE Jérémie ( <a href="mailto:jeremie.bruyelle@cea.fr">jeremie.bruyelle@cea.fr</a> )
Mots clés :	Machine learning, Data Science, Simulation		