

# PROPOSITION DE POST-DOCTORAT



---

Niveau : Doctorat

Thermo-mécanique des fluides numérique

---

Lieu : **CEA Marcoule**  
DPME / SEME / LEMC  
Bâtiment 51  
30207 Bagnols sur Cèze

Durée : **2 ans**                      Date souhaitée : janvier 2024

Contacts : Charles BRISSOT  
[charles.brissot@cea.fr](mailto:charles.brissot@cea.fr)

Sujet du post-doctorat : **Simulation thermo-hydraulique lors de la sollicitation thermique d'enrobés bitumineux**

## Contexte du projet :

Le Laboratoire d'Étude des Matériaux en environnement Complexe (**LEMIC**) du CEA Marcoule étudie le comportement long terme des déchets en matrice verre et bitume issus de la filière nucléaire. Dans ce cadre des études expérimentales et numériques sont ainsi réalisées pour estimer leur évolution physicochimique et leur interaction avec l'environnement selon les scénarios de traitement envisagés.

En France, des Fûts d'Enrobés Bitumineux (**FEB**) ont été produits par enrobage en matrice bitumineuse de déchets générés par les procédés de retraitement du combustible nucléaire. Ces enrobés peuvent être décrits comme une dispersion de sels inorganiques dans la matrice bitumineuse. Ils sont conditionnés dans des fûts de 220 L. Afin d'évaluer l'acceptabilité de ces déchets en site de stockage, il convient de disposer des éléments de connaissance relatifs à leur comportement thermo-hydraulique lors d'une sollicitation thermique. Lorsqu'ils sont soumis à des hausses de température, des transferts thermiques et des transferts de masse ont lieu d'une part au sein de la matière. D'autre part, des réactions chimiques exothermiques entre les sels et le bitume peuvent intervenir à partir de différentes températures. Les objectifs de ce projet postdoctoral sont de simuler le comportement thermo-hydraulique au sein des enrobés soumis à une sollicitation thermique, et d'évaluer les conséquences des réactions exothermiques sur le comportement du matériau.

# PROPOSITION DE POST-DOCTORAT

## Description générale :

La simulation du comportement thermo-hydraulique des enrobés sera réalisée à l'aide de deux outils : un modèle thermomécanique 3D des enrobés développé récemment par le CEA, implémenté dans un code mis au point par un laboratoire partenaire (le CEMEF) et distribué par la société Scipath. Et un modèle 2D-axisymétrique basé sur l'outil de simulation COMSOL. Ces modèles prennent en compte les effets diffusifs et convectifs ainsi que le terme source de puissance thermique issus de réactions chimiques entre les constituants des enrobés.

La première étape consistera à poursuivre l'étude analytique démarrée par un premier post doc. Le but est de mettre en lumière les différents mécanismes à l'œuvre lors du réchauffement d'un FEB, de caractériser les phénomènes prépondérants et les critères d'apparition de ces derniers avec des arguments simples. En parallèle, une étude comparative entre les deux codes sera menée afin de valider les résultats de simulation et estimer la validité d'une approche 2D-axi. Ensuite, une étude de sensibilité des paramètres d'entrée sera menée. Celle-ci est destinée à évaluer plus finement l'influence d'une variation des valeurs des paramètres physiques et thermiques (diffusivité, viscosité, densité, coefficient de dilatation, réactivité des sels, conditions aux limites, etc.) des enrobés sur les champs de température et les transferts de masse au sein de la matière à l'échelle d'un fût (220 L). Les simulations réalisées seront enfin confrontées aux résultats expérimentaux disponibles.

En complément et en fonction de l'avancement du projet, un soutien à l'acquisition de données expérimentales sera envisagé. Le modèle thermomécanique 3D pourra de plus être développé, avec notamment pour objectif d'évaluer l'influence de la présence de bulles de radiolyse dans l'enrobé sur les transferts thermiques et de masse.

## Déroulement :

Le projet se déroulera au sein du LEMC, situé au CEA de Marcoule, en lien étroit avec les équipes du CEA de Saclay. En complément des suivis d'avancements en interne LEMC, des réunions trimestrielles auront lieu avec les équipes du CEA de Saclay. La publication des résultats est fortement conseillée. La durée initiale du projet est de deux années, renouvelable une fois.

## Compétences requises :

- Connaissances : mécanique des fluides, thermique, convection naturelle, CFD, Éléments Finis
- Outils : Python, Comsol