

# Simulation numérique d'instabilités de Rayleigh-Taylor amenant à la formation de gouttes dans un bain de corium

Raphaël Zanella<sup>1</sup>, Romain Le Tellier<sup>2</sup> & Hervé Henry<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire PMC, Ecole Polytechnique, CNRS, IP Paris, Palaiseau, France

<sup>2</sup> CEA, DEN, DTN/SMTA/LMAG, Cadarache, Saint Paul-lez-Durance, France

herve.henry@polytechnique.edu

Le corium est le résultat de la fusion accidentelle d'un cœur de réacteur nucléaire. On s'intéresse ici à la stratégie de rétention en cuve qui vise à maintenir le corium dans la cuve par renoyage du puit de cuve. Le corium est composé de différents éléments (Uranium, Zirconium, Oxygène, Fer, etc.) et se scinde en deux phases à l'équilibre thermodynamique, une phase riche en métal et une phase riche en oxydes [1]. La phase métal, formée à partir de structures métalliques fondues, est initialement au-dessus du mélange. L'expérience MASCA-RCW [2] suggère qu'elle se densifie à l'interface avec la phase oxyde en s'enrichissant d'Uranium et de Zirconium jusqu'à ce que des instabilités de Rayleigh-Taylor se forment et conduisent au détachement de gouttes de phase métal qui plongent dans la phase oxyde.

Cette phénoménologie est modélisée par un jeu d'équations couplées : l'équation de Cahn-Hilliard (déjà appliquée au cas du corium dans [3]) gouvernant la thermodynamique et la diffusion des espèces d'un côté et les équations de Navier-Stokes gouvernant la convection de l'autre. Les simulations numériques, réalisées avec un code de recherche pseudo-spectral, permettent de reproduire un régime où des gouttes de phase métal, générées par la diffusion, tombent à intervalles réguliers dans la phase oxyde. L'influence du paramètre d'épaisseur d'interface  $w_{int}$ , qui intervient dans ce modèle à interface diffuse, est étudiée. On observe une convergence du volume de phase métal transitant vers le fond de la cuve lorsque  $w_{int}$  s'approche de  $L/32$ , où  $L$  est la taille caractéristique du domaine. Ainsi, une valeur raisonnable de ce paramètre, au regard du raffinement de maillage nécessaire, est suffisante pour faire converger le modèle.

## Références

1. M. FISCHER, P. LEVI, G. LANGROCK, A. A. SULATSKY & E. V. KRUSHINOV, The impact of thermal chemical phenomena on the heat fluxes into the RPV during in-vessel melt retention, *Proc. International Congress on Advances in NPPs (ICAPP) 2011*, 1209–1218 (2011).
2. KURCHATOV INSTITUTE, Main Results of the First Phase of MASCA Project (2004).
3. C. CARDON, R. LE TELLIER & M. PLAPP, Modelling of liquid phase segregation in the Uranium–Oxygen binary system, *CALPHAD : Computer Coupling of Phase Diagrams and Thermochemistry*, **52**, 47–56 (2016).