
Tension Interfaciale / densité HT - Caractérisation de fondus oxydes et/ou métalliques à haute température

Jules Delacroix*¹

¹CEA Cadarache – Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives – France

Résumé

Les systèmes d'intérêt au cœur de cette étude sont représentatifs des matériaux utilisés dans l'industrie nucléaire. Du d'oxyde d'uranium du combustible au béton du radier et de l'enceinte de confinement, en passant par le zirconium des gaines et les aciers de cuve et des structures, les systèmes nucléaires embarquent la quasi-intégralité du tableau périodique. On peut citer l'exemple du corium, amalgame complexe de matériaux issus de la fusion d'un réacteur nucléaire. L'approche ne détaille pas ici d'application directe aux bains verriers, mais son caractère transverse autorise une application potentielle aux problématiques de vitrification.

La rupture avec l'état de l'art passe nécessairement par l'accès aux propriétés et mécanismes fondamentaux à l'échelle locale des bains fondus. L'enjeu est d'alimenter le tryptique base de données-simulation-expérience intégrale pour aboutir à une description améliorée par remontée d'échelle au niveau du système d'intérêt.

Les défis sont nombreux: les conditions extrêmes dans lesquelles peuvent être opérés les systèmes nucléaires entravent l'appréhension des mécanismes régissant leur comportement. Entre autres problématiques doivent être considérés les niveaux d'agressivité (métaux liquides, milieu oxydant) et d'activité (matériau prototypique incluant l'uranium), de température (jusqu'à 3000°C pour les bains d'oxydes fondus), et plus spécifiquement la large méconnaissance de l'état liquide, ainsi que la forte sensibilité des interactions fondamentales aux grandeurs d'intérêt, qui oblige à un souci constant de réduction des incertitudes pour garantir la précision des mesures.

Le fil directeur de ce travail est basé sur le développement d'une instrumentation et d'une approche métrologique innovantes, qui vont de pair avec la simulation numérique des procédés, en vue d'affiner les techniques inverses traçant les propriétés et mécanismes-clés. On centrera ici plus particulièrement le propos autour de trois propriétés : la tension de surface, la masse volumique, et une ouverture sur la viscosité. Leur impact sur différents mécanismes-clés en lien avec le process nucléaire sera détaillé, ainsi qu'un bref état de l'art des données accessibles pour les fondus d'intérêt, menant à la nécessité du dimensionnement d'expériences originales, adaptées aux hautes températures et à l'état liquide. Ces dernières seront détaillées, et les mesures inédites obtenues par leur biais seront discutées en lien avec leur cadre applicatif.

*Intervenant