

Modélisation thermique de l'élaboration des verres de conditionnement

Kolani Paraiso*, Emilien Sauvage, Sarah Hocine Metahri, Virginie Lemaitre, Sophie Schuller, Ekaterina Burov

*E-mail : kolani.paraiso@cea.fr

¹CEA, DEN, DE2D/SEVT/LDPV – Marcoule, F-30207 Bagnols-sur-Cèze, France

Les verres de conditionnement des déchets nucléaires sont réalisés à l'échelle industrielle par un procédé de calcination-vitrification à haute température, à partir d'un précurseur vitreux (fritte de verre de type alumino-borosilicate de sodium) et du déchet calciné (mélange d'une trentaine de composés oxydes et nitrates obtenus après l'étape de calcination). Au cours de l'élaboration du verre une succession de processus physico-chimiques d'imprégnation, dénitruration, cristallisation et de dissolution se produisent afin d'intégrer les éléments présents initialement dans le déchet calciné au sein du réseau vitreux. Afin de comprendre l'ensemble de ces processus et à terme les prédire, des études sont conduites au sein du Service d'Etude de Vitrification et des procédés haute Température du CEA Marcoule. Deux approches (thermique et chimique) sont développées et consistent à coupler les lois de cinétiques réactionnelles des processus thermiquement activés (dénitruration, cristallisation, dissolution) à un modèle magnéto-thermo-hydraulique qui décrit la physique des fours de vitrification [1]. Dans l'approche thermique, il s'agit en premier lieu de caractériser et de modéliser les réactions thermo-activées d'un point de vue cinétique et enthalpique, à partir des mesures d'analyse thermique différentielle et gravimétrique d'un mélange de fritte et de calcinât et de les identifier comme étant l'image d'un degré de conversion d'une ou plusieurs réactions chimiques [2]. Ces réactions chimiques sont régies par une loi cinétique dont les paramètres sont identifiables en utilisant les techniques d'analyse thermique [3]. La méthodologie expérimentale développée pour cette approche (analyses ATD/ATG) et la démarche d'identification des paramètres cinétiques seront décrites. Un exemple de simulation intégrant les équations implémentées et résolues dans les outils de mécanique des fluides (ANSYS Fluent) par une approche Eulérienne sera ensuite présenté et discuté.

[1] Guillaume Barba Rossa « Modélisation multiphysique de l'élaboration de verre en creuset froid » Université de Grenoble Alpes 2017.

[2] J. Chun, D.A. Pierce, R. Pokorný, P. Hrna « Cold Cap reactions in vitrification of nuclear waste glass: Experiments and modelling », Thermochemica Acta, (2013).

[3] H. Yunqing, « Theoretical Study Of Thermal Analysis Kinetics », Theses and Dissertations—Mechanical Engineering. 35, (2014).