

Modélisation de transitoires d'insertions de réactivité dans un réacteur de Génération IV à sels fondus

T.Le Meute^{a,c}, F.Bertrand^a, N.Marie^b, E.Merle^c, D.Heuer^c

^a CEA, DES, DER, SESI, F-13108 Saint-Paul-lez-Durance, France

^b CEA, DES, DTN, SMTA, F-13108 Saint-Paul-lez-Durance, France

^c CNRS, IN2P3, LPSC, F-31000 Grenoble, France

Abstract

Le MSFR (Molten Salt Fast Reactor) est un concept de réacteur de puissance pour la production d'électricité. Les noyaux fertiles et fissiles sont dissous dans un sel circulant qui fait office de combustible et de caloporteur. L'état physique de ce sel permet de considérer la vidange du cœur comme une méthode de mitigation d'hypothétiques accidents. Contrairement à un réacteur à neutrons rapide à combustible solide, dans le MSFR, le sel est très proche de sa géométrie la plus compacte. C'est pourquoi un compactage à grande échelle de ces cœurs est impossible. Ce concept permet d'utiliser plusieurs cycles de noyaux lourds tel que le cycle Th/U avec un sel fluorure ou le cycle U/Pu avec un sel chlorure. Dans le concept fluorure de référence le coefficient de contre-réaction neutronique est aux alentours de -8 pcm/K. Cette forte contre-réaction proviens de deux effets : L'effet Doppler et l'effet de dilatation du sel, chacun correspond à peu près à la moitié de la valeur.

L'objectif de ce travail est d'étudier le comportement du MSFR dans le cas d'insertions postulées de réactivité. Pour étudier les conséquences de ces insertions extrêmes, le premier objectif est d'étudier des insertions plus lentes pour vérifier l'efficacité de la vidange. En effet, dû à la présence du réservoir d'expansion, le début de la vidange n'a pas d'impact sur la réactivité du cœur. Nous voulons aussi vérifier qu'il existe de grandes marges de sûreté entre les insertions hypothétiques de réactivité et les conséquences d'insertions extrêmes de réactivité.

Dans le cas d'insertions extrêmes de réactivité et durant les premiers instants du transitoire, le sel ne peut pas de dilater librement et sortir du cœur. Ce phénomène pourra être important dans la dynamique des transitoires et donc nous cherchons à la modéliser. De plus, durant cette montée en pression, les bulles présentes dans le sel vont s'effondrer ce qui engendrera une nouvelle insertion de réactivité.

Pour faire ces études, deux codes indépendants sont en développement. Le premier permet de modéliser des insertions de réactivité lente et le second permettra de modéliser les transitoires de pression et de détente lors de la production massive de vapeur. Cette vapeur peut être produite lors de la montée en température par la vaporisation des produits de fissions ou par la dissociation des différentes espèces du sel. L'objectif sera de chaîner ces deux codes pour calculer plusieurs types de transitoires pouvant conduire à des criticités successives.