

AVIS DE SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT

Le **11-01-2019**

A **10h30**

Amphi F1

Ecole des Mines de Saint-Etienne

158 cours Fauriel

42023 Saint-Etienne

Soutiendra en vue de l'obtention du titre de Docteur de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne dans la spécialité : GENIE DES PROCÉDES

Mathilde

GESTIN

Une thèse ayant pour sujet :

Étude expérimentale et modélisation cinétique de l'oxydation à haute température sous air et vapeur d'eau du Zircaloy-4 pré-oxydé.

MEMBRES DU JURY :

Président

(Le président est désigné le jour de la soutenance)

Rapporteurs :

| | | | |
|-------------|----------|------------------------|---------------------------|
| Tupin | Marc | Ingénieur de recherche | CEA Saclay |
| Latu-Romain | Laurence | Maître de Conférences | Université Grenoble Alpes |

Examineurs :

| | | | |
|-----------|-----------|---------------------|----------------------------------|
| Chevalier | Sébastien | Professeur | Université de Bourgogne |
| Coindreau | Olivia | Ing. de Recherche | IRSN Cadarache |
| Pijolat | Michèle | Professeur | Ecole des Mines de Saint Etienne |
| Favergeon | Loïc | Maitre de recherche | Ecole des Mines de Saint-Etienne |

Thèse préparée dans le centre SPIN à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne.

Travail co-encadré par : FAVERGEON Loïc

Destinataires : DRI, Accueil, SCIDEM, Centre,
D.CORTIAL « Le Progrès », 24 rue de la robotique – 42000 Saint-Etienne

Direction Recherche et Innovation

158, Cours Fauriel

CS62362 - 42023 Saint-Etienne cedex 2 - Tél : 04 77 49 97 10

Page 1 - 1

Résumé

Les piscines de stockage du combustible nucléaire permettent d'entreposer les assemblages combustibles, dans l'attente que leur puissance résiduelle soit suffisamment faible pour permettre leur évacuation, ou parce qu'ils sont destinés au rechargement du réacteur.

En cas d'accident, une perte de refroidissement et/ou une vidange de la piscine pourrait conduire au dénoyage des assemblages combustibles. Les assemblages dénoyés seraient alors exposés à une atmosphère air/vapeur d'eau ce qui conduirait à l'oxydation exothermique des gaines en alliage de zirconium (Zircaloy-4), et ainsi à la dégradation des crayons provoquant le relâchement de produits radioactifs.

Ces travaux de thèse entrent dans le cadre du PIA DENOPI (DENOyage de Piscine), et portent sur l'étude des phénomènes d'oxydation du Zy-4 pré-oxydé, à haute température dans un mélange d'oxygène, d'azote et de vapeur d'eau.

L'objectif est de déterminer les mécanismes d'oxydation du Zircaloy-4 pré-oxydé et d'établir un modèle cinétique. Les échantillons utilisés sont des plaquettes recouvertes d'une couche de pré-oxyde simulant la couche de corrosion formée sous eau en réacteur.

La prise de masse due à l'oxydation des échantillons est mesurée au moyen d'une thermobalance symétrique.

Les essais réalisés en palier isotherme dans une gamme de 750 – 950 °C sous air et vapeur d'eau confirment l'effet néfaste de l'azote lorsqu'il est associé à l'oxygène et/ou à la vapeur d'eau. En utilisant la méthode des décrochements, les dépendances en pressions partielles d'azote, d'oxygène et de vapeur d'eau sont observées.

La mesure de la teneur en hydrogène dans le métal après oxydation, associée à des mesures en IR/Raman, met en évidence l'oxydation simultanée par les deux gaz oxydants (O₂ et H₂O).

De plus, lors de l'oxydation, la morphologie des échantillons évolue, le pré-oxyde se désolidarise du métal et les contraintes exercées sur le métal par la formation de l'oxyde induisent le fluage de l'échantillon.

A partir de ces différentes observations, un modèle cinétique est proposé, permettant de rendre compte de la dépendance de la vitesse d'oxydation avec les différents paramètres (température, pressions partielles, épaisseur de pré-oxyde, géométrie de l'échantillon).

Mathilde GESTIN