

Monsieur Richard LAFLOTTE

Spécialité "Mécanique des solides, des matériaux, des structures et des surfaces - UCCS"

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Etude du conditionnement du béryllium métallique en matrice cimentaire

dirigés par Madame Murielle RIVENET et Céline CAU-DIT-COUMES

Soutenance prévue le **mardi 03 juin 2025** à 14h00

Lieu : Domaine du Val de Cèze, 69 rue Léon Fontaine, Ancienne Route d'Avignon, 30200 Bagnols-sur-Cèze

Salle : de conférence

Composition du jury proposé

Mme Murielle RIVENET	Centrale Lille Institut	Directrice de thèse
Mme Armelle RINGUEDÉ	CNRS	Rapporteuse
M. Martin CYR	Université de Toulouse	Rapporteur
Mme Sandrine GAUFFINET	Université de Bourgogne	Examinatrice
Mme Emilie LAFOND	CEA Cadarache	Examinatrice
Mme Céline CAU DIT COUMES	CEA Marcoule	Co-directrice de thèse
Mme Céline CANNES	CNRS-IJCLab	Co-encadrante de thèse
M. Erik COPPENS	ONDRAF-NIRAS	Invité
M. Jérémy HAAS	CEA Marcoule	Invité

Mots-clés : Béryllium, Piégeur à hydrogène, Corrosion, Matrice cimentaire, Spectroscopie d'impédance électrochimique,

Résumé :

A l'issue de son utilisation dans certains réacteurs nucléaires, le béryllium métallique constitue un déchet radioactif de faible ou moyenne activité qui doit être conditionné avant d'être envoyé en stockage. Un conditionnement de ce déchet en matrice cimentaire est envisagé et se heurte à la problématique de la corrosion du métal au contact de la solution porale du matériau et au relâchement de dihydrogène gazeux associé. Si ces émanations ne sont pas maîtrisées, elles peuvent compromettre la sûreté du stockage. Ce travail de thèse vise à formuler un liant réduisant les émanations de dihydrogène dues à la corrosion aqueuse du béryllium. Les investigations sont orientées selon deux axes : □ l'optimisation de la chimie du liant afin de favoriser la passivation du béryllium ; □ l'incorporation d'un piégeur de dihydrogène à la matrice pour limiter la bouffée de H₂ au début de l'hydratation. L'optimisation de la chimie de la matrice cimentaire est investiguée en deux étapes : une première étude menée en suspension cimentaire vise à identifier une matrice qui favorise la passivation du béryllium lorsque le degré d'hydratation du ciment est avancé. La seconde, menée en pâte de ciment, s'intéresse à la corrosion du béryllium au cours de l'hydratation, avec une teneur en eau plus limitée. Ces deux études sont réalisées à l'aide de techniques électrochimiques telles que la spectroscopie d'impédance électrochimique (SIE) au potentiel à courant nul, qui permet de caractériser la corrosion du béryllium mais aussi l'hydratation du ciment. Cependant, cette technique doit être complétée par une analyse par chromatographie en phase gazeuse pour estimer la bouffée de dihydrogène aux premiers stades de l'hydratation. Parmi les ciments étudiés, le ciment sulfo-alumineux comportant 15% d'anhydrite conduit à la meilleure passivation du béryllium, mais une production initiale de dihydrogène ne peut être évitée malgré l'optimisation de la chimie du liant. Afin de maîtriser le relâchement initial de dihydrogène, un piégeur minéral de type γ -MnO₂/Ag₂CO₃ est incorporé à hauteur de 1% massique à la matrice contenant du béryllium. Il est montré que la composition du piégeur évolue en milieu cimentaire (déstabilisation du carbonate d'argent, sorption d'ions par le MnO₂), ce qui ralentit la cinétique et diminue la capacité totale de piégeage du dihydrogène. Cependant, le piégeur reste efficace et permet de réduire les émanations de dihydrogène de la matrice par un facteur 3. Au terme de ce travail, la solution préconisée pour conditionner le béryllium serait donc l'utilisation d'une matrice à base de ciment sulfo-alumineux, fonctionnalisée par ajout de piégeur γ -MnO₂ / Ag₂CO₃ à une teneur à optimiser en fonction de la surface de béryllium introduite et des émanations de dihydrogène acceptables pour le colis cimenté.