

## **Sujet de thèse : Etude des mécanismes nanométriques d'altération du verre nucléaire en présence de produits de corrosion du fer multiséculaires**

**Laboratoire Archéomatériaux et Prédiction de l'Altération : SIS2M UMR3299  
CEA/CNRS, IRAMAT UMR5060 CNRS et NIMBE CEA**

Delphine Neff : delphine.neff@cea.fr

Philippe Dillmann : philippe.dillmann@cea.fr

### **Contexte général de l'étude**

Un des défis de la recherche actuelle dans le domaine de l'énergie nucléaire réside dans la réalisation de barrières de confinements sûres afin de séparer les déchets radioactifs de la biosphère. Pour ce faire, en France, l'Andra (Agence Nationale pour la Gestion des Déchets Radioactifs) a développé dans ses concepts de stockage la notion de multibarrière où une succession de matériau de confinement joue un rôle complémentaire (verre nucléaire, acier, argile, béton armé, roche hôte, etc). Il est alors primordial d'étudier les processus d'altération de ces différents composants et les synergies des mécanismes dans les milieux du stockage.

Les études expérimentales menées jusqu'à présent par le LAPA dans le cadre du Groupement de Laboratoires Verre/Fer/argilite de l'ANDRA ont montré que la présence de fer issu de la corrosion du surconteneur en acier pouvait avoir un effet non négligeable sur les cinétiques d'altération du verre. Si cet effet a été démontré, sa modélisation, notamment à des fins prédictives, nécessite en revanche une compréhension plus approfondie des mécanismes mis en jeu, en relation avec la nature des phases présentes dans le système et le transport des espèces aqueuses jusqu'à la surface du verre. A ce jour, peu d'informations ont été collectées sur la nature exacte de ces phases et leur caractérisation à l'échelle nanométrique reste un élément clef pour la modélisation.

La thèse proposée ici contribuera à préciser ces mécanismes par l'investigation à l'échelle nanométrique de systèmes verre/fer/argile corrodés dans différentes conditions. Une des originalités du travail sera d'une part d'étudier les processus sur des éléments du système issus d'analogues archéologiques, d'autre part de réaliser sur ces systèmes des expériences de marquage isotopique. Ces approches permettront de réunir des données cruciales (nature et solubilité des phases néoformées, propriété de transport des espèces aqueuses au sein des matériaux de départ et des matériaux néoformés, etc). Pour ce faire, différentes techniques seront combinées et notamment les microscopies électroniques MEB-FEG, MET, les spectrométrie d'absorption X sous rayonnement synchrotron : nanoXAS, STXM, complétées par d'autres techniques synchrotron donnant accès à la nanostructure (nanXRD) et à la nanochimie (nano et TOF-SIMS) des systèmes.

**Profil du doctorant** : chimie analytique, science des matériaux, caractérisation chimique et structurale (micro et nano)