

MACH³

MATrices Cimentaires pour le piégeage du tritium (³H)

Projet accompagné par l'Andra dans le cadre du programme « Nucléaire de Demain » des Investissements d'avenir - Sélectionné lors de l'appel à projets Andra « Optimisation de la gestion des déchets radioactifs de démantèlement », organisé en coopération avec l'ANR.

Durée : 36 mois

Démarrage du projet :
01/2018

Montant total projet :
1,12 M€

Dont aide du programme Investissements d'Avenir :
516 k€

Forme de l'aide : Subvention

Localisations :

Villeneuve-d'Ascq (59),
Bagnols-sur-Cèze (30),
Saint-Paul-lez-Durance (13)

Coordinateur : CEA Marcoule

Partenaires :

- École centrale de Lille
- Unité de catalyse et Chimie du solide (UCCS), Université de Lille
- CEA Cadarache

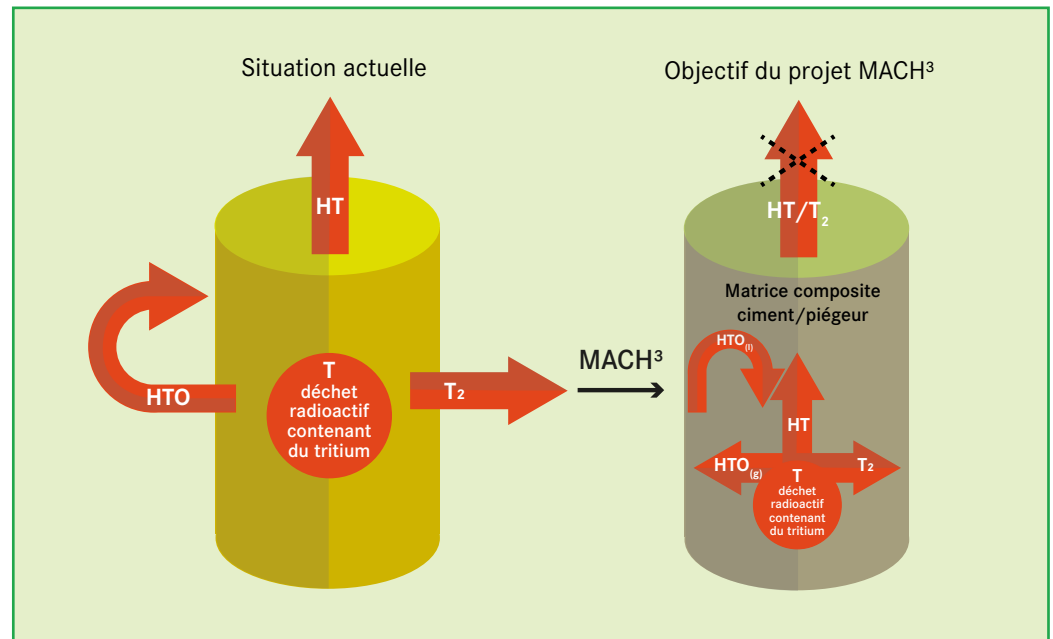
Contact : David LAMBERTIN,
david.lambertin@cea.fr

CONTEXTE

Actuellement en construction sur le site de Cadarache dans les Bouches du Rhône, le réacteur expérimental ITER a pour objectif de créer de l'énergie en reproduisant les réactions de fusion nucléaire qui ont lieu dans le soleil. Une fois en fonctionnement à l'horizon 2035, il générera des déchets métalliques contenant du tritium, un élément radioactif particulièrement mobile dans les matériaux et l'environnement. Leur entreposage provisoire puis leur stockage définitif sur les centres de l'Andra peut donc s'avérer complexe car il requiert de garantir un faible taux de dégazage du tritium, ce qui est difficilement réalisable à l'heure actuelle, à moins de diminuer de façon drastique le taux d'incorporation des déchets dans les conteneurs de stockage ou de réaliser une « dé-tritiation » préalable.

OBJECTIFS

L'objectif du projet MACH³ est de développer des matrices cimentaires destinées au conditionnement de déchets nucléaires de faible ou moyenne activité contenant des quantités importantes de tritium. Ces matrices sont spécifiquement formulées pour garantir un très faible taux de dégazage en tritium tout en restant compatibles avec les exigences en entreposage et stockage (propriétés mécaniques, chimiques...). Pour cela, MACH³ propose d'introduire au sein de ces matrices un piègeur à base de manganèse et d'argent permettant de bloquer au sein du déchet et de manière irréversible les formes gazeuses HT et T₂ du tritium (formes tritiées de H₂).



► Principe du projet MACH³ : piégeage irréversible de tritium contenu dans les déchets radioactifs.



► Essais de conditionnement d'éléments métalliques au sein de matrices cimentaires incorporant le piègeur de tritium MnO_2/Ag_2O .

DÉROULEMENT

Le projet se déroule sur 4 ans, de mars 2017 à février 2021. Il regroupe les équipes des laboratoires de génie civil de l'École centrale de Lille, de l'UCCS (Chimie Lille), du CEA Marcoule et du CEA Cadarache. La première partie du travail consiste à optimiser la préparation et la formulation du piègeur (poudres, granules) afin de pouvoir l'incorporer aisément au sein de matrices cimentaires. En parallèle, plusieurs formulations de liants hydrauliques « auto-dessiccants », c'est-à-dire de liants présentant une forte demande chimique en eau, sont élaborées. En effet, l'efficacité du piègeur utilisé diminue s'il est en contact avec l'eau résiduelle au sein de la porosité des matrices cimentaires. Ces études sont menées sur différentes formulations de matrices cimentaires (Portland, sulfo-alumineux, phospho-magnésiens) afin de disposer de matrices adaptées, en terme de pH en particulier, à différentes natures de déchets radioactifs tritiés. Ces études de formulation impliquent également de comprendre les interactions entre la matrice cimentaire et le piègeur.

Les essais de piégeage sont menés tout d'abord en inactif, sur du dihydrogène produit au sein de la matrice (par radiolyse de l'eau ou corrosion), puis en actif, sur de véritables déchets tritiés.

RÉSULTATS ATTENDUS

Innovation

Depuis plusieurs années, le CEA travaille sur le piégeage de dihydrogène et de tritium au moyen de piègeurs à base d'oxydes de manganèse et d'argent (MnO_2/Ag_2O). Les mécanismes réactionnels de piégeage ont été identifiés et ont permis de montrer que le dihydrogène réagit de manière irréversible avec ce type de piègeurs. Toutefois, ces études sont encore assez fondamentales et la mise en œuvre de tels piègeurs au sein de matériaux cimentaires pour piéger le tritium contenu dans des déchets radioactifs n'est pas acquise. L'innovation du projet MACH³ repose ainsi avant tout sur le développement de matrices cimentaires composites ciment/piégeur et la démonstration de leur performance pour le piégeage du tritium.

Impact pour la gestion des déchets radioactifs

Le principal impact du projet MACH³ sur la gestion des déchets radioactifs est la création d'un exutoire spécifique aux déchets tritiés tout en garantissant un faible taux de dégazage. Les limites en dégazage de tritium pour les colis de déchets sont actuellement faibles et cela permettra d'augmenter la quantité de déchets dans les futs et l'acceptation en stockage.

Application et valorisation

Les applications attendues sont principalement dans la gestion des déchets tritiés et notamment lors de la mise en service de l'installation expérimentale ITER du CEA Cadarache.

Les premiers résultats du projet ont également permis de montrer que les nouvelles formulations développées présentent un véritable intérêt pour le conditionnement d'autres typologies de déchets radioactifs relâchant du dihydrogène, notamment certains métaux comme l'aluminium ou le magnésium qui produisent des quantités non négligeables de dihydrogène lors de leur conditionnement en matrice cimentaire.