

VALOFUSION

Traitement des déchets métalliques tritiés par fusion et bullage puis valorisation
du tritium extrait par un réacteur catalytique à membrane

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 : 48 mois

Démarrage du projet :
10/2016

Montant total projet :
3,66 M€

**Dont aide du programme
Investissements d'Avenir** :
1,67 M€

Forme de l'aide : Subvention
avec modalités de retour
sur investissement pour l'État

Localisations :
Saint-Paul-lez-Durance (13),
Grenoble (38),
Echirolles (38)

Coordinateur : CEA Cadarache

Partenaires :
• CEA Cadarache
• Institut Néel du CNRS
• Cyberstar

Contact : Karine LIGER
karine.liger@cea.fr
Aurélien CHASSERY
aurelien.chassery@cea.fr

CONTEXTE

Actuellement en construction sur le site de Cadarache dans les Bouches du Rhône, le réacteur Iter a pour objectif de produire de l'énergie en reproduisant les réactions de fusion thermonucléaire qui se produisent dans le soleil. La mise en service de ce réacteur générera, à l'horizon 2035, des déchets solides tritiés, c'est-à-dire contenant du tritium.

Le tritium est un élément radioactif très mobile dans l'environnement et dont la migration est difficile à limiter, ce qui rend complexe la gestion des déchets tritiés en entreposage puis en stockage. Une des solutions possibles consiste à traiter ces déchets par un procédé de décontamination afin d'en extraire le tritium (détritiation) avant leur prise en charge en entreposage et en stockage. Le projet VALOFUSION s'intéresse plus particulièrement au cas des déchets métalliques purement tritiés (c'est-à-dire ne présentant aucune autre source de radioactivité) pour lesquels les procédés de traitements actuels sont encore peu développés.



► Chantier de construction d'Iter.

OBJECTIFS

Le projet VALOFUSION a pour objectif de :

- développer un procédé de décontamination par fusion du métal tritié afin d'en extraire le tritium et d'homogénéiser la contamination résiduelle au sein du métal fondu ;
- permettre la valorisation du tritium extrait en vue de son utilisation ultérieure comme combustible dans le réacteur Iter. Pour cela, le four de fusion sera couplé avec un réacteur catalytique à membrane. Ce réacteur permet de transformer l'eau tritiée issue de la fusion des déchets métalliques tritiés en hydrogène tritié, puis d'extraire cet hydrogène tritié de manière sélective (perméation).

DÉROULEMENT

Le projet VALOFUSION se déroule sur quatre ans et permettra à son terme de valider la faisabilité du procédé à petite échelle sur des échantillons métalliques contaminés par du tritium. Un prototype à échelle représentative (10 kg/batch) sera également dimensionné.

RÉSULTATS ATTENDUS

Innovation

L'innovation proposée dans ce procédé réside dans :

- une amélioration notable de l'efficacité du procédé de décontamination apportée par l'action du bullage d'un gaz dans le métal en fusion (meilleur rendement d'extraction du tritium) ;
- le couplage à un procédé d'extraction du tritium permettant ensuite de le valoriser ;

Appel à projets Andra avec le soutien du programme Investissements d'avenir
**VALOFUSION : Traitement des déchets métalliques tritiés par fusion
et bullage puis valorisation du tritium extrait par un réacteur catalytique
à membrane**



► Prototype du four de fusion



► « Creuset froid » du four de fusion



► « Creuset froid » avec au centre le métal fondu après refroidissement

- la réduction des déchets induits par l'utilisation d'un creuset froid ; le creuset froid permet une semi-lévitation du métal fondu et donc de limiter voire supprimer tout contact entre le creuset et le bain de fusion, ce qui évite les contaminations.

Impact pour la gestion des déchets radioactifs

La réussite du projet proposé peut être le point de départ du développement d'une nouvelle stratégie pour la gestion des déchets métalliques purement tritiés et présente plusieurs intérêts :

- pour le producteur de déchets métalliques purement tritiés (Iter) :
 - revalorisation possible du tritium présent dans les déchets (pas de déchets induits, hormis ceux issus de la maintenance et du démantèlement du procédé de traitement) ;
 - déclasserement éventuel du déchet initial en déchet de très faible activité (TFA) après traitement (pour le cas de déchets purement tritiés) ;
 - diminution des contraintes liées à la radioprotection des travailleurs ;
 - prise en charge facilitée de ces déchets en entreposage et stockage compte-tenu de la réduction de l'inventaire en tritium.
- pour le stockeur de déchets radioactifs (Andra) :
 - prise en charge d'un déchet à faible inventaire en tritium et un taux de dégazage fortement réduit ;
 - préservation des capacités de stockage, du point de vue radiologique (moins de tritium à stocker), mais également en termes de volumes, la fusion des métaux permettant la réduction du volume des déchets.

Impact économique et environnemental

Le traitement des déchets métalliques tritiés purs par le procédé proposé aura un impact économique fort :

- réduction du coût de la filière (réduction de l'activité des déchets et déclasserement en TFA, réduction des zones d'entreposage à des zones tampons d'attente de traitement, réduction du volume des déchets) ;
- réduction de l'impact environnemental grâce à la forte diminution des rejets atmosphériques en tritium et la diminution des déchets induits.

APPLICATION ET VALORISATION

Le procédé complet, développé pour les déchets métalliques tritiés purs dans le cadre du projet VALOFUSION, pourra être aussi utilisé pour des déchets métalliques tritiés contenant d'autres radionucléides moyennant l'adaptation de l'installation aux risques radiochimiques.

En outre, la technologie de four innovante permettant de faire buller un gaz dans un métal en fusion sans déstabiliser son état de lévitation pourra trouver des applications hors nucléaire, dans le domaine du traitement des déchets métalliques (décontamination par bullage) mais aussi dans le domaine de la métallurgie (hydrogénation, métallurgie extractive...).