

MAUD

Mesure par Autoradiographie Digitale

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 :
05/2016

Montant total projet :
2,18 M€

**Dont aide du programme
Investissements d'Avenir** :
960 k€

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

Localisations : Saclay (91),
Nesles-la-Vallée (95), Poitiers (86).

Coordinateur : CEA Saclay

Partenaires :

- CEA Saclay
- Ateliers Laumonier (ARL)
- Institut de chimie des milieux et matériaux de Poitiers (IC2MP)

Contact : Pascal FICHET
pascal.fichet@cea.fr

CONTEXTE

Dans le cadre des projets de démantèlement, il est nécessaire de réaliser sur site des mesures de radioactivité afin de connaître les radionucléides présents sur les zones à assainir ainsi que leur niveau d'activité. Il s'agit donc de définir les modalités d'assainissement à mettre en place : protection des travailleurs, de l'environnement et respect des exigences pour le stockage des déchets.

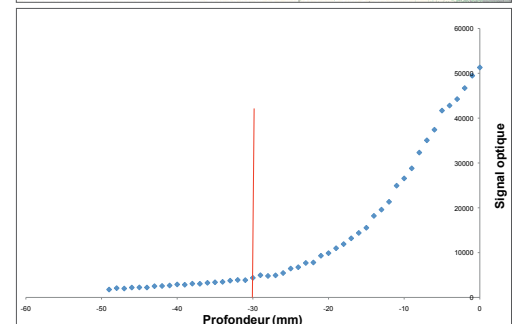
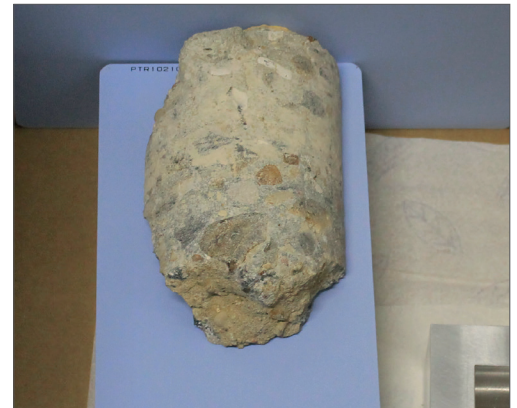
De plus, connaître la répartition des zones contaminées sur un site en démantèlement permet de minimiser le volume de déchets générés, voire de traiter de manière différente les zones en fonction du type et de l'intensité de la radioactivité présente.

Pour ce faire, les techniques usuelles font appel à la réalisation de mesures sur site et de prise d'échantillons qui sont généralement analysés en laboratoire. À ce jour, seul un certain type de radioactivité (gamma) est facilement mesurable sur site. Les autres radionucléides (émetteurs alphas et bêtas) sont souvent difficilement mesurables et font l'objet d'analyses plus fines en laboratoire, ce qui entraîne des délais conséquents.

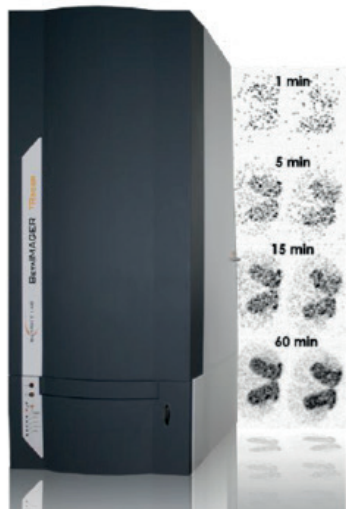
OBJECTIFS

Le projet MAUD a pour objectif principal d'améliorer la détection des radionucléides difficilement mesurables et de permettre leur mesure *in situ* avec la mise au point d'un système transportable, combinant à la fois la mesure du niveau d'activité et la caractérisation des radionucléides présents. Il se fonde pour cela sur l'adaptation aux contraintes du démantèlement de méthodes robustes d'analyse par autoradiographie développées jusqu'alors pour des recherches en biologie (suivi de molécules biologiques très faiblement marquées au tritium) et en géologie (détection de l'uranium pour la prospection minière).

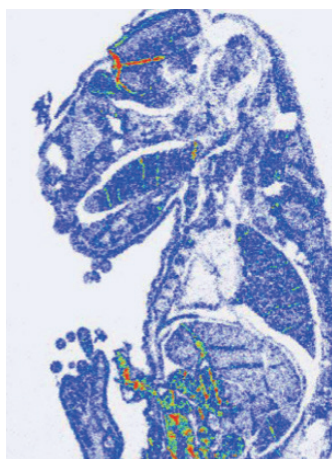
Le consortium est composé de trois partenaires: le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives - CEA - (coordinateur de MAUD avec le laboratoire LASE), l'Université de Poitiers (avec le laboratoire IC2MP) et la PME Ateliers Laumonier (ARL).



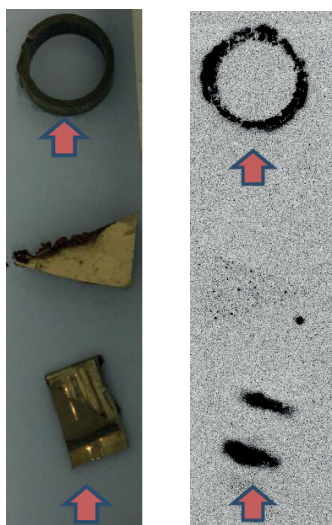
- ▶ Étude de carottes en béton par autoradiographie
 - En haut : carotte en cours de mesure, disposée sur un écran d'autoradiographie (en bleu).
 - Au milieu : visualisation du résultat de la mesure. La partie en noir indique la présence de radioactivité (^3H).
 - En bas : profil de contamination issue de la mesure.



► Beta Imageur commercial de la société ARL.



► Mesure de ^{35}S , émetteur beta de faible énergie, par autoradiographie sur un embryon de souris.



► Tri de déchets radioactifs triés par autoradiographie - vérification de contamination et localisation de l'activité.

Le projet MAUD vise en particulier à :

- développer l'autoradiographie en utilisant la technologie des écrans réutilisables. Ces écrans fournissant une image de la radioactivité ont de réelles applications pour le démantèlement et la caractérisation des déchets radioactifs. Ils permettent notamment de visualiser la radioactivité des radionucléides difficilement mesurables ;
- exploiter les connaissances techniques de la société ARL sur l'autoradiographie en optimisant des produits commerciaux et performants développés pour la biologie, dans le but de les adapter aux contraintes de la gestion des déchets de démantèlement ;
- modéliser et valider l'imagerie obtenue par les appareils d'autoradiographie sur des déchets radioactifs réels mais aussi sur des échantillons environnementaux.

DÉROULEMENT

Le projet va développer et étudier les deux modes d'observation de la radioactivité connus pour l'autoradiographie (techniques à gaz et à scintillants solides) dans le cadre d'une application à la caractérisation de la radioactivité sur les chantiers de démantèlement. Une fois les deux méthodes développées, un prototype industriel optimisant les performances et les coûts sera fabriqué.

Le projet va permettre pendant trois ans de faire travailler ensemble trois entités sur un sujet de développement industriel. Le projet mobilisera deux chercheurs post doctorants au CEA et à l'université de Poitiers. Il mobilisera également au moins six personnes chez la PME ARL : ingénieurs mécaniciens, ingénieurs projets, ingénieurs système embarqués, ingénieurs logiciels.

RÉSULTATS ATTENDUS

Innovation

Les techniques d'imagerie en mesures nucléaires sont développées depuis de nombreuses années pour les émetteurs gammas. Les radionucléides difficilement mesurables comme les émetteurs alphas et les bêtas (tritium, chlore 36) sont plus difficiles à cartographier et c'est l'ambition du projet MAUD que d'y parvenir plus facilement.

Le développement d'une méthode de mesure d'activité bêta et/ou alpha facile à mettre en place sur site sera importante afin de compléter les techniques actuelles permettant d'augmenter la souplesse de caractérisation et de rendre plus facilement accessible l'information sur la localisation et l'intensité de la radioactivité sur les sites en démantèlement. Le système MAUD a récemment fait l'objet d'un dépôt de brevet.

Impact économique

La société ARL est une PME fabricant des appareils d'autoradiographie pour l'imagerie en biologie. La déclinaison des appareils commerciaux pour le démantèlement apporte une nouvelle application de cette technologie française. Le projet devra, *in fine*, proposer une structure industrielle, mais pourra s'appuyer sur l'expérience des systèmes largement vendus dans le monde pour les mesures en biologie.

Impact pour la gestion des déchets radioactifs

Le projet industriel a pour but principal d'obtenir des images de la localisation des radionucléides difficilement mesurables sur des matériaux solides que l'on rencontre dans les déchets nucléaires issus du démantèlement (béton, plastique et métal principalement). Les renseignements issus des caractérisations permettront de mieux planifier les chantiers de démantèlement et de diminuer au maximum les doses reçues par les travailleurs. Une caractérisation poussée et optimisée permet un gain de coût et de temps pour traiter les déchets issus du démantèlement.

APPLICATION ET VALORISATION

Le système de caractérisation développé sera un outil important pour améliorer les mesures de radionucléides difficilement mesurables dans les chantiers de démantèlement. Les champs d'applications pourront être très vastes car l'appareil sera optimisé pour travailler au mieux sur des matrices solides diverses : métaux, bétons, plastiques... Les progrès issus du projet pourront être éventuellement appliqués pour les recherches en biologie et en géologie.