

INSPECT

Dosimétrie répartie, en ligne et à distance,
appliquée à l'inspection d'équipements et d'infrastructures nucléaires

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 :
11 / 2016

Montant total projet :
1,79 M€

**Dont aide du programme
Investissements d'Avenir** :
0,89 M€

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

Localisations :

Saclay (91),
Saint-Maur-des-Fossés (94),
Gif-sur-Yvette (91)

Coordinateur : CEA - Laboratoire
d'Intégration de Systèmes
et des Technologies (LIST)

Partenaires :

- CEA - LIST
- CEA - Direction de la Recherche
Technologique (DRT)
- Innovation & Measurement
Systems (IMS)
- Orano DS

Contact : Sylvain MAGNE
sylvain.magne@cea.fr

CONTEXTE

Dans le cadre des chantiers d'assainissement et de démantèlement (A&D) d'installations nucléaires, des opérations d'inspection radiologique doivent être réalisées afin d'identifier le niveau de radioactivité des sites à démanteler, permettant ainsi d'anticiper l'impact des opérations d'A&D sur le personnel d'intervention et de mettre au point un scénario optimisé en termes de logistique, de coût, de maîtrise des risques et de gestion des déchets.

En situation de parfaite accessibilité, la caméra gamma (2D) est l'outil idéal pour l'inspection radiologique. Pour des installations d'accès restreints ou difficiles, par exemple les internes de cuves, réacteurs, piscines et silos d'entreposage de déchets, les inspections de leur état initial et de l'évolution lors de la décontamination peuvent toutefois s'avérer complexes, chronophages et coûteuses car elles sont alors réalisées à l'aide de détecteurs ponctuels (OD) déplacés point par point (chambres d'ionisation, détecteurs CZT ou GM).

Un cas critique est l'inspection au travers de conduites de petit diamètre (< 1 cm) et de faible rayon de courbure, comme dans le cas des tubes de générateurs de vapeur. Dans l'objectif de réaliser une dosimétrie à distance, en accès restreint et sur longue portée (> 20 m, avec l'unité de mesure placée hors zone radiologique), le déploiement des détecteurs conventionnels (OD) s'avère compliqué en raison de la dégradation du signal par le câble de déport (câble TRIAX de blindage électromagnétique [EM]) et de la difficulté à les miniaturiser (présence d'une électronique d'alimentation, de conditionnement du signal [amplification etc.], voire de thermalisation).

OBJECTIFS DU PROJET

Le projet INSPECT a pour objectif de développer un système de mesure de la radioactivité sous la forme d'un câble facilement transportable dans

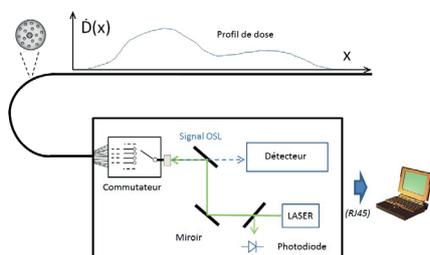
les zones difficiles d'accès. Ce système repose sur la technologie OSL/FO (*Optically Stimulated Luminescence - Fiber Optics*) qui met en œuvre un matériau luminescent greffé en extrémité d'une fibre optique. Cette technologie présente les avantages suivants :

- Elle permet de réaliser une dosimétrie opérationnelle (lecture directe en ligne des mesures radiologiques) ;
- Elle est insensible aux perturbations électromagnétiques (EM), ce qui permet de s'affranchir des blindages nécessaires à d'autres technologies, d'où une possibilité de miniaturisation ;
- Elle permet un déport important (mesure sur une longue distance, avec l'unité d'analyse des mesures placée hors zone radiologique) et de mesurer une large gamme de débits de dose (de quelques $\mu\text{Gy/h}$ - à quelques Gy/h).

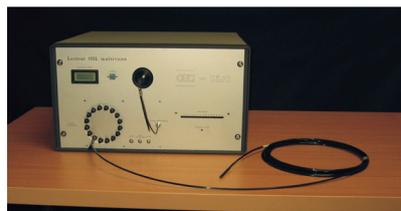
La faisabilité de telles inspections à distance a d'ores et déjà été démontrée par le CEA LIST sur plusieurs chantiers de démantèlement (APM et UP1 à Marcoule, RNG à Cadarache) à l'aide de sondes OSL/FO ponctuelles et résistantes aux radiations. Pour ces essais, les sondes étaient placées en extrémité d'un câble optique renforcé propulsable, déplacées point par point afin de reconstituer le profil radiologique de l'installation.



► Figure 1 : Inspection d'un système de tuyauterie contaminé à l'aide d'un système OSL



► Figure 2 : Synoptique du système développé dans le cadre du projet INSPECT



► Figure 3 : Prototype de système d'inspection à distance



► Figure 4 : Essai de faisabilité du système d'inspection à distance

DÉROULEMENT DU PROJET

Le projet INSPECT s'étend sur quatre ans (novembre 2016 – novembre 2020) et est organisé autour de quatre étapes :

- Conception des détecteurs OSL/FO (1D) délivrant une mesure de profil curviligne de débit de dose dans la gamme $[\mu\text{Gy/h} - \text{quelques Gy/h}]$;
- Réalisation de deux unités de mesure OSL/FO multivoies et d'une Interface Homme-Machine (IHM) adaptée à différents scénarii de décontamination, selon les spécifications de l'industriel (IMS) et des exploitants partenaires (Orano et CEA) ;
- Analyse des retours d'expériences obtenus avec cette instrumentation sur 4 sites pilotes différents (Orano La Hague, CEA Marcoule (un chantier CEA et un chantier Orano), CEA Cadarache) ;
- Transfert de cette instrumentation à l'industriel (IMS SDS) en fin de projet dans l'objectif d'une mise sur le marché.

RÉSULTATS ATTENDUS

Innovation

Un capteur innovant (câble 1D) de mesure de profils de dose/débit de dose sera développé dans INSPECT. Côté instrumentation de lecture, quelques prototypes OSL/FO de laboratoire ont été développés (CEA LIST, US Navy, Université d'Oklahoma aux États-Unis, RISOE au Danemark, etc.) mais aucun produit n'a encore été mis sur le marché pour la dosimétrie opérationnelle (en ligne par fibre optique). Le projet INSPECT vise à lancer ce nouveau produit sur le marché de l'A&D dans les années qui suivent la fin du projet.

Impact économique

Le CEA LIST souhaite valoriser son savoir-faire développé depuis de nombreuses années. Le choix d'un industriel français (IMS) repose sur la volonté de créer de la valeur ajoutée et des emplois en France. Les développements technologiques obtenus à l'issue du projet INSPECT contribueront ainsi à renforcer l'offre technologique et le savoir-faire français pour les

besoins propres du pays mais aussi dans le but de conquérir des marchés à l'export dans un contexte fortement concurrentiel.

Impact pour la gestion des déchets radioactifs

Le dispositif développé dans INSPECT permettra d'améliorer les performances de la dosimétrie à distance, outil essentiel lors des opérations d'assainissement et de démantèlement (A&D) des installations nucléaires. Il permettra de réaliser des mesures dans des endroits difficiles d'accès, voire inaccessibles aux technologies conventionnelles, afin de délivrer une connaissance plus fine de l'état radiologique des installations. Le dispositif permettra ainsi de minimiser l'impact des opérations d'A&D sur le personnel d'intervention, et d'optimiser la maîtrise des risques et la gestion des déchets.

Application et valorisation

L'A&D est le secteur prioritaire ciblé par le projet. En 2013, le parc nucléaire français était composé de 125 installations, dont une trentaine en cours de démantèlement, principalement au CEA, chez EDF et Orano. Dans le monde, ce sont 300 réacteurs qui devront être arrêtés dans les 20 prochaines années. Parallèlement, ce dispositif pourrait être utilisé pour des inspections radiologiques en production (environ 50 réacteurs en France) ou pour un usage médical (radiothérapie, radiologie).

Durant les premières années de commercialisation du dispositif OSL/FO (0D et 1D), l'essentiel du chiffre d'affaire (CA) serait réalisé sur une offre complète couvrant : l'unité de mesure, le logiciel, les détecteurs et la formation du personnel à l'usage de ce nouvel outil. Le marché mondial est estimé entre 20 M€ et 30 M€. Par la suite (plusieurs années après), une fois que la technologie aura diffusé auprès des exploitants, l'activité de vente serait maintenue sur le logiciel (qu'il faut faire évoluer en permanence), sur les détecteurs qu'il faut renouveler au fur et à mesure de leur utilisation (destruction ou contamination) ainsi que sur le service après-vente des unités déjà commercialisées.