

CAMRAD

Système d'imagerie haute performance durci aux radiations pour la caractérisation in-situ des déchets 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 :
05/2016

Montant total projet : 5 M€

**Dont aide du programme
Investissements d'Avenir** : 1,9 M€

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

Localisations : Toulouse (31),
Saint-Etienne (42), Bruyères-le-châtel
(91), La Défense (92), Saclay (91)

Coordinateur : Institut supérieur
de l'aéronautique et de l'espace
(ISAE-SUPAERO)

Partenaires :

- Institut supérieur de l'aéronautique et de l'espace
- Laboratoire Hubert Curien, UMR CNRS 5516, Université de Lyon, Université de Saint-Etienne
- CEA, Direction des applications militaires
- Areva
- Optsys
- v

Contact : Vincent GOIFFON
vincent.goiffon@isae-supero.fr

CONTEXTE

Le contrôle visuel des déchets radioactifs, conditionnés ou non, est un enjeu de sûreté important pour l'ensemble du processus de gestion de ces déchets, de la phase de caractérisation sur site de production jusqu'à la mise en stockage définitif. Les contraintes de ce type de contrôle sont de pouvoir obtenir une image de qualité optimale qui ne soit pas affectée par l'ambiance radiologique présente sur les chantiers de démantèlement et sur les sites de gestion des déchets radioactifs. En effet, les rayonnements ionisants ont plusieurs conséquences néfastes sur les composants d'une caméra. En particulier, ils affectent le fonctionnement de l'électronique et ont tendance à modifier les caractéristiques optiques des matériaux.

Le niveau de dose ionisante cumulée qu'une caméra peut supporter avant la perte de contrôle visuel affecte directement la fréquence à laquelle les opérations de maintenance et de remplacement sont nécessaires (avec un impact direct sur le coût et les risques humains). Les solutions existantes les plus robustes sont des caméras monochromes à tube, encombrantes et fragiles. Ainsi, l'industrie nucléaire est aujourd'hui en demande de systèmes d'imagerie résistants aux radiations (durcis), plus polyvalents, plus compacts et plus performants, basés sur des technologies d'imageurs CMOS. Ces caméras-sur-puce, désormais utilisées dans tous les smartphones et appareils photo numériques modernes, présentent l'intérêt d'intégrer toute l'électronique sur un seul circuit de quelques centimètres carrés tout en offrant les meilleures performances du marché.

OBJECTIFS

Le projet de recherche industrielle CAMRAD a pour ambition de développer et de tester en conditions réelles un système d'imagerie haute performance (caméra couleur, haute sensibilité et haute résolution) résistant aux radiations ionisantes (au-delà de 1 MGy) pour la caractérisation des déchets radioactifs et plus généralement au profit de l'industrie nucléaire.

DÉROULEMENT

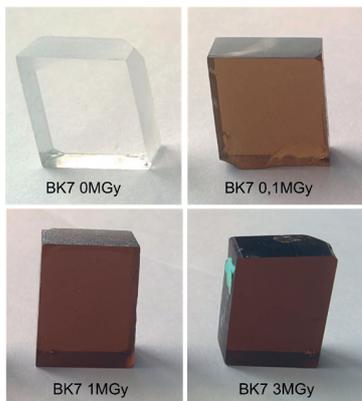
Le projet CAMRAD se déroule sur quatre ans et est divisé en deux phases :

- une phase d'exploration durant laquelle plusieurs options de durcissement des différents sous-systèmes de la caméra (optiques, capteur CMOS, système d'illumination) seront étudiées et testées pour identifier les plus prometteuses ;
- une phase de développement du prototype de caméra durcie qui conduira à un système d'imagerie directement déployable en conditions réelles.

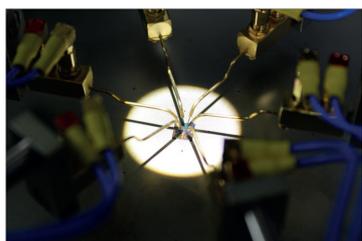


► Exemple de caméra assemblée illustrant l'objectif du projet CAMRAD.

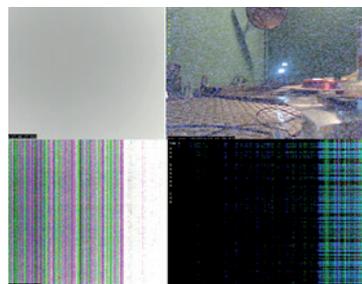
CAMRAD : Système d'imagerie haute performance durci aux radiations pour la caractérisation in-situ des déchets nucléaires



► Noircissement des optiques sous l'effet de l'irradiation (0 MGy = absence d'irradiation).



► Prototype de « caméra-sur-puce » CMOS lors d'un test électrique.



► Altération de l'image d'une caméra non durcie sous l'effet de l'irradiation.

RÉSULTATS ATTENDUS

Innovation

Contrairement aux produits classiques basés sur des « composants sur étagère », CAMRAD propose de développer de nouvelles briques technologiques plus résistantes aux radiations pour chaque sous-système composant la caméra et d'optimiser sa conception. De cette manière les contraintes liées au durcissement seront prises en compte à toutes les étapes du développement de cette nouvelle caméra.

CAMRAD vise à développer une caméra présentant une résistance aux rayonnements ionisants bien supérieure à l'existant (dose cumulée de 1-10 MGy) associée à des performances que l'on ne trouve généralement pas sur ce marché (image couleur, haute résolution, faible encombrement...).

Impact économique pour la gestion des déchets radioactifs et autres applications nucléaires

Le prototype développé durant CAMRAD permettra d'inspecter et de surveiller dans de meilleures conditions (avec une image de meilleure qualité) les déchets radioactifs et les installations nucléaires, dans des zones aujourd'hui inaccessibles, et de réduire de façon importante la fréquence de remplacement de ces systèmes d'imagerie grâce à leur plus grande résistance à l'irradiation. Tous ces progrès auront un impact positif direct sur les coûts, la sûreté et la sécurité des personnels de ces installations.

L'intégration industrielle des développements réalisés dans le projet CAMRAD est portée par la société Optsys, spécialisée dans la fabrication de caméras renforcées (résistance mécanique et thermique) pour des applications militaires. Ce projet offre donc une perspective de diversification pour l'entreprise.

Impact scientifique

Le comportement des technologies électroniques, optiques et optoélectroniques aux niveaux de dose visés par CAMRAD reste méconnu. Ce projet vise à contribuer à l'état de l'art en identifiant les mécanismes de dégradation de ces composants de la caméra et en proposant des évolutions permettant d'en améliorer la résistance aux rayonnements ionisants. Ces avancées pourront s'avérer utiles pour n'importe quel développement de système électronique résistant aux radiations.

APPLICATION ET VALORISATION

Le prototype de caméra durcie pourra répondre aux besoins des applications d'observation en environnement radiatif intense comme :

- l'inspection et la surveillance des centrales nucléaires (en particulier les zones trop radioactives pour utiliser les caméras existantes ou envisager une intervention humaine), le stockage des déchets radioactifs et le développement de robots d'intervention d'urgence résistants aux radiations ;
- la maintenance et l'instrumentation des installations de physique nucléaire (accélérateurs de particules) et les réacteurs expérimentaux ;
- certaines missions d'exploration spatiale (par exemple, les futures missions vers Europe, satellite de Jupiter).