

TOMIS

Tomographe In Situ multiénergies à faible impact dosimétrique

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 :
04/2017

Montant total projet : 5,14 M€

**Dont aide du programme
Investissements d'Avenir :**
2,39 M€

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

Localisation(s) :
Cadarache (13),
Gennevilliers (92)

Coordinateur : CEA

Partenaires :
• CEA
• Thales Communications
& Security (TCS)

Contact : Eric SIMON,
eric.simon@cea.fr

CONTEXTE

La tomographie est une technique d'imagerie par rayons X, très utilisée dans le domaine médical, pour étudier le volume d'un organe à partir d'une série de radiographies en deux dimensions. Cette technique est également utilisée dans le domaine nucléaire, par exemple pour caractériser de manière non destructive le contenu de conteneurs de déchets radioactifs. Grâce à la connaissance de la constitution interne de ces conteneurs, l'information tomographique couplée aux mesures radiologiques non destructives permet la réduction des limites de détection des contaminants et des incertitudes ainsi que l'amélioration de la quantification des teneurs et activités.

À l'heure actuelle, la mise en œuvre de la tomographie pour la caractérisation des déchets radioactifs reste toutefois assez contraignante puisque ces appareils requièrent la construction d'installations lourdes et coûteuses, comme des casemates fixes nécessitant un génie civil imposant. Les conteneurs de déchets doivent alors être transportés jusqu'à ces installations pour pouvoir faire l'objet d'analyses.

OBJECTIFS

Le projet de TOMographe In Situ multiénergies à faible impact dosimétrique (TOMIS) propose :

- de développer un outil puissant de tomographie pouvant être mis en œuvre in-situ, pour la caractérisation physique des déchets anciens, des déchets de démantèlement, et potentiellement d'éléments d'ouvrages et d'équipements ;
- de constituer une solution non destructive complémentaire à la caractérisation radiologique, par couplage avec les méthodes de mesure comme la spectrométrie gamma ou la mesure neutronique.

La particularité de TOMIS, qui en fera un outil unique, est son caractère mobile et adaptable, qui doit permettre une utilisation directement sur site (sites d'entreposage, de stockage, chantiers de démantèlement, ...), nucléaire ou hors-nucléaire. Le tomographe TOMIS pourra ainsi être déplacé au plus près des conteneurs, parfois difficilement transportables.

La mobilité du système TOMIS impose en particulier de réduire drastiquement son impact dosimétrique, lié à l'utilisation d'un accélérateur linéaire d'électrons.

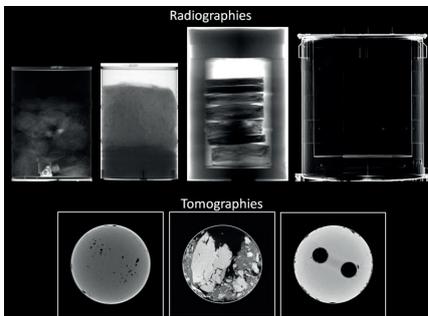
Tomographe à haute énergie de CINPHONIE (CEA Cadarache)

accélérateur linéaire banc mécanique conteneur de déchets détecteur imageur

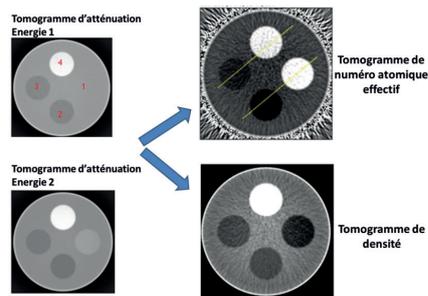


► Tomographe à haute énergie de l'installation CINPHONIE du CEA Cadarache. L'installation est implantée dans une casemate blindée enterrée. Elle peut accueillir des conteneurs de déchets allant jusqu'à 5 tonnes pour produire des examens tomographiques ou radiographiques avec une résolution spatiale de quelques millimètres.

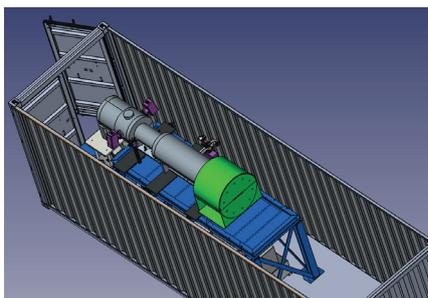
TOMIS : Tomographe In Situ multiénergies à faible impact dosimétrique



- ▶ Exemple d'imagerie à haute énergie produite en casemate fixe sur un colis dense : radiographies et coupes tomographiques. Les structures internes, la répartition de matière ainsi que des défauts peuvent être mis en évidence par ces examens.



- ▶ Simulation d'un examen tomographique à deux énergies, qui permet de déterminer la densité et le numéro atomique effectifs du contenu d'un conteneur.



- ▶ Schéma du système TOMIS envisagé. L'accélérateur linéaire produit un faisceau de haute énergie qui intercepte le colis en rotation (non représenté). L'accélérateur, le banc mécanique et le détecteur sont intégrés dans un conteneur spécifique pour faciliter le transport et le déploiement du système sur site. Une protection supplémentaire (non représentée) est prévue pour assurer la protection radiologique. Les images en transmission produites fournissent un signal qui après reconstruction informatique donne une coupe tomographique. L'opération est répétée pour différentes élévations du conteneur

Pour cela, le projet inclut le développement :

- d'un accélérateur linéaire dédié autobloqué ;
- d'une méthode optimisée (détecteurs et faisceau interrogateur) pour l'examen tomographique ;
- d'un système de blindage amovible spécifique dans la zone de mesure.

DÉROULEMENT

Le projet TOMIS se déroule sur quatre ans. Il consiste en la conception et la réalisation d'un prototype de tomographe, incluant un accélérateur linéaire auto-blindé, un banc mécanique de haute précision, un système imageur, ainsi que les études de radioprotection permettant de dimensionner les moyens amovibles pouvant être déployés sur site. Chaque sous-ensemble sera développé quasi-indépendamment, le système étant intégré lors de la dernière phase du projet sur un site pilote avant d'être testé.

RÉSULTATS ATTENDUS

Innovation

L'innovation apportée par TOMIS repose sur ses caractéristiques transportables et adaptables. Aucun système de tomographie à haute énergie transportable n'existe aujourd'hui en Europe. TOMIS permettra d'effectuer des examens non destructifs sur les conteneurs de déchets au plus près de leur lieu d'entreposage sans avoir à les transporter sur de longues distances vers une installation dédiée.

Impact économique

Une fois démontrée l'exploitabilité du tomographe TOMIS en conditions réelles sur un chantier de reprise de déchets anciens ou de démantèlement, le système pourrait être dupliqué et industrialisé pour devenir un produit commercialisé et bénéficier à plusieurs chantiers en parallèle. Le caractère mobile du système a pour conséquence qu'il pourra être utilisé successivement sur plusieurs sites. Sur cette base, le besoin a été estimé à environ cinq unités pour le seul marché français. L'application de la tomographie à haute énergie ne se limite cependant pas à la France, ni au seul marché du nucléaire, mais peut bénéficier à d'autres industries ayant des besoins d'examen non destructifs

sur des objets denses ou volumineux requérant l'emploi de rayonnements fortement pénétrants.

Impact pour la gestion des déchets radioactifs

L'apport d'une nouvelle méthode de caractérisation in situ induira une meilleure évaluation du contenu des conteneurs de déchets radioactifs, et permettra ainsi de rendre leur gestion plus efficace. Dans le cas de la reprise de déchets anciens, introduire une caractérisation par imagerie à haute énergie pourra améliorer grandement leur caractérisation et permettre de mieux déterminer l'exutoire final pour ces déchets, voire permettre une recatégorisation de certains déchets vers de plus faibles activités (MA-VL vers FMA-VC ou FA-VL, ou FMA-VC vers TFA). Les coûts de stockage associés pourraient ainsi être réduits, induisant un rapide retour sur investissement.

Impact social

L'objectif du projet TOMIS est de permettre un développement industriel en France puis la diffusion et le développement commercial non seulement en France, mais également à l'export. Dans ce cadre, l'intérêt d'un tel projet concerne non seulement le développement industriel et commercial du partenaire Thales Communications & Security mais également celui de ses fournisseurs et sous-traitants. L'implantation essentiellement française de cette activité permet d'envisager la montée en compétence d'un savoir-faire existant, la pérennisation de métiers spécifiques et la création d'une dizaine d'emplois sur notre territoire.

APPLICATION ET VALORISATION

Hors applications pour les examens non destructifs sur les conteneurs de déchets radioactifs, TOMIS pourrait être appliqué à tout secteur nécessitant la mise en œuvre d'une imagerie de haute précision sur des éléments denses et volumineux, ou sur des éléments fixes ne pouvant être déplacés pour inspection. Des secteurs industriels comme l'automobile, la métallurgie, la pétrochimie ou l'aéronautique pourraient être des voies de valorisation.