

Développement d'un système de mesures radiologiques rapides de terrain tous publics avec un traitement assisté intégrant le démixage spectral

Laurent Ferreux, Emeline Vincent, Kévin Galliez

Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR), PSE-ENV/SAME

laurent.ferreux@asnr.fr

Lors d'un incident nucléaire, des radionucléides peuvent être rejetés dans l'environnement et contaminer de vastes zones à différents niveaux de radioactivité et ainsi se retrouver dans la chaîne alimentaire. En situation post-accidentelle, l'un des principaux risques pour la population est donc l'exposition par ingestion d'aliments contaminés par des dépôts radioactifs. Cette évaluation des risques est basée sur la notion de niveau maximal autorisé (NMA) défini par le règlement européen Euratom 2016/52. Ce règlement prévoit la prescription d'activités à ne pas dépasser pour les radionucléides dans les denrées alimentaires (liquides, aliments pour nourrissons, autres denrées) après un incident ou un accident nucléaire. Parmi ces radionucléides figurent des émetteurs gamma facilement identifiables tels que le césium 134, le césium 137 et l'iode 131. Ces NMA peuvent être utilisés par les autorités publiques pour prendre des décisions sur la consommation de denrées alimentaires en situation post-accidentelle.

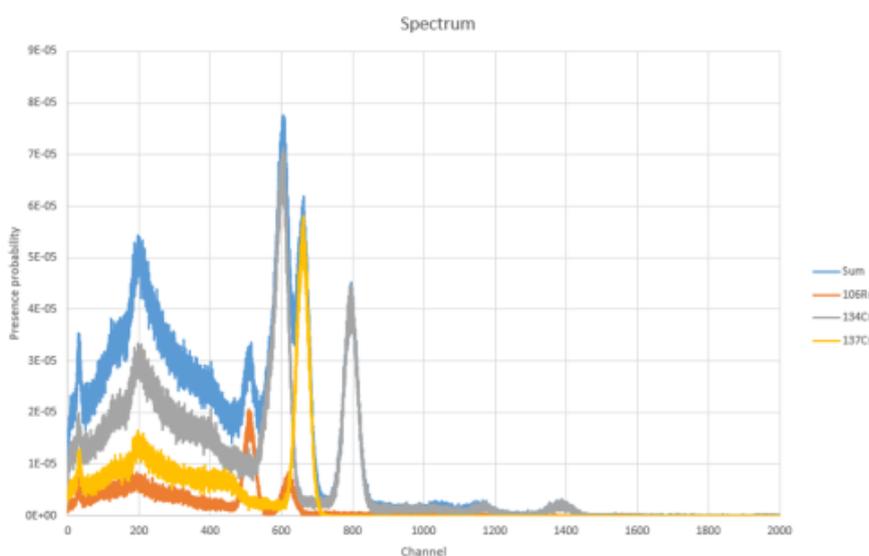


Figure 1. Visualisation d'un spectre traité par démixage spectral

Dans un objectif de mettre à disposition des collectivités territoriales et de la population un dispositif robuste de mesure de la radioactivité dans les denrées alimentaires en situation post-accidentelle, le Service d'analyses et de métrologie de l'environnement de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR) a étudié la faisabilité d'un dispositif simple et fiable et a développé son équipement de mesure en intégrant une nouvelle approche d'identification et de quantification rapide des radionucléides développée par le LNHB [1]. Ce nouveau dispositif utilise la spectrométrie gamma à haut rendement couplé à un algorithme de démixage spectral. Pour assurer la fiabilité du système, le détecteur choisi pour cet équipement est un détecteur LaBr₃ équipé d'un PMT et d'un analyseur multicanal Labzy. La méthode d'analyse du spectre est basée sur le démixage spectral, qui, contrairement à la plupart des systèmes

commerciaux utilisant la déconvolution individuelle des pics, utilise le spectre complet pour déterminer la proportion de radionucléides. Le spectre est ainsi décomposé en d'autant de signatures qu'il y a de radionucléides émetteurs gamma dans l'échantillon. Le spectre ainsi mesuré est une combinaison linéaire des signatures spectrales de chaque radionucléide présent, y compris le bruit de fond.

La présentation abordera le développement du dispositif de l'ASNR, appelé Tri-Latac, depuis la genèse du projet jusqu'aux résultats obtenus à partir d'échantillons de retombées simulés de l'incident de Tchernobyl. Dans un premier temps, la présentation se concentrera sur le démélange spectral et sur les résultats bruts obtenus sur une eau dopée, comparés à des équipements disponibles sur le marché, afin de prouver l'efficacité du démélange spectral face aux techniques de déconvolution conventionnelles. L'optimisation du dispositif sera ensuite abordée tel que le blindage de l'équipement, les performances d'identification et les limites de détection des 3 radionucléides d'intérêt que sont le césium 134, le césium 137 et l'iode 131 sur différentes matrices (eau, sol et légumes). Une comparaison avec les NMA sera faite pour évaluer la performance de l'équipement en situation post-accidentelle. Pour conclure sur les performances, des résultats sur des échantillons simulés de Tchernobyl obtenus à partir de mesures réelles en mai 1986 seront présentés. Ces échantillons, représentatifs de la contamination en situation post-accidentelle, montrent que d'autres radionucléides que les 3 radionucléides d'intérêt, peuvent interférer avec les signatures spectrales des isotopes du césium mais sont néanmoins parfaitement identifiés et quantifiés en un temps d'analyse très court.

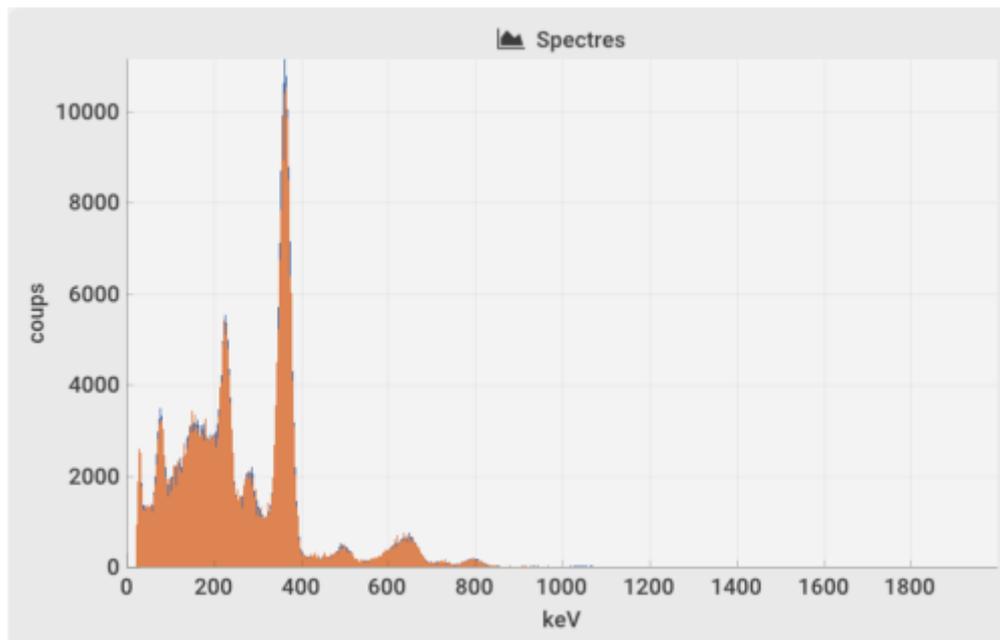


Figure 2. Echantillon de Tchernobyl simulé (dépôt sur végétaux 5 jours après l'accident, 5 minutes de comptage)

En résumé, ces travaux mettent en évidence la synergie entre l'utilisation d'un détecteur LaBr_3 performant et le démélange spectral, permettant une quantification rapide du césium 134, du césium 137 et de l'iode 131 dans les aliments avec des niveaux d'activité inférieurs au NMA. Ces résultats prometteurs permettent à l'ASNR de démarrer le développement d'un prototype industriel au cours de l'année 2025.

Reference

[1] Bobin, C., Bichler, O., Lourenço, V., Thiam, C., Thévenin, M., 2016. Real-time radionuclide identification in γ -emitter mixtures based on spiking neural network. App. Radiat. Isot. 109, 405-409.