

SEPARATION AUTOMATISEE ET COUPLAGE AVEC LA MESURE POUR LA QUANTIFICATION RAPIDE DES ACTINIDES ET DE ^{90}Sr

Azza HABIBI^(a), Catherine COSSONNET^(b), Béatrice BOULET^(b), Fabrice LEPRIEUR^(a)

^(a)IRSN/PRP-ENV/STEME/LTE, Le Vésinet (France)

^(b)IRSN/PRP-ENV/STEME/LMRE, Orsay (France)

azza.habibi@irsn.fr

En cas de crise nucléaire, en phase d'urgence comme en phase post-accidentelle, les radionucléides potentiellement rejetés dans l'environnement devront être rapidement quantifiés afin de répondre aux attentes des pouvoirs publics locaux et nationaux. Une grande réactivité des laboratoires d'analyse est donc indispensable afin de fournir aux gestionnaires de crise, dans les meilleurs délais, les données nécessaires à l'évaluation des conséquences radiologiques d'un accident sur les personnes (mesures de protection des populations à mettre en place) et sur l'environnement (niveau de contamination des territoires).

Parmi ces radionucléides, la contribution des émetteurs alpha et bêta à la dose interne peut être très importante et induire de sévères dommages en cas d'ingestion ou d'inhalation. Les protocoles actuellement utilisés pour la quantification des actinides et de ^{90}Sr dans le cadre de la surveillance radiologique de l'environnement en France sont très performants et permettent d'atteindre des limites de détection très basses. La mise en œuvre de ces protocoles est cependant laborieuse et les délais de traitement chimique et d'analyse associés peuvent nécessiter plusieurs semaines pour certains radionucléides.

Au cours de ces dernières années, les publications présentant de nouvelles stratégies pour mettre en place des méthodes visant à augmenter le nombre d'échantillons traités se sont multipliées. Néanmoins, aucune étude visant à quantifier les actinides et ^{90}Sr avec un protocole de séparation unique et automatisé couplé en ligne à la mesure n'a été publiée. Pour être prêt à répondre efficacement à ses missions dans le cadre d'une crise radiologique et, in fine, limiter ainsi l'exposition des populations aux rayonnements alpha et bêta, l'IRSN a développé une nouvelle méthode permettant une réduction importante des délais d'analyse actuels.

Cette méthode permet la quantification rapide des isotopes des actinides ($^{234}, ^{235}, ^{236}, ^{238}\text{U}$, $^{230}, ^{232}\text{Th}$, $^{239}, ^{240}\text{Pu}$, ^{237}Np , ^{241}Am and ^{244}Cm) et de ^{90}Sr dans les échantillons de l'environnement (eaux et solides).

Pour les échantillons solides (prise d'essai jusqu'à 0,7 g), la première étape consiste en une mise en solution rapide, automatisée et complète par fusion alcaline.

L'étape de séparation chromatographique est précédée par une étape de purification par co-précipitation. La séparation est réalisée avec un module de chromatographie liquide spécialement adapté aux besoins du protocole développé. Ce module est composé de 9 vannes et de 3 colonnes par échantillon. Les colonnes sont remplies avec les résines TEVA[®], TRU et Sr, afin de permettre la séparation de tous les interférents. Les vannes permettent d'installer jusqu'à 30 colonnes et donc de traiter jusqu'à 10 échantillons sans réutilisation des résines afin d'éviter toute contamination croisée.

Les performances de la séparation automatisée ont été optimisées avec un plan d'expérience factoriel et les résultats ont été traités avec le logiciel Minitab®. Cette nouvelle méthode de séparation est couplée en ligne à un ICP-MS pour la quantification. Après optimisation, la séparation chromatographique automatisée couplée en ligne à l'ICP-MS permet de quantifier les éléments d'intérêt dans 10 échantillons en 24 heures dont ~ 12 heures d'automatisation totale (sans intervention des opérateurs). En complément, le système de séparation automatisée mis en place permet également de collecter la fraction contenant le strontium pour une éventuelle quantification de ^{89}Sr et de ^{90}Sr avec une méthode de mesure nucléaire.

En conclusion, le couplage permet d'abaisser drastiquement les limites de détection des isotopes artificiels des éléments étudiés. Par ailleurs, d'excellentes performances en termes de rendements chimiques, de fidélité et de justesse ont été obtenues. La rapidité de cette nouvelle méthode, en comparaison avec les méthodes classiques actuelles, la rend incontournable pour des besoins de mesures en situation d'incident ou d'accident nucléaire associés où les délais de rendu de résultats sont très contraints.