

## **SITES DE STOCKAGE DE RESIDUS DE TRAITEMENT DES MINERAIS D'URANIUM : COMPARAISON ENTRE LES RESULTATS DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE ET LA MODELISATION DE L'EXHALATION DE RADON**

**Philippe Crochon<sup>1</sup>, Patrick Devin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>NEW AREVA / BU Mines - Direction Sécurité et Intégration dans les Territoires

Tour AREVA – 1, place Jean Millier 92084 Paris La Défense Cedex, [philippe.crochon@areva.com](mailto:philippe.crochon@areva.com)

<sup>2</sup>NEW AREVA / BU Recyclage - Direction Sûreté Environnement

Tour AREVA – 1, place Jean Millier 92084 Paris La Défense Cedex, [patrick.devin@areva.com](mailto:patrick.devin@areva.com)

En France, l'exploitation de mines d'uranium entre 1949 et 2001 a conduit à la production de 76 000 tonnes d'uranium. Cette activité a concerné environ 250 sites répartis sur 27 départements. Le traitement des minerais extraits des mines a été effectué dans 8 usines par traitement dynamique ou statique. Les résidus de traitement sont les produits restants après extraction de l'uranium des minerais. D'un total de 50 millions de tonnes, ils sont stockés sur 17 sites situés à proximité des usines, renfermant quelques milliers à plusieurs millions de tonnes appartenant à AREVA Mines et relevant de la réglementation ICPE.

Environ 30 millions de tonnes de résidus sont issus du traitement dynamique (activité massique moyenne totale – chaîne de l'uranium naturel – de 312 Bq/g dont environ 29 Bq/g de Ra226 :) et 20 millions de tonnes du traitement statique (activité massique moyenne totale de 44 Bq/g dont 4 Bq/g de Ra226). Ils sont stockés soit dans d'anciennes mines à ciel ouvert avec parfois une digue complémentaire, soit dans des bassins fermés par des digues de ceinture ou derrière une digue barrant un thalweg.

Le réaménagement de ces sites a consisté en la mise en place d'une couverture solide (en stériles miniers complétée par une terre végétale) sur les résidus, assurant une barrière de protection géomécanique et radiologique limitant les risques d'intrusion, d'érosion et de dispersion des produits stockés et des radionucléides susceptibles de contribuer à l'exposition externe et interne des populations vivant à proximité de ces sites. Cette couverture permet également d'atténuer les rayonnements issus de la radioactivité du stockage.

Sur tous ces sites et autour de ces sites est maintenue une surveillance environnementale portant sur la stabilité des ouvrages, la gestion des eaux, la surveillance de la radioactivité de l'environnement et de l'impact radiologique.

Chaque année, les évaluations des doses ajoutées sont réalisées à partir d'un réseau de mesures de l'air (exposition externe et Energie Alpha potentielle due aux descendants à vie courte du radon 222 – EAP-), de la qualité des eaux et de la chaîne alimentaire et sur la base de scénarios d'exposition des populations riveraines raisonnablement majorants. L'évaluation de l'impact dosimétrique ajouté reçu par le public se heurte à une difficulté liée à la radioactivité déjà naturellement présente et à l'absence, pour des raisons historiques, d'établissement d'un point zéro à l'ouverture des sites. Ainsi, pour évaluer la dose ajoutée, une méthodologie a été développée consistant à soustraire aux mesures de surveillance autour des sites le bruit de fond naturel estimé à partir de mesures réalisées dans un contexte géologique équivalent hors influence du site de stockage.

Dans le cadre du PNGMDR (Plan National de Gestion des Matières et des Déchets Radioactifs) dans sa partie concernant les anciennes mines d'uranium, il a été demandé à AREVA Mines, parmi des études portant sur les résidus, le traitement des eaux, la stabilité des digues, la gestion des stériles, d'étudier l'impact dosimétrique à long terme provenant de ces stockages.

Pour réaliser l'étude d'impact dosimétrique à long terme, il a été nécessaire de développer une méthodologie fondée sur la modélisation des phénomènes mis en jeu sur des scénarios prospectifs d'évolutions. La modélisation permet également d'estimer la dose ajoutée issue uniquement du stockage en s'affranchissant du bruit de fond naturel. Ainsi, la première modélisation de l'impact dosimétrique long terme a été réalisée par AREVA Mines pour 9 sites de stockages de tailles et de contextes géologiques différents dans le cadre du PNGMDR 2010–2012 suivant un scénario d'évolution normale et quatre scénarios d'évolution altérée à savoir : perte d'intégrité de la digue et de la couverture, réalisation d'un habitat au-dessus du stockage en présence ou en l'absence de couverture, construction d'une route, présence d'enfants jouant sur les résidus excavés. Les impacts dosimétriques sur la population en situation d'évolution normale restent inférieurs à 1 mSv/an en phase de surveillance opérationnelle et ceux étudiés avec des hypothèses volontairement pénalisantes (dégradation importante des stockages associée à une perte de la mémoire des sites) restent inférieurs à quelques dizaines de millisieverts par an en cohérence avec les niveaux de référence définis par la CIPR pour les situations d'exposition existantes.

AREVA Mines a complété cette démarche dans le cadre du PNGMDR 2013-2015 par une comparaison entre les données issues de cette méthodologie et les résultats de la surveillance environnementale. En premier lieu, la comparaison entre les résultats des premières modélisations et des mesures de flux d'exhalation de radon sur 6 sites de stockages (Gueugnon (71), Lodève (34), Ecarpière (44), Brugeaud (87), Lavaugrasse (87) et Bellezane (87)) montre que les flux moyens mesurés sont significativement inférieurs aux flux des termes sources théoriques calculés qui sont donc majorants. En second lieu, la comparaison entre les résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique du radon en prenant en compte la situation topographique et aérologique de chacun des sites et les mesures effectuées au niveau des stations de mesures de l'environnement autour des sites montre que l'influence des sites est faible (environ 1 à 7 % du bruit de fond, sauf pour un site pour lequel cette part monte à 12 %) et que les différentes mesures réalisées au niveau des points de surveillance traduisent essentiellement la variabilité du bruit de fond naturel. L'analyse et l'interprétation des données ne mettent pas en évidence d'impact significatif des sites de stockage de résidus au regard des mesures environnementales réalisées qui restent largement influencées par les fluctuations du bruit de fond naturel local et confirment que les couvertures mises en place lors du réaménagement sont appropriées et suffisamment efficaces.