

Vérification du combustible nucléaire utilisé dans les dépôts géologiques profonds

Par Eva Morela Lam Redondo

Alors que dans le monde entier, on cherche des alternatives aux combustibles fossiles pour lutter contre le changement climatique, plusieurs pays élaborent des programmes électronucléaires capables de leur fournir une source d'énergie durable à faible émission de carbone. Il incombe aux pays qui exploitent des réacteurs nucléaires de mettre en place une capacité de stockage géologique pour les déchets radioactifs de haute activité. L'approche bien établie au niveau international pour ce type de stockage définitif est celle des mines de dépôt géologique profond. Les pays qui ont les programmes de dépôt géologique profond les plus avancés sont le Canada, la Finlande, la France, la Suède et la Suisse.

Parmi les nouvelles installations en cours de mise en place, citons l'exemple de l'usine d'encapsulation et du dépôt géologique profond en Finlande. Dans la première, le combustible utilisé sera scellé de manière sûre dans des conteneurs de stockage définitif, tandis que dans le second, les conteneurs seront entreposés de manière permanente et sûre. Ces deux installations doivent respecter les obligations juridiques internationales de la Finlande pour permettre à l'AIEA d'effectuer sa vérification de l'utilisation pacifique des matières nucléaires.

L'AIEA s'acquitte de sa mission de vérification nucléaire en mettant en œuvre une série de mesures techniques – les garanties – pour surveiller les installations, les matières et les activités nucléaires. Ces mesures permettent à l'AIEA de vérifier de manière indépendante que les États s'acquittent de leur responsabilité juridique de n'utiliser les matières nucléaires qu'à des fins pacifiques. Les États acceptent ces mesures en concluant des accords de garanties avec l'AIEA. Par conséquent, en appliquant des garanties, l'AIEA peut donner au monde entier des assurances crédibles que les États respectent leurs engagements en matière de non prolifération nucléaire.

« La collaboration de la Finlande avec l'AIEA témoigne de son ferme engagement à remplir ses obligations internationales en matière de non prolifération grâce à des garanties efficaces », déclare Marko Hämäläinen, chef de la Section des garanties sur les matières nucléaires de l'Autorité de sûreté radiologique et nucléaire (STUK) en Finlande.

L'usine d'encapsulation et le dépôt géologique profond présentent aussi bien des défis à relever que des occasions à saisir pour l'application des garanties. Des solutions innovantes sont en cours d'élaboration pour que les inspecteurs des garanties de l'AIEA puissent vérifier les stocks de matières nucléaires entreposées. L'un des défis à relever concerne l'accès au dépôt géologique profond qui se trouve

à près de 500 mètres de profondeur et dont l'exploitation est prévue pour durer une centaine d'années. Lorsqu'ils seront mis en service, l'usine d'encapsulation et le dépôt géologique profond seront les premières installations de ce type dans le monde à être sous le régime d'un accord de garanties généralisées avec l'AIEA. Les inspecteurs de l'AIEA doivent donc concevoir des méthodes de contrôle nouvelles et durables pour vérifier, dès maintenant mais aussi dans un avenir lointain, les matières nucléaires difficiles d'accès.

« En tant qu'inspecteurs des garanties, nous devons être en mesure de vérifier le combustible nucléaire utilisé avant qu'il ne soit transféré vers les installations de l'usine d'encapsulation et du dépôt géologique profond. Ensuite, nous appliquerons des mesures de contrôle afin de confirmer que le combustible utilisé n'est pas détourné ou substitué, et que les installations ne sont pas utilisées à des fins non déclarées », indique Courtney Ames, inspectrice des garanties nucléaires à l'AIEA. « Les installations de l'usine d'encapsulation et du dépôt géologique profond présentent un défi à relever pour les inspecteurs des garanties de l'AIEA en termes de maintien de la continuité des connaissances pendant et après le transfert du combustible utilisé, en particulier compte tenu de l'accès physique limité au dépôt géologique. En utilisant des techniques inédites, en travaillant en équipe et en procédant à des analyses minutieuses, nous pourrions atteindre nos objectifs en matière de garanties. »

La collaboration entre l'AIEA, la Commission européenne et la STUK est essentielle pour mettre au point des mesures et des techniques de contrôle, notamment grâce à l'élaboration et aux essais de technologies de vérification du combustible nucléaire utilisé avant son stockage définitif.

En 2012, l'AIEA a lancé le projet d'usine d'encapsulation et de dépôt géologique spécifiquement pour répondre aux défis posés par ces nouveaux types d'installations en matière d'application des garanties. En étroite collaboration avec les contreparties, elle a adopté pour ce projet une approche globale axée sur les principes de l'intégration des garanties dans la conception, ce qui permet de réduire au minimum les répercussions sur l'exploitation du dépôt géologique profond. L'intégration des garanties dans la conception consiste à prendre en compte des considérations relatives aux garanties dès les phases de planification et de conception d'une installation, et à poursuivre cette intégration tout au long de la construction, de l'exploitation et du déclassement de l'installation. Dans le cas de la Finlande, l'intégration des garanties dans la conception permet aux inspecteurs de l'AIEA et d'Euratom, ainsi qu'à l'autorité nationale (STUK), de s'acquitter efficacement de leurs fonctions sans perturber le fonctionnement de l'usine d'encapsulation et du dépôt géologique profond.



Entrée d'ONKALO, le dépôt géologique profond de la Finlande pour le combustible nucléaire usé.

(Photo : Posiva Oy)

« Dans le cadre du projet d'usine d'encapsulation et de dépôt géologique, nous avons mis en place l'intégration des garanties dans la conception. Cette approche prévoyante réduit la nécessité de procéder à des mises en conformité et permet à l'exploitant, à la STUK, à l'AIEA et à la Commission européenne d'économiser de précieuses ressources », déclare M. Hämäläinen.

D'autres concepts et mesures récemment mis au point, notamment des systèmes de télésurveillance, sont en cours d'installation. En utilisant des systèmes de télésurveillance pour observer l'emplacement des matières nucléaires, l'AIEA peut réduire le nombre d'inspections sur le terrain et, par conséquent, les émissions de carbone liées aux déplacements pour se rendre aux installations et en revenir. Des techniques comme la surveillance sismique et les enveloppes de confinement à laser pourraient également contribuer à réduire le nombre d'inspections. La surveillance sismique permet de détecter toute pénétration non déclarée dans la roche aux alentours du dépôt géologique profond, tandis que les enveloppes de confinement à laser analysent le profil

de soudage du couvercle du conteneur pour enregistrer sa « signature » naturelle unique qui, en cas de modification, indiquerait que le conteneur a été ouvert.

D'ici à 2025, en Finlande, l'usine d'encapsulation et le dépôt géologique profond seront pleinement opérationnels et prêts à accueillir du combustible nucléaire usé. Grâce à la collaboration et à l'innovation, l'AIEA, la Commission européenne et la STUK appliquent ensemble, de manière efficace et efficiente, des garanties qui permettent d'atteindre les objectifs de vérification de l'AIEA, tout limitant autant que possible les incidences sur l'exploitation des installations. Avec l'intégration des garanties dans la conception, les installations de l'usine d'encapsulation et du dépôt géologique profond offriront une solution pour le traitement et le stockage définitif du combustible nucléaire usé, et contribueront à la transition vers une énergie d'origine nucléaire à faible émission de carbone et faciliteront la vérification par l'AIEA des matières et des technologies nucléaires.