

Vérification nucléaire : établir des faits grâce à la science

Par Nicole Jawerth

La vérification nucléaire consiste pour une grande part à établir des faits. À partir des centaines d'échantillons qu'il reçoit chaque année, le personnel des laboratoires des garanties de l'AIEA vérifie les données en procédant à des contrôles aléatoires et en analysant la teneur en uranium et en plutonium d'échantillons de matières nucléaires.

« Nous utilisons des instruments très sensibles dont la précision peut être de l'ordre du nanogramme pour analyser les échantillons prélevés par les inspecteurs des garanties », explique Steven Balsley, Chef du Laboratoire des matières nucléaires de l'AIEA. « Il s'agit d'un processus très méticuleux qui joue un rôle important dans les travaux de l'AIEA en vue de vérifier si les matières et installations nucléaires sont utilisées à des fins pacifiques. »

Les scientifiques des laboratoires analysent des échantillons de l'environnement prélevés par frottis et des échantillons de matières nucléaires recueillis à diverses étapes du cycle du combustible nucléaire par les inspecteurs des garanties pendant les inspections physiques des installations nucléaires. Ces échantillons font l'objet d'un tri préliminaire et sont traités avant d'être envoyés aux laboratoires du réseau de laboratoires de l'AIEA, puis analysés et archivés par les scientifiques des laboratoires de Seibersdorf, en Autriche. Ces laboratoires regroupent deux installations modernes : le Laboratoire des matières nucléaires (NML) s'occupe des échantillons de matières nucléaires et le Laboratoire des échantillons de l'environnement reçoit et analyse tous les échantillons de l'environnement prélevés par frottis en vue de détecter d'éventuelles traces de matières nucléaires (voir article en page 14).

Une fois les échantillons répertoriés et répartis entre les laboratoires du réseau de l'AIEA, les scientifiques utilisent des instruments tels que des spectromètres gamma et des spectromètres de masse (voir encadré en page 15) pour déterminer la quantité et le type d'uranium ou de plutonium que contient chaque échantillon.

« L'uranium et le plutonium sont les deux principaux éléments fissionnables employés pour produire de l'électricité dans les réacteurs de puissance, mais ils sont également les plus couramment utilisés pour fabriquer des armes nucléaires », explique M. Balsley. « Notre tâche consiste avant tout à suivre de très près les déplacements des isotopes fissionnables de ces deux éléments dans le cycle du combustible nucléaire. »

En moyenne, plus de 600 échantillons de matières nucléaires sont reçus et analysés chaque année. Ils sont conservés dans de petits conteneurs munis de codes-barres anonymes qui garantissent la confidentialité tout au long du processus d'évaluation. Certains échantillons font la taille d'un cil tandis que d'autres peuvent peser plusieurs grammes.

Les informations qu'ils contiennent peuvent apporter des indications sur les activités passées et présentes menées sur le site d'où ils proviennent.

« Bien que les échantillons prélevés par les inspecteurs des garanties ne représentent qu'une infime partie des tonnes de matière présentes dans une installation, l'examen de certaines caractéristiques des atomes d'un échantillon nous permet d'évaluer sa nature globale, » continue M. Balsley. « En extrapolant les données obtenues grâce à l'analyse d'un petit échantillon, les scientifiques parviennent à déterminer la composition de tonnes de matière – ce qui rend plus précise la comptabilisation des matières nucléaires. »

Des échantillons pour la vérification

Le prélèvement d'échantillons nucléaires a pour principal objectif la vérification des déclarations concernant les quantités et la composition isotopique des matières qui se trouvent dans les installations soumises aux garanties. L'AIEA compare les valeurs déclarées avec celles qu'elle a elle-même mesurées.

« Quel que soit le secteur, qu'il s'agisse de banques, de magasins d'alimentation ou d'installations nucléaires, quand on travaille avec des inventaires importants, il est normal de constater de légers écarts. La comparaison des valeurs consignées dans les registres et des articles physiques révèle soit un excédent, soit un déficit », explique M. Balsley. L'un des principaux objectifs des garanties est de faire en sorte que les écarts restent inférieurs à ce qu'on appelle une quantité significative, qui est la quantité de matière nécessaire à la mise au point d'un dispositif nucléaire explosif, continue-t-il.

En cas de différence marquée entre les valeurs déclarées et celles mesurées indépendamment, on parle de défauts. Ces défauts sont classés en trois catégories : un défaut massif est constaté quand on ne parvient pas à comptabiliser un ou plusieurs articles volumineux de matières nucléaires, un défaut partiel quand une part significative d'un article volumineux est détournée, et un défaut de faible ampleur quand de petites parties d'un article volumineux en sont périodiquement retirées au fil du temps.

Si les défauts massifs et partiels sont facilement détectés par les inspecteurs dans les installations du fait de l'importance des quantités en jeu, il est nécessaire de recourir à des mesures chimiques et physiques de grande précision pour détecter les défauts de faible ampleur et ainsi améliorer le contrôle comptable des matières nucléaires.

Pour des matières en vrac homogènes, comme l'oxyde d'uranium conditionné en fûts, il s'agit en premier lieu de procéder à un pesage consciencieux et précis de l'article d'origine (qui a été sélectionné au hasard) à l'aide d'un

système spécialisé appelé capteur de force (pour en savoir plus au sujet de cet appareil et d'autres instruments, voir en page 18). Ensuite, des échantillons représentatifs d'une grandeur de l'ordre du gramme sont prélevés de cet article par l'exploitant, sous l'étroite supervision d'un inspecteur de l'AIEA. Ces échantillons de petite taille sont ensuite méticuleusement pesés à l'installation.

Après avoir été livrés au NML, les échantillons sont encore une fois pesés, et leur pourcentage d'uranium et leur composition isotopique sont analysés. En mesurant le pourcentage d'uranium de l'échantillon, puis son poids et celui de l'article duquel il provient, les spécialistes de l'AIEA parviennent à calculer la quantité précise d'uranium que renferme l'article dans son ensemble. Ils comparent ensuite leurs résultats avec les informations déclarées par l'installation et avec l'historique des résultats d'analyse d'autres échantillons prélevés sur la zone physique où les quantités de matières nucléaires sont surveillées, qu'on appelle la zone de bilan matières.

Pour vérifier la composition chimique ou isotopique de certains produits difficiles à échantillonner, ou de matières hétérogènes à partir desquelles il n'est pas possible de prélever d'échantillons représentatifs, on emploie d'autres méthodes.

Précision, qualité, confiance

Le contrôle de la qualité est essentiel pour le maintien de la confiance dans les résultats des analyses qui entrent en jeu dans la vérification des garanties. Le personnel des laboratoires qui ont reçu une homologation internationale a recours à des méthodes analytiques validées pour procéder aux analyses. Des matières de référence certifiées sont utilisées pour contrôler la qualité des mesures effectuées dans les laboratoires, et des programmes de comparaisons interlaboratoires permettent de garantir l'exactitude des normes de mesure et de l'étalonnage des instruments. Le personnel des laboratoires forme aussi les inspecteurs des garanties aux procédures de prélèvement et de manipulation des échantillons, en leur montrant par exemple comment éviter la contamination croisée ou obtenir des échantillons représentatifs des matières nucléaires.

Il est également important, pour améliorer l'exactitude et la précision nécessaires au maintien de la qualité, de rester au fait des dernières avancées technologiques.



Les laboratoires suivent ces avancées en consultant fréquemment les experts sur le terrain, en faisant appel au soutien des États Membres, en améliorant leurs méthodes en permanence et en modernisant constamment les instruments.

Des installations modernes

Un important projet de modernisation des laboratoires de Seibersdorf, qui a coûté environ 80 millions d'euros, a été achevé dans les temps et dans les limites budgétaires fin 2015. Le projet de Renforcement des capacités des services d'analyse pour les garanties couvrait notamment l'ajout d'une annexe à la salle blanche du Laboratoire des échantillons de l'environnement et la construction du nouveau Laboratoire des matières nucléaires, en remplacement du Laboratoire d'analyse pour les garanties qui datait des années 1970.

Entre autres choses, ce projet a permis de renforcer les capacités des laboratoires en matière d'échantillons, d'améliorer la précision des méthodes d'analyse, et d'étendre l'infrastructure de formation des inspecteurs et du personnel des laboratoires des États Membres.

« La réussite de ce projet montre clairement que l'AIEA est prête à faire face à la charge de travail croissante dans le domaine des garanties », déclare M. Balsley. « En restant moderne et à la pointe du progrès, elle continuera à répondre aux besoins en matière d'analyse pour les décennies à venir. »

Les experts du Laboratoire des matières nucléaires utilisent des outils spécialisés pour analyser avec précision les échantillons de matières nucléaires dans le cadre du processus de vérification des garanties.

[Photo : D. Calma (AIEA)]