

sur l'endommagement des solides par irradiation.

Selon Arjan Koning, l'AIEA entend tirer parti de la réussite de son défi en mettant au point une application d'informatique

distribuée qui pourra être téléchargée par des volontaires pour exécuter des simulations d'endommagement de matériaux de fusion. Cette initiative pourrait donner une forte impulsion à l'étude de nouveaux matériaux destinés

à la construction d'un réacteur de fusion et ainsi aider les scientifiques à mieux comprendre leur comportement dans des conditions aussi extrêmes.

— Par Christian Hill et Aleksandra Peeva

Des scientifiques de 40 pays bénéficient de la formation en ligne de l'AIEA sur l'activation neutronique



Que ce soit pour résoudre des affaires criminelles qui ont marqué l'histoire, pour trouver ce qu'il y a derrière l'effacement progressif d'une plage en Jamaïque ou pour déterminer la qualité de l'air dans votre salle de sport, l'activation neutronique est une méthode reconnue qui permet de révéler la composition et l'origine des matériaux. Grâce à un outil d'apprentissage en ligne élaboré par l'AIEA, les chercheurs de 40 pays sont en train de s'y former.

L'activation neutronique est un type d'analyse couramment employé dans près de la moitié des 238 réacteurs de recherche en exploitation dans le monde ainsi que dans certains générateurs de neutrons alimentés par accélérateur. Cette technique très sensible peut détecter la concentration d'un seul atome sur un million, sans que cela conduise à l'altération ni à la destruction du matériau examiné. Du fait de sa précision, elle offre plusieurs avantages par rapport à d'autres méthodes d'analyse et elle est particulièrement utile pour les analyses globales et l'étude de matériaux singuliers dont on doit préserver l'intégrité.

La technique consiste à irradier des atomes stables par un flux de neutrons, puis à mesurer la décroissance, ou le rayonnement, des éléments de l'échantillon. Les scientifiques s'en servent pour trouver la signature chimique de divers matériaux : plastiques, métaux, verre ou particules du sol et de l'air, pour n'en citer que quelques-uns.

« Aujourd'hui, les principaux champs d'application de cette méthode sont les sciences environnementales, l'archéologie, le patrimoine culturel et même la criminalistique », précise Nuno Pessoa Barradas, spécialiste des réacteurs de recherche à l'AIEA. « Les chercheurs qui travaillent dans ces domaines n'ont cependant pas toujours des connaissances en physique nucléaire ; ils ne sont donc pas forcément en mesure d'exploiter tout le potentiel de cette technique. »

Renforcer les connaissances

Afin de combler le manque actuel de connaissances et de répondre à une demande croissante dans ce domaine, l'AIEA, par l'intermédiaire du projet de coopération technique « Constitution de réseaux pour des programmes de formation théorique et pratique et de sensibilisation à la science et à la technologie nucléaires », a conçu une formation en ligne sur l'analyse par activation neutronique. Lancée à la fin de 2017, celle-ci s'adresse à la fois aux novices et aux spécialistes.

En octobre 2018, un objectif décisif a été atteint : en moins d'un an, on a enregistré des inscriptions à la formation dans 40 des 52 pays possédant des réacteurs de recherche en service. Plusieurs établissements se servent de cet outil pour former du personnel et des étudiants, y compris au niveau universitaire.

« Nous sommes confrontés à une forte rotation du personnel et la formation des nouveaux venus exige beaucoup de temps,

en particulier dans un domaine aussi spécialisé », explique Katalin Gmélung du Centre hongrois de recherche sur l'énergie. « La formation en ligne donne accès à une foule d'informations qui permettent aux nouveaux employés de se familiariser avec le sujet et au personnel chevronné de rafraîchir ses connaissances. »

Découverte en 1935 par le chimiste d'origine hongroise George de Hevesy et la physicienne germano-danoise Hilde Levi, l'activation neutronique s'est imposée à l'origine comme un outil utile pour mesurer la masse d'éléments de terres rares.

Au cours des dernières décennies, on a découvert que cette méthode pouvait avoir d'autres applications, par exemple pour apporter de nouveaux éléments de preuve dans des affaires criminelles historiques. En 2013, on s'en est servi pour analyser des poils de moustache afin de réfuter la théorie selon laquelle Tycho Brahe avait été empoisonné au mercure. Au décès de ce membre de la noblesse danoise, c'est son assistant et principal suspect, le mathématicien et astronome Johannes Kepler – célèbre pour avoir découvert les lois du mouvement des planètes – qui avait hérité de ses précieuses notes.

Récemment, à la suite du vol d'une quantité de sable équivalant à 500 chargements de camions sur la plage de Coral Springs en Jamaïque, les autorités locales ont collaboré avec le Centre international de sciences environnementales et nucléaires pour appliquer la méthode de l'activation neutronique. Il a ainsi été possible d'analyser l'origine du sable de plusieurs plages susceptibles d'avoir récupéré une partie du sable dérobé, ce qui a permis de fournir de nouveaux éléments de preuve.

Aujourd'hui, l'activation neutronique sert également à effectuer des recherches et des tests sur la qualité de l'air intérieur (dans les écoles ou les centres de mise en forme, par exemple), l'objectif étant de déterminer la quantité et l'origine des polluants présents dans l'air.

À l'occasion d'un atelier organisé en septembre 2018 au Siège de l'AIEA à Vienne, on a procédé à une révision de la formation en ligne sur l'analyse par activation neutronique.

« Cette formation est pensée comme un outil évolutif qui peut être constamment mis à jour et enrichi au fur et à mesure des avancées réalisées dans le domaine, avec l'ajout de différents protocoles de laboratoire et domaines de recherche »,

souligne Nuno Pessoa Barradas. La première version remodelée devrait être mise en ligne au début de 2019.

— Par *Luciana Viegas*

L'Égypte et le Sénégal reçoivent des détecteurs gamma pour lutter contre l'érosion de sols



En Égypte et au Sénégal, des experts seront mieux à même de lutter contre l'érosion du sol grâce à deux détecteurs de spectrométrie gamma qui leur ont été livrés en novembre 2018 dans le cadre du programme de coopération technique de l'AIEA. Ces détecteurs seront utilisés pour l'évaluation de l'érosion du sol dans des zones frappées par une grave dégradation des terres, phénomène qui fragilise l'agriculture dans de nombreuses régions du monde, notamment dans des zones arides et semi-arides d'Afrique.

L'Égypte et le Sénégal sont touchés par une forte dégradation des terres. Selon des études récentes, la productivité des sols dans la majeure partie du Nord-Est du delta du Nil a diminué de plus de 45 % au cours des 35 dernières années. Plusieurs facteurs sont responsables de ce phénomène, notamment la surexploitation des terres, des pratiques agricoles non durables et des événements météorologiques extrêmes, qui sont devenus plus fréquents au cours des dernières décennies. L'érosion du sol, forme courante de dégradation des terres due à des facteurs humains et environnementaux, peut entraîner la perte totale de la couche arable fertile, rendant les terres touchées impropres à l'agriculture.

L'agriculture est un secteur économique important dans la plupart des pays africains. Elle représente, par exemple, environ 12 % du produit intérieur brut (PIB) de l'Égypte et 17 % de celui du Sénégal. L'agriculture à faible consommation d'intrants pratiquée dans des fermes de subsistance

exploitées par des familles en est une composante importante. Elle génère une grande partie des emplois et assure les moyens d'existence d'exploitants pratiquant une agriculture de subsistance et de leurs familles. Étant donné que cette forme d'agriculture se pratique généralement sur des terres arides ou semi-arides ayant un faible potentiel agricole, comme des terres sèches ou montagneuses, elle est particulièrement vulnérable à l'érosion des sols.

Depuis plus de 20 ans, l'AIEA, en coopération avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), aide les pays à lutter contre la dégradation des terres en leur apprenant à se servir de techniques isotopiques pour évaluer l'érosion du sol.

Des radionucléides provenant des retombées, comme le césium 137, sont beaucoup utilisés comme traceurs pour évaluer l'érosion et la sédimentation des sols. Le césium 137 est présent dans l'atmosphère. Il est déposé sur le sol par les précipitations et s'accumule dans la couche supérieure. La couche arable du sol est emportée par l'érosion. Ce phénomène est mis en évidence par la mesure de niveaux de césium 137 en baisse. En revanche, là où le sol érodé se dépose, on relève des niveaux de césium 137 plus élevés.

« L'évaluation de l'érosion au moyen du césium 137 présente de nombreux avantages par rapport aux méthodes classiques », déclare Emil Fulajtar, pédologue à la Division mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans

l'alimentation et l'agriculture. Elle permet d'établir des taux d'érosion moyens à long terme alors que les méthodes traditionnelles permettent d'obtenir surtout des données à court terme. Cette technique nucléaire rend donc superflus les programmes de suivi longs requérant beaucoup de ressources : la redistribution des sols peut être évaluée au cours d'une seule campagne de prélèvement d'échantillons. Elle contribue également à déterminer la répartition spatiale de l'érosion, donnée essentielle pour des programmes de conservation des sols visant à assurer la gestion durable des terres et, par conséquent, la sécurité alimentaire.

Les spectromètres gamma utilisés pour mesurer les niveaux de césium 137 ont été fournis dans le cadre d'une initiative que gère la Division mixte FAO/AIEA afin d'aider des pays africains à améliorer leur capacité à lutter contre l'érosion des sols ; dans ce cadre, elle forme aussi certains de leurs scientifiques à l'utilisation de la méthode au césium 137 et favorise la création de capacités en matière de spectrométrie gamma sur le continent. Trois autres détecteurs de rayons gamma fixes ont déjà été livrés à Madagascar, en Algérie et au Zimbabwe, ainsi que trois détecteurs de rayons gamma portatifs au Maroc, en Tunisie et à Madagascar.

« Nous utiliserons les détecteurs gamma pour déterminer les "empreintes" de sédimentation dans le Nil afin de remonter aux sources de contamination, qui peuvent être, par exemple, l'eau s'écoulant d'exploitations industrielles ou agricoles situées sur les rives du fleuve », explique Mohamed Kassab, chargé de cours au centre de recherche nucléaire de l'Autorité égyptienne de l'énergie atomique. « Nous prévoyons également d'aider d'autres pays d'Afrique à créer des capacités en matière de mesure des rayonnements gamma et de services d'analyse », ajoute-t-il.

— Par *Matt Fisher*