

IAEA BULLETIN

AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE

La publication phare de l'AIEA | Juin 2017



60 ans de contribution au développement

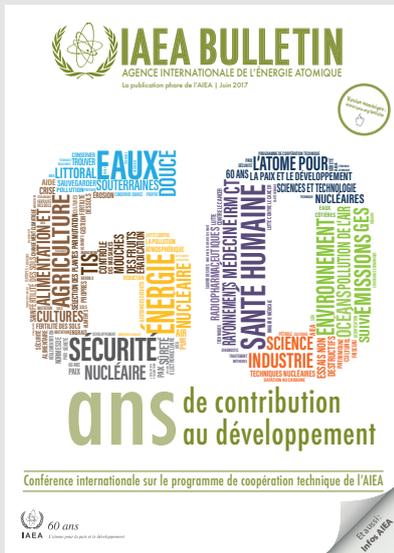
Conférence internationale sur le programme de coopération technique de l'AIEA



60 ans

IAEA L'atome pour la paix et le développement

Et aussi :
Infos AIEA



Le Bulletin de l'IAEA

est produit par
le Bureau de l'information
et de la communication (OPIC)
Agence internationale de l'énergie atomique
B.P. 100, 1400 Vienne (Autriche)
Téléphone : (43-1) 2600-21270
Fax : (43-1) 2600-29610
iaeabulletin@iaea.org

Directeur de la rédaction : Miklos Gaspar
Rédactrice en chef : Laura Gil
Conception et production : Ritu Kenn

Le Bulletin de l'IAEA est disponible à l'adresse suivante :
www.iaea.org/bulletin

Des extraits des articles du Bulletin peuvent être utilisés librement à condition que la source soit mentionnée. Lorsqu'il est indiqué que l'auteur n'est pas fonctionnaire de l'IAEA, l'autorisation de reproduction, sauf à des fins de recension, doit être sollicitée auprès de l'auteur ou de l'organisation d'origine.

Les opinions exprimées dans le Bulletin ne représentent pas nécessairement celles de l'Agence internationale de l'énergie atomique, et l'IAEA décline toute responsabilité à cet égard.

Couverture : R. Kenn/IAEA

Suivez-nous sur :



L'Agence internationale de l'énergie atomique a pour mission de prévenir la dissémination des armes nucléaires et d'aider tous les pays – en particulier ceux du monde en développement – à tirer parti de l'utilisation pacifique, sûre et sécurisée de la science et de la technologie nucléaires.

Créée en 1957 en tant qu'organe autonome, l'IAEA est le seul organisme des Nations Unies à être spécialisé dans les technologies nucléaires. Ses laboratoires spécialisés uniques au monde aident au transfert de connaissances et de compétences à ses États Membres dans des domaines comme la santé humaine, l'alimentation, l'eau, l'industrie et l'environnement.

L'IAEA sert aussi de plateforme mondiale pour le renforcement de la sécurité nucléaire. Elle a mis en place la collection Sécurité nucléaire, dans laquelle sont publiées des orientations sur la sécurité nucléaire faisant l'objet d'un consensus international. Ses travaux visent en outre à réduire le risque que des matières nucléaires et d'autres matières radioactives tombent entre les mains de terroristes ou de criminels, ou que des installations nucléaires soient la cible d'actes malveillants.

Les normes de sûreté de l'IAEA définissent un système de principes fondamentaux de sûreté et sont l'expression d'un consensus international sur ce qui constitue un degré élevé de sûreté pour la protection des personnes et de l'environnement contre les effets néfastes des rayonnements ionisants. Elles ont été élaborées pour tous les types d'installations et d'activités nucléaires destinées à des fins pacifiques, y compris le déclassement.

En outre, l'IAEA vérifie, au moyen de son système d'inspections, que les États Membres respectent l'engagement qu'ils ont pris, au titre du Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires et d'autres accords de non-prolifération, de n'utiliser les matières et installations nucléaires qu'à des fins pacifiques.

Les tâches de l'IAEA sont multiples et font intervenir un large éventail de partenaires aux niveaux national, régional et international. Ses programmes et ses budgets sont établis sur la base des décisions de ses organes directeurs – le Conseil des gouverneurs, qui compte 35 membres, et la Conférence générale, qui réunit tous les États Membres.

L'IAEA a son siège au Centre international de Vienne. Elle a des bureaux locaux et des bureaux de liaison à Genève, New York, Tokyo et Toronto. Elle exploite des laboratoires scientifiques à Monaco, Seibersdorf et Vienne. En outre, elle apporte son appui et contribue financièrement au fonctionnement du Centre international Abdus Salam de physique théorique de Trieste (Italie).

Soixante ans de contribution au développement

Par Yukiya Amano, Directeur général de l'AIEA

En 2017, nous célébrons le sixième anniversaire de l'AIEA. Depuis la création de l'Agence, le programme de coopération technique constitue un élément important des activités de celle-ci. C'est principalement dans le cadre de ce programme que, depuis 1957, nous transférons des technologies aux États Membres.

L'objectif du programme est d'améliorer les conditions de vie de millions de personnes dans des domaines qui se prêtent particulièrement à l'application de technologies nucléaires à des fins pacifiques. Nous apportons un appui à des projets menés dans différents domaines, comme la santé, l'alimentation et l'agriculture, l'eau et l'environnement, les applications industrielles et l'énergie. Je suis convaincu que la technologie nucléaire peut contribuer dans une large mesure au développement durable. Je me réjouis de ce que les objectifs de développement durable (ODD) définis par l'Organisation des Nations Unies reflètent clairement l'importance de la science et de la technologie pour le développement.

L'AIEA aide les pays en développement en mettant en œuvre des projets de coopération technique, souvent en collaboration avec d'autres organismes du système des Nations Unies et des agences de développement.

Les neuf articles du présent numéro du Bulletin de l'AIEA sont consacrés à des projets portant chacun sur l'un des neuf ODD auxquels l'AIEA contribue directement. Vous découvrirez comment nous aidons la République dominicaine à lutter contre la mouche méditerranéenne des fruits, ravageur qui menaçait la production de fruits et légumes dans l'ensemble de la région

des Caraïbes (lire en page 4). Vous apprendrez comment, au Myanmar, des médecins et des physiciens médicaux soignent des milliers de patients à l'aide de la radiothérapie, avec l'appui de l'AIEA (lire en page 6). Nous vous expliquons aussi comment, en Asie du Sud-Est, de nouvelles variétés végétales mises au point grâce à des techniques nucléaires permettent d'augmenter le volume des récoltes de riz (lire en page 14).

Vous aurez aussi l'occasion de vous informer sur les travaux de chercheurs qui ont bénéficié de programmes de bourses de l'AIEA et mettent en application des technologies nucléaires dans leur pays d'origine en vue de surveiller et de combattre la pollution marine (lire en page 16), et vous découvrirez comment, en Croatie, des scientifiques ont étudié, à l'aide de techniques nucléaires, une statue ancienne découverte dans la mer Adriatique (lire en page 12).

Le présent numéro du *Bulletin de l'AIEA* a été élaboré à l'occasion de la « Conférence internationale sur le programme de coopération technique de l'AIEA : Soixante ans de contribution au développement », organisée à Vienne du 30 mai au 1^{er} juin 2017. Cette conférence donne aux États Membres, aux organismes du système des Nations Unies et à d'autres partenaires l'occasion de réfléchir à des moyens de coopérer encore plus efficacement, dans l'intérêt des populations.

J'espère que vous trouverez ce tour d'horizon des travaux menés dans le cadre du programme de coopération technique de l'AIEA intéressant et instructif.



« C'est principalement dans le cadre du programme de coopération technique que, depuis 1957, nous transférons des technologies aux États Membres. »

— Yukiya Amano, Directeur général de l'AIEA



(Photo : C.Brady/AIEA)



(Photo : C. Brady/AIEA)



([Photo : Département de l'énergie atomique (Inde)])

Avant-propos



1 Soixante ans de contribution au développement

Soixante ans de contribution au développement



4 République dominicaine : lutte contre la mouche des fruits à l'aide de la technologie nucléaire



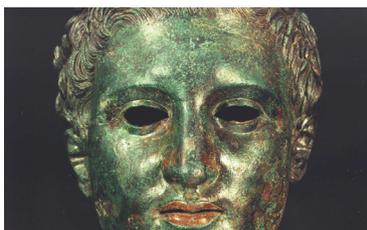
6 À Yangon, les radiologues et les physiciens médicaux font tout leur possible pour offrir des soins de qualité aux patients atteints de cancer



8 Au Sahel, des scientifiques étudient les eaux souterraines à l'aide de la technologie nucléaire



10 Le Maroc envisage d'ajouter l'électronucléaire à son bouquet énergétique



12 Les techniques nucléaires permettent aux pays d'Europe de mieux connaître et préserver leur patrimoine culturel



14 Au Bangladesh, la production de riz a triplé grâce aux sciences nucléaires



16 Des boursiers de l'AIEA œuvrent à la protection de l'environnement marin



18 Optimiser l'utilisation d'engrais grâce à un isotope stable de l'azote

La voix de l'AIEA

20 Le programme de coopération technique de l'AIEA : création de partenariats pour le progrès

Par Dazhu Yang, Directeur général adjoint, Chef du Département de la coopération technique

Infos AIEA

22 Le Japon appuie l'utilisation des essais non destructifs pour le relèvement en cas de catastrophes dans la région Asie et Pacifique

23 Protection des patients : promouvoir une culture de sûreté en imagerie diagnostique

24 Publications de l'AIEA

Comment l'AIEA contribue aux objectifs de développement durable

République dominicaine : lutte contre la mouche des fruits à l'aide de la technologie nucléaire

Par Laura Gil



Un groupe d'hommes est rassemblé autour d'un piège à mouches en carton. Ils portent des chapeaux pour se protéger du soleil. À l'aide de lampes à ultraviolets en forme de crayon, ils examinent le piège et échangent des sourires et

des hochements de tête. Ce sont des scientifiques qui mettent leur savoir à contribution pour aider les autorités dominicaines à vérifier que la lutte contre la mouche méditerranéenne des fruits, espèce invasive dont les ravages ont entraîné l'an dernier une perte de 40 millions de dollars des États-Unis en raison de la chute des exportations, a été efficace. Constatant que le piège est vide, les scientifiques montrent leur satisfaction.

La présence de la mouche méditerranéenne des fruits a été signalée pour la première fois en mars 2015 à Punta Cana, à l'est de l'île. Tout de suite après l'annonce par les autorités dominicaines de la présence de cet insecte, les États-Unis ont interdit l'importation de 18 fruits et légumes en provenance de la République dominicaine, mettant à rude épreuve le secteur des exportations de produits agricoles, deuxième source de revenus du pays après le tourisme.

Toutefois, grâce à l'intervention rapide du Ministère dominicain de l'agriculture et à l'appui fourni par l'AIEA, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et le Département de l'agriculture des États-Unis (USDA), dix mois ont suffi pour endiguer l'invasion. Par conséquent, en janvier 2016, les États Unis ont levé l'interdiction des importations en provenance de la majeure partie de la République dominicaine.

« L'interdiction des importations a eu des conséquences désastreuses », souligne Pablo Rodríguez, directeur financier d'Ocoa Avocados, premier exportateur d'avocats *green king* du pays. « L'export représente presque la totalité de notre activité, alors je vous laisse imaginer l'ampleur de la perte », soupire-t-il. « Nous avons tous payé pour les dégâts causés par de simples mouches », ajoute-t-il. Les pertes enregistrées par Ocoa Avocados s'élèvent à huit millions de dollars.

D'autres s'en sont mieux sortis. Cory St. Clair est un petit producteur qui vit à Cabeza de Toro. Il venait juste de planter des piments et des poivrons rouges quand les États-Unis ont décrété l'interdiction d'importation. Il s'est immédiatement mis en quête de nouveaux marchés. Désormais, il vend la majeure partie de sa production au Canada et à l'Europe. « Nous avons eu de la chance, contrairement aux gros exportateurs », estime-t-il.

La menace de la mouche des fruits

Les mouches ont principalement été repérées sur le littoral, dans des amandiers qui n'étaient pas cultivés à des fins commerciales, mais on a craint qu'elles n'infestent aussi des cultures commerciales de fruits et de légumes.

« Si la mouche avait atteint les régions dans lesquelles le secteur horticole est concentré, nos pertes auraient sans doute été proches de 220 millions de dollars », indique Ángel Estévez, Ministre de l'agriculture. Il précise que cela aurait entraîné la destruction de quelque 30 600 emplois, de manière directe ou indirecte. « La République dominicaine est un petit pays où les revenus de milliers de personnes travaillant dans le secteur horticole dépendent des exportations », indique-t-il.

D'après la Banque centrale de la République dominicaine, en 2014 et en 2015, les exportations de fruits et légumes ont représenté environ 30 % des exportations de produits alimentaires et ont rapporté au pays quelque 610 millions de dollars par an. En outre, le secteur agricole est la troisième source d'emplois.

Ángel Estévez indique qu'au début de l'invasion, les autorités n'avaient pas les moyens de faire face à la situation. « C'était un enfer. Les ravages causés par la mouche étaient dans mes pensées jour et nuit », se souvient-il.

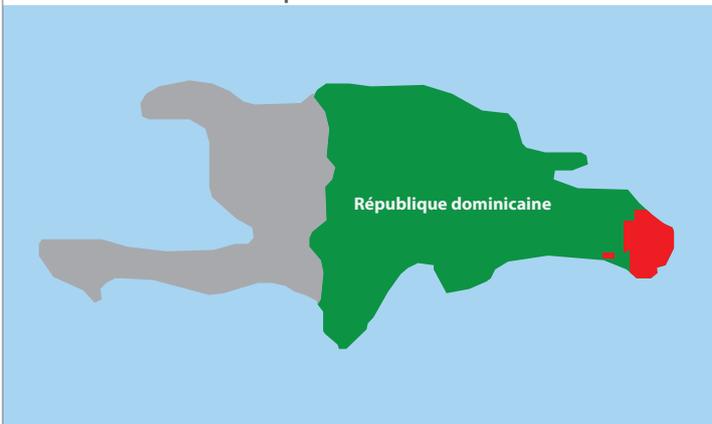
La technologie des rayonnements à la rescousse

Lorsqu'en mars 2015, le Ministère de l'agriculture a demandé de l'aide, l'AIEA et la FAO ont épaulé celui-ci et ses partenaires dans le lancement d'une campagne intégrée d'éradication du ravageur, avec le soutien du Service d'inspection zoosanitaire et phytosanitaire de l'USDA (USDA-APHIS), de l'Organisation internationale régionale pour la protection des plantes et la santé animale (OIRSA) et de l'Institut interaméricain de coopération pour l'agriculture (IICA).

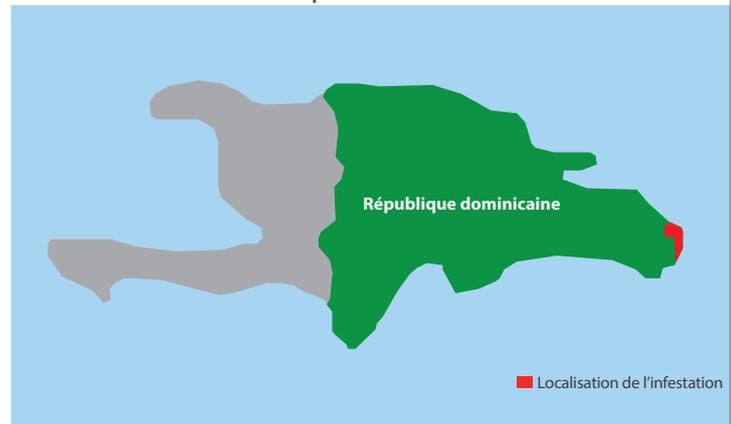
Les autorités ont placé de nombreux pièges dans des zones stratégiques afin de pouvoir déterminer l'étendue de la propagation de la mouche, ont détruit les amandes, les goyaves et les fruits d'acomats infestés, ont pulvérisé des insecticides mélangés à un attractif alimentaire dans les zones les plus touchées et ont imposé des mesures de contrôle strictes dans le reste du pays, y compris dans les ports et les aéroports. Cependant, c'est la technique de l'insecte stérile (TIS) qui s'est révélée la plus efficace pour maîtriser l'évolution de la population de mouches. Cette méthode fondée sur le nucléaire permet de réguler les naissances.

Localisation de l'infestation par la mouche méditerranéenne des fruits

Septembre 2015



Septembre 2016



La TIS consiste à stériliser un grand nombre de mouches mâles élevées en laboratoire, à l'aide de rayonnements ionisants. Les insectes stériles sont ensuite lâchés, depuis la terre et dans les airs, dans les zones infestées de ravageurs, où ils s'accouplent avec des insectes de populations sauvages, sans que cela n'engendre de descendance.

« C'est fantastique », s'exclame Cory St. Clair. « La première fois que j'ai entendu parler de cette méthode, ça m'a semblé être de la science-fiction », ajoute-t-il. Des lâchers hebdomadaires de millions de mouches méditerranéennes des fruits stériles ont permis d'endiguer l'infestation. Au cours des dix mois suivants, l'interdiction d'importation décrétée par les États-Unis a été levée pour 23 des 30 provinces concernées.

La TIS, qui fait partie des techniques de lutte contre les ravageurs les plus écologiques qui soient, est généralement appliquée dans le cadre de campagnes intégrées de lutte contre des populations d'insectes. L'AIEA et la FAO apportent conjointement un appui à quelque 40 projets de TIS sur le terrain, mis en œuvre dans le cadre du programme de coopération technique de l'AIEA dans différentes régions d'Afrique, d'Asie, d'Europe, d'Amérique latine et des Caraïbes.

« Nous luttons contre la mouche de manière précise et localisée », explique Rafael Antonio Cedarro, chargé de relever les pièges à La Romana, l'une des zones surveillées. « Nous avons posé 195 pièges dans cette zone, et nous n'avons capturé aucune mouche sauvage au cours des derniers mois », indique-t-il. Au total, ce sont 14 525 pièges qui ont été installés dans tout le pays pour vérifier que l'infestation a bien été maîtrisée.

« Nous sommes impressionnés par la rapidité des progrès accomplis en quelques mois seulement », indique Walther Enkerlin, entomologiste à la Division mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture.

Des ravageurs définitivement éradiqués

L'appui fourni par l'AIEA en matière de coopération technique, l'intervention d'urgence coordonnée et les efforts déployés par le

Ministère de l'agriculture pour endiguer l'infestation ont eu des retombées positives, non seulement pour la République dominicaine mais aussi pour l'ensemble de la région.

« Grâce au projet, nous avons évité que la mouche n'infeste d'autres pays des Caraïbes et du continent américain, comme le Mexique et les États-Unis », explique Walther Enkerlin. De lourdes pertes économiques ont ainsi été évitées.

Au plus fort de la mobilisation, quelque 300 personnes ont participé au programme mené par le Ministère de l'agriculture, dans le prolongement du projet de coopération technique, en vue d'éradiquer l'infestation.

L'AIEA a formé des spécialistes dominicains à l'utilisation de la TIS dans le cadre de trois projets de coopération technique interrégionaux. Le pays participe actuellement à deux projets régionaux relatifs à la TIS.

Frank Lam, représentant de l'IICA, indique que le Ministère de l'agriculture possède désormais les capacités techniques et humaines nécessaires pour faire face à ce type d'infestation et mettre en commun les enseignements tirés et les savoir-faire. « Afin d'éviter que cet événement lourd de conséquences financières ne se reproduise dans d'autres pays, nous souhaitons partager les enseignements que nous avons tirés de cette expérience. Il ne faudrait pas que d'autres pays se retrouvent démunis en cas d'infestation sur leur sol », explique Frank Lam.

Ángel Estévez collabore avec le Ministre de l'agriculture d'Haïti à l'élaboration d'une stratégie visant à protéger l'ensemble de l'île d'Hispaniola (que se partagent la République dominicaine et Haïti) et à prévenir l'apparition de nouvelles infestations. « Il ne sert à rien de lutter contre l'infestation dans une partie de l'île si c'est pour que les ravageurs infestent l'autre partie », explique-t-il. « Les insectes n'ont pas besoin de passeport pour passer la frontière, mais nous disposons désormais des capacités nécessaires pour faire face à cette menace invisible », poursuit-il.

À Yangon, les radiologues et les physiciens médicaux font tout leur possible pour offrir des soins de qualité aux patients atteints de cancer

Par Miklos Gaspar



Mya Mya Kyi se hâte et essaie de se frayer un chemin dans la foule de patients qui attendent leur tour dans les couloirs du service de radiothérapie de l'Hôpital général de Yangon (Myanmar). En sa qualité de physicienne médicale en chef, elle planifie les traitements par radiothérapie que reçoivent chaque jour près de 300 patients atteints de cancer, alors que le service possède seulement quatre appareils de radiothérapie.

Le Ministère de la santé du Myanmar a fourni du matériel de radiothérapie à l'hôpital de Yangon et à trois autres établissements dans le pays, mais les physiciens médicaux n'ont pas la possibilité de suivre au niveau local des formations, notamment en matière d'assurance de la qualité du matériel de radiothérapie. C'est grâce à l'AIEA que Mya Mya Kyi et ses collègues ont accès à des formations.

« Entre les plans de traitement, les calculs dosimétriques, la vérification quotidienne des appareils et le contrôle de la qualité, nos journées sont surchargées », explique-t-elle en quittant une pièce équipée d'un appareil de cobalthérapie pour se diriger vers son poste de travail, où elle élabore les plans de traitement.

Les physiciens médicaux utilisent des techniques de médecine radiologique de pointe pour poser des diagnostics et soigner les patients, notamment ceux atteints de cancer. Ils doivent connaître aussi bien le corps humain que la science physique et savoir utiliser leurs connaissances pour établir des diagnostics et dispenser des traitements aux patients.

Un recours à la radiothérapie de plus en plus fréquent

« Les demandes de traitement par radiothérapie ont triplé au cours des dix dernières années », indique Khin Cho Win, chef du service de radiothérapie de l'Hôpital général de Yangon. L'année dernière, le service a accueilli 6 200 nouveaux patients, la plupart pour un traitement par radiothérapie. En 2005, ils n'étaient que 2 000. Selon Khin Cho Win, cette augmentation devrait se poursuivre.

Cependant, on peut espérer recevoir les patients lorsque la maladie est à un stade moins avancé. De nombreux malades du cancer consultent un médecin alors qu'il est trop tard. Dans ce cas, la radiothérapie n'est dispensée qu'à des fins palliatives. La moitié des patients du service de radiothérapie de l'Hôpital

général de Yangon sont atteints d'un cancer en phase terminale. À ce stade, il n'est plus possible que de soulager la douleur du patient. En revanche, dans les pays développés, seuls 14 % des nouveaux patients atteints de cancer ont besoin d'une radiothérapie palliative, la majorité recevant un traitement curatif. À l'issue d'une mission menée en 2015 par l'AIEA pour évaluer les services de cancérologie du Myanmar, il a été recommandé de mettre en place des services de soins palliatifs spécialisés et de développer les services de soins de premier recours et de soins à domicile.

La création de nouveaux centres de radiothérapie et l'amélioration de l'accès à de tels centres constituent des priorités de rang élevé pour le Myanmar dans le domaine de la santé. Le pays ne possède que 18 appareils de radiothérapie pour une population de 52 millions d'habitants, alors que l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) recommande qu'un appareil soit disponible pour un million d'habitants.

Le Myanmar n'est pas un cas unique : d'après la base de données du Registre des centres de radiothérapie (DIRAC) de l'AIEA, la plupart des services de radiothérapie dans le monde sont situés dans des pays à revenu élevé, et au moins 36 pays ne possèdent pas d'appareil de radiothérapie.

L'appui de l'AIEA

« L'AIEA fournit l'assistance nécessaire et continuera d'aider le personnel des services de cancérologie du Myanmar », indique Ho-Seung Lee, responsable du programme de coopération technique mené par l'AIEA au Myanmar.

Les cinq physiciens médicaux et les 12 radiologues de l'Hôpital général de Yangon participent à des cours organisés par l'AIEA ainsi qu'à des visites scientifiques dans des établissements situés dans des pays voisins qui ont une plus grande expérience en matière d'utilisation de matériel de radiologie de pointe, et envoient leurs mesures dosimétriques à un laboratoire de l'AIEA situé près de Vienne, afin que soit vérifié l'étalonnage de leurs appareils de radiothérapie. Le but est de s'assurer que les patients reçoivent une dose adéquate, c'est-à-dire juste assez élevée pour être efficace, mais ne dépassant pas la dose de rayonnement absolument nécessaire à la réussite du traitement. Par ailleurs, les professionnels de santé ont récemment commencé à utiliser les supports pédagogiques de l'AIEA disponibles en ligne sur le Human Health Campus. « Si seulement la connexion internet marchait mieux », soupire Mya Mya Kyi.



Grâce à une formation reçue d'experts et de partenaires de l'AIEA, le personnel du service de médecine nucléaire de l'Hôpital général de Yangon peut utiliser les nouveaux appareils fournis au service de manière sûre et efficace.

(Photo : M. Gaspar/AIEA)

« Une radiothérapie sûre et efficace pour traiter le cancer repose sur une bonne utilisation des connaissances en physique et dosimétrie des rayonnements, lesquelles sont aussi essentielles en matière d'assurance de la qualité dans d'autres domaines de la médecine radiologique », explique May Abdel-Wahab, directrice de la Division de la santé humaine de l'AIEA. « L'AIEA aide des pays comme le Myanmar à veiller à ce que les patients reçoivent les doses de rayonnement appropriées et à ce que des physiciens médicaux, des radio-oncologues et d'autres professionnels de la médecine radiologique bénéficient de formations adaptées, afin que les traitements soient le plus efficace possible », ajoute-t-elle.

Médecine nucléaire : utilisation d'isotopes aux fins du diagnostic

Les membres du personnel du service de médecine nucléaire de l'Hôpital de Yangon diagnostiquent différentes maladies et dispensent un traitement à des patients atteints d'un cancer de la thyroïde. En vue de les aider dans leurs tâches, d'une importance cruciale, les autorités ont fourni au service de nouveaux appareils, notamment un cyclotron et un appareil à tomographie à émission de positons/tomodensitométrie (PET/CT), le seul disponible dans le pays.

Le cyclotron sert à produire des radio-isotopes, essentiels aux études relatives à l'« acquisition PET/CT », lesquels sont fondamentaux pour le diagnostic précoce de plusieurs maladies, dont le cancer et les maladies cardiovasculaires. Les professionnels de santé ont également reçu deux caméras de tomographie d'émission monophotonique (SPECT). La SPECT est une technique d'imagerie utilisée en médecine nucléaire. Elle sert à effectuer des examens scintigraphiques du cerveau, de la thyroïde, des poumons, du foie, de la vésicule biliaire, des reins et du squelette grâce à des rayons gamma.

Au cours des dix dernières années, le Myanmar a bénéficié de plus de 30 bourses et visites scientifiques et de six projets de coopération technique dans le domaine de la médecine radiologique et de la santé. Il a également participé à plus de 30 projets de coopération technique dans le domaine de la santé.

« Étant donné qu'ils ont été les premiers à utiliser ce type d'appareil au Myanmar, les membres du personnel du service n'ont pas pu recevoir d'appui au niveau local, que ce soit en matière de connaissances ou de formation », explique War War Wan Maung, chef du service. Elle a donc encouragé ses collègues à participer à des programmes de bourse financés par l'AIEA organisés dans des hôpitaux de pays voisins du Myanmar.

À la demande du service, un audit d'assurance de la qualité en médecine nucléaire (QUANUM) a été mené par l'AIEA en septembre 2016. Il a permis de mettre en évidence des points qui pouvaient être améliorés afin d'offrir des soins de meilleure qualité.

« Nous avons déjà remédié aux six problèmes recensés », indique War War Wan Maung. Le sol de la salle de traitement a notamment dû être rénové. À cet effet, l'AIEA a aidé l'hôpital à obtenir des autorités des financements supplémentaires. « C'était une excellente nouvelle pour le personnel et pour nos patients », se souvient War War Wan Maung.

Au Sahel, des scientifiques étudient les eaux souterraines à l'aide de la technologie nucléaire

Par Laura Gil



Dans le désert du Sahel, l'une des régions les plus pauvres du monde, les grandes quantités d'eau présentes dans le sous-sol constituent un moyen de subsistance. Avec l'appui de l'AIEA, des scientifiques de 13 pays africains ont analysé pour la première fois les eaux

souterraines de cette région de cinq millions de kilomètres carrés en utilisant des techniques dérivées du nucléaire. Les données qu'ils ont recueillies jusqu'à présent sont précieuses. Elles témoignent notamment de la présence d'une eau souterraine abondante, de qualité et récemment renouvelée, et donnent des indications sur les niveaux de contamination ainsi que sur les caractéristiques des courants qui relient les différents aquifères et bassins.

« Ces informations sont une mine d'or », s'enthousiasme Éric Foto, chef du laboratoire d'hydrologie isotopique de l'Université de Bangui (République centrafricaine).

« Elles nous permettent d'indiquer aux autorités les zones dans lesquelles il y a des eaux souterraines peu profondes renouvelables et il est possible de creuser des puits, et de leur fournir des informations sur l'origine de la pollution ainsi que sur la durée pendant laquelle une eau propre sera disponible », ajoute-t-il.

Ces données sont essentielles pour les responsables politiques, qui peinent à garantir la disponibilité d'une eau potable dans la région.

Le Sahel s'étend de l'Afrique occidentale à l'Afrique du Nord, en passant par l'Afrique centrale. Il compte 135 millions d'habitants. L'une des principales difficultés rencontrées par ces derniers est l'accès à une eau propre, qui est indispensable pour qu'ils disposent d'une eau de boisson mais aussi aux fins de la production alimentaire et de l'hygiène.

« L'eau est une ressource vitale. Pour la gérer comme il faut, il est nécessaire de bien la connaître », explique Béatrice Ketchemen Tandia, chef de la Division de la coopération du Département des sciences de la terre de l'Université de Douala (Cameroun). En sa qualité d'hydrogéologue, elle participe depuis le début des années 1990 à des projets de recherche menés par l'AIEA.

Dans le cadre de son programme de coopération technique, l'AIEA a fourni du matériel à des scientifiques de 13 pays (Algérie, Bénin, Burkina Faso, Cameroun, Ghana, Mali, Mauritanie, Niger, Nigeria, République centrafricaine, Sénégal, Tchad et Togo) et leur a dispensé une formation pour les aider à étudier cinq grands systèmes d'aquifères transfrontaliers : le système aquifère d'Iullemeden, le système de Liptako-Gourma/ Haute-Volta et les bassins sénégal-mauritanien, du lac Tchad et de Taoudéni.

Tout au long du projet, les organisations partenaires ont été régulièrement informées de l'avancement des travaux. Parmi celles-ci figurent l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO), les autorités des différents bassins (Autorité du bassin du Niger, Commission du bassin du lac Tchad, Autorité du bassin de la Volta, Autorité de développement intégré de la région du Liptako-Gourma et Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal) et l'Institut fédéral allemand des géosciences et des ressources naturelles.

L'objectif : contribuer à la protection des ressources en eau

Au cours des dernières décennies, le Sahel a connu de graves périodes de sécheresse qui ont nui à l'agriculture et causé des famines à grande échelle. Compte tenu du faible nombre de rivières dans la région, les cinq systèmes aquifères transfrontaliers étudiés par les scientifiques sont les principales sources d'eau dont dispose la population.

Les scientifiques de chaque pays ont publié les principales conclusions de leurs travaux de recherche. Ils ont notamment recommandé aux autorités d'élaborer des plans de protection des ressources en eau et de lutte contre la pollution de celles-ci. La prochaine étape consistera à intégrer ces conclusions au niveau régional et à publier un rapport complet, attendu dans l'année, qui recensera les priorités et les menaces communes et présentera des recommandations en vue de gérer les systèmes aquifères transfrontaliers de manière plus durable et de les utiliser plus efficacement.

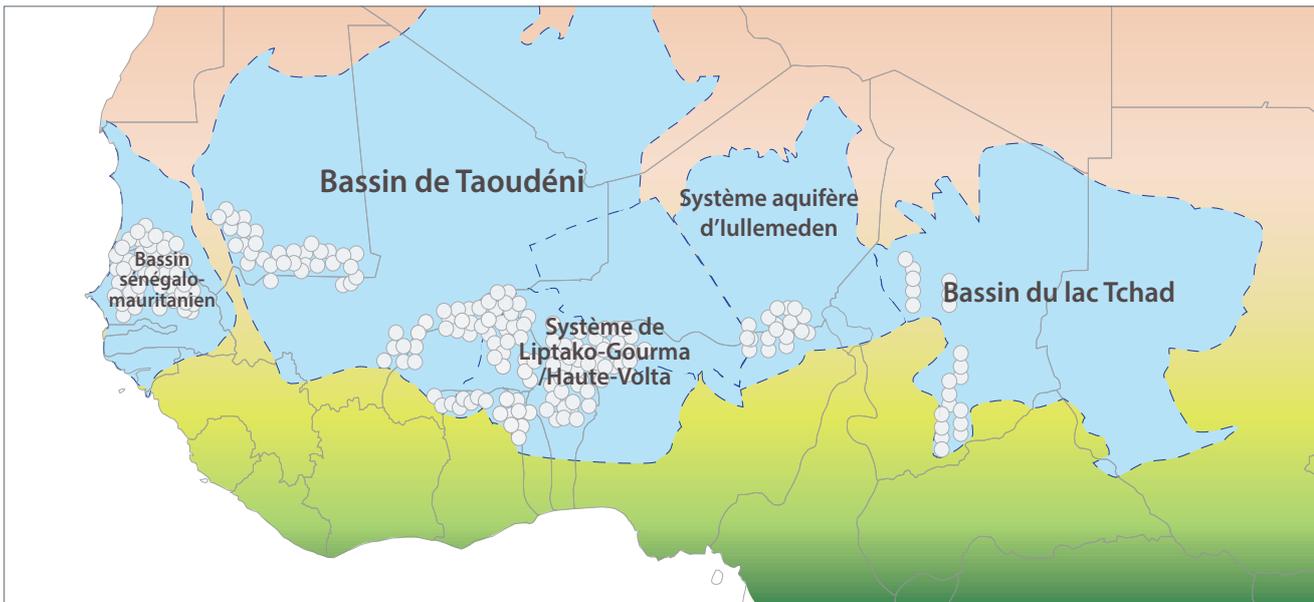
« Le manque d'eau peut entraîner des famines, qui risquent de faire naître des conflits. Mieux nous suivons l'évolution de nos ressources en eau, plus tôt nous pouvons réagir en cas de problème », explique Éric Foto.

Moyens mis en œuvre

Les scientifiques étudient les différents isotopes présents dans l'eau pour déterminer divers facteurs et processus, notamment l'origine de l'eau, son âge, sa qualité et la vitesse du processus de réalimentation des nappes souterraines (voir l'encadré « En savoir plus »).

« Les institutions africaines s'appuyaient auparavant sur des consultants externes, mais elles peuvent désormais travailler de manière autonome », indique Neil Jarvis, membre de l'équipe du projet à l'AIEA. « Grâce à notre appui, chaque pays est en mesure de mener à bien ses activités », ajoute-t-il.

Au cours des cinq dernières années, des scientifiques de la région ont recueilli près de 2 000 échantillons d'eau de puits, d'eau de rivières et d'eaux pluviales dans les régions du



Localisation des cinq bassins et systèmes aquifères étudiés dans la région du Sahel. Les points sur la carte indiquent les endroits où les scientifiques ont prélevé des échantillons d'eau.

Image : AIEA

Sahel les plus peuplées (souvent des régions transfrontalières). Des experts de l'AIEA les ont aidé à analyser ces échantillons en se fondant sur des paramètres isotopiques et chimiques. Ils ont également formé des experts originaires du Sahel à l'interprétation de données. Désormais, les scientifiques de la région possèdent des connaissances approfondies en hydrologie isotopique et ont accès à un réseau de spécialistes de 12 autres pays qu'ils peuvent consulter pour comparer leurs résultats respectifs.

Cependant, des difficultés subsistent. De nombreuses régions du Sahel, y compris des régions dans lesquelles les scientifiques ont

besoin d'effectuer des prélèvements, sont le théâtre de conflits et de heurts. Dans la région du bassin du lac Tchad, par exemple, l'insécurité a parfois nui au bon déroulement des travaux.

« Il était presque impossible aux scientifiques des pays voisins de se rendre sur le terrain pour prélever des échantillons en raison de la présence de groupes rebelles armés », explique Éric Foto. « La solution est alors de voyager sous la protection de collègues d'organisations non gouvernementales, car il faut bien que nous poursuivions nos travaux », ajoute-t-il.

EN SAVOIR PLUS

Hydrologie isotopique

L'eau possède une « empreinte » caractéristique déterminée par sa composition isotopique, c'est-à-dire sa teneur en atomes possédant le même nombre de protons mais un nombre différent de neutrons. Les isotopes peuvent être naturels ou artificiels. Les isotopes radioactifs sont instables et libèrent une énergie à mesure qu'ils se désintègrent jusqu'à atteindre la stabilité, grâce à une propriété appelée la radioactivité. Les scientifiques peuvent mesurer le temps nécessaire pour que la moitié d'une quantité d'isotopes radioactifs donnée se désintègre. Cette durée est appelée la période radioactive. Lorsqu'ils connaissent la période d'un isotope radioactif et la teneur d'une eau, ou d'une autre substance, en cet isotope, les scientifiques peuvent dater cette eau, ou cette autre substance.

Les isotopes stables ne se désintègrent pas ; ils restent identiques tout le temps qu'ils sont présents dans l'eau. Les scientifiques comparent les compositions isotopiques des eaux de surface et des eaux souterraines pour déterminer divers facteurs et processus, comme la provenance de l'eau et son historique, les conditions pluviométriques passées et actuelles, la réalimentation des aquifères, les mélanges et les interactions de masses d'eau, les processus d'évaporation, les ressources géothermales et les processus de pollution.



Une spécialiste de l'hydrologie isotopique prélève des échantillons de l'eau d'un puits à Bangui (République centrafricaine).

(Photo : L. Gil/AIEA)

Le Maroc envisage d'ajouter l'électronucléaire à son bouquet énergétique

Par Jennet Orayeva

7 ÉNERGIE PROPRE
ET D'UN COÛT
ABORDABLE



Le Maroc étudie la possibilité d'ajouter l'électronucléaire à son bouquet énergétique à l'horizon 2030, étant donné que sa consommation d'électricité devrait augmenter de façon considérable au cours des prochaines années et que le pays est fortement dépendant des importations

de sources d'énergie. Il a besoin d'une énergie propre pas trop coûteuse pour répondre à la demande croissante d'électricité et maintenir ainsi son développement socioéconomique.

« Dans le cadre de sa stratégie énergétique nationale, le Maroc envisage le recours à l'électronucléaire comme une possibilité qui permettrait de répondre à long terme aux besoins futurs du pays, mais pour l'instant, aucune décision n'a été prise », explique Khalid El Mediouri, directeur général du Centre national de l'énergie, des sciences et des techniques nucléaires (CNESTEN) et président du Comité de réflexion sur l'électronucléaire et le dessalement de l'eau de mer par la voie nucléaire (CRED), créé en 2009 par le Ministère de l'énergie, des mines, de l'eau et de l'environnement. « Dans cette perspective, nous avons entamé une évaluation globale des conditions à remplir et de l'infrastructure nécessaire à un projet électronucléaire qui soit conforme aux normes internationales », ajoute-t-il.

Actuellement, près de 30 pays dans le monde envisagent de se lancer dans un tel projet ou ont déjà entrepris un programme électronucléaire. L'AIEA les aide à développer leurs connaissances en matière de planification énergétique et d'analyse, ainsi que leur expertise nucléaire. Au cours des deux dernières années, elle a mené en Afrique quatre missions d'examen intégré de l'infrastructure nucléaire (INIR), au Ghana, au Kenya, au Maroc et au Nigeria.

En octobre 2015, le Maroc a accueilli une mission INIR et élaboré un plan d'action en vue de donner suite aux recommandations et aux suggestions formulées à l'issue de cette mission.

« Le Maroc reconnaît l'importance et l'utilité de l'approche par étapes de l'AIEA et des programmes d'assistance technique connexes », déclare Khalid El Mediouri au sujet de la méthode de l'AIEA consistant à amener les pays et les organisations à travailler de façon systématique à l'introduction de l'électronucléaire. « Grâce au plan de travail intégré, l'AIEA continue d'apporter une aide précieuse à la mise en œuvre des recommandations de la mission INIR, et appuie ainsi les progrès dans le développement des infrastructures nucléaires au Maroc », poursuit-il

La technologie nucléaire au service du développement socioéconomique

Le Maroc a participé activement au programme de coopération technique de l'AIEA en vue de renforcer ses capacités d'utilisation de la technologie nucléaire à des fins pacifiques. Plusieurs projets ont aidé le pays à mettre en place les capacités locales nécessaires à la réalisation d'une étude de planification énergétique et d'une évaluation du secteur de l'électronucléaire. Le pays bénéficie aussi d'un projet de recherche coordonné de l'AIEA qui aide les décideurs à examiner toutes les options en matière de technologies d'approvisionnement énergétique.

Au Maroc, l'utilisation de la technologie nucléaire a commencé dans les années 1950, avec des applications dans les domaines de la médecine, de l'agriculture et de l'industrie. Sous la supervision du CNESTEN, le pays exploite aujourd'hui le réacteur de recherche MA-RA1 au Centre d'études nucléaires de la Maâmora. Ce réacteur est utilisé pour la recherche sur l'énergie nucléaire, l'analyse par activation neutronique, la recherche en géochronologie et la formation théorique et pratique.

Les outils de planification énergétique de l'AIEA aident à évaluer les différentes options

À la demande d'un État Membre, l'AIEA fournit des orientations et un appui technique en vue de l'évaluation des différentes options en matière d'approvisionnement énergétique, y compris l'électronucléaire. Si elle apporte son assistance dans ce domaine, elle n'influence pas le choix des États Membres. Son approche de la planification énergétique donne à ceux-ci la possibilité d'évaluer de la même manière toutes les options.





Centre d'études nucléaires de la Maâmora (Maroc).

(Photo : CNESTEN)

Le Maroc joue un rôle important dans le renforcement de la coopération Sud-Sud en dispensant, avec l'appui de l'AIEA, une formation théorique et pratique à des pays d'Afrique, notamment

grâce à des centres régionaux désignés dans les domaines de la sûreté radiologique, de la radiothérapie, de la nutrition, des essais non destructifs et des ressources en eau.

Examen intégré de l'infrastructure nucléaire (INIR)

L'examen intégré de l'infrastructure nucléaire (INIR) est un examen global effectué par des pairs visant à aider les États Membres à évaluer l'état de leur infrastructure nationale en vue de l'introduction de l'électronucléaire. Il porte sur l'infrastructure globale nécessaire à la mise en place d'un programme électronucléaire sûr, sécurisé et durable.

À la demande d'un État Membre, l'AIEA mène une mission INIR en envoyant une équipe d'experts internationaux possédant une expérience directe dans des domaines spécialisés liés aux infrastructures nucléaires, ainsi que des fonctionnaires de l'AIEA. Avant d'accueillir une mission INIR, le pays doit procéder à une autoévaluation portant sur 19 questions relatives à l'infrastructure électronucléaire comprises dans l'approche par étapes de l'AIEA, méthode globale qui amène les pays et les organisations à travailler de façon systématique à l'introduction de l'électronucléaire.

Les missions INIR permettent aux représentants des États Membres de l'AIEA de mener des débats approfondis avec des experts internationaux sur les données d'expérience et les bonnes pratiques en matière de développement d'une infrastructure électronucléaire. Au terme de la mission, l'État Membre concerné reçoit un rapport contenant des recommandations et des suggestions. En fournissant une évaluation complète portant sur tous les aspects d'un programme électronucléaire, notamment l'organisme de réglementation, les installations et les parties prenantes concernées au sein des pouvoirs publics, l'INIR contribue à assurer que l'infrastructure nécessaire à une utilisation sûre, sécurisée et durable de l'énergie nucléaire soit développée et mise en œuvre de manière responsable et ordonnée.

Les techniques nucléaires permettent aux pays d'Europe de mieux connaître et préserver leur patrimoine culturel

Par Jeremy Li



Avant qu'un objet ancien puisse être exposé dans un musée, les spécialistes doivent déterminer son origine et procéder à sa restauration. S'ils font la moindre erreur à l'une des nombreuses étapes de ce travail, l'objet risque de subir des dommages irréversibles. Avec l'aide de l'AIEA, plusieurs pays d'Europe ont acquis les capacités

nécessaires pour traiter et restaurer les objets de leur patrimoine culturel de manière sûre et efficace, grâce à différentes techniques nucléaires.

Ces techniques ont notamment été utilisées sur un Apoxyomène, bronze antique représentant un jeune athlète, en Croatie. Après avoir passé environ 20 siècles sous l'eau à 45 mètres de profondeur, il a été remonté des fonds marins par des archéologues près d'une petite île de la mer Adriatique, en 1999. La statue était alors méconnaissable tant elle était abîmée. Toutefois, à l'aide de différentes techniques de rayonnements ionisants, des experts ont pu la dater, déterminer de quels métaux elle était constituée et la restaurer.

« Les restaurateurs doivent d'abord caractériser l'objet, c'est-à-dire réunir suffisamment d'informations à son sujet, afin de déterminer précisément quelle méthode utiliser pour que la restauration soit réussie », explique Stjepko Fazinić, conseiller en recherche à l'Institut Ruđer Bošković, en Croatie. « Si la caractérisation d'un objet du patrimoine culturel est insuffisante, on risque de lui causer de graves dommages en utilisant une technique de restauration inappropriée. Les rayonnements ionisants nous permettent de réduire ce risque au minimum », poursuit-il.

Pour promouvoir l'utilisation de techniques nucléaires aux fins de la conservation du patrimoine culturel, l'AIEA aide la Croatie en organisant des formations et en fournissant du matériel à ce pays depuis 1993 dans le cadre de projets de coopération technique.

Au titre de l'un de ces projets, l'AIEA a fourni au pays du matériel de spectrométrie à fluorescence X (voir l'encadré « En savoir plus ») qui a permis aux scientifiques d'analyser plus de 1 000 échantillons prélevés sur des objets anciens au cours de la première année. « Nous sommes en mesure de dater plus de 170 échantillons archéologiques par an grâce aux techniques nucléaires », affirme Stjepko Fazinić.

Éliminer les insectes et les bactéries

Même si toutes les étapes de la restauration sont scrupuleusement suivies, il arrive que les objets composés de matière organique se détériorent gravement, notamment à cause d'insectes et de bactéries.

« Les textiles, le bois, le papier, le cuir et les momies sont extrêmement vulnérables », indique Stjepko Fazinić.

L'irradiation panoramique par rayonnement gamma est une technique de stérilisation fréquemment employée pour éliminer les contaminants biologiques. Elle consiste à provoquer des changements chimiques dans l'ADN de ces organismes nuisibles au moyen d'une source radioactive, le plus souvent du cobalt 60, et ainsi à les éliminer. En 2015, l'AIEA a fourni des sources de cobalt 60 à la Croatie en vue d'appuyer le recours à cette technique.

« Chaque année, nos collègues du laboratoire de radiochimie et de dosimétrie irradient environ 20 m³ de matériaux en utilisant cette technique », indique Stjepko Fazinić. « Au cours des 20 dernières années, ils ont stérilisés plus de 5 000 objets », ajoute-t-il.

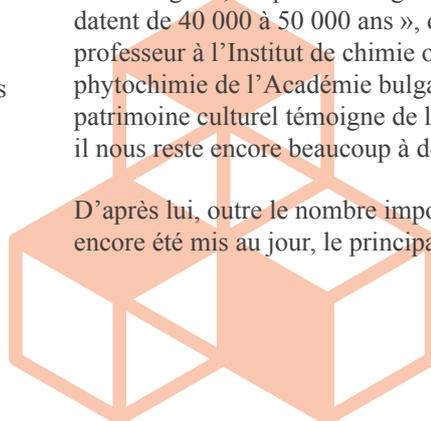
L'Institut Ruđer Bošković et l'Institut croate de conservation sont deux des principales contreparties de l'AIEA dans le projet de conservation du patrimoine culturel. Les Croates ont été parmi les premiers à utiliser des techniques nucléaires d'analyse. Ils les emploient depuis plusieurs décennies et partagent maintenant leur savoir en formant des scientifiques d'autres pays, comme la Bulgarie.

Bulgarie : développer l'utilisation de la technique de datation au carbone

« En Bulgarie, les premiers signes d'une activité humaine datent de 40 000 à 50 000 ans », déclare Vladimir Dimitrov, professeur à l'Institut de chimie organique du centre de phytochimie de l'Académie bulgare des sciences. « Notre patrimoine culturel témoigne de la richesse de notre histoire, et il nous reste encore beaucoup à découvrir », poursuit-il.

D'après lui, outre le nombre important d'objets qui n'ont pas encore été mis au jour, le principal obstacle aux nouvelles

Le programme de coopération technique a appuyé trois bourses et visites scientifiques dans ce domaine en Bulgarie, et cinq en Croatie.



découvertes sur le passé de la Bulgarie est le manque de moyens financiers et d'équipements.

« Nous ne disposons pas de notre propre laboratoire pour mener les analyses de datation, nous devons donc envoyer nos échantillons dans d'autres pays pour dater des objets, ce qui prend du temps et coûte cher. De plus, les échantillons ont plus de risques d'être endommagés lors du transport », précise-t-il.

L'une des méthodes les plus utilisées pour dater les objets anciens composés de matières organiques est une technique d'analyse appelée « datation au carbone » (voir l'encadré « En savoir plus »). « À l'Institut, certaines personnes possèdent les qualifications et les connaissances nécessaires à la mise en œuvre de cette technique, mais nous ne sommes pas encore en mesure de construire un laboratoire complet », explique Vladimir Dimitrov.

Dans le cadre d'un projet de coopération technique en cours, l'AIEA aide la Bulgarie à développer cette technique, en fournissant notamment le matériel nécessaire à la création d'un laboratoire de datation au carbone, qui devrait être entièrement fonctionnel d'ici la fin de l'année.

« Une fois que le laboratoire sera opérationnel, nous devrions réduire de 20 à 30 % nos dépenses en matière de datation d'objets anciens », prévoit Vladimir Dimitrov. « Nous pourrions faire plus en dépensant moins », affirme-t-il.



Tête de la statue de l'Apoxyomène découvert dans la mer Adriatique, après traitement.

(Photo : Institut Ruđer Bošković)

EN SAVOIR PLUS

La spectrométrie à fluorescence X

La spectrométrie à fluorescence X est une méthode de détection et de mesure de la concentration d'éléments chimiques qui peut être appliquée à presque tous les types de matières. Les scientifiques utilisent généralement un petit spectromètre à fluorescence X mobile pour bombarder l'échantillon à analyser avec des faisceaux de rayons X de haute énergie. Ceux-ci interagissent avec les atomes de l'échantillon et éjectent les électrons de la couche électronique interne de ces atomes. Quand un électron est éjecté, il laisse une place vacante qu'un électron d'une couche supérieure viendra occuper. Le passage d'un électron d'une couche supérieure à une couche inférieure s'accompagne d'une perte d'énergie. C'est cette perte qui est détectée par le spectromètre et qui permet d'identifier l'élément dont l'énergie provient. Cette méthode est très précise car la quantité d'énergie perdue par un élément est caractéristique de cet élément.

La datation au carbone

La méthode de datation au carbone consiste à mesurer la teneur en radiocarbone (carbone 14) dans des matières organiques, comme le cuir ou le bois, afin de les dater. Le carbone 14 est un isotope du carbone qui se forme naturellement et de façon continue dans l'atmosphère. Il est rapidement absorbé par tous les êtres vivants. À leur mort, ces derniers n'absorbent plus de carbone 14, et celui-ci commence à se désintégrer. Comme la demi-vie du carbone 14 est très longue (5 730 ans), on peut dater un échantillon en mesurant son niveau de radioactivité.

Toutefois, l'âge déterminé n'est qu'approximatif, la précision étant de quelques années.

Au Bangladesh, la production de riz a triplé grâce aux sciences nucléaires

Par Nicole Jawerth

13 MESURES RELATIVES
À LA LUTTE CONTRE
LES CHANGEMENTS
CLIMATIQUES



De nouvelles variétés de riz mises au point grâce à des techniques nucléaires ont permis au Bangladesh de tripler sa production de riz au cours des dernières décennies, malgré des conditions climatiques de plus en plus défavorables. Ainsi, le pays a pu s'assurer une production de riz sûre et stable, répondant sans difficultés aux besoins d'une population qui augmente rapidement.

« J'ai plus de riz pour nourrir ma famille et je gagne presque deux fois plus qu'avant avec mes cultures de riz et de moutarde », indique Suruj Ali, agriculteur du village de Gerapacha, situé non loin de la frontière entre le Bangladesh et l'Inde, qui cultive une nouvelle variété de riz appelée « Binadhan-7 ». « Je fais aussi des économies car je pulvérise moins d'insecticide », ajoute-t-il.

Le Binadhan-7 est l'une des variétés de riz développées par les scientifiques de l'Institut bangladais d'agriculture nucléaire, avec l'appui de l'AIEA et de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Elle a été mise au point grâce à un processus faisant appel aux rayonnements, appelé « sélection des plantes par mutation » (voir l'encadré « En savoir plus »), et est devenue une variété populaire dans le nord du pays. Elle a notamment permis aux agriculteurs et aux travailleurs agricoles d'avoir des revenus stables et du travail tout au long de l'année.

Au total, plus de 3 000 variétés de plantes ont été créées grâce aux techniques de sélection des plantes par mutation, puis mises sur le marché. Ces variétés contribuent dans une large

mesure à répondre à la demande alimentaire mondiale, compte tenu de l'accroissement rapide de la population mondiale et de conditions environnementales de plus en plus difficiles.

« La sélection des plantes par mutation permet aux chercheurs de gagner du temps et de dépenser moins. Elle permet aussi de mettre au point des types de plantes grâce auxquelles les agriculteurs peuvent manger à bon marché et mettre de l'argent de côté », explique Ljupcho Jankuloski, chef par intérim de la section de la sélection des plantes et de la phytogénétique de la Division mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture. « Pour beaucoup d'agriculteurs, ces variétés font toute la différence », précise-t-il.

Aider les agriculteurs du nord du Bangladesh

Ce qui différencie le Binadhan-7 des variétés de riz locales, c'est une phase de croissance plus courte et un meilleur rendement. Les variétés locales ont un rendement d'environ deux tonnes de riz décortiqué à l'hectare et un cycle de croissance de 150 jours jusqu'à la récolte. Le Binadhan-7, lui, a un rendement compris entre 3,5 et 4,5 tonnes à l'hectare et son cycle est de 115 jours environ.

Au cours des dix dernières années, le programme de coopération technique de l'AIEA a fourni un appui à 40 boursiers et visiteurs scientifiques bangladais travaillant dans les domaines de l'alimentation et de l'agriculture. Trois projets nationaux en rapport avec l'agriculture sont en cours.

Variété de riz Binadhan-7, mise au point à l'Institut bangladais d'agriculture nucléaire, à Mymensingh (Bangladesh).

(Photo : N. Jawerth/AIEA)



Les semaines supplémentaires nécessaires à la maturation des variétés locales posent problème, car le riz est alors exposé à des événements météorologiques de plus en plus extrêmes, à des insectes ravageurs et à des changements de température liés aux saisons. De plus, la situation empire, les changements climatiques rendant les conditions météorologiques plus variables et plus extrêmes. Par ailleurs, cela ne laisse pas assez de temps pour faire pousser d'autres cultures avant le changement de saison, et les champs sont mis en jachère forcée pendant plusieurs mois.

« Avant, je ne pouvais faire que deux récoltes par an et je passais des mois sans ressources, mais avec le Binadhan-7, je fais trois récoltes par an et je gagne de l'argent toute l'année », déclare Suruj Ali. Lui-même et les cinq membres de sa famille vivent de la culture de riz et de moutarde sur environ 1,2 hectare. « J'ai utilisé l'argent économisé pour construire deux extensions de ma maison. J'espère qu'un jour je gagnerai assez pour envoyer mes enfants à l'étranger », ajoute-t-il.

D'après l'Institut bangladais d'agriculture nucléaire, depuis sa mise sur le marché en 2007, le Binadhan-7 a contribué à améliorer les conditions de vie de plus de 20 % de la population du nord du Bangladesh.

Pas un repas sans riz

Les nouvelles variétés de riz, comme le Binadhan-7, aident à répondre à la demande en cet aliment de base au Bangladesh.

« Pour la plupart des Bangladais, un repas sans riz n'est pas un repas », explique Mohammad Moinuddin Abdullah, Secrétaire d'État au Ministère de l'agriculture. « Avec une population qui devrait atteindre 195 millions d'habitants d'ici 2030, la production de riz est soumise à une très forte pression », poursuit-il.



De nouvelles variétés à foison

Treize nouvelles variétés de riz ont été mises au point grâce à la sélection des plantes par mutation à l'Institut bangladais d'agriculture nucléaire depuis les années 1970, notamment avec l'aide de l'AIEA et de son programme de coopération technique. Plus de 40 nouvelles variétés de plantes cultivées ont été mises au point dans le pays grâce à cette technique. Parmi celles-ci figurent des variétés de pois chiches, de jute, de lentilles, de moutardes, de cacahuètes, de sésame, de soja, de tomates et de blé.

Ces nouvelles variétés ont aidé les cultivateurs bangladais à résoudre des problèmes persistants, comme les pénuries d'eau, la sécheresse et la salinité et la dégradation des sols, problèmes qui nuisent aux cultures et rendent les terres impropres à la culture.

Comme le Bangladesh, de nombreux pays de la région ont recours à la sélection des plantes par mutation pour assurer la sécurité alimentaire de leur population malgré la dégradation des conditions climatiques. En octobre 2016, le Bangladesh a accueilli un cours organisé par l'AIEA sur la sélection des plantes par mutation en vue du développement de nouvelles variétés de riz. Ce cours a été suivi par des scientifiques de 12 pays de la région. Les participants ont échangé sur leurs expériences et mis en commun des documents afin de faire progresser la recherche dans ce domaine. Une partie du cours avait pour but d'aider de jeunes scientifiques à améliorer leurs compétences et leurs connaissances relatives aux techniques avancées de sélection des plantes, afin de faire en sorte que le travail soit poursuivi dans le pays.

Ce cours est un exemple de projet de coopération technique et de recherche coordonnée portant sur la sélection des plantes par mutation que l'AIEA organise chaque année dans le monde.

EN SAVOIR PLUS

Sélection des plantes par mutation

La sélection des plantes par mutation est un procédé consistant à exposer des semences, des boutures ou des feuilles déchiquetées à des rayonnements, par exemple gamma, puis à planter les semences ou à cultiver la matière irradiée dans un milieu d'enracinement stérile pour obtenir une plantule. Les plants sont ensuite multipliés et l'on examine leurs caractères. La sélection assistée par des marqueurs moléculaires, souvent appelée simplement « sélection assistée par marqueurs », sert à accélérer la sélection des plants présentant les caractères souhaités, portés par des gènes intéressants.

La sélection des plantes par mutation ne modifie pas les gènes, mais exploite les ressources génétiques de la plante et imite le processus naturel de mutation spontanée, moteur de l'évolution. L'utilisation des rayonnements permet aux scientifiques de réduire dans une large mesure le temps nécessaire à la mise au point de nouvelles variétés de plantes.

Des boursiers de l'AIEA œuvrent à la protection de l'environnement marin

Par Oleksandra Gudkova



Des chercheurs ayant reçu, dans le cadre d'une bourse, une formation aux Laboratoires de l'environnement de l'AIEA, à Monaco, emploient différentes techniques nucléaires de retour dans leurs pays respectifs afin de préserver l'environnement marin. Ces techniques les aident à mieux protéger les mers et les océans, en permettant par exemple de lutter contre la prolifération d'algues toxiques ou d'effectuer le suivi des polluants de l'eau.

« Afin de favoriser le développement durable, il est important que les chercheurs mettent en place ces techniques dans leurs pays respectifs, mais aussi qu'ils transmettent à leurs collègues les connaissances et l'expertise qu'ils ont acquises », déclare Marie-Yasmine Dechraoui Bottein, scientifique des Laboratoires de l'environnement de l'AIEA. Quelques mois après avoir formé les boursiers, les experts de l'AIEA se rendent dans les pays d'où viennent ceux-ci pour donner d'autres conseils afin que les laboratoires où ils travaillent fonctionnent le plus efficacement possible.

Grâce à l'octroi de bourses, le programme de coopération technique de l'AIEA permet de renforcer les capacités et d'étendre les possibilités qui s'offrent aux professionnels travaillant dans les domaines des sciences et des technologies nucléaires.

L'an dernier, par exemple, des experts de Cuba, du Maroc, des Philippines, de Singapour, de Sri Lanka et de Tunisie ont pu bénéficier de bourses spécialisées. Le présent article donne un aperçu des connaissances qu'ils ont pu acquérir.



Des chercheurs des Laboratoires de l'environnement de l'AIEA étudient des polluants présents dans les océans et les organismes marins.

(Photo : J. Weilguny/AIEA)

Lutter contre les proliférations d'algues toxiques

Les biotoxines, substances toxiques d'origine biologique, posent un problème mondial. Elles existent sous de nombreuses formes et peuvent être produites par presque tous les types d'êtres vivants, des animaux aux champignons. Une prolifération de grande ampleur d'algues produisant des toxines peut avoir une incidence sur les organismes marins. On parle alors d'efflorescence algale nuisible.

La consommation de produits de la mer contaminés par des biotoxines peut entraîner un empoisonnement qui peut être mortel. Il est donc important de détecter les biotoxines avant que de tels produits n'arrivent dans nos assiettes.

L'an dernier, les boursiers de pays concernés par ce problème, parmi lesquels figurent le Maroc, les Philippines et la Tunisie, ont passé entre un et six mois dans les laboratoires de l'AIEA afin d'apprendre à détecter les biotoxines dans les produits de la mer dans le but de mieux faire face aux efflorescences algales nuisibles.

« Notre laboratoire sera le premier au Maroc à appliquer la technique que j'ai apprise à utiliser à Monaco », dit Jaouad Naouli, de la Division eau et climat du Centre national de l'énergie, des sciences et des techniques nucléaires (CNESTEN), au Maroc.

La formation qu'a reçue Jaouad Naouli a notamment porté sur l'application de la technique de dosage récepteur-ligand aux fins de l'analyse de biotoxines. Le dosage récepteur-ligand se fonde sur les propriétés des biotoxines et sur les interactions de celles-ci avec les récepteurs auxquelles elles se lient. Cette méthode, basée sur le marquage isotopique des biotoxines, permet aux scientifiques de déterminer la quantité de toxines présentes dans des produits de la mer ou de l'eau de mer.

« Cette technique, à la fois rapide, sensible et très ciblée, va nous permettre d'améliorer notre programme de suivi des biotoxines au Maroc », explique Jaouad Naouli.

Le programme de contrôle radiologique de l'environnement de Singapour

En 2016, les Laboratoires de l'environnement de l'AIEA ont accueilli, dans le cadre d'un projet de coopération technique de l'AIEA, quatre boursiers de l'Agence nationale de l'environnement et de l'agence nationale de l'eau de Singapour. Au cours de leur séjour de trois mois, les boursiers ont été formés à l'application de diverses techniques de radio-analyse aux fins de la mesure des concentrations d'activité de différents



Un scientifique dans les Laboratoires de l'environnement de l'AIEA, à Monaco.

(Photo : J. Weilguny/AIEA)

radionucléides présents dans des échantillons d'eau de pluie, d'eau de mer et d'air, ainsi que dans des échantillons prélevés sur des animaux et des plantes.

« Les travaux pratiques effectués en laboratoire m'ont permis d'acquérir de nouvelles compétences ainsi que de bonnes pratiques de laboratoire, et les conférences et les exercices m'ont appris à effectuer le travail de radio-analyse de manière autonome », confie Wei Ning Yap, chimiste au bureau de la qualité de l'eau de l'Agence nationale de l'eau de Singapour.

Les boursiers ont notamment appris à extraire des radionucléides spécifiques de grands volumes d'eau de mer suivant une méthode de séparation séquentielle.

Après avoir prélevé 200 litres d'eau de mer et en avoir extrait les radionucléides ciblés, ils ont réalisé des tests pour détecter la présence d'isotopes du césium, du strontium et du plutonium. Les résultats obtenus leur permettent de mesurer les niveaux de radioactivité dans l'eau de mer, les fonds marins et les sédiments d'eau douce, ainsi que l'eau de surface des réservoirs.

« Grâce aux techniques que j'ai appris à utiliser, je dispose de bases solides pour mettre au point différentes méthodes à appliquer localement à Singapour », indique Wei Ning Yap. « Il est essentiel de tirer parti de la radiologie pour protéger le cycle hydrologique à Singapour », ajoute-t-il.

Le suivi de la pollution marine à Sri Lanka

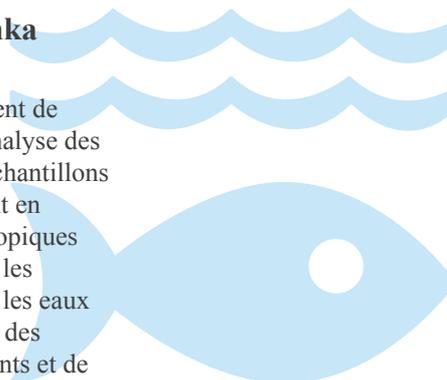
Les scientifiques des Laboratoires de l'environnement de l'AIEA à Monaco forment aussi des boursiers à l'analyse des isotopes stables du carbone et de l'azote dans des échantillons marins afin d'étudier la pollution et l'enrichissement en éléments nutritifs. Des techniques nucléaires et isotopiques peuvent être utilisées pour suivre les polluants dans les zones de brassage des estuaires, les eaux côtières et les eaux peu profondes. Ces techniques permettent d'obtenir des informations précieuses sur l'origine des contaminants et de

suivre le cheminement de ceux-ci dans l'environnement. Elles aident aussi les scientifiques à reconstituer les conditions environnementales du passé, ce qui leur permet de suivre l'évolution des conditions climatiques.

Deux boursiers de Sri Lanka ont appris à utiliser ces techniques et les instruments correspondants pendant deux mois passés dans les laboratoires de Monaco. La formation qu'ils ont reçue sur le couplage d'un spectromètre de masse isotopique avec un analyseur élémentaire, technique utilisée pour mesurer la quantité d'isotopes stables présents dans différentes matières, leur permettra, de retour dans leur pays, d'utiliser un appareil similaire, fourni par l'AIEA.

Les scientifiques du Conseil de l'énergie atomique de Sri Lanka prévoient de mettre en place une installation consacrée à cette technique, afin d'améliorer l'élaboration de procédures d'analyse des isotopes stables et de lutter contre la pollution marine dans le pays.

« Il est crucial de mettre en œuvre ces techniques précises afin d'identifier les sources de contaminants, en particulier dans le lagon de Negombo, duquel plus de 5 000 familles de 35 villages environnants tirent directement leurs revenus », déclare Dulanjalee Rajapaksha, responsable scientifique au Conseil de l'énergie atomique de Sri Lanka. « Nous devons poursuivre nos travaux en vue d'améliorer la qualité de nos eaux côtières », ajoute-t-il.



Optimiser l'utilisation d'engrais grâce à un isotope stable de l'azote

Par Miklos Gaspar



Dans un nombre croissant de pays, les experts utilisent une technique nucléaire qui aide les agriculteurs à accroître le rendement des cultures, à optimiser l'utilisation d'engrais et à évaluer certaines variétés de riz, de céréales et de légumes pour les rendre plus efficaces en tirant le meilleur parti des engrais.

Des études montrent que moins de 40 % de l'engrais épandu dans le monde sont absorbés par les cultures, tandis que le reste (60 %) se perd dans l'atmosphère ou dans les eaux souterraines, ou demeure dans le sol sous une forme sous laquelle l'engrais ne peut être absorbé par les cultures.

« Nous avons réduit l'utilisation d'engrais d'environ un quart sur une parcelle d'un demi-hectare où nous avons planté une nouvelle variété de riz », explique U Kyaw Lay, paysan de Thar Yar Su, un village du Myanmar. « Cela nous permet, à ma famille et à moi-même, d'économiser une somme considérable », ajoute-t-il. À la prochaine saison de culture, U Kyaw Lay veut consacrer une plus grande partie de son terrain à cette variété de riz, qui, selon lui, est aussi plus savoureuse que le riz traditionnellement consommé.

U Kyaw Lay et vingt autres agriculteurs ayant accepté de tester les meilleures pratiques sur différentes variétés ont reçu des semences du département de la recherche agronomique du pays, qui a expérimenté 106 variétés de riz existantes et en a identifié six sur lesquelles les engrais à base d'azote ont le meilleur effet. « Ces cultures ont besoin de moins d'engrais pour pousser », affirme Su Su Win, directrice de la division de

la science des sols, de l'utilisation de l'eau et du génie agricole. Des chercheurs ont recommandé des variétés à utiliser dans les diverses régions du Myanmar, notamment sur les terres marginales, que possèdent généralement des paysans pauvres.

L'azote joue un rôle important dans la croissance végétale et la photosynthèse, processus par lequel les plantes convertissent l'énergie solaire en énergie chimique. Ce gaz est souvent ajouté dans le sol sous la forme d'engrais. Pour déterminer l'efficacité avec laquelle les cultures assimilent les engrais, les scientifiques marquent ceux-ci à l'aide d'un isotope stable de l'azote, l'azote 15 (^{15}N), atome possédant un neutron de plus que l'azote « normal », afin de pouvoir procéder à leur suivi. Cette technique aide aussi à déterminer la quantité optimale d'engrais à épandre, car une fois la récolte saturée d'azote, le gaz restant demeure dans le sol et risque d'être lessivé (voir le graphique).

Recherche d'un riz ayant de bonnes qualités nutritionnelles et permettant un rendement élevé

Avec l'aide de l'AIEA et de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Su Su Win et son équipe ont utilisé la technique isotopique faisant appel à l'azote 15 pour déterminer l'absorption d'azote par différentes variétés de riz.

« Le riz est la principale culture au Myanmar. Il est important tant pour la sécurité alimentaire que pour le développement industriel », indique Su Su Win. « Un grand nombre de variétés traditionnellement cultivées dans le pays ne permettent d'obtenir un rendement élevé que si on utilise des engrais. Or, les agriculteurs n'ayant souvent pas les moyens d'acheter des engrais, leurs revenus et la productivité de leurs cultures restent faibles. Grâce à l'identification de nouvelles variétés ayant de bonnes qualités nutritionnelles, les agriculteurs pourront désormais opter pour des cultures qui permettent d'obtenir un plus haut rendement sans recourir à un épandage excessif d'engrais, » poursuit-elle.

« Les premiers résultats montrent que l'application judicieuse d'azote aux cultures de riz permet de réaliser 30 % d'économies d'engrais et de réduire de 20 % la quantité d'engrais perdue dans l'environnement, tout en optimisant les rendements, » explique Joseph Adu-Gyamfi, spécialiste de la fertilité des sols à la Division mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture.

L'AIEA et la FAO promeuvent l'utilisation de cette technique dans le monde en fournissant une assistance par le biais du programme de coopération technique de l'AIEA et un cadre de collaboration en matière de recherche grâce à de nombreux projets de recherche coordonnée. Actuellement, des experts de plus de 100 pays bénéficient de cet appui.



Les techniques nucléaires permettent d'obtenir des données qui servent à améliorer la fertilité des sols et la production végétale tout en limitant les incidences sur l'environnement.

(Photo : M. Gaspar/AIEA)



La technique à l'azote 15 au service des agriculteurs botswanais

Au Botswana, des pédologues commencent tout juste à utiliser la technique à l'azote 15 pour déterminer la quantité d'engrais nécessaire à la culture des poivrons verts et des épinards, entre autres, ou aux sols horticoles.

« Les types de sols sont différents d'une région du monde à une autre. Nous ne pouvons pas nous contenter des résultats obtenus ailleurs. Nous devons déterminer la dose d'azote adéquate pour nos récoltes », explique Kelebonye Bareeleng, du Laboratoire national des sols.

Des expériences sont toujours en cours, mais au vu des premiers résultats, Kelebonye Bareeleng estime qu'entre un quart et la moitié de l'engrais épandu sur les champs de céréales serait gaspillé. « Outre le surcoût inutile occasionné pour les agriculteurs, les nitrates inutilisés risquent de polluer les eaux souterraines à proximité des zones agricoles. Cela présente un risque trop important pour un pays comme le Botswana, qui tire son eau potable des aquifères », estime-t-elle.

« Dans le secteur horticole naissant, dans lequel les producteurs doivent faire face à

la concurrence des importations venant d'Afrique du Sud, les engrais représentent l'intrant le plus coûteux. Par conséquent, une forte réduction de leur utilisation pourrait renforcer sensiblement la compétitivité de l'industrie », affirme Kelebonye Bareeleng, qui estime qu'une diminution de l'épandage d'engrais pourrait être la solution au développement de ce secteur au Botswana.

La culture de choux au Viet Nam

« Au Viet Nam, les résultats obtenus grâce à la technique à l'azote 15 ont montré que pas moins de la moitié de l'engrais épandu sur les champs de choux était perdue dans la nature et pollue les eaux, engendrant des problèmes de sécurité sanitaire des aliments », indique Joseph Adu-Gyamfi. « Dans le cadre d'un projet de coopération technique mené avec l'AIEA, les responsables locaux prennent actuellement des mesures et informent les agriculteurs sur la façon d'optimiser l'utilisation des engrais », poursuit-il.

Dans le domaine de l'agriculture, le Myanmar a participé à dix projets régionaux visant à améliorer la gestion des sols et de l'eau et à protéger les cultures contre le risque d'impact climatique, ainsi qu'à cinq projets nationaux destinés à améliorer les cultures de riz. Au cours des dix dernières années, 68 bourses et visites scientifiques ont contribué à renforcer les capacités du pays en matière d'utilisation d'isotopes et de rayonnements dans l'alimentation et l'agriculture.

Le programme de coopération technique de l'AIEA : création de partenariats pour le progrès

Par Dazhu Yang, Directeur général adjoint, Chef du Département de la coopération technique

17 PARTENARIATS POUR LA RÉALISATION DES OBJECTIFS



L'expérience nous a montré que les partenariats étaient essentiels pour aider efficacement les pays à utiliser la science et la technologie nucléaires afin de relever les défis liés au développement tout en garantissant un impact durable. Deux tiers des activités de notre programme de coopération technique relèvent de domaines dans lesquels l'AIEA n'a pas mandat de chef de file au sein du système des Nations Unies, mais dans lesquels la technologie nucléaire joue un rôle crucial pour l'obtention de résultats en matière de développement. Grâce aux partenariats établis avec des agences des Nations Unies de premier plan et à notre participation continue aux débats internationaux sur la voie à suivre, notre programme peut maximiser pleinement les avantages qu'il offre aux pays dans divers secteurs, tels que la santé, la sécurité alimentaire, la gestion de l'eau et l'industrie.

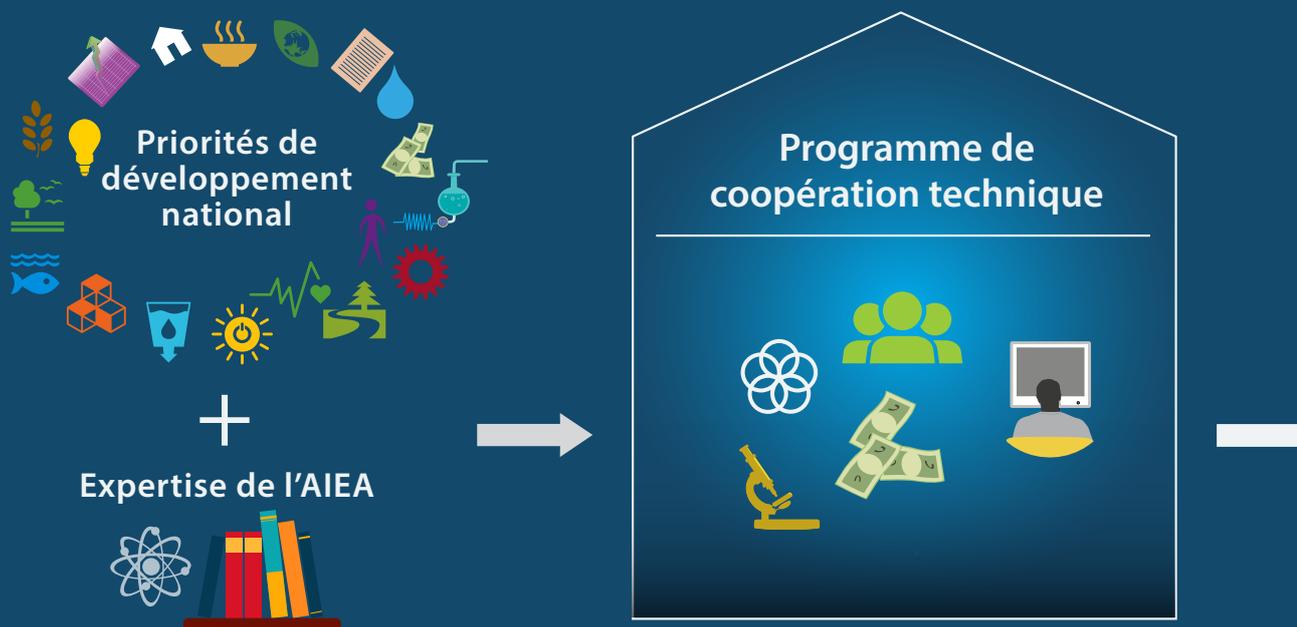
La réalisation des objectifs de développement durable (ODD) des Nations Unies n'est pas une tâche qu'une organisation peut accomplir seule. L'objectif 17, qui souligne le rôle de la coopération dans le développement durable, rappelle l'importance des partenariats. Il est nécessaire de collaborer à tous les niveaux pour développer l'accès à la science, à la

technologie et à l'innovation et favoriser la mise en commun des connaissances. Forte de décennies d'expérience en matière de renforcement des capacités dans le domaine des sciences et des technologies au service du développement, l'AIEA possède les compétences et les connaissances nécessaires pour compléter, intensifier et faire avancer les travaux déterminants de ses partenaires.



Plus de 140 pays et territoires bénéficient aujourd'hui d'un appui dans le cadre du programme de coopération technique de l'AIEA. Les projets de coopération technique régionaux et interrégionaux de cette dernière offrent aux pays en développement et aux pays développés un cadre dans lequel ils peuvent conjuguer leurs efforts et collaborer avec d'autres institutions, privées ou publiques, en vue d'élargir leurs connaissances scientifiques et d'en acquérir de nouvelles. Ainsi,

Fournir des résultats concrets aux États M



L'innovation technologique croissante aura un impact sur le développement.

Nos partenariats établis de longue date, avec notamment l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), nous ont permis de partager nos compétences et nos ressources à l'appui de pays du monde entier. Lorsque ces partenariats sont combinés avec des services du programme de coopération technique de l'AIEA et des activités de recherche coordonnée, les pays bénéficient d'un appui complet dans les domaines de la science et du développement. Les partenariats conclus avec d'autres organisations internationales permettent d'utiliser la science, de la sortir du cadre des laboratoires et de l'employer sur le terrain, de veiller à ce que les nouvelles compétences acquises servent dans des contextes de développement plus larges, et de renforcer les contributions et les activités de chaque organisation et contrepartie de projet.

En mai 2017 se tiendra la toute première conférence internationale sur le programme de coopération technique de l'AIEA. Notre objectif est de mettre en évidence les succès du programme de coopération technique enregistrés au cours des soixante dernières années, et notamment de montrer que l'application de la science et de la technologie nucléaires peut aider les États Membres à réaliser leurs objectifs prioritaires en matière de développement. Cette conférence tentera également de faire mieux connaître la façon dont le programme de coopération technique peut contribuer à la réalisation des ODD. Par ailleurs, à cette occasion, nous souhaitons nouer des contacts avec des organisations apparentées dans des pays en développement et leur montrer les avantages que présente une collaboration avec l'AIEA. Enfin, nous chercherons à renforcer les partenariats avec les États Membres, le système des Nations Unies et les organisations régionales, ainsi qu'avec



(Photo : N. Jawerth/AIEA)

les institutions financières, les donateurs non traditionnels et le secteur privé.

Les applications pacifiques de la science et de la technologie nucléaires ont un rôle particulier à jouer dans la réponse à apporter aux besoins des pays et pour favoriser le développement dans le monde. Les partenariats établis entre l'AIEA, d'autres organisations et des États Membres nous permettent de faire en sorte que l'application de la science et de la technologie nucléaires profite aux personnes qui en ont le plus besoin, et de faire tout notre possible en faveur du bien-être humain, de la stabilité mondiale et de la résilience.

Membres

Le programme de coopération technique

Le programme de coopération technique est le principal mécanisme de fourniture d'assistance en matière de développement de l'AIEA aux États Membres. Il permet de renforcer la capacité des pays à utiliser des applications de la science et de la technologie nucléaires à des fins pacifiques et de les aider à mettre en place l'infrastructure appropriée. Le programme favorise également l'établissement de réseaux, le partage de connaissances et, surtout, l'établissement de partenariats adéquats pour le développement durable à tous les niveaux. Les principaux moyens déployés à cet effet sont l'organisation de formations et la fourniture de services d'experts et d'équipements.

L'objectif stratégique du programme est d'avoir un impact socioéconomique tangible en contribuant à la réalisation des grands objectifs prioritaires en matière de développement durable de chaque pays. Le programme est orienté par les demandes d'assistance des États Membres, qui varient en fonction des priorités nationales, et fournit à ceux-ci des orientations sur la meilleure manière d'utiliser la technologie nucléaire pour répondre à leurs besoins.



**Développement
socioéconomique
durable**

Le Japon appuie l'utilisation des essais non destructifs pour le relèvement en cas de catastrophes dans la région Asie et Pacifique



(Photo : M. Gaspar/AIEA)

En février 2017, le Japon a appuyé une initiative de l'AIEA visant à utiliser la technologie nucléaire pour vérifier l'intégrité de bâtiments à la suite de tremblements de terre et d'autres catastrophes naturelles. Il a apporté une contribution financière par l'intermédiaire de l'Initiative sur les utilisations pacifiques de l'AIEA.

À la suite d'un tremblement de terre ou d'une inondation, il arrive que des structures importantes de génie civil, même si elles sont toujours debout, présentent des défauts cachés qui peuvent constituer des risques s'ils ne sont pas détectés et corrigés rapidement. Lors d'essais industriels faisant appel à la technologie nucléaire, des rayonnements ionisants, entre autres, sont utilisés pour tester la qualité de matériaux sans les endommager ni laisser de résidus radioactifs. Ces essais, qui sont non destructifs, ont permis de tester l'intégrité de bâtiments importants, comme des hôpitaux, des écoles et des sites historiques après le tremblement de terre dévastateur survenu au Népal en avril 2015.

« La technique des essais non destructifs permet aux pays de tester des structures rapidement et efficacement en utilisant du matériel simple et facile à

transporter », indique João Osso Junior, chef de la Section des radio-isotopes et de la technologie des rayonnements de l'AIEA. « Cela peut être utile aux pays qui sont particulièrement sujets aux catastrophes naturelles », ajoute-t-il.

La nouvelle initiative s'ajoutera aux efforts actuellement déployés par l'AIEA dans le cadre d'un projet de coopération technique visant à appuyer la préparation et le relèvement des structures de génie civil en cas de catastrophes naturelles dans la région Asie et Pacifique. Des experts de pays de la région recevront une formation et, si nécessaire après une catastrophe, du matériel pour essais non destructifs (END).

Le Japon participera à l'initiative en organisant notamment des cours et en entreposant du matériel au Centre de création de capacités du Réseau d'intervention et d'assistance (RANET) de l'AIEA situé dans la préfecture de Fukushima, qui a ouvert en 2013. Depuis l'ouverture de ce centre, l'AIEA y mène des activités de formation pour aider les participants locaux, nationaux et internationaux à se préparer à intervenir en cas d'urgences nucléaires et radiologiques. La portée des activités

de formation va maintenant être étendue pour inclure la technique des END.

La Malaisie accueille sur son territoire un centre collaborateur de l'AIEA spécialisé dans les END et le gouvernement malaisien a lui aussi contribué à la nouvelle initiative. Les centres collaborateurs de l'AIEA favorisent l'utilisation pratique de techniques nucléaires aux fins de la recherche et du développement dans le monde. Celui de la Malaisie est spécialisé dans les domaines de l'industrie et des END.

Les méthodes d'END comprennent la radiographie, qui est un type de technologie des rayonnements, et la tomographie gamma, qui repose sur l'absorption différentielle des rayons gamma émis par une source radioactive dans des matériaux différents. En mesurant les rayons qui traversent un matériau donné sans être absorbés, on peut déterminer la composition et la structure de celui-ci. Ces techniques permettent de déceler des défauts structurels qui ne peuvent pas être détectés avec les méthodes d'essais classiques

- Par Miklos Gaspar

Protection des patients : promouvoir une culture de sûreté en imagerie diagnostique



(Photo : A. Vassilev)

L'exposition involontaire et accidentelle de patients à des rayonnements lors d'actes d'imagerie diagnostique peut être considérablement réduite grâce à une meilleure information sur les pratiques sûres, ainsi que se le sont entendu dire les participants à une réunion organisée par l'AIEA en mars 2017.

« Même si les incidents dus à une exposition extrême non nécessaire sont rares, ils peuvent être évités et leur gravité peut être considérablement réduite si les procédures d'imagerie sont effectuées correctement », a affirmé Jenia Vassileva, spécialiste de la radioprotection, lors de la réunion technique de l'AIEA sur la prévention des expositions médicales involontaires et accidentelles en radiologie, qui a eu lieu du 6 au 8 mars 2017 au Siège de l'AIEA, à Vienne.

Cette réunion a rassemblé des représentants d'organismes de réglementation et des professionnels de santé de 25 pays, ainsi que des représentants de plusieurs organisations internationales. Les participants ont pu constater que les accidents et les incidents liés à des actes d'imagerie par rayons X étaient généralement dus à un manque d'information des professionnels et des patients sur les effets néfastes possibles d'une exposition médicale involontaire. Cela peut s'expliquer par le fait que les professionnels de santé et les autorités de réglementation et de santé publique connaissent mal

les risques et les causes de ce type d'exposition.

Plus de quatre milliards d'actes de radiologie sont effectués chaque année dans le monde. Les techniques d'imagerie médicale, comme la radiographie par rayons X, la tomodensitométrie et les actes interventionnels sous imagerie, sont des outils précieux permettant de diagnostiquer plusieurs problèmes de santé et d'orienter le choix thérapeutique. Cependant, les experts reconnaissent qu'une exposition involontaire peut comporter des risques pour la santé et entraîner notamment des lésions cutanées, une chute de cheveux et des risques pour le fœtus chez les femmes qui ne savent pas qu'elles sont enceintes.

Dina Farag Hussein, radiologue de l'Autorité égyptienne de l'énergie atomique, a expliqué les effets possibles de l'exposition des femmes enceintes à des rayonnements. « L'imagerie diagnostique doit être effectuée avec une extrême prudence, en particulier si la patiente a des cycles menstruels irréguliers ou a eu une longue période d'infertilité », a-t-elle indiqué. Elle a ajouté que les patientes dans ces situations mettaient généralement plus de temps à se rendre compte qu'elles étaient enceintes, et qu'il arrivait par conséquent qu'elles soient accidentellement exposées à des rayonnements entre la 5^e et la 11^e semaine de grossesse.

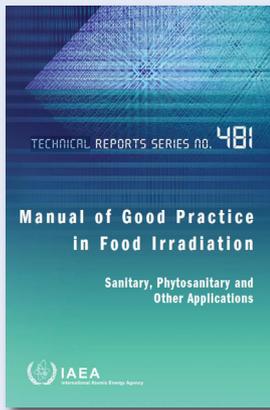
« La variété des domaines d'expertise des participants a considérablement contribué au succès de la réunion », a déclaré Donald Frush, président de l'Image Gently Alliance, coalition d'organismes de soins de santé spécialisée dans la réalisation d'actes d'imagerie sûrs et de qualité en pédiatrie à travers le monde. D'après lui, il est essentiel d'entendre les divers points de vue de professionnels spécialisés dans des domaines différents.

Le rôle de l'AIEA

À la réunion, l'AIEA a présenté son système de notification et d'apprentissage concernant les actes interventionnels réalisés sous imagerie comportant des risques de lésions cutanées, appelé Sûreté des procédures radiologiques (SAFRAD).

« L'AIEA continuera d'aider ses États Membres à appliquer les Normes fondamentales internationales de sûreté par divers moyens », a déclaré Jenia Vassileva. « Notre plateforme en ligne sur la radioprotection des patients offre à la communauté médicale et aux patients des supports pour la formation théorique et pratique. Nos webinaires gratuits permettent aux professionnels de connaître, où qu'ils soient, les dernières avancées dans le domaine de la radioprotection médicale », a-t-elle ajouté.

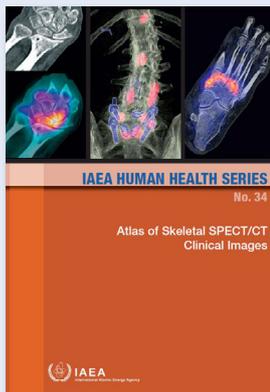
- Par Nanako Kogiku



Manual of Good Practice in Food Irradiation

Cette publication vise à aider les exploitants d'installations d'irradiation à apprécier et améliorer leurs pratiques dans le domaine de l'irradiation des aliments. Elle donne des informations techniques, détaillées mais claires, aux parties prenantes que sont notamment les autorités de réglementation, les producteurs et les acteurs commerciaux, qui ont aussi besoin de comprendre en quoi consistent de bonnes pratiques dans ce domaine. Il est essentiel d'utiliser correctement la technologie pour que le processus de l'irradiation des aliments donne systématiquement les résultats escomptés, afin que les consommateurs aient confiance dans les aliments irradiés.

No 481 de la collection *Rapports techniques* ; ISBN : 978-92-0-105215-5 ; 48 euros ; 2015 (en anglais)
www-pub.iaea.org/books/iaeabooks/10801/Food

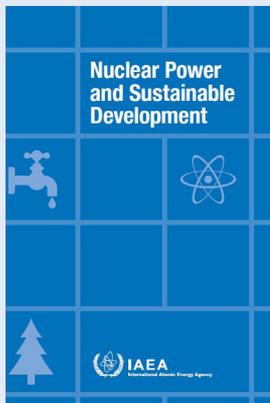


Atlas of Skeletal SPECT/CT Clinical Images

Cette publication porte en particulier sur l'association de la tomographie d'émission monophotonique (SPECT) et de la tomodensitométrie (CT) dans l'imagerie des muscles et du squelette, et montre les avantages qu'il y a à regrouper la composante métabolique et la composante anatomique dans une seule procédure. Elle montre également l'utilité de plusieurs séries d'informations spécifiques. Cet atlas est plus un outil de formation qu'un manuel pédagogique. En présentant une série de cas typiques dans lesquels la scintigraphie osseuse permet d'obtenir de nombreux profils différents, il contribue à ce que les deux techniques, SPECT et CT, soient davantage associées dans la pratique clinique.

No 34 de la collection *Santé humaine de l'AIEA* ; ISBN : 978-92-0-103416-8 ; 75,00 euros ; 2016 (en anglais)

www-pub.iaea.org/books/iaeabooks/10936/Atlas



Nuclear Power and Sustainable Development

Cette publication étudie comment l'énergie nucléaire pourrait contribuer à résoudre les questions liées au développement durable grâce à un large éventail d'indicateurs. Elle compare les caractéristiques de l'énergie nucléaire à celles d'autres sources d'approvisionnement en électricité en se fondant sur les aspects économique, social et environnemental du développement durable. Les conclusions qui y sont résumées aideront le lecteur à examiner ou à réexaminer la façon dont le développement et l'exploitation des centrales nucléaires peuvent contribuer à la mise en place de systèmes énergétiques plus durables.

Publication hors collections ; ISBN : 978-92-0-107016-6 ; 45,00 euros ; 2016 (en anglais)

www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/11084/NPSust



L'AIEA est l'un des principaux éditeurs de publications ayant trait au domaine nucléaire. Elle a fait paraître plus de 9 000 publications scientifiques et techniques sur des sujets tels que les normes internationales de sûreté, guides techniques, comptes rendus de conférences et rapports scientifiques. Ces publications couvrent l'ensemble des travaux de l'AIEA et traitent plus particulièrement de domaines tels que l'électronucléaire, la radiothérapie, la sûreté et la sécurité nucléaires ou le droit nucléaire.

Pour obtenir de plus amples informations, ou pour commander une publication, veuillez écrire à l'adresse suivante :

Unité de la promotion et de la vente, Agence internationale de l'énergie atomique
 Centre international de Vienne, B.P. 100, 1400 Vienne (Autriche)
 Courrier électronique : sales.publications@iaea.org

Comment l'AIEA contribue aux objectifs de développement durable

La pauvreté, la faim, la santé humaine, l'eau propre, l'énergie propre et abordable, l'industrie et l'innovation ainsi que le changement climatique sont des domaines dans lesquels l'AIEA œuvre depuis 60 ans. Quelques-uns des moyens par lesquels l'AIEA aide ses États Membres à réaliser les objectifs de développement durable (ODD) sont présentés ci-dessous.

Les activités de l'AIEA contribuent à la réalisation de nombreux ODD. En effet, l'AIEA :



contribue à la lutte contre la faim et la malnutrition dans les pays les moins avancés grâce à des techniques nucléaires et isotopiques ;



contribue à l'atténuation des changements climatiques et à l'adaptation à ces changements, par exemple en aidant les pays à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre et à mesurer l'impact du changement climatique ;



contribue à la mise en place et au renforcement de la médecine nucléaire, de la radiothérapie et de la production de radiopharmaceutiques ;



forme des scientifiques à l'utilisation de techniques nucléaires en vue de la surveillance et de la gestion de phénomènes environnementaux marins ;



appuie la gestion efficace de l'eau dans le monde grâce à des techniques nucléaires et isotopiques ;



appuie l'utilisation de techniques isotopiques pour mettre un terme à la dégradation des terres et restaurer les sols ;



favorise l'utilisation efficace et sûre de l'énergie d'origine nucléaire dans le monde ;



facilite le transfert de technologie grâce à des partenariats établis avec ses États Membres et d'autres organisations internationales.



améliore la production industrielle et la sûreté dans l'industrie grâce à l'utilisation de technologies nucléaires ;

Étant donné que les ODD sont liés entre eux, les travaux de l'AIEA contribuent aussi aux efforts déployés par les États Membres en vue de réduire la pauvreté en luttant contre les maladies animales et végétales (ODD 1), d'améliorer l'éducation en apportant une aide aux écoles et en proposant des cours, des bourses et des visites d'experts (ODD 4), de favoriser l'égalité des sexes en promouvant le recrutement de femmes et l'enseignement des sciences et techniques aux filles et aux femmes (ODD 5), et d'instaurer la paix, la justice et des institutions fortes (ODD 16) en fournissant des avis juridiques et des conseils en matière de réglementation, entre autres.

« Nos travaux dans ces domaines sont essentiels. Ils devraient s'intensifier en raison des ODD, ce qui nous permettra d'avancer sur la voie de la réalisation du plan à long terme visant à améliorer la vie des populations et à protéger la planète pour les générations futures. »

— Yukiya Amano, Directeur général de l'AIEA, lors du Sommet des Nations Unies consacré à l'adoption du programme de développement pour l'après-2015,

New York, le 27 septembre 2015

CONFÉRENCE MINISTÉRIELLE INTERNATIONALE



L'électronucléaire au XXI^e siècle

30 OCTOBRE - 1^{er} NOVEMBRE 2017

ABU DHABI, ÉMIRATS ARABES UNIS



iaea.org/meetings
CN-247

Organisée par



60 ans

IAEA *L'atome pour la paix et le développement*

Accueillie par le gouvernement des Émirats arabes unis par l'intermédiaire du Ministère de l'énergie et de l'Autorité fédérale de réglementation nucléaire



UNITED ARAB EMIRATES
MINISTRY OF ENERGY

FANR
الهيئة الاتحادية للرقابة النووية
Federal Authority for Nuclear Regulation



En coopération avec
l'Agence de l'énergie



NEA
NUCLEAR ENERGY AGENCY