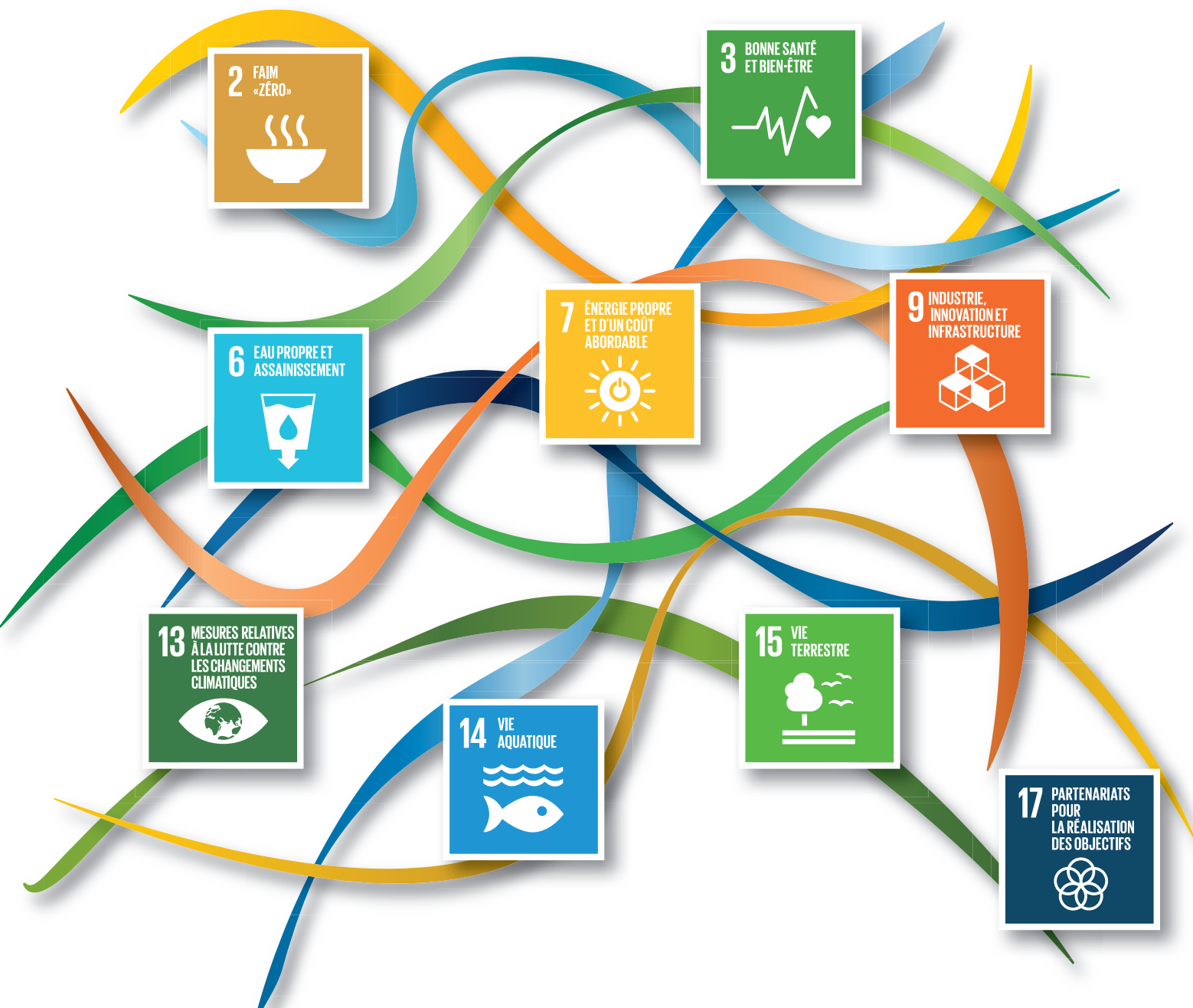




IAEA BULLETIN

AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE

Septembre 2016 | www.iaea.org/bulletin



La technologie nucléaire au service des objectifs de développement durable



60 ans

IAEA

L'atome pour la paix et le développement



Le Bulletin de l'AIEA

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 : Nicole Jawerth

Conception et production : Ritu Kenn

Le Bulletin de l'AIEA est disponible

› en ligne : www.iaea.org/bulletin

› comme application mobile : www.iaea.org/bulletinapp

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'AIEA, 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'AIEA décline toute responsabilité à cet égard.

Couverture : A. Schlosman (AIEA)

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 tant qu'organisme autonome des Nations Unies en 1957, l'AIEA est la seule organisation du système de l'ONU à avoir les compétences requises dans le domaine des technologies nucléaires. Ses laboratoires spécialisés uniques 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'AIEA sert aussi de plateforme mondiale pour le renforcement de la sécurité nucléaire. Elle a mis en place la collection Sécurité nucléaire, qui rassemble des publications d'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'AIEA fournissent 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'AIEA vérifie, au moyen de son système d'inspections, que les États Membres respectent leurs engagements, conformément au Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires et à d'autres accords de non-prolifération, de n'utiliser les matières et installations nucléaires qu'à des fins pacifiques.

Les tâches de l'AIEA 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'AIEA 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 à Trieste (Italie).

Bâtir un avenir durable : l'atome au service de la paix et du développement

Par Yukiya Amano,
Directeur général de l'AIEA

La réalisation des 17 objectifs de développement durable (ODD) adoptés par les dirigeants mondiaux en 2015 passera par l'utilisation intelligente des sciences et de la technologie.

La technologie nucléaire, en particulier, a de nombreuses et précieuses applications dans l'industrie et dans des domaines aussi variés que la santé humaine, l'énergie et la protection de l'environnement. L'AIEA est la mieux à même d'aider les pays à utiliser les sciences et la technologie nucléaires pour améliorer la santé et la prospérité de leurs peuples.

Depuis 60 ans, l'AIEA appuie les États Membres dans l'utilisation efficace des sciences et de la technologie nucléaires pacifiques aux fins du développement durable. En matière de transfert de technologie et de renforcement des capacités, l'AIEA tient ses promesses. L'impact remarquable de ses travaux sur la vie de millions d'hommes et de femmes dans le monde entier mérite d'être mieux connu.

Cette édition du Bulletin de l'AIEA présente certaines des activités que mène l'AIEA pour mettre, conformément à son mandat, « l'atome au service de la paix et du développement » et aider les pays à atteindre les ODD. Vous y découvrirez comment les techniques nucléaires et isotopiques aident à lutter contre la faim (objectif 2) en améliorant la nutrition infantile en Thaïlande (page 13) et en préservant les moyens de subsistance des agriculteurs et des travailleurs agricoles en Afrique du Sud (page 10).

Les sciences nucléaires permettent également d'accroître la production alimentaire en aidant les agriculteurs à mieux utiliser l'eau, les sols et les récoltes (objectifs 6, 14 et 15, respectivement). Avec l'appui de l'AIEA, une méthode d'irrigation optimisée

par la technologie nucléaire aide des agricultrices soudanaises à économiser l'eau et à cultiver la terre pour nourrir leurs familles et gagner leur vie (page 19). En Bolivie, des scientifiques font appel aux techniques isotopiques pour protéger les ressources en eau (page 22).

La promotion de la santé et du bien-être est un élément important des ODD (objectif 3). L'AIEA aide des pays comme la Tanzanie et la Tunisie à améliorer l'accès à la médecine radiologique (page 8) et à des soins anticancéreux complets (page 6). Aider à réduire d'un tiers les décès prématurés dus à des maladies comme le cancer à l'horizon 2030 est une priorité non seulement pour l'AIEA mais aussi pour moi, à titre personnel.

À mesure que les pays se développent, la demande d'énergie augmente. De nombreux pays sont convaincus que l'énergie d'origine nucléaire, aussi appelée électronucléaire, peut contribuer à garantir l'accès de tous à une énergie abordable et propre (objectif 7), tout en jouant un rôle considérable dans l'atténuation des changements climatiques (objectif 13). Un certain nombre de pays envisagent la mise en place de nouveaux programmes électronucléaire. L'AIEA les aidera à développer l'infrastructure et les capacités techniques nécessaires à l'exploitation sûre et sécurisée de centrales nucléaires (page 26). Nous appuyons également la recherche et l'innovation technologiques (objectif 9).

Nous travaillons avec des partenaires clés (objectif 17) pour mettre les sciences et la technologie nucléaires à la disposition du plus grand nombre aux fins du développement durable. Nous vous parlerons de notre collaboration avec des gouvernements, des organisations internationales et des ONG de premier plan (page 24) et de la façon dont ces partenariats favorisent la recherche scientifique et l'élaboration de politiques (page 26).

Cette année, le Forum scientifique de l'AIEA présente la contribution des sciences et de la technologie nucléaires à la réalisation des ODD. Des experts de premier plan examineront les moyens par lesquels la technologie nucléaire pourrait encore renforcer le bien-être de l'humanité, favoriser la prospérité et aider à protéger la planète. Je vous invite à suivre le déroulement de l'événement en ligne : www.iaea.org/scientific-forum.



« Depuis 60 ans, l'AIEA appuie les États Membres dans l'utilisation efficace des sciences et de la technologie nucléaires pacifiques aux fins du développement durable. En matière de transfert de technologie et de renforcement des capacités, l'AIEA tient toujours ses promesses. »

— Yukiya Amano,
Directeur général de l'AIEA



[Photos : C. Brady (AIEA)]



[Photos : R. Murphy (AIEA)]

1 Bâtir un avenir durable : l'atome au service de la paix et du développement

4 Les objectifs de développement durable et l'AIEA



L'accès à la médecine radiologique au niveau mondial



6 La lutte contre le cancer en Tunisie : changer les perceptions et améliorer l'accès aux soins



8 La radiothérapie 3D augmente l'efficacité et la sûreté du traitement du cancer en Tanzanie



L'atome au service de l'alimentation, de l'agriculture et de la nutrition



10 L'industrie des oranges du Cap-occidental sauvée grâce à une technique nucléaire



13 Des scientifiques thaïlandais utilisent la technologie nucléaire pour lutter contre le double fardeau de la malnutrition



L'énergie de demain — le rôle de l'électronucléaire



15 L'AIEA aide les pays primo-accédants à s'engager sur la voie de l'énergie durable



17 L'énergie nucléaire, une énergie d'avenir



Les isotopes pour l'environnement



19 La technologie nucléaire aide les Soudanaises à optimiser l'exploitation de leurs terres



22 Gestion des ressources en eau : la Bolivie perce les secrets des aquifères grâce à la technologie nucléaire



Des partenariats pour le progrès



24 Les partenariats et l'atome au service de la paix et du développement



26 Des spécialistes de l'étude des sols unissent leurs efforts afin de trouver des moyens de réduire les émissions de gaz à effet de serre

Infos AIEA

28 Un nouveau manuel de l'AIEA aide les médecins à tenir compte de la dimension sociale des accidents nucléaires ou radiologiques

29 Dix-sept moyens de changer le monde : aux Journées européennes du développement, l'AIEA défend le rôle des technologies nucléaires dans le développement durable

31 Étape obligée avant l'extraction de l'uranium, le Botswana institue le contrôle radiologique de l'environnement

32 Publications de l'AIEA

Les objectifs de développement durable et l'AIEA

Par Nicole Jawerth et Miklos Gaspar

L'AIEA aide activement la communauté internationale à réaliser les 17 objectifs de développement durable (ODD) adoptés lors du Sommet des Nations Unies consacré à l'adoption du programme de développement pour l'après-2015, à New York, en septembre 2015. Ces objectifs et les cibles qui y sont associées ont pour but de stimuler l'action qui sera menée au cours des 15 prochaines années dans des domaines ayant une importance cruciale pour l'humanité et la planète. Ils intègrent les trois dimensions - économique, sociale et environnementale - du développement durable.

En aidant les pays à utiliser des techniques nucléaires et isotopiques, l'AIEA contribue directement à la réalisation de la plupart des ODD. En voici quelques exemples :



La faim et la malnutrition, souvent dues à l'insécurité alimentaire et aux difficultés du secteur agricole, portent atteinte au bien-être et pèsent sur les économies. Grâce à l'AIEA et à son partenariat avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), plusieurs pays améliorent leur sécurité alimentaire et leur agriculture en utilisant des techniques nucléaires et isotopiques à diverses fins, comme la préservation des sols, des récoltes et des ressources en eau, la protection des plantes contre les insectes ravageurs et la sélection de nouvelles variétés végétales dotées de caractéristiques avantageuses. Les techniques nucléaires servent aussi à protéger la santé du bétail et à améliorer ses performances de reproduction. Pour ce qui est de la préparation des produits alimentaires en vue de leur consommation, les techniques nucléaires permettent d'assurer une qualité supérieure, une conservation plus longue et une meilleure sécurité sanitaire des aliments.

Dans plusieurs États Membres, des outils nucléaires sont utilisés pour étudier la composition corporelle et l'absorption nutritionnelle, le but étant d'approfondir les recherches sur la malnutrition sous toutes ses formes, de la sous-nutrition à l'obésité, et, ainsi, d'améliorer les programmes nutritionnels en la matière.



Il ne peut y avoir de développement durable sans une bonne santé. En ce qui concerne la cible d'ODD consistant à réduire d'un tiers la mortalité due à des maladies non transmissibles, comme le cancer, l'AIEA est en mesure d'aider les pays à concevoir des programmes complets de lutte

contre le cancer et à améliorer l'accès aux soins, notamment en créant des services et installations de médecine radiologique et en assurant la formation théorique et pratique de professionnels de santé spécialisés. Ces services dépendent des activités menées par l'AIEA pour améliorer la disponibilité et la sûreté de l'utilisation de radio-isotopes médicaux destinés à sauver des vies, et permettent

également de surveiller et d'évaluer d'autres pathologies, comme les maladies cardiovasculaires et la tuberculose.

Lorsqu'ils sont confrontés à des maladies pouvant se transmettre de l'animal à l'homme, comme la fièvre Ebola, un certain nombre de pays se tournent vers l'AIEA pour bénéficier d'un appui dans l'utilisation d'outils de diagnostic et de surveillance dérivés du nucléaire pour détecter rapidement les maladies et limiter leur propagation.



L'eau est essentielle à la vie. Compte tenu de la croissance démographique et du développement des économies, l'accès à une eau propre et salubre est une nécessité impérieuse. Les techniques isotopiques permettent de déterminer l'âge et la qualité de l'eau. Certains pays utilisent

cette possibilité pour mettre en œuvre des plans de gestion intégrée des ressources en eau en vue d'utiliser ces ressources de manière durable et de protéger les écosystèmes aquatiques et ceux des zones humides, tandis que d'autres y ont recours pour répondre au manque d'eau, améliorer les ressources d'eau douce et en assurer une utilisation efficiente.

Étant donné qu'une société laisse son empreinte, la pollution de l'eau pose aussi un problème. Avec l'appui de l'AIEA, certains pays utilisent maintenant la technologie des rayonnements pour traiter les eaux usées industrielles et, ainsi, réduire les contaminants et améliorer la qualité de l'eau, rendant sa réutilisation plus sûre.



L'accès à une énergie propre, fiable et abordable est une condition nécessaire à une croissance économique durable et à l'amélioration du bien-être humain. L'AIEA favorise une exploitation efficiente et sûre de l'énergie d'origine nucléaire en soutenant les programmes

électronucléaires existants et nouveaux partout dans le monde, en stimulant l'innovation et en renforçant les capacités en matière de planification et d'analyse énergétiques, ainsi que de gestion de l'information et des connaissances dans le domaine nucléaire. De nombreux pays travaillent également avec l'AIEA pour répondre en toute sûreté et sécurité à la demande croissante d'énergie nécessaire au développement, tout en améliorant la sécurité énergétique, en réduisant les effets de la production d'énergie sur l'environnement et la santé, et en atténuant les changements climatiques.



Dans les pays développés comme dans les pays en développement, les technologies industrielles de pointe sont la clé de la réussite économique. La science et la technologie nucléaires, en particulier, peuvent apporter une contribution précieuse à la croissance économique et ont un

rôle important à jouer en faveur du développement durable. Avec l'aide de l'AIEA, certains pays ont rendu leurs industries plus compétitives en utilisant des technologies nucléaires pour réaliser des contrôles de la sûreté et de la qualité dans l'industrie et en appliquant des techniques d'irradiation pour améliorer la durabilité des produits. L'irradiation améliore également la durabilité de l'industrie en contribuant à réduire l'impact environnemental de la production industrielle.



La science nucléaire, et notamment l'électronucléaire, peuvent jouer un rôle majeur tant dans l'atténuation des changements climatiques que dans l'adaptation à leurs conséquences. L'AIEA œuvre pour sensibiliser la communauté mondiale au rôle que

l'électronucléaire pourrait jouer et qu'il joue déjà dans la lutte contre les changements climatiques et la réduction des émissions de gaz à effet de serre. L'électronucléaire est l'une des technologies de production d'électricité dont les émissions de carbone sont les plus faibles. L'AIEA aide également les pays à recourir aux techniques nucléaires pour s'adapter aux conséquences des changements climatiques et les atténuer, grâce à la gestion des sols, de l'eau et des récoltes. La recherche scientifique menée à l'aide d'outils nucléaires, avec l'appui de l'AIEA, contribue aussi à l'élaboration de politiques et de mesures permettant de répondre aux effets des changements climatiques.



Les océans abritent de vastes écosystèmes foisonnant de vie. Ils constituent une ressource vitale pour les personnes qui gagnent leur vie grâce à la mer ou tirent de celle-ci leur alimentation quotidienne. Pour gérer les océans de manière durable, les protéger et, ce faisant,

soutenir les populations des zones côtières, de nombreux pays utilisent, grâce à l'appui de l'AIEA, des techniques nucléaires et isotopiques qui leur permettent de mieux comprendre et surveiller la santé des océans et les phénomènes marins, comme l'acidification et les proliférations d'algues toxiques. En outre, des réseaux de laboratoires nationaux, régionaux et internationaux, créés par l'AIEA, offrent à plusieurs pays la possibilité d'établir une collaboration scientifique et constituent des ressources essentielles pour l'analyse et la surveillance des contaminants et des polluants marins.



La désertification, la dégradation des terres et l'érosion des sols mettent en danger la vie et les moyens de subsistance de certaines populations. Les techniques isotopiques fournissent des évaluations précises de l'érosion des sols et des zones d'érosion les plus vulnérables.

Ces évaluations peuvent permettre d'inverser le processus de dégradation des terres et de restaurer les sols, contribuant ainsi à mettre fin à l'appauvrissement de la biodiversité.

Grâce à l'appui de l'AIEA, de nombreux pays ont recours aux techniques nucléaires pour recueillir de précieuses données qui

aideront à orienter les pratiques agricoles vers une utilisation plus durable des terres, ce qui, en retour, entraînera une augmentation des revenus. Ces données permettent également d'améliorer les méthodes de conservation visant à protéger et à restaurer les ressources et les écosystèmes.



Les partenariats aident à accroître l'accès aux sciences et à la technologie en vue de la réalisation des ODD. La collaboration étroite entre l'AIEA et des organismes des Nations Unies comme la FAO et l'Organisation mondiale de la Santé, d'autres organisations internationales

et des organisations de la société civile permet de maximiser la contribution que l'AIEA apporte, par son appui, à la réalisation des priorités de développement des pays. De nombreux pays œuvrent dans le cadre de projets et d'accords de coopération régionale et interrégionale avec l'AIEA pour améliorer leurs connaissances, accéder à des technologies et à du matériel, et mettre au point des pratiques exemplaires en matière de promotion du développement durable, de recherche, et d'innovation. Ce cadre permet également à des spécialistes de différents pays d'entrer en contact avec des partenaires de l'AIEA, notamment un réseau mondial d'organismes fournisseurs de ressources et de centres collaborateurs régionaux. Une grande partie de ces activités sont encadrées par l'AIEA et son programme de coopération technique, ses laboratoires spécialisés et ses activités de recherche coordonnée.

3 BONNE SANTÉ
ET BIEN-ÊTRE



La lutte contre le cancer en Tunisie : changer les perceptions et améliorer l'accès aux soins

Par Aabha Dixit

Le cancer n'est pas une condamnation à mort. S'il est détecté et traité rapidement, on peut en guérir. Tel est le message que les médecins tunisiens transmettent à leurs patients.

La sensibilisation à la prévention et au traitement du cancer est un élément clé de la campagne d'information active menée par le Ministère tunisien de la santé publique. Cette campagne consiste notamment à faire connaître au public le rôle de la médecine radiologique et de la technologie des rayonnements (voir l'encadré « En savoir plus »), et à lui expliquer que les techniques d'imagerie nucléaire sont sans danger, indolores et rentables.

« Les applications nucléaires dans la médecine font peur aux gens », explique Mohamed Faouzi Ben Slimane, chef du service de biophysique et de médecine nucléaire de l'Institut Salah Azaïz de Tunis et responsable du Centre national de radioprotection. « Des campagnes d'information du public sont régulièrement menées pour combattre l'ignorance et sensibiliser le plus grand nombre aux avantages et à l'efficacité de la technologie des rayonnements dans le traitement du cancer. »

Les médecins ne doutent pas de réussir à surmonter les barrières psychologiques grâce à une campagne bien élaborée et ciblée qui fournit des informations simples, pertinentes et pratiques sur l'imagerie médicale et la radiothérapie, et sur leur contribution

à l'amélioration des soins aux patients. « En levant le tabou qui entoure le cancer, nous réussissons à convaincre davantage de gens de se faire dépister », se félicite M. Ben Slimane.

Selon le Ministère de la santé publique, près de 8 000 nouveaux cas de cancer ont été enregistrés en Tunisie de 2011 à 2015, les cancers du poumon et du sein étant les plus fréquents. L'Institut Salah Azaïz établit plus de 20 000 diagnostics par an, et plus de 12 000 patients bénéficient d'un traitement. « Nous devons nous assurer que les doses de rayonnements délivrées pour les traitements sont précises et soigneusement contrôlées, car notre priorité reste les soins donnés aux patients souffrant du cancer », ajoute M. Ben Slimane. Depuis deux ans, le nombre de cas de cancer a augmenté en Tunisie. Entre 1994 et 2009, il est passé de 2 553 à 3 926, soit une augmentation annuelle moyenne de 3,3 %. Néanmoins, cette moyenne a enregistré une baisse relative, mais peu significative, entre 2009 et 2011, avec un total de 3 715 cas.

Comme dans la majorité des pays à revenu faible et intermédiaire, la charge croissante que représente le cancer pèse considérablement sur le système de santé publique de la Tunisie. Avec l'appui de l'AIEA, les médecins tunisiens s'emploient à répondre à une demande grandissante de soins anticancéreux, ce qui implique notamment de convaincre les patients de suivre une cancérothérapie le plus tôt possible.



Un médecin utilise un appareil de tomographie d'émission monophotonique sur une patiente, à l'Institut Salah Azaïz de cancérologie de Tunis.

(Photo : Institut Salah Azaïz de cancérologie de Tunis)

Un dépistage précoce pour un traitement rapide

La formation continue du personnel médical est indispensable. « Ces technologies permettent aux oncologues tels que moi de visualiser le corps et de choisir le meilleur traitement en fonction du type de cancer, mais nous devons également nous assurer d'utiliser les bons radiopharmaceutiques, qui sont essentiels pour suivre les progrès accomplis et évaluer la façon dont le corps réagit et fonctionne », explique M. Ben Slimane.

C'est un domaine dans lequel l'AIEA joue un rôle important. Ainsi, son appui à la Tunisie s'est traduit par des formations, un transfert de connaissances et une assistance en vue de l'utilisation correcte et sûre des sources radioactives pour le traitement du cancer. Des experts de l'AIEA ont dispensé des formations à des radiopharmaciens et à des physiciens médicaux pour améliorer le contrôle de la qualité et la sûreté de l'utilisation de la médecine et du matériel radiologiques.

« Nous travaillons main dans la main avec des physiciens médicaux pour nous assurer qu'ils disposent des bonnes connaissances et de la bonne formation pour se protéger et protéger les patients », déclare M^{me} Azza Hammou, radiologue

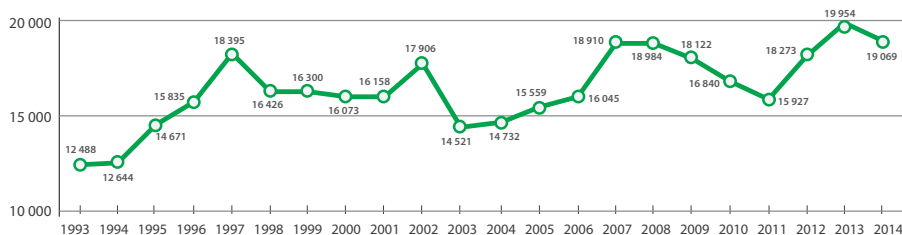
en pédiatrie et ancienne directrice du Centre national de radioprotection. « Nos protocoles de sûreté sont conformes aux normes de sûreté de l'AIEA. Les médecins et les techniciens qui manipulent des applications de médecine nucléaire doivent suivre les bonnes procédures tout en se conformant rigoureusement aux principes directeurs de sûreté. »

En médecine radiologique, l'assurance de la qualité est un processus complexe. Elle prend en compte l'évaluation des aspects cliniques, physiques et techniques de l'imagerie diagnostique et du traitement par rayonnements, ainsi que les contrôles en matière de gestion, qui sont essentiels pour éviter les erreurs, les accidents et les erreurs de diagnostic. L'appui de l'AIEA consiste à fournir des orientations techniques en vue de la mise en œuvre et de l'examen de programmes d'assurance de la qualité en matière de radiothérapie, de médecine nucléaire et de radiologie diagnostique dans les hôpitaux.

L'AIEA soutient la Tunisie dans l'action qu'elle mène depuis plusieurs décennies pour améliorer la lutte contre le cancer. Le pays dispose désormais de 17 appareils de radiothérapie pour une population de 10 millions d'habitants, un ratio supérieur à celui de la plupart des pays africains, selon M. Adnan Atwa, responsable de la gestion de programmes pour la Tunisie au Département de la coopération technique de l'AIEA. Depuis 2013, avec l'appui de l'Agence, le gouvernement tunisien a créé des centres de radiothérapie à Tunis, Sousse et Sfax, tous équipés d'une nouvelle génération d'accélérateurs linéaires (linac). Ces appareils de radiotraitement délivrent des rayons X de haute énergie qui visent très précisément les tumeurs. L'assistance de l'AIEA comprend aussi des formations spécialisées, notamment des bourses et des visites scientifiques dans les domaines de la physique médicale et de la radiothérapie.

Pour fournir des recommandations sur le programme complet de lutte contre le cancer de la Tunisie et évaluer ses capacités

Nombre de dépistages du cancer réalisés à l'Institut Salah Azaïz de Tunis



en la matière, l'AIEA et ses partenaires ont mené en Tunisie une mission intégrée du Programme d'action en faveur de la cancérothérapie, ou mission impACT, fin 2013. Cela a permis au pays de définir des mesures prioritaires en vue de renforcer ses capacités de planification de la lutte contre le cancer, de prévention, de dépistage précoce, de diagnostic, de traitement et de soins palliatifs. La mission a également contribué à l'amélioration du registre du cancer de la Tunisie, qui assure un suivi des cas de cancer.

Quelques chiffres

En 2012, 14,1 millions de nouveaux cas de cancer ont été enregistrés dans le monde entier, un nombre qui devrait atteindre 24,6 millions à l'horizon 2030.

EN SAVOIR PLUS

La médecine radiologique

Les techniques nucléaires et radiologiques sont couramment employées pour diagnostiquer et traiter un grand nombre de problèmes de santé, comme les maladies infectieuses et non transmissibles, en particulier les maladies cardiovasculaires et le cancer. Les actes de médecine nucléaire faisant intervenir des radiopharmaceutiques sont utilisés pour le diagnostic et la prise en charge des maladies. La radiologie diagnostique a principalement recours aux rayons X et à la CT (tomodensitométrie) pour détecter les maladies. La PET/CT (tomographie à émission de positons associée à la tomodensitométrie) est une technologie hybride qui permet de mieux détecter et stadifier les maladies en mettant en évidence les anomalies tant anatomiques que fonctionnelles dans les organes touchés. La radiothérapie vient en complément de la chirurgie et parfois de la chimiothérapie dans le traitement du cancer.

3 BONNE SANTÉ
ET BIEN-ÊTRE



La radiothérapie 3D augmente l'efficacité et la sûreté du traitement du cancer en Tanzanie

Par Nicole Jawerth

Des radio-oncologues utilisent des outils de contourage en 3D pour examiner et délimiter l'emplacement des tumeurs afin de planifier et d'administrer efficacement un radiotraitement.

[Photo : D. Calma (AIEA)]



Les médecins tanzaniens sont maintenant capables d'administrer aux patients atteints de cancer un radiotraitement plus précis, qui endommage moins le tissu sain. Ayant reçu une formation et un appui de l'AIEA concernant la planification de la radiothérapie 3D, ils offrent aux patients l'accès à des soins anticancéreux plus efficaces et plus sûrs.

« Il est essentiel de faire preuve de la plus grande précision possible lorsqu'on irradie une tumeur. Nous sommes maintenant en mesure de mieux connaître l'étendue d'une tumeur et, par conséquent, de planifier un traitement meilleur et plus ciblé pour nos patients », déclare Mark Mseti, radio-oncologue à l'Institut du cancer d'Ocean Road, dans la capitale, Dar es Salaam, qui reçoit un appui technique et du matériel de l'AIEA. Il a récemment participé à une formation de l'AIEA sur la planification 3D pour la délimitation et le contourage du volume cible en vue d'une radiothérapie (voir l'encadré « En savoir plus »). Cette formation était donnée dans le cadre du passage de la Tanzanie d'une planification 2D à une planification 3D de la radiothérapie, lequel sera effectif au cours de l'année, après l'ouverture de la première installation du pays équipée d'outils de planification 3D.

« La détermination et le contourage du volume cible ont pour but de faire en sorte que les rayonnements utilisés soient dirigés vers la tumeur et non vers le tissu sain », explique M. Mseti. « Si la délinéation, ou contourage, de la tumeur est précise, la probabilité d'atteindre celle-ci et de remplir les objectifs du traitement, tout en épargnant le plus possible les tissus sains et normaux, est plus grande. »

Le cancer est caractérisé par la division incontrôlée de cellules anormales dans le corps, laquelle peut être stoppée par des rayonnements. À des doses spécifiques, les rayonnements peuvent endommager des cellules de manière irréversible et entraîner l'arrêt de leur division et leur mort. Ils peuvent donc être efficaces dans la prise en charge et le traitement du cancer. Cependant, s'ils sont dirigés de manière imprécise ou incorrecte, ou administrés à une mauvaise dose, ils risquent d'endommager inutilement des cellules saines du patient ou de n'éliminer que partiellement les cellules cancéreuses, certaines continuant à se diviser. Cela peut entraîner un risque de complications à court ou à long terme pour le patient.

L'AIEA aide ses États Membres, notamment la Tanzanie, à réduire la charge de maladies non transmissibles comme le cancer. À cette fin, elle offre une formation, coordonne les travaux de recherche, fournit du matériel et une expertise technique et accueille des boursiers scientifiques, entre autres. Comme la Tanzanie, nombre de pays à revenu faible et intermédiaire commencent tout juste à utiliser ou prévoient d'utiliser des outils 3D pour le traitement du cancer.

« Dans les pays à revenu faible et intermédiaire, les radio-oncologues ne peuvent parfois recevoir qu'une formation essentiellement théorique en raison de contraintes économiques et d'une limitation des ressources qui rendent difficile l'accès à des cours pratiques, souvent coûteux », explique Eduardo Zubizarreta, chef de la Section de la radiobiologie appliquée et de la radiothérapie à l'AIEA. « Il est essentiel d'aider les médecins à obtenir le matériel dont ils ont besoin et à acquérir



Des conférenciers experts apprennent à des radio-oncologues comment utiliser les outils de planification de radiothérapie 3D lors d'une formation de l'AIEA.

[Photo : D. Calma (AIEA)]

une expérience pratique auprès d'experts pour améliorer la qualité du traitement. »

En Tanzanie, les radio-oncologues utilisent du papier et une aiguille pour contourer en 2D, ce qui est beaucoup moins précis que la méthode en 3D. « Au cours de mes trois années de formation de radio oncologue, je n'ai jamais effectué de contournage en 3D », confie M. Mseti. « Toute ma formation a été exclusivement théorique. Je suis maintenant prêt à utiliser ce nouveau savoir-faire en matière de contournage sur des patients. »

La nouvelle installation, qui doit ouvrir cette année à l'Institut du cancer d'Ocean Road, sera dotée, en partie grâce à l'appui de l'AIEA, d'un équipement neuf de planification 3D, incluant un appareil de tomodensitométrie (CT). Ces nouveaux outils devraient permettre à l'institut de traiter entre 100 et 200 patients par jour.

Quelques chiffres

Investir dans la radiothérapie pourrait permettre de faire gagner 26,9 millions d'années de vie aux patients des pays en développement et générer un bénéfice net pour l'économie de 278,1 milliards de dollars sur la période 2015-2035.

EN SAVOIR PLUS

Détermination et contournage du volume cible aux fins de la planification de la radiothérapie

La détermination et le contournage du volume cible sont des opérations clés effectuées par les radio oncologues pour préparer l'application correcte, précise et uniforme de rayonnements afin de soigner un patient ayant des tumeurs cancéreuses.

À l'aide d'un logiciel de contournage spécialement conçu, le radio-oncologue examine les images en 3D obtenues à partir d'images résultant de la scanographie du corps d'un patient, pour déterminer l'emplacement et la taille des tumeurs cancéreuses. La scanographie est effectuée au moyen d'outils d'imagerie diagnostique nucléaire, comme des appareils de tomodensitométrie (CT) et de tomographie à émission de positons (PET).

Une fois qu'il a repéré la tumeur, l'oncologue utilise le logiciel de contournage pour délimiter et dessiner son contour, c'est-à-dire le volume cible, puis contourer les organes sains afin de déterminer avec précision et exactitude où les rayonnements devront être appliqués, quelle quantité de rayonnements sera nécessaire en fonction de la taille et de la profondeur de la tumeur, et comment réduire le plus possible l'exposition des tissus et organes sains.



L'industrie des oranges du Cap-occidental sauvée grâce à une technique nucléaire

Par Miklos Gaspar

Les agrumes sont le deuxième produit agricole d'exportation de l'Afrique du Sud, la majeure partie de la production étant exportée. Cette filière emploie 10 % de la main-d'œuvre agricole du pays.

[Photo : M. Gaspar (AIEA)]



Tous les matins, à 7 heures, un petit avion décolle, puis descend en piqué sur une vallée fertile située au cœur des montagnes pittoresques du Cap-occidental, en Afrique du Sud, où il lâche 1 million de pyrales prêtes à s'accoupler. Les insectes ont été élevés en masse et stérilisés à l'aide d'un irradiateur gamma et d'autres équipements spécialisés mis à disposition par l'AIEA en 2007. Grâce à cela, les vergers d'agrumes de la vallée du fleuve Olifants ne sont plus ravagés par le ver rose du cotonnier, et une industrie jadis sur le point de disparaître prospère à nouveau.

« En cinq ans seulement, l'infestation a été éradiquée, » déclare Martli Slabber, qui cultive des oranges, des clémentines et des citrons sur son exploitation de 100 hectares. « Nous sommes passés de deux fruits infestés par arbre chaque semaine à un seul par saison dans l'ensemble du verger ».

« La réduction des populations de ver rose du cotonnier a permis à près de 10 000 personnes de conserver leur emploi », ajoute Gerrit van der Merwe, un producteur. « Sans les agrumes, il n'y aurait pas de travail ici. »

M. Slabber et M. van der Merwe font partie des 400 producteurs d'agrumes ayant recours aux services de la XSIT, entreprise appartenant à l'Association des producteurs d'agrumes d'Afrique du Sud, pour s'attaquer au ver rose du cotonnier, qui a son habitat naturel dans certaines parties du pays, notamment dans la vallée du fleuve Olifants. La larve de ce parasite se nourrit d'agrumes et en détruit la pulpe.

La XSIT, qui tire son nom de la technique nucléaire de l'insecte stérile (TIS), produit et lâche chaque semaine 40 millions de pyrales stériles dans une zone de plus de 15 000 hectares. Nourris suivant un régime optimisé composé de maïs, de germe de blé et de poudre de lait, les parasites sont irradiés et lâchés lorsqu'ils sont à pleine maturité sexuelle. Stériles, ils s'accouplent avec des insectes sauvages sans produire de descendance, faisant ainsi diminuer la population au fil du temps (voir l'encadré « En savoir plus » en page 12).

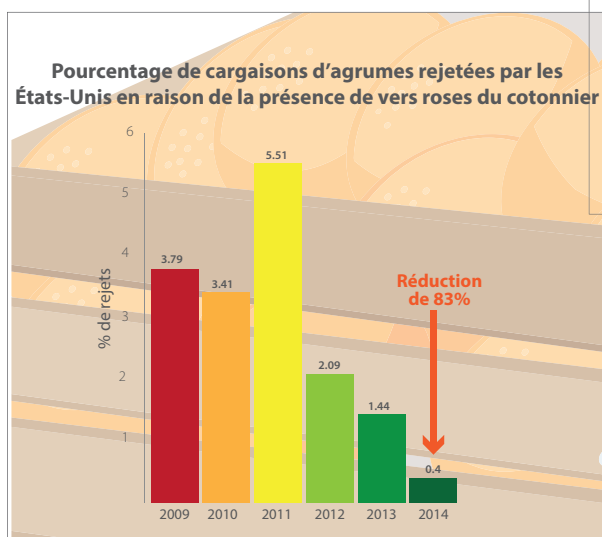
« Grâce à la TIS, qui est une technique écologique, nous n'utilisons plus de produits chimiques contre le ver rose du cotonnier »,

explique Piet Smit, qui produit 11 000 tonnes d'agrumes par an sur 250 hectares de terres.
« De plus, nous n'avons plus à nous soucier de la concentration de résidus d'insecticides présents sur le fruit. »

« En raison de l'utilisation réduite de produits chimiques, la faune et la flore sauvages sont revenues dans le verger », ajoute M. van der Merwe.

Les agrumes, élément vital de l'économie de la région

Avec des exportations d'une valeur supérieure à 1,4 milliard de dollars en 2014, l'Afrique du Sud est le deuxième exportateur d'agrumes

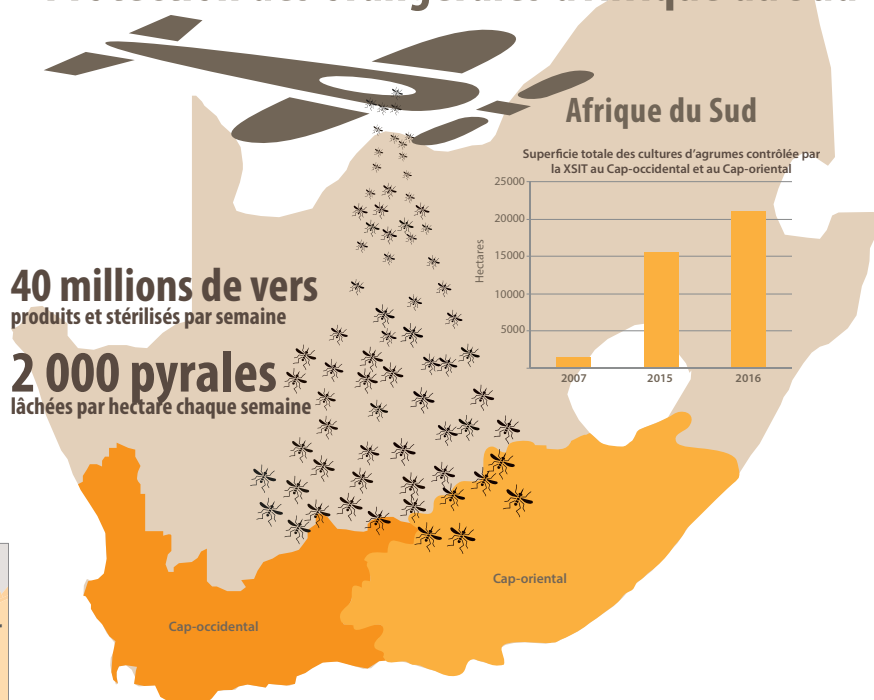


dans le monde. Ces fruits sont le deuxième produit agricole d'exportation du pays après le vin. La filière emploie 10 % de la main-d'œuvre agricole du pays.

En 2005, les États-Unis, principal marché d'exportation des agrumes de la région, ont durci les normes en matière de qualité des importations et les mesures de réduction de l'infestation, car les autorités agricoles craignaient que le ver rose du cotonnier ne se propage dans le pays et ne mette en péril l'industrie des agrumes et du coton.

Autrefois, M. Slabber, M. van der Merwe et d'autres agriculteurs de la région perdaient, avant la récolte, entre 10 % et 15 % de leur production à cause des ravageurs, mais leurs véritables pertes étaient dues aux fruits infestés qui étaient expédiés, puis retournés par des inspecteurs des États-Unis. Si ceux-ci trouvaient ne serait-ce que trois larves dans une cargaison de 160 000 oranges, ils retournaient l'ensemble. « Nous envisagions sérieusement de changer de cultures », se souvient M. Slabber.

Protection des orangeries d'Afrique du Sud

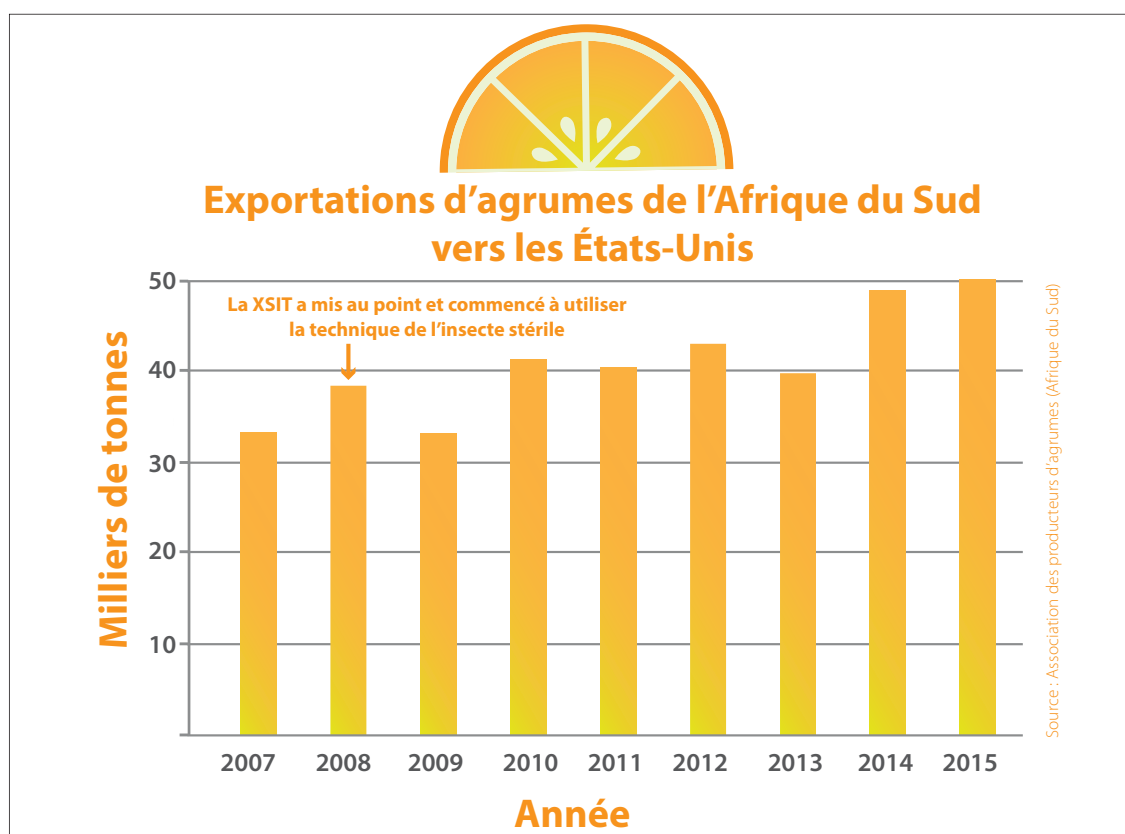


Recherche d'une nouvelle méthode

Vaughan Hattingh, biologiste et chercheur, actuellement directeur du Citrus Research International (CRI), estime qu'il était temps de trouver une nouvelle méthode de lutte contre les ravageurs. Le CRI a commencé ses travaux de recherche en radiobiologie et sur les techniques d'élevage pour voir si la TIS pouvait être appliquée au ver rose du cotonnier. En coopération avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et le Département de l'agriculture des États-Unis, l'AIEA fournit une expertise et un accès à un réseau de spécialistes travaillant sur l'utilisation de la TIS contre d'autres ravageurs.

Grâce au financement assuré par le programme de coopération technique de l'AIEA, M. Hattingh et ses collègues ont pu visiter, au Canada, une installation affectée à l'élevage d'un ver similaire, le carpocapse des pommes et des poires. Cela les a aidés à effectuer les travaux préparatoires à l'élevage et à la stérilisation d'un nombre suffisant d'insectes pour tester la technique sur un terrain de 35 hectares dans une partie du verger de M. Slabber isolée et particulièrement sujette aux infestations.

« Les résultats du test ont dépassé nos attentes », indique M. Hattingh. « Nous nous sommes rendu compte que le ver rose du cotonnier était un insecte sédentaire, alors nous avons pu traiter des zones isolément. » C'est cette caractéristique qui fait de ce ver un candidat de premier ordre pour la TIS : la lutte contre la population d'insectes dans une zone géographique définie, même aussi petite qu'un verger, permet de maintenir cette zone exempte d'insectes à long terme car les populations de vers ne volent généralement pas loin.



Partenariat public privé pour la lutte contre le ver

Compte tenu du succès de l'essai, l'Association des cultivateurs d'agrumes et le gouvernement sud africain ont cofondé la XSIT en vue de mettre au point la technique pour une utilisation à l'échelle industrielle. La superficie couverte par la XSIT a été multipliée par plus de dix depuis 2007 et les contrats passés par la société devraient permettre de l'étendre encore jusqu'à 21 000 hectares.

Des travaux de recherche sont en cours, non seulement pour perfectionner encore la technique, mais aussi pour la rendre

disponible dans des régions reculées du pays. La méthode actuelle consistant à produire des insectes stériles à Citrusdal, ville du Cap-occidental, et à les transporter vers d'autres régions en vue d'un lâcher fonctionne bien pour le Cap-oriental voisin, mais ne convient pas pour des zones éloignées. Des chercheurs de la XSIT travaillent, avec l'appui de l'AIEA et de la FAO, sur une technique qui consiste à transporter les pupes en vue de leur irradiation sur un autre site, dans la partie nord-est du pays.

EN SAVOIR PLUS

Contrôle des naissances des insectes ravageurs

La technique de l'insecte stérile (TIS) est une forme de lutte contre les insectes ravageurs qui utilise les rayonnements ionisants pour stériliser des insectes produits en masse dans des installations d'élevage spéciales. Ces insectes sont systématiquement lâchés au-dessus de zones infestées de ravageurs, où ils s'accouplent avec des insectes de populations sauvages, sans que cela ne génère de descendance.

Ainsi, cette technique peut permettre de réduire et même, dans certains cas, d'éradiquer des populations d'insectes ravageurs. 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 appuie, en coopération avec la FAO, une quarantaine de projets de TIS sur le terrain dans le monde, qui sont menés dans le cadre du programme de coopération technique de l'AIEA. Si la plupart de ces projets visent des ravageurs qui nuisent aux cultures et au bétail, des travaux de recherches sont également menés en vue d'utiliser la technique pour lutter contre plusieurs espèces de moustiques vecteurs de maladies, notamment du virus Zika et du paludisme.

Des scientifiques thaïlandais utilisent la technologie nucléaire pour lutter contre le double fardeau de la malnutrition

Par Laura Gil



Pour leur croissance, les enfants ont besoin de plus de micronutriments que n'en apporte un régime habituel. En Thaïlande, de nombreux enfants risquent de souffrir de carences en micronutriments.

[Photo : V. Chavasit (INMU)]

Les techniques nucléaires sont utiles à la Thaïlande pour lutter contre la malnutrition, car elles permettent aux scientifiques de déterminer les meilleurs moyens d'augmenter l'apport en nutriments chez les enfants. Des études menées depuis 2009 avec l'appui de l'AIEA ont montré que les aliments enrichis en vitamines et en minéraux comme le fer, le zinc, la vitamine A et le calcium, amélioreraient l'apport en micronutriments et augmentaient le taux de nutriments chez les enfants.

« Le régime alimentaire de ces jeunes enfants manquait de certains micronutriments, que la plupart des aliments locaux ne pouvaient apporter », explique Emorn Udomkesmalee, conseiller principal et ancien directeur de l'Institut de nutrition de l'Université Mahidol (INMU), situé près de Bangkok. « Grâce à des techniques isotopiques, nous avons trouvé un moyen de déterminer ces carences et de mesurer comment l'organisme des enfants absorbait et utilisait certains micronutriments. »

Pour leur croissance, les enfants ont besoin de plus de micronutriments que n'en apporte un régime habituel, qui fournit suffisamment de calories, mais souvent pas assez de fer, de zinc, de vitamine A ou de calcium. Dans nombre de pays en développement, les

aliments à faible densité nutritive, comme les végétaux, constituent la majeure partie de l'alimentation. Cela peut expliquer les carences en micronutriments, souvent désignées sous le terme de « faim cachée », qui peuvent toucher des centaines de milliers d'enfants, note M. Udomkesmalee. D'après une étude menée en 2012, quelque 800 000 enfants de moins de cinq ans souffraient de dénutrition en Thaïlande, ce qui les exposait à des carences en micronutriments.

« Si les enfants ne consomment pas assez de micronutriments, ils ne grandissent pas correctement et peuvent être vulnérables à des maladies infectieuses », explique Christine Slater, nutritionniste à l'AIEA. Au cours des deux dernières décennies, la Thaïlande s'est employée activement à réduire la malnutrition et les carences nutritionnelles grâce à des politiques de santé et à des programmes de nutrition à assise communautaire.

Une manière de prévenir et de lutter contre les carences en micronutriments consiste à distribuer des aliments enrichis en vitamines et en minéraux, pratique devenue courante en Thaïlande. Les aliments enrichis sont élaborés par ajout de micronutriments

aux aliments de consommation courante, comme l'huile ou les céréales, ou par biofortification, un processus qui consiste à cultiver des végétaux ayant une teneur accrue en micronutriments essentiels. Ils sont habituellement consommés en complément d'un régime normal.

Entre 2009 et 2012, des scientifiques thaïlandais formés par l'AIEA ont testé un programme d'enrichissement d'aliments sur des enfants de six à 24 mois. Ils ont donné à un groupe d'enfants du riz enrichi en fer, en zinc et en vitamine A. Après avoir mesuré les réserves de micronutriments de ces enfants à l'aide de techniques isotopiques (voir l'encadré « En savoir plus »), ils ont constaté que les réserves de fer, de zinc et de vitamine A des enfants qui avaient consommé du riz enrichi avaient sensiblement augmenté, contrairement à celles des enfants du groupe témoin. Une simulation informatique leur a permis de confirmer que le riz enrichi répondait bien aux besoins en nutriments.

« Avant l'adoption de techniques isotopiques, les scientifiques de Thaïlande devaient faire des calculs à partir de certains aliments à forte teneur en nutriments pour vérifier l'efficacité des programmes nutritionnels du pays », se souvient Pattanee Winichagoon, maître de conférences à l'Institut de nutrition de l'Université Mahidol. « L'évaluation reposait sur nos connaissances et nos calculs, et ne tenait pas suffisamment compte de facteurs tels que l'absorption des micronutriments par l'organisme », ajoute-t-elle.

Des données à la pratique

Les résultats des études sont actuellement examinés en vue d'aider à améliorer encore les programmes d'intervention nutritionnelle dans le pays.

« Nous sommes en rapport avec le Ministère de la santé publique et le Groupe de nutrition pédiatrique, avec lesquels nous avons déjà entamé des discussions sur la suite à donner à nos analyses », confie Mme Winichagoon. « Si les résultats des études sont pris en compte, de nouvelles lignes directrices pratiques seront élaborées sur les compléments alimentaires destinés aux nourrissons et aux jeunes enfants », ajoute-t-elle.

Apprendre aujourd'hui pour enseigner demain

L'AIEA travaille avec la Thaïlande dans le domaine de la nutrition depuis 1998. Le pays a bénéficié du programme de coopération technique et de projets de recherche coordonnée de l'AIEA sous la forme de cours, de visites scientifiques, de bourses et de fourniture de matériel. Les scientifiques thaïlandais étudient aussi, en collaboration avec l'AIEA, le moyen d'utiliser des techniques isotopiques pour évaluer les effets de l'allaitement exclusif au sein des nourrissons, de la naissance jusqu'à six mois, et pour s'assurer que les aliments enrichis en fer ne sont pas préjudiciables aux personnes ayant des carences en fer ou en d'autres nutriments.

« En organisant des cours pour permettre à d'autres d'apprendre les techniques isotopiques, nous rentabilisons ces efforts », souligne M^{me} Winichagoon. « Il serait dommage de ne pas partager le savoir-faire. Nous ne sommes pas les seuls à nous poser des questions. »

« La question de la nutrition n'intéresse pas seulement la Thaïlande, mais aussi le reste du monde », affirme M^{me} Slater. « L'amélioration de la nutrition a de formidables conséquences pour la société. Un enfant bien nourri aura les capacités nécessaires pour étudier quand il sera grand et pourra gagner sa vie à l'âge adulte. En définitive, une population bien nourrie aide le pays à se développer. »



Des scientifiques thaïlandais formés par l'AIEA utilisent des techniques isotopiques pour étudier comment l'organisme des enfants répond à l'ingestion de riz enrichi en fer, en zinc et en vitamine A.

[Photo : V. Chavasit (INMU)]

EN SAVOIR PLUS

Les techniques isotopiques et la nutrition des enfants

Les isotopes sont des atomes d'un même élément qui ont le même nombre de protons mais un nombre différent de neutrons. Les techniques isotopiques permettent de suivre comment l'organisme ingère, absorbe et assimile les nutriments présents dans les aliments, qui sont indispensables à une croissance et à un développement sains. Les scientifiques utilisent ces techniques pour déterminer la biodisponibilité, c'est-à-dire la proportion d'un nutriment que notre corps absorbe et utilise pour la croissance et le métabolisme.

Par exemple, si l'on veut surveiller l'absorption du fer ou du zinc, on fait ingérer aux patients des repas tests auxquels ont été incorporés des isotopes stables. Des mesures effectuées sur des échantillons de sang et d'urine prélevés par la suite indiquent la quantité d'isotopes introduits dans l'organisme. Les échantillons sont analysés par spectrométrie de masse, méthode qui fait appel à un détecteur sensible pour identifier et mesurer différents composés.

Pour déterminer la quantité de vitamine A, on fait ingérer aux patients une dose de cette vitamine marquée au carbone 13 ou au deutérium. Les experts analysent les échantillons de sang prélevés avant et après l'ingestion de la dose à l'aide d'un spectromètre de masse. En procédant à la dilution de la dose de vitamine A marquée par un isotope et mesurée avec précision, il est possible de calculer la quantité totale de vitamine A présente sous forme échangeable dans l'organisme.

L'AIEA aide les pays primo-accédants à s'engager sur la voie de l'énergie durable

Par May Fawaz-Huber

Pour répondre à ceux qui se demandent quelles politiques climatiques seront adoptées à la suite de l'Accord de Paris de 2015 et de la promulgation des objectifs de développement durable (ODD), il est probable que davantage de pays incluront l'électronucléaire dans leur bouquet énergétique. Les États primo-accédants, pays qui adoptent l'électronucléaire pour la première fois, sollicitent l'aide de l'AIEA pour mettre au point l'infrastructure adéquate en vue d'établir des programmes électronucléaires sûrs, sécurisés et viables sur le plan écologique, et de faire face aux difficultés que posent l'augmentation de la demande énergétique mondiale et le besoin d'atténuer les changements climatiques.

« Les perspectives offertes par l'énergie nucléaire se sont considérablement élargies depuis l'adoption historique des ODD et de l'Accord de Paris », confie David Shropshire, Chef de la Section de la planification et des études économiques à l'AIEA. « La décision d'utiliser le nucléaire est maintenant plus facile à prendre, car il n'existe que quelques autres sources d'énergie dont l'exploitation à grande échelle et sans interruption ait une faible empreinte écologique. »

L'Accord de Paris a été adopté lors de la Conférence de Paris sur le changement climatique (COP21), à laquelle 195 pays ont conclu le premier accord universel et juridiquement contraignant sur le climat. Celui-ci confirme l'objectif de contenir, d'ici la fin du siècle, l'élévation de la température de la planète en dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels.

Pour atteindre cet objectif et résoudre la problématique énergie-climat (voir l'encadré en page 16), plusieurs pays réexaminent leur bouquet énergétique et les possibilités offertes par l'énergie nucléaire. « Au lieu d'être reconnu uniquement comme une source d'énergie destinée à stimuler les économies, le nucléaire est maintenant lié à l'action pour le climat », explique M. Shropshire. « Les pays qui investissent dans l'électronucléaire bénéficient non seulement d'une énergie fiable, mais aussi d'une ressource clé pour ne pas dépasser l'objectif des 2 °C. »

La réponse de la Pologne

La Pologne prévoit de produire de l'énergie d'origine nucléaire, non seulement pour garantir son approvisionnement en électricité à long terme et stimuler sa croissance économique, mais aussi pour atténuer les changements climatiques.

« La Pologne reconnaît l'importance des objectifs de développement durable, en particulier de la réduction des



Des pays comme la Jordanie, la Pologne et la Turquie travaillent avec l'AIEA à l'élaboration de programmes électronucléaires viables sur le plan écologique.

(Photo : Commission jordanienne de l'énergie atomique)

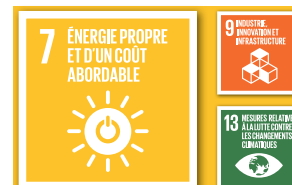
émissions de dioxyde de carbone et d'autres polluants atmosphériques provenant du secteur de l'énergie », confie Józef Sobolewski, Directeur du Département de l'énergie nucléaire du Ministère polonais de l'énergie. « Notre stratégie repose notamment sur le fait que l'adoption de l'électronucléaire, source d'énergie propre rentable et n'engendrant aucune émission, est un moyen de parvenir à cette réduction. » En outre, il estime qu'un programme électronucléaire stimulerait fortement le secteur de la recherche-développement à l'échelle nationale.

L'AIEA détient des ressources essentielles pour les États primo-accédants, comme la Pologne, et d'autres pays qui envisagent d'adopter l'électronucléaire. Ceux-ci ont accès aux outils de planification énergétique de l'AIEA et peuvent tirer parti de ses connaissances en matière d'électronucléaire pour prendre des décisions en connaissance de cause concernant la place à donner à cette source d'énergie dans leur pays.

« Une fois qu'un État Membre a décidé d'utiliser l'électronucléaire, l'AIEA peut lui donner des conseils et suivre la mise au point de l'infrastructure nécessaire », explique M. Shropshire.

Atteindre les objectifs étape par étape

L'« approche par étapes » de l'AIEA, une approche en trois phases, facilite la mise en œuvre d'un programme électronucléaire, du début à la fin. Elle couvre les points qu'un État Membre doit examiner avant de décider de la



construction d'une centrale nucléaire, les préparatifs connexes, ainsi que la construction et la mise en service de la centrale. En complément, les États Membres demandent souvent une mission d'examen intégré de l'infrastructure nucléaire (INIR), au cours de laquelle des experts d'autres pays déterminent si le programme repose sur une politique et une stratégie nationales efficaces, une gestion solide, un cadre juridique approprié et un personnel qualifié. À partir de cet examen, l'AIEA élabore un plan de travail intégré spécifique au pays pour aider les États primo-accédants à combler les lacunes de leur infrastructure nucléaire, et contrôle l'avancement des travaux à l'occasion d'examens de suivi.

La Pologne a achevé la première étape cette année, après avoir mis en œuvre les recommandations de l'AIEA formulées à l'issue des missions INIR menées pendant la phase 1 de l'approche par étapes. Elle entend achever la construction du premier réacteur de sa première centrale nucléaire d'ici 2024 et mettre en chantier une deuxième centrale nucléaire d'ici 2030. Une mission INIR de phase 2 devrait être menée en 2017 en vue d'examiner les progrès accomplis par la Pologne dans son programme électronucléaire.

Vers une énergie durable en Jordanie

Comme d'autres États primo-accédants, la Jordanie a inclus l'électronucléaire dans sa stratégie nationale de réduction des émissions de carbone.

« En matière énergétique, la Jordanie est presque entièrement dépendante du combustible fossile importé, ce qui n'est pas une option durable, pour plusieurs raisons », note Khaled Toukan, Président de la Commission jordanienne de l'énergie atomique. « L'implantation d'une centrale nucléaire en Jordanie, qui est une possibilité parmi d'autres, aura un effet très positif sur le coût et la fiabilité énergétiques, les revenus nationaux, l'infrastructure humaine et la création d'expertises, ainsi que sur la réduction des émissions de carbone. »

À la demande de la Jordanie, l'AIEA a déjà effectué trois missions INIR depuis 2009 et proposé à ce pays un plan d'action établi à partir d'une évaluation de son infrastructure nucléaire et du cadre réglementaire régissant la sûreté nucléaire et radiologique. Cette année, la Jordanie mettra en service son premier réacteur de recherche et de formation, et l'AIEA l'aidera à créer ses capacités en vue de l'exploitation et de l'utilisation efficace de futurs réacteurs.

D'après le rapport sur les contributions prévues déterminées au niveau national que la Turquie a présenté au titre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, l'électronucléaire a aussi une place dans la stratégie énergétique mise en place par ce pays pour atténuer les changements climatiques. Dans le cadre de missions INIR, l'AIEA a aidé la Turquie à évaluer sa capacité à élaborer un programme électronucléaire. À la demande de ce pays, des experts de l'AIEA ont formulé des recommandations sur le contenu d'un plan d'action national et examiné ses projets de loi en matière d'énergie nucléaire. La Turquie prévoit de construire deux centrales nucléaires dotées de huit réacteurs, qui devraient être opérationnelles d'ici 2028, et d'en mettre une troisième en chantier d'ici 2023.

La problématique énergie-climat

Si le système énergétique mondial n'est pas réformé en profondeur, les émissions de gaz à effet de serre (GES) risquent de perturber gravement le climat de la Terre. On prévoit que d'ici 2040 les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) causées par la production d'énergie augmenteront de 20 % par rapport à leur niveau de 2013. Le double défi à relever au cours des 10 à 20 prochaines années consiste à augmenter sensiblement la quantité d'énergie sûre, fiable et abordable disponible, tout en réduisant nettement les émissions de GES.

L'électronucléaire fait partie des sources d'énergie et des technologies énergétiques actuellement disponibles qui pourraient contribuer à résoudre la problématique énergie-climat. Les émissions de gaz à effet de serre des centrales nucléaires sont négligeables, et l'énergie d'origine nucléaire, de même que l'énergie hydroélectrique et l'électricité d'origine éolienne, fait partie des énergies dont la production génère le moins de GES, si l'on envisage l'ensemble du cycle de vie d'une centrale. On prévoit que d'ici 2050 la production d'électricité d'origine nucléaire pourrait contribuer à une réduction des émissions de CO₂ d'environ trois gigatonnes par an. Cette prévision est en partie fondée sur des hypothèses comparatives concernant les coûts et la performance des technologies sobres en carbone.

L'énergie nucléaire, une énergie d'avenir

Par Mikhail Chudakov, Directeur général adjoint chargé de l'énergie nucléaire, AIEA

Les travaux de l'AIEA ont trait à de nombreux objectifs de développement durable (ODD) adoptés l'an dernier par l'Assemblée générale des Nations Unies, mais la contribution de l'électronucléaire à l'énergie de demain est mise en évidence par trois ODD en particulier : l'objectif 7 (Énergie propre et d'un coût abordable), au titre duquel nos efforts seront axés sur l'accomplissement du développement durable, face à l'augmentation de la population mondiale et de la demande énergétique ; l'objectif 9 (Industrie, innovation et infrastructure), qui ne peut être atteint sans un large accès à l'énergie ; et l'objectif 13 (Mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques), qui définit des cibles pour une énergie propre et respectueuse de l'environnement.

L'électronucléaire fournit environ 11 % de l'électricité mondiale, grâce à 450 réacteurs nucléaires en exploitation dans 30 pays. D'après nos projections, il continuera de jouer un rôle central dans le bouquet énergétique mondial au cours des prochaines décennies. Tandis que l'utilisation de l'électronucléaire se développe, la part de celui-ci dans le bouquet énergétique mondial diminue et sa compétitivité économique est remise en question. Les centrales nucléaires ont un coût initial élevé, mais peuvent être compétitives si l'on tient compte du coût de production de l'électricité sur toute leur durée de vie utile. La compétitivité de toute option énergétique varie beaucoup en fonction du pays et dépend de nombreux facteurs, comme les ressources naturelles disponibles.

Un nombre croissant d'États Membres de l'AIEA, dont plusieurs s'inquiètent du changement climatique et cherchent à renforcer leur approvisionnement énergétique, envisagent d'inclure l'électronucléaire dans leur bouquet énergétique national ou d'étendre son utilisation (voir l'article en page 15).

L'AIEA favorise un développement durable de l'énergie nucléaire en soutenant les programmes nucléaires existants et nouveaux dans le monde, ainsi que la mise au point de nouvelles technologies nucléaires. Elle aide aussi les États Membres à créer des capacités locales en matière de planification et d'analyse énergétiques, ainsi qu'en matière de gestion des informations et des connaissances nucléaires, tout en posant les bases de la sûreté et de la sécurité nucléaires.

L'innovation, les progrès technologiques et les nouveaux modèles économiques peuvent aider à augmenter la part de l'électronucléaire dans le bouquet énergétique mondial et sa contribution au développement durable. Les nouveaux modèles de réacteurs nucléaires comportent des dispositifs de sûreté améliorés et peuvent fonctionner plus efficacement et produire moins de déchets, ou même consommer ces déchets. Les progrès accomplis dans le domaine du cycle du combustible nucléaire permettent de réduire encore les déchets, rendant

ainsi l'électronucléaire plus viable sur le plan écologique. Des dispositifs novateurs en matière de ressources et de financement faisant intervenir les pouvoirs publics et le secteur privé contribuent au développement de la technologie et aident à faire face aux lourdes dépenses d'investissement que nécessitent l'infrastructure de l'énergie nucléaire et la construction de centrales nucléaires.

Si l'on considère les émissions causées sur l'ensemble du cycle de production d'électricité par différentes sources d'énergie, on constate que l'électronucléaire, de même que les énergies hydroélectrique et éolienne, ne produit pas d'émissions de dioxyde de carbone (CO₂) lors de la phase de production d'électricité et fait partie des énergies qui génèrent le moins de gaz à effet de serre. Si l'on prend en compte l'ensemble du cycle de vie d'une centrale, on constate que l'énergie d'origine nucléaire compte parmi les énergies dont la production génère le moins d'émissions, celles-ci étant quantitativement comparables à celles produites par les sources d'énergie renouvelables.

Les énergies renouvelables présentent de nombreux avantages et sont des énergies propres, mais elles ont notamment l'inconvénient d'être tributaires du vent ou du rayonnement solaire. L'électronucléaire est un complément utile : il permet de produire de l'énergie de manière constante et rentable durant la majeure partie de l'année (des taux supérieurs à 90 % ont été régulièrement atteints dans plusieurs pays), de jour comme de nuit. De plus, il peut être déployé à grande échelle, ce qui le rend mieux à même de répondre aux demandes d'électricité des villes et de l'industrie. En ce qui concerne l'avenir, des systèmes énergétiques hybrides innovants sont actuellement mis au point en vue d'associer l'électronucléaire à des énergies renouvelables pour produire de l'électricité, ou d'utiliser la chaleur des réacteurs nucléaires pour d'autres applications, comme le dessalement de l'eau de mer.

Climat ET énergie

L'électronucléaire, technologie sobre en carbone et actuellement disponible, peut aider les pays à relever le double défi posé par l'énergie et le climat, comme le préconise l'Accord de Paris (voir l'encadré en page 16).





Quelques chiffres

Dix nouveaux réacteurs nucléaires ont été connectés au réseau en 2015, un record depuis 1990.

Dans l'Accord de Paris, conclu en 2015 par 195 pays dans le cadre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, il est demandé aux États de limiter l'augmentation de la température mondiale moyenne à bien moins de 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels. Environ un

tiers des émissions de gaz à effet de serre résultent de la production d'énergie ; par conséquent, il faut décarboniser le secteur de l'énergie afin de lutter contre les effets catastrophiques du réchauffement climatique.

L'AIEA dispose d'un ensemble complet d'outils destinés à aider les États Membres à mieux comprendre la problématique énergie-climat et à mieux y répondre, ainsi qu'à lancer un programme électronucléaire. Son travail vise essentiellement à fournir une évaluation factuelle de l'électronucléaire. Elle aide les décideurs à envisager toutes les technologies de production d'énergie possibles. Si un État Membre en fait la demande, l'Agence lui prête assistance en vue de la mise en œuvre sûre, sécurisée et durable de son programme électronucléaire.

L'électronucléaire peut continuer de promouvoir le développement durable en fournissant l'énergie nécessaire à une population croissante et à une société qui continue de s'industrialiser, tout en ayant un impact plus faible sur le climat et l'environnement que la plupart des autres formes d'énergie.

La technologie nucléaire aide les Soudanaises à optimiser l'exploitation de leurs terres

Par Nicole Jawerth



La science nucléaire aide les Soudanaises à transformer des terres arides en champs de légumes.

(Photo : N. Jawerth/AIEA)

Aux confins du Soudan, sous un soleil de plomb, des femmes vêtues de la tête aux pieds de couleurs chatoyantes bavardent en cueillant des légumes resplendissant de santé, qui serviront à alimenter leurs familles, leurs voisins et leurs porte-monnaie. Si des champs prospèrent ainsi entre de longues parcelles de terre asséchée, c'est parce que la science nucléaire a aidé ces femmes à tirer le meilleur parti de leurs ressources limitées en eau tout en optimisant l'utilisation des engrais.

« Avant nous n'avions rien. Nous ne disposions que de peu de nourriture et il nous fallait l'acheter au marché. Nous ne savions même pas comment faire pousser des légumes », raconte Fatima Ismail, cultivatrice dans un petit village de l'est du Soudan, où un projet d'irrigation au goutte-à-goutte est mené depuis 2015 avec l'appui de l'AIEA.

Ces quelques centaines de femmes avaient auparavant des vies difficiles et les perspectives de changement étaient faibles. Elles et leurs familles, pour beaucoup des réfugiés ou des populations déplacées d'autres régions du pays, ne disposaient que de ressources alimentaires limitées et vivaient des maigres revenus des hommes. Les femmes n'avaient pas la possibilité de faire pousser leur propre nourriture ou de laisser leurs foyers pour aller travailler et gagner de l'argent.

Aujourd'hui, de petites exploitations et des potagers optimisés grâce à la science et la technologie nucléaires permettent à ces femmes, à leurs familles et à des villages entiers de bénéficier de toutes sortes de légumes, de l'oignon et l'aubergine au gombo, en passant par les légumes-feuilles.

« Auparavant, mon enfant souffrait de malnutrition et je devais l'emmener très souvent chez le docteur », raconte

Haleema Ali Farage, l'une des cultivatrices prenant part au projet. « Maintenant qu'il a une alimentation plus riche et nutritive grâce aux légumes, il n'est plus allé chez le docteur depuis des mois. »

L'arrivée de la science a marqué le début d'une vie nouvelle pour ces femmes. Des scientifiques locaux de la Société de recherche agricole ont reçu une formation et un appui technique de la part d'experts de l'AIEA, laquelle travaillait en partenariat avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Ces scientifiques ont appris à utiliser des humidimètres à neutrons pour mesurer et calculer les niveaux d'humidité dans le sol de l'exploitation expérimentale du Kassala, ce qui leur a permis de déterminer les quantités d'eau nécessaires aux cultures et d'optimiser l'utilisation des engrais azotés (voir l'encadré « En savoir plus »). Ces études ont servi de base pour établir quelles quantités d'eau et d'engrais devaient être apportées aux cultures à l'aide du système d'arrosage appelé irrigation au goutte-à-goutte.

Chaque goutte compte

Peu coûteux, ce système d'irrigation au goutte-à-goutte est simple à utiliser et s'installe facilement : il est constitué d'une grande citerne surélevée dont le débit est contrôlé par une vanne tout ou rien qui, quand elle est ouverte, injecte par gravité un mélange d'eau et d'engrais dans tout un réseau de canalisations qui débouchent au pied de chacun des plants. Cette méthode consistant à mélanger eau et engrais pour l'irrigation au goutte-à-goutte est appelée « fertigation ».

« Bien qu'il ne s'agisse pas d'une technologie nouvelle à proprement parler, c'est seulement quand elle est correctement



Les scientifiques étudient les atomes du sol, de l'eau, des engrais et des cultures pour optimiser la culture et l'exploitation des sols et des ressources en eau.

(Photo : N. Jawerth/AIEA)

Quelques chiffres

L'irrigation au goutte-à-goutte demande des quantités d'eau 60 % inférieures à l'irrigation de surface. Elle permet d'augmenter le rendement des cultures d'oignons d'environ 8 000 kg/ha, ce qui représente un revenu supplémentaire de plus de 3 700 dollars par hectare.

configurée et optimisée grâce à des données scientifiques que l'irrigation au goutte-à-goutte permet de réduire efficacement les pertes en eau », explique

Lee Heng, Chef de la Section de la gestion des sols et de l'eau et de la nutrition des plantes de la Division mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture. La FAO

encourage le recours à cette méthode de fertigation dans les pays et régions où l'eau est rare et précieuse.

« Ce qui fait la nouveauté et le caractère innovant de ce système d'irrigation au goutte-à-goutte, c'est ce qu'a mis au point la Société de recherche agricole », raconte Rashid Sir El Khatim, coordonnateur à la Talawiet Organization for Development. Des études pilotes ont été menées dans plusieurs champs de l'État de Kassala, le long de la frontière avec l'Érythrée. La Société de recherche agricole fournit à Talawiet et à d'autres ONG locales tout l'équipement nécessaire pour configurer et mettre en œuvre l'irrigation au goutte-à-goutte avec engrais, l'ensemble ayant été optimisé grâce aux travaux scientifiques réalisés avec l'appui de l'AIEA. Cette zone est souvent appelée le « grenier » du Soudan car le sol y est riche en substances nutritives. Avec un apport en eau adéquat, la région s'est révélée être un environnement excellent pour la culture de plantes alimentaires. Cependant, les ressources en eau s'amenuisent en raison de la hausse des températures et du changement climatique.

« Eau, sol, température : c'est un tout », déclare El Saddig Suliman Mohamed, Directeur général de la Société de recherche agricole. « Sans un système d'irrigation adéquat, on ne peut pas optimiser les rendements, mais il faut aussi faire un usage adapté des engrais si l'on veut exploiter au mieux le potentiel du sol. Il nous faut envisager la situation dans son ensemble. »

Les résultats du projet pilote de l'AIEA - une réduction de plus de 60 % des besoins en eau pour des rendements des cultures alimentaires supérieurs de plus de 40 % - ont éveillé l'intérêt d'autres organisations, comme la Société du Croissant-Rouge soudanais (SRCS) et Talawiet. Ces organisations ont travaillé en étroite collaboration avec les scientifiques de la Société de recherche agricole formés par l'AIEA afin de mettre en place et de gérer plus de 50 petites exploitations et potagers cultivés par plus de 400 femmes. Ces projets ayant été couronnés de succès, la Société de recherche agricole, Talawiet et la SRCS travaillent maintenant avec leurs partenaires en vue d'installer plus de 40 nouveaux systèmes d'irrigation au goutte-à-goutte qu'exploiteront un millier de femmes.

L'autonomisation des femmes pour un changement durable

Si le village tout entier bénéficie de ces projets agricoles, ceux-ci sont avant tout mis en place à l'intention des femmes, en raison du rôle important qu'elles jouent dans la vie familiale. Les femmes investissent une bien plus grande part de leurs revenus dans l'éducation et la santé de leurs enfants que ne le font leurs maris : 90 %, contre 30 à 40 % pour les hommes. D'après la Banque mondiale, cette tendance pourrait permettre de briser les cycles intergénérationnels de la pauvreté.

« Une fois qu'elles ont acquis leur autonomie, les femmes peuvent prendre part aux décisions de la famille et de la communauté », déclare Sir El Khatim. « Cela contribue à réduire



De petites exploitations et des potagers équipés de systèmes d'irrigation au goutte-à-goutte contribuent à l'autonomisation des femmes au Soudan.

(Photo : N. Jawerth/AIEA)

la pauvreté et à rendre la planification plus efficace. Quand les femmes sont autonomes, c'est tout la communauté qui gagne en autonomie. »

Alors que le projet se poursuit, les femmes sont impatientes de continuer sur cet élan positif.

« Nous voulons aller plus loin », déclare Fatima Ismail. « Nous

souhaitons étendre la zone de culture et faire pousser des légumes en grand nombre et de types nouveaux. Nous voulons montrer à d'autres comment procéder. Il nous faut une autre citerne pour permettre à tous nos voisins et à toutes les femmes du village de participer. Nous aimerions que tout le monde ait l'occasion de s'impliquer. Nous sommes prêtes. »

EN SAVOIR PLUS

Humidimètres à neutrons et suivi de l'azote

Les scientifiques utilisent une sonde à neutrons pour mesurer les niveaux d'humidité dans le sol d'une exploitation expérimentale. La sonde émet des neutrons qui entrent en collision avec les atomes d'hydrogène de l'eau contenue dans le sol, ce qui les ralentit. Ce changement de vitesse des neutrons est détecté par la sonde qui transforme ces informations en indications sur le niveau d'humidité du sol. Plus le nombre d'atomes d'hydrogène est élevé, plus les neutrons sont ralentis. En déterminant le nombre de neutrons ralentis, on obtient des données sur le niveau d'humidité.

L'azote joue un rôle essentiel dans le sol et les engrais. Au contact des atomes qui constituent le sol, les engrais et l'eau, les atomes d'azote se transforment et sont assimilés par les plantes, libérés dans l'air ou absorbés par le sol. Pour déterminer l'efficacité avec laquelle les cultures réagissent aux engrais et les assimilent, les scientifiques marquent ces engrais à l'aide d'isotopes stables d'azote ^{15}N — des atomes ayant des neutrons en plus ou en moins — afin de pouvoir procéder à leur suivi. Les données recueillies sont mises à profit pour accroître le rendement des cultures et optimiser l'utilisation des engrais.



Gestion des ressources en eau : la Bolivie perce les secrets des aquifères grâce à la technologie nucléaire

Par Laura Gil



Dans certaines régions de Bolivie, l'eau des aquifères satisfait de nombreux besoins de la population.

[Photo : L. Potterton (AIEA)]

Plus de 2 000 ans : c'est l'âge de l'eau qui circule dans l'aquifère de Purapurani, dans le sous sol bolivien. Tel est l'un des secrets qu'ont permis de percevoir les atomes contenus dans cette eau. Bien qu'il alimente depuis des siècles les villes d'El Alto et de Viacha situées à proximité de la capitale, La Paz, on ne savait que peu de choses sur cet aquifère. Grâce à la technologie nucléaire, des scientifiques acquièrent des précisions essentielles sur l'âge, la qualité et la provenance de l'eau qu'il contient. Ces informations les aident à trouver des moyens de protéger cette ressource précieuse et d'en faire un usage rationnel.

« Grâce aux isotopes, nous sommes en train de percevoir les secrets de notre aquifère », s'enthousiasme Paola Mancilla Ortuño, hydrologue au Ministère de l'environnement et de l'eau. « Nous savons désormais que dans la partie septentrionale de l'aquifère, l'eau à faible profondeur est malheureusement contaminée. Nous avons aussi appris qu'une part de l'eau contenue dans sa partie orientale avait peut-être plus de 2 000 ans. Et nous savons également qu'une autre zone de l'aquifère est alimentée par les précipitations de la cordillère des Andes. »

S'étendant sur 300 km², l'aquifère de Purapurani est une ressource de première importance pour le développement de cette région, où vivent plus d'un million de personnes. « Les deux villes doivent leur développement économique à cet aquifère », explique M^{me} Mancilla Ortuño. La population, en plein essor, utilise son eau pour satisfaire des besoins quotidiens,

les entreprises y puisent largement pour se développer au rythme de la croissance urbaine et les agriculteurs s'en servent pour la culture et l'élevage.

L'AIEA a aidé la Bolivie à créer son premier laboratoire d'hydrologie isotopique, et depuis 2012, des experts de l'Agence apprennent à un groupe de scientifiques boliviens à se servir des techniques isotopiques pour évaluer les ressources en eau et déterminer leur origine, leur âge, leur vulnérabilité à la pollution, leur circulation et leurs interactions, en surface comme sous terre (voir l'encadré « En savoir plus » en page 23). « Les techniques isotopiques nous fournissent des informations utiles que d'autres méthodes ne nous permettaient pas d'obtenir. Elles nous donnent une vue plus globale de la situation », ajoute M^{me} Mancilla Ortuño.

Ces capacités apportent aux scientifiques la réponse à des questions auxquelles ils ne pouvaient pas répondre auparavant : quel est l'âge de l'eau et d'où provient-elle ? Est-elle encore de bonne qualité ? Quelle quantité en reste-t-il ? Les réponses à ces questions contribuent à faire avancer la recherche scientifique sur l'aquifère de Purapurani et entrent en jeu dans la définition des politiques de protection de l'eau et de gestion de cette ressource, compte tenu du potentiel et des limites de l'aquifère.

Thèmes et résultats des études

Les scientifiques boliviens cherchent à dater l'eau parce que cette information leur permet de déterminer approximativement combien de temps il faut à l'aquifère pour se reconstituer — des milliers d'années pour celui-ci — et les aide à estimer les limites de sa capacité d'approvisionnement. De même, ils contrôlent la présence de contaminants en vue de prévoir les menaces qui pourraient compromettre l'utilisation future de l'aquifère. Les études menées à Purapurani ont révélé que seule une zone limitée de l'aquifère était contaminée, probablement en raison du contact avec de l'eau de rivière.

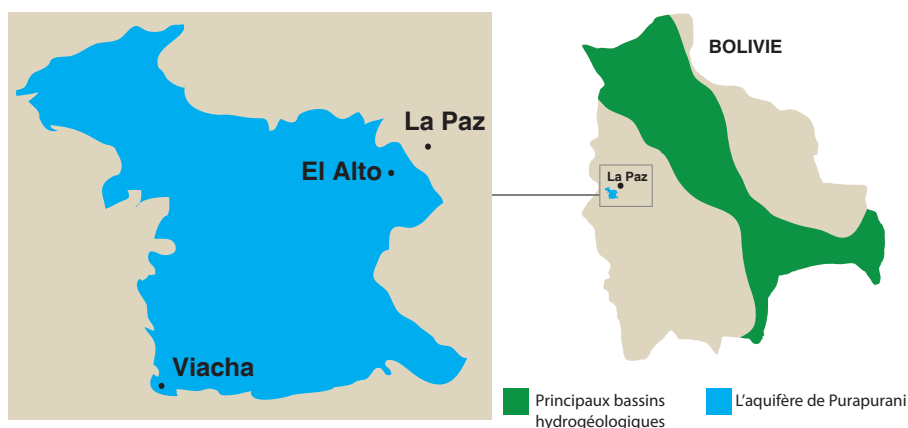
« Maintenant que nous connaissons la provenance de l'eau, il nous faut protéger les sources de l'aquifère afin de veiller à sa durabilité et à sa qualité », explique Rafael Cortéz, consultant pour le Ministère de l'environnement et de l'eau et conférencier à l'Université de San Andrés. La prochaine étape pour lui et son équipe de scientifiques consistera à élaborer des systèmes de recharge artificielle en vue de garantir un approvisionnement régulier en eau de pluie.

La rencontre de deux mondes

La collaboration avec l'AIEA a conféré un autre atout à la Bolivie : une équipe pluridisciplinaire de chimistes et d'hydrologues.

« Dans le cadre de ces projets, nous réunissons des experts de différentes disciplines, des hydrologues et des chimistes », explique Luis Araguás Araguás, spécialiste en hydrologie isotopique à la Division des sciences physiques et chimiques de

L'aquifère de Purapurani



Si les basses terres humides de Bolivie (couvertes par la jungle) abritent de grands bassins hydrogéologiques, des villes peuplées comme La Paz, El Alto et Viacha se situent dans les hauteurs, où l'eau est rare. Ces trois villes sont abreuvées par l'aquifère de Purapurani, qui s'étend sur 300 km².

l'AIEA. « Un hydrologue n'étudie généralement pas les isotopes et un chimiste n'étudie habituellement pas les ressources en eau. Nos projets leur donnent une occasion de se rencontrer et d'échanger leurs connaissances. »

L'équipe s'emploie maintenant à mettre en application des techniques isotopiques dans les aquifères de la ville d'Oruro, en vue de mener ensuite des études analogues dans d'autres villes de Bolivie. La Bolivie possède pour l'essentiel cinq grands aquifères urbains, mais seuls trois ont fait l'objet d'études jusqu'à présent. Les récentes recherches hydrologiques appuyées par l'AIEA suscitent un intérêt croissant dans des conférences nationales, et des universités ont désormais ajouté l'hydrologie isotopique à leurs programmes.

EN SAVOIR PLUS

Hydrologie isotopique

Les molécules d'eau possèdent une « empreinte » unique déterminée par leur teneur en isotopes, des éléments chimiques constitués d'atomes possédant le même nombre de protons, mais un nombre de neutrons différent. Les isotopes peuvent être naturels ou artificiels. Les radio-isotopes sont instables et émettent constamment une énergie, appelée radioactivité, à mesure qu'ils décroissent, jusqu'à retrouver leur stabilité. Les scientifiques peuvent mesurer le temps que mettent la moitié des radio-isotopes à décroître. Cette durée est appelée la période. Une fois qu'ils connaissent la période d'un radio isotope et la teneur en isotopes de l'eau ou d'autres substances, les scientifiques peuvent dater l'eau qui contient ces radio-isotopes.

Les isotopes stables ne se désintègrent pas ; ils restent identiques tout au long de leur présence dans l'eau. Les scientifiques comparent les teneurs en isotopes de l'eau de surface et des eaux souterraines afin de déterminer divers facteurs et processus, tels que la provenance de l'eau et son historique, les conditions pluviométriques passées et actuelles, la réalimentation des aquifères, les mélanges et les interactions des masses d'eau, les processus d'évaporation, les ressources géothermales et les processus de pollution.



Les partenariats et l'atome au service de la paix et du développement

Par Nicole Jawerth



[Photo : N. Jawerth (AIEA)]

Réaliser les objectifs de développement durable (ODD) n'est pas une tâche qu'on peut mener à bien de façon isolée : les 17 objectifs et leurs cibles relèvent d'une approche globale du développement mondial, qui nécessite une étroite coordination. C'est ce dont il est question dans l'objectif 17 sur les partenariats. L'AIEA et ses partenaires tiennent une place importante dans ce programme mondial car ils aident les pays à utiliser la science nucléaire pour atteindre leurs cibles de développement avec un impact durable.

« Les ODD représentent un projet de grande envergure, et nul pays, organisation ou individu ne pourra les atteindre seul ; les partenariats sont vitaux pour réussir », déclare Emma Webb, Chef de la Section de la stratégie et des partenariats de l'AIEA. « L'AIEA contribue activement à renforcer et entretenir la coopération mondiale pour la réalisation de ces objectifs. »

Dans la mise en œuvre de leurs stratégies et plans de développement nationaux, les pays sont nombreux à demander à l'AIEA et à ses partenaires de les aider à mettre la science et la technologie nucléaires au service de leurs objectifs. Des partenariats établis de longue date par l'AIEA, comme celui qu'elle a noué avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) ou sa coopération avec l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), permettent à des organisations internationales de mettre à contribution les compétences et les ressources dont elles disposent dans leurs domaines d'activité respectifs pour œuvrer au développement dans le monde entier. Plus de 90 pays ont déjà mis en place, avec l'AIEA, des programmes-cadres nationaux définissant des domaines de coopération qui correspondent à leurs priorités nationales de développement.

En collaboration avec ses partenaires, l'AIEA aide les pays à renforcer leurs capacités, à étendre leurs réseaux et à mettre en commun leurs connaissances dans le cadre de projets de coopération technique et d'activités de recherche coordonnée. Cette aide consiste notamment en des formations, des bourses, un apport de matériel et des conseils spécialisés. Tout cela permet aux professionnels de renforcer leurs connaissances, d'aiguiser leurs compétences et d'obtenir les outils dont ils ont besoin pour atteindre des résultats durables, par exemple une amélioration des soins de santé au moyen de la médecine radiologique (voir page 6) ou la pérennisation de l'approvisionnement en énergie grâce à l'introduction sûre et sécurisée de l'électronucléaire dans le bouquet énergétique national (voir page 15).

Science, technologie et innovation sont les ingrédients essentiels d'un progrès durable. La coopération favorise la mise en commun des connaissances, le transfert des technologies et la prise de décisions fondées sur des données concrètes.

Répondant aux cibles de l'objectif 17, les projets internationaux et régionaux de l'AIEA offrent aux pays en développement et développés une structure qui leur permet d'unir leurs efforts, de développer leurs savoir-faire scientifiques ou d'en acquérir de nouveaux, et de faire progresser l'innovation technologique consacrée au développement. Ils permettent également aux spécialistes de travailler en collaboration en vue d'étudier et de résoudre des problématiques, telles que l'atténuation des changements climatiques engendrés par les émissions de gaz à effet de serre dues à l'agriculture (voir page 26), et d'améliorer leurs compétences ou d'en acquérir de nouvelles, comme la planification 3D de la radiothérapie pour le traitement du cancer (voir page 8).

Dans le cadre de ces travaux scientifiques, les chercheurs peuvent recueillir les informations factuelles dont les responsables ont besoin pour élaborer des politiques et des programmes (voir encadré). Du fait de l'importance accordée aux données et au suivi dans l'objectif 17, l'AIEA et ses partenaires disposent d'une plus grande latitude pour appuyer la planification et la programmation d'un développement orienté sur les résultats.

« Les utilisations pacifiques de la science et de la technologie nucléaires ont un rôle particulier à jouer pour ce qui est de tenir compte des priorités nationales des pays et de favoriser le développement durable », estime M^{me} Webb. « C'est en partie grâce à ces partenariats entre l'AIEA, les États et d'autres entités que la science et la technologie pourront contribuer au soutien apporté aux populations, et aider le monde à tenir l'engagement ambitieux qu'il a pris avec les ODD et à progresser dans les cinq domaines énoncés en préambule du Programme 2030 : l'humanité, la planète, la prospérité, les partenariats et la paix. »



[Photo : B. Benzinger (AIEA)]



[Photo : S. Loof (AIEA)]



[Photo : D. Calma (AIEA)]

La précision au cœur du progrès

À chaque étape de la réalisation des ODD, les scientifiques et les responsables doivent pouvoir suivre et comprendre leurs progrès, afin de recentrer et d'intensifier leur action. Dans de nombreux cas, la science et la technologie nucléaires apportent des outils précis et efficaces qui permettent de mesurer ces progrès et de recueillir des données utiles pour la définition des politiques. Certains pays, comme la Thaïlande (voir page 13), se servent de techniques nucléaires pour évaluer l'impact des programmes de nutrition sur la santé, et d'autres, tels que la Bolivie (voir page 22), mettent à profit ces outils pour déterminer l'étendue de leurs ressources en eau, en vue de s'assurer un approvisionnement durable en eau propre pour l'avenir. Les responsables politiques peuvent s'appuyer sur ces données pour prendre des décisions qui se traduiront ensuite par des politiques et des programmes nationaux destinés à aider le pays à mettre ses plans à exécution et à atteindre ses cibles et objectifs.

L'utilisation de données scientifiques précises dans le cadre de partenariats favorise l'élaboration et la mise en œuvre de technologies rationnelles sur le plan environnemental. Dans certains pays, comme le Soudan (voir page 19), des organisations locales se sont associées à des scientifiques appuyés par l'AIEA pour développer l'utilisation de systèmes d'irrigation optimisés grâce à des données nucléaires, qui préservent les ressources tout en assurant de bons rendements. De même, des partenariats public-privé établis dans des pays comme l'Afrique du Sud (voir page 10) contribuent à répandre l'utilisation d'une méthode nucléaire de lutte contre les insectes ravageurs par le contrôle des naissances, en vue de préserver les cultures, d'améliorer les conditions de vie de la population et de protéger et accroître les exportations.

De tels liens entre des organisations du secteur public, du secteur privé et de la société civile représentent un aspect important des moyens déployés par l'AIEA pour entretenir la coopération dans divers domaines et promouvoir les applications pratiques de la science et de la technologie nucléaires.



Des spécialistes de l'étude des sols unissent leurs efforts afin de trouver des moyens de réduire les émissions de gaz à effet de serre

Par Nicole Jawerth

Il a été démontré qu'une utilisation équilibrée des engrais, de l'eau et des sols en agriculture permettait de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES), qui sont une cause du changement et du réchauffement climatiques. Mais pour trouver le meilleur équilibre, il est nécessaire de bien comprendre les différentes caractéristiques du sol et de l'environnement et les diverses pratiques agricoles qui influent sur ces facteurs. Afin de définir des méthodes permettant de parvenir à cet équilibre, les scientifiques font de plus en plus souvent appel aux techniques isotopiques et ils définissent des orientations fondées sur des données scientifiques en vue de favoriser la réduction et l'atténuation des émissions de GES.

« Au Brésil, l'agriculture et l'élevage utilisent déjà des processus de production qui contribuent à atténuer les émissions de GES et n'ont qu'un impact minime sur l'environnement, mais nous avons besoin de mieux comprendre les incidences de ces processus sur l'agriculture et la réduction des émissions », explique Segundo Urquiaga, l'un des chercheurs de l'Entreprise brésilienne de recherche agropastorale, qui a participé à un projet en cours sur l'atténuation des émissions de GES organisé avec le soutien de l'AIEA et mené en partenariat avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). « C'est à ce niveau que notre collaboration avec l'AIEA nous est utile. »

Le Brésil étudie avec l'AIEA depuis plus de 30 ans l'impact de l'agriculture sur l'environnement, celle-ci étant à l'origine de plus de 35 % des émissions de GES du pays. Il a ainsi réussi à réduire ses émissions de GES d'environ 20 %.



Participants sur le site expérimental d'enrichissement en dioxyde de carbone en atmosphère libre de l'Université Justus Liebig de Giessen (Allemagne).

[Photo : M. Zaman (AIEA)]

L'AIEA et la FAO offrent à des scientifiques du monde entier une structure qui leur permet de travailler ensemble à la mise en application des techniques isotopiques et connexes pour l'étude, dans différentes conditions climatiques, des processus naturels qui sont à l'œuvre dans le sol, les végétaux et les engrais. Il s'agit, à terme, d'optimiser les pratiques agricoles de manière à préserver les ressources tout en réduisant les émissions de GES.

Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, l'agriculture est à l'origine de plus d'un cinquième des émissions mondiales de GES imputables à des activités humaines. Les gaz à effet de serre, notamment le dioxyde de carbone (CO_2), l'oxyde nitreux (N_2O) et le méthane (CH_4), piègent la chaleur dans l'atmosphère terrestre en absorbant le rayonnement thermique de la Terre, ce qui fait augmenter la température sur la planète. Si l'effet de serre est un processus naturel qui rend possible la vie sur Terre et régule la température dans l'atmosphère, les quantités excessives de GES émises ont donné lieu à un réchauffement climatique.

La communauté internationale cherche, à travers des accords comme la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, à limiter les émissions de GES et à atténuer leur impact.

Apprendre les uns des autres

Grâce à ces études mondiales, les scientifiques espèrent pouvoir affiner les méthodes d'atténuation des GES et mieux comprendre le fonctionnement de ces processus. Certains pays, comme le Brésil, sont plus avancés dans leurs recherches, et leur expérience est d'une grande aide pour ceux qui débutent. Par ailleurs, les conditions environnementales et l'expérience propres à chaque pays permettent même à ceux qui sont le plus en avance de tirer des enseignements de cette collaboration.

« Nos échanges avec des scientifiques qui en sont à différents stades de la recherche nous permettent d'élargir nos connaissances et de constituer un réseau efficace. Toutes ces perspectives différentes nous aident, tous ensemble, à faire progresser plus vite ce processus de recherche, qui pourrait sans cela durer des années », ajoute María Adriana Nario Mouat, chercheuse à la Commission chilienne de l'énergie nucléaire.

La réduction des émissions de GES (voir l'encadré « En savoir plus ») dues à l'agriculture est l'un des aspects centraux de la lutte contre le changement climatique, mais il convient de mettre en œuvre ce processus de façon équilibrée, de sorte que

les agriculteurs puissent continuer à produire suffisamment de nourriture et à subvenir à leurs besoins, explique Christopher Müller, expert en sol et en végétaux à l'Université Justus Liebig de Giessen (Allemagne). « Le fonctionnement de ces processus naturels peut être influencé par de nombreux facteurs, et ils changent d'un écosystème à un autre. En comprenant mieux comment ils opèrent, nous pourrions contribuer à faire évoluer les pratiques agricoles de manière à améliorer la situation dans le monde, tout en préservant les ressources que recèle le sol. »

À mesure que les données scientifiques sont recueillies, elles peuvent être intégrées aux méthodes nationales d'atténuation des GES, explique M^{me} Nario Mouat : « Les responsables politiques ont besoin de ces informations pour prendre des décisions sur les moyens de limiter ces émissions de gaz dans leur pays, ainsi que pour amener les agriculteurs à adopter ces méthodes. Les travaux que nous menons aujourd'hui s'inscrivent dans ce processus. »

Un travail en profondeur

Les techniques isotopiques aident les scientifiques à connaître plus en détail les processus naturels qui sont à l'œuvre dans le sol, les végétaux et les engrais. Ces techniques font appel aux isotopes, qui sont des atomes d'un même élément possédant un nombre de protons identique mais un nombre différent de neutrons. L'azote 15 est un isotope stable de l'azote, et le carbone 13 est un isotope du carbone. Les deux sont présents à l'état naturel dans le sol, les engrais, l'eau et les végétaux. Il est possible de les utiliser pour mesurer et suivre la formation, l'émission et l'absorption de gaz tels que le CO₂ et le N₂O, ainsi que pour déterminer à quels moments ces processus interviennent.

« Les techniques isotopiques, qui sont extrêmement précises, aident les scientifiques à mieux comprendre ce qui se passe à chacune des étapes du processus, ce que ne permettent



Étude d'enrichissement en dioxyde de carbone menée en atmosphère libre dans une prairie permanente à l'Université Justus Liebig de Giessen (Allemagne).

[Photo : M. Zaman (AIEA)]

pas les techniques classiques », explique Mohammad Zaman, pédologue à la Division mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture. « Elles nous permettent également de proposer aux agriculteurs des moyens durables de cultiver leurs terres, d'économiser de l'eau et de réduire le recours à de coûteux engrais tout en préservant les précieuses ressources de la planète. »

Quelques chiffres

Les pertes économiques dues à l'oxyde nitreux provenant des engrais chimiques sont estimées à environ 469 millions de dollars par an.

EN SAVOIR PLUS

Gestion des émissions de gaz à effet de serre

Le sol est constitué d'un mélange de minéraux, de matières organiques, de gaz et d'eau. Le carbone tient une place essentielle dans la structure du sol et il est un ingrédient indispensable à sa santé, mais à l'état gazeux, il représente une part importante des émissions de GES. Les végétaux captent le carbone présent dans l'air sous forme de CO₂ et le transforment en matière organique, le transférant ainsi dans le sol, dont il favorise la productivité et la résistance à des conditions climatiques rigoureuses. L'une des méthodes employées pour atténuer la concentration de GES dans l'atmosphère consiste à créer les conditions dans lesquelles les végétaux, le sol et les engrais favorisent ce processus. C'est ce qu'on appelle le piégeage du carbone.

L'azote est un élément qui est présent partout dans le sol et, à l'état gazeux (sous forme de N₂O), dans l'atmosphère. Le N₂O possède un potentiel de réchauffement climatique pratiquement 300 fois supérieur à celui du CO₂. Ce gaz peut avoir de nombreuses origines, mais dans le sol il est produit naturellement quand des micro-organismes et des bactéries transforment l'azote de l'ammonium — l'un des composants dont sont constitués les engrais et le fumier — en nitrates, ces derniers étant facilement assimilables par les végétaux. Les processus de transformation qui donnent lieu à la création d'ammonium et de nitrate sont appelés nitrification et dénitrification. En optimisant de façon avisée l'utilisation de certains engrais et fumiers dans l'agriculture, il est possible de limiter les émissions de N₂O tout en permettant aux cultures de prospérer.

Un nouveau manuel de l'AIEA aide les médecins à tenir compte de la dimension sociale des accidents nucléaires ou radiologiques

[Photo : D. Calma (AIEA)]



« Par le passé, les professionnels de santé prêtaient surtout attention aux symptômes. Le patient était porteur de symptômes, face auxquels le médecin faisait entrer en jeu l'observation, un raisonnement médical et des techniques. Par conséquent, le médecin ne s'intéressait guère qu'au corps biologique. Même investi d'une mission de santé publique, il n'était pas censé tenir compte des facteurs socioculturels, même si ceux-ci avaient une influence évidente sur la santé.

L'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi le 11 mars 2011 a remis en cause cet état de fait. »

C'est ainsi que débute la préface d'un nouveau manuel à l'usage du personnel médical, établi au lendemain de l'accident de Fukushima Daiichi sous la coordination de l'AIEA et présenté lors d'une conférence organisée à Singapour, en juin 2016, à l'intention des professionnels de santé. Son objectif : mieux préparer le corps médical à faire face à l'imprévu, notamment aux conséquences psychologiques des catastrophes.

« Si nous pouvons aider le personnel médical à communiquer efficacement avec les populations touchées, leur état de santé s'améliorera », affirme May Abdel-Wahab, Directrice de la Division de la santé humaine à l'AIEA. « Un outil tel que ce manuel donne au personnel médical des informations pour lui permettre d'aider les patients à mieux contrôler leur vie et à prendre des décisions en connaissance de cause. »

Plus d'une centaine de professionnels de santé venus de neuf pays ont participé à la troisième réunion technique, organisée conjointement par l'AIEA et l'Université nationale de Singapour, sur les perspectives scientifiques, technologiques et sociales offertes, du point de vue de l'Asie, par la science nucléaire, les rayonnements et la santé humaine.

Cette réunion est venue conclure une série de projets organisés par l'AIEA pour aider les professionnels de santé, physiciens et autres spécialistes d'Asie et d'ailleurs à mieux communiquer sur les risques que présentent les rayonnements pour la santé dans une situation d'urgence nucléaire ou radiologique. Cette initiative était motivée au premier chef par la nécessité de communiquer clairement et concrètement sur les effets sanitaires que peuvent avoir les rayonnements pendant et après une telle situation d'urgence.

La dimension médicale et la dimension sociale

Il est essentiel de tenir compte de la dimension sociale d'une catastrophe pour trouver une solution, explique Koichi Tanigawa, vice-président de l'Université de médecine de Fukushima, qui a participé à l'élaboration du manuel. « L'accident de Fukushima nous a appris que ce dont on a besoin lors de l'intervention médicale suite à un accident nucléaire, c'est bien plus que des compétences médicales ordinaires. »

L'angoisse liée aux risques radiologiques peut être exacerbée par le manque

de connaissances scientifiques, et le corps médical doit être en mesure d'y faire face. « Les spécialistes des rayonnements ont cru qu'ils pourraient convaincre les populations » quant à l'intensité de rayonnement et au risque radiologique découlant de l'accident de Fukushima Daiichi, commente Atsushi Kumagai, maître de conférences au centre pédagogique de médecine des catastrophes de l'Université de médecine de Fukushima. « En réalité, les gens se sont fiés à leur intuition. »

Il faut que les professionnels de santé comprennent mieux la relation qui unit les patients et la société. D'après le manuel, cela est particulièrement utile en cas de catastrophe, car les considérations sociales sont de plus en plus importantes pour établir et entretenir une relation entre les professionnels de santé et les citoyens.

« En 2011, ce qui posait le plus problème était le manque d'information du public sur les rayonnements et le manque de coordination des organismes d'intervention », explique Koichi Tanigawa, qui a dirigé une équipe médicale spécialisée dans les situations d'urgence nucléaire ou radiologique envoyée à Fukushima au lendemain de la catastrophe. « Un projet tenant compte de la triple dimension scientifique, technologique et sociale pourrait définir les rôles de chacun des professionnels qui interviennent dans ces situations difficiles. »

Il est ardu pour les médecins et les cadres de santé de communiquer sur les risques, confie Koichi Tanigawa. « Les professionnels de santé doivent apprendre à communiquer avec les habitants qui ont des perceptions différentes de la radioactivité, leur donner des informations scientifiques et les aider à mieux comprendre les risques qui pèsent sur leur santé, afin qu'ils modifient leur mode de vie en conséquence. »

Le manuel présente un aperçu des événements radiologiques qui ont marqué l'histoire et des circonstances des rejets de matières radioactives survenus au Japon. Il traite de la perception des risques et donne des conseils sur les moyens de traiter au mieux les

symptômes psychosomatiques. Il aborde également les thèmes de la préparation et de l'adaptation aux catastrophes, et de l'information sur les risques, et présente des considérations juridiques et éthiques.

Bien que ce manuel ait été établi dans un contexte particulier - le Japon au lendemain de l'accident de Fukushima Daiichi - tous les professionnels de santé du monde peuvent le trouver utile,

affirme Koichi Tanigawa. « Il faudrait incorporer ces résultats aux programmes d'enseignement médical du Japon, mais aussi d'autres pays, afin de mieux se préparer à des événements imprévus, tels qu'un accident nucléaire ou chimique majeur ou une épidémie de maladie infectieuse. »

Le manuel peut aussi être utile à une audience plus large, telle que les

journalistes et le grand public, note May Abdel-Wahab. « Il n'y a pas que les médecins qui soient capables d'aider une population à surmonter une catastrophe. »

— Par Miklos Gaspar

Dix-sept moyens de changer le monde : aux Journées européennes du développement, l'AIEA défend le rôle des technologies nucléaires dans le développement durable



À l'édition 2016 des Journées européennes du développement, qui s'est tenue à Bruxelles (Belgique), l'AIEA tenait un stand sur les sciences nucléaires et leurs applications aux fins du développement durable. Elle y montrait comment les techniques nucléaires peuvent aider les pays à relever des défis planétaires.

[Photo : B. Benzinger (AIEA)]

Qu'ont en commun l'insécurité de l'approvisionnement en nourriture et en eau, les difficultés d'accès aux soins de santé, les changements climatiques et la dégradation des terres ? Les techniques nucléaires peuvent contribuer à régler toutes ces questions prioritaires, sur lesquelles doit porter l'action internationale dans le cadre du Programme de développement durable à l'horizon 2030. La relation entre défis planétaires, développement durable et technologies nucléaires était le thème de la table ronde organisée par l'AIEA lors des Journées européennes du développement (JED) de 2016 – une première pour l'AIEA.

Dans le cadre de sa participation à cette dixième édition des JED, une des premières grandes conférences à s'intéresser à la mise en œuvre du Programme de développement durable à l'horizon 2030, l'AIEA a également monté une exposition destinée à expliquer l'utilisation des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture et ses retombées pour le développement (voir l'encadré en page 30).

Des décisions prises en connaissance de cause

« Si nous voulons préserver la biodiversité mondiale et éviter de nouvelles pertes,

nous devons comprendre la dynamique des systèmes environnementaux, jusqu'au niveau de l'atome, et leur interaction », a expliqué Martin Nesirky, Directeur du Service d'information des Nations Unies à Vienne et modérateur du débat public d'experts (« Interactive Lab Debate »).

Mohammed Yassin, Chef du Centre de recherche forestière du Haut-commissariat marocain aux eaux et forêts et à la lutte contre la désertification, a parlé du rôle des techniques isotopiques dans la lutte contre les conséquences des changements climatiques, en particulier de la sécheresse, responsable de pertes de rendement pouvant atteindre 75 % pour les cultures céréalières. « Grâce aux techniques isotopiques, nous pouvons évaluer précisément l'érosion du sol et l'efficacité des pratiques de conservation des sols, afin d'adresser des recommandations concrètes aux décideurs », a-t-il déclaré. « Ces techniques ont permis de vraiment changer les choses pour les populations dont la terre assure la subsistance. »

Pour Andreas Richter, Directeur de l'Austrian Polar Research Institute de l'Université de Vienne, les scientifiques ont un rôle important à jouer dans la réalisation des 17 objectifs de développement durable (ODD), en particulier en renforçant le rôle des données afin de mieux faire comprendre les changements climatiques et de promouvoir des solutions efficaces. « Une des principales missions des scientifiques est de fournir des données concrètes, recueillies en toute indépendance, pour permettre aux politiques, et aux sociétés dans leur ensemble, de prendre des décisions en connaissance de cause

Projets mis en vedette

Au même titre qu'elle a contribué au débat public d'experts, l'AIEA a participé au Global Village des JED, où elle a présenté trois projets menés dans le cadre de son programme de coopération technique et du Programme mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture. Ces projets portaient sur la lutte contre l'érosion des sols au Viet Nam, l'appui apporté au Chili dans le contrôle de la sécurité sanitaire des aliments et la lutte contre l'épidémie de Zika, dans les pays d'Amérique latine et des Caraïbes, au moyen de la technique de l'insecte stérile.

Sur le stand de l'AIEA, les visiteurs ont pu examiner des pupes, des larves et des adultes de différents types d'insectes ravageurs dont la population peut être réduite à l'aide de la technique de l'insecte stérile. Ils ont aussi pu découvrir en quoi consistait le prélèvement d'échantillons de terre et comment un spécialiste pouvait analyser, à l'aide d'un capteur moléculaire de poche, la teneur en protéines et en graisse de différents produits.

afin d'atteindre leurs objectifs de développement. »

David Osborn, Directeur des Laboratoires de l'environnement de l'AIEA, a parlé du rôle joué par les techniques isotopiques dans la compréhension et la gestion durable des systèmes environnementaux. « Si nous voulons être sûrs que nous utilisons les ressources naturelles, comme la terre, la nourriture et l'eau, de façon vraiment viable, nous devons faire en sorte de mieux comprendre comment fonctionne le milieu naturel et quelle influence nous avons sur lui », a-t-il déclaré. « La science nucléaire est une science précise qui permet d'améliorer la gestion de l'environnement. » David Osborn a également souligné que l'AIEA utilisait des outils nucléaires et isotopiques pour prévenir les conséquences, qui pourraient être très variées, de changements infimes survenant dans notre environnement, et pour nous permettre de nous y adapter et de mieux les comprendre.

Ana Raffo-Caiado, Directrice de la Division du soutien et de la coordination

du programme du Département de la coopération technique de l'AIEA, a expliqué que l'AIEA aidait les États Membres à utiliser des techniques nucléaires afin de leur permettre d'atteindre les ODD ou de suivre les progrès qu'ils accomplissaient dans ce sens. « Les États Membres ont demandé à l'Organisation des Nations Unies et à la communauté internationale de favoriser la production de statistiques et de données afin qu'il soit possible de mieux suivre et mesurer les résultats », a-t-elle déclaré. « Les techniques nucléaires permettent de recueillir rapidement des données précises, qui peuvent aider les responsables politiques à prendre des décisions et se traduire par des changements rapides sur le terrain. Toutefois, il est évident que nous n'y arriverons pas seuls. Nous devons travailler en partenariat avec d'autres pour proposer des solutions en matière de développement durable qui répondent aux besoins des États Membres.

— Par Omar Yusuf



L'équipe de l'AIEA aux Journées européennes du développement de 2016 à Bruxelles (Belgique), les 15 et 16 juin 2016.

[Photo : B. Benzinger (AIEA)]

Le Botswana se prépare à l'extraction de l'uranium et institue le contrôle radiologique de l'environnement



Un spectromètre gamma, don de l'AIEA, est utilisé pour mesurer les rayonnements naturels au Botswana.

[Photo : M. Gaspar (AIEA)]

Qu'ont en commun la bouse d'éléphant et les résidus de l'extraction d'or ? Ces deux éléments constituent d'excellents échantillons pour déterminer le niveau de la radioactivité naturelle au Botswana. En effet, avant de demander l'autorisation d'exploiter sa toute première mine d'uranium, le pays doit définir l'intensité de référence du rayonnement de fond.

« Nous devons être capables de contrôler le moindre rayonnement susceptible d'avoir été émis dans l'environnement du fait de l'extraction d'uranium, mais, pour ce faire, nous devons d'abord déterminer l'intensité des rayonnements naturels », explique Richard Shamukuni, responsable en chef de la radioprotection au Service national d'inspection pour la radioprotection.

En effet, l'homme est exposé à des rayonnements naturels provenant du soleil, des rayons cosmiques et de matières radioactives naturelles présentes dans le sol. Il est donc important de réglementer les secteurs industriels qui travaillent avec des matières qui émettent naturellement des rayonnements afin de protéger la population contre leurs effets, souligne Richard Shamukuni.

C'est là qu'intervient la bouse d'éléphant. Les éléphants se nourrissent de centaines de variétés de plantes différentes, dont la radioactivité naturelle se retrouve dans leurs excréments. « En utilisant des échantillons de bouse », explique Richard Shamukuni, « nous nous dispensons d'analyser une à une les différentes variétés de plantes ». Les résidus de l'extraction d'or sont également analysés car l'or contient souvent, à l'état naturel, de l'uranium en faible quantité.

Assistance de l'AIEA

Jusqu'en 2014, le Botswana ne possédait pas le matériel et le savoir-faire nécessaires pour mesurer la radioactivité de l'environnement. Depuis, avec l'aide de l'AIEA, le Service national d'inspection pour la radioprotection a créé un laboratoire destiné au contrôle radiologique de l'environnement, équipé de systèmes de spectrométrie gamma et alpha ainsi que d'autres équipements et instruments nécessaires au contrôle radiologique. La plupart des sources radioactives émettent des rayons gamma et des particules alpha, qui ont des niveaux d'énergie et des intensités variés.

Les spectromètres correspondants peuvent être utilisés pour détecter et mesurer ces deux types de rayonnements.

Dernièrement, dans le cadre de son programme de coopération technique, l'AIEA a octroyé une bourse à un spécialiste de la chimie nucléaire et à un spécialiste de la radioécologie venus du Botswana. En travaillant aux côtés de scientifiques chevronnés, au Portugal et en Afrique du Sud, ils ont appris à faire fonctionner les équipements et à gérer les expériences de contrôle radiologique de l'environnement.

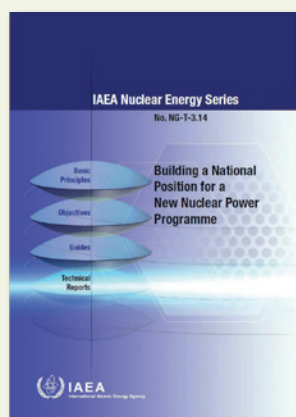
Actuellement, le nouveau laboratoire de contrôle radiologique de l'environnement du Botswana analyse environ cinq échantillons par semaine. La plupart ont une intensité de rayonnement qui correspond au rayonnement de fond. Toutefois, quelques échantillons prélevés dans le District central du pays, près de l'emplacement prévu pour la mine d'uranium, ont révélé une intensité de rayonnement légèrement supérieure. « Il faudra faire davantage d'études avant de pouvoir mettre la mine en service », constate Richard Shamukuni.

Dernièrement, l'État a approuvé l'évaluation de l'impact environnemental de la mine d'uranium qu'il est prévu d'ouvrir près du village de Serule, à quelque 350 kilomètres au nord de la capitale, Gaborone. Le projet prévoit également la mise en place d'un contrôle radiologique régulier du sol, des eaux souterraines et de l'air.

« Le Botswana est en train de mettre en place dans la région un centre d'excellence pour la mesure de la radioactivité de l'environnement », résume Martina Rozmaric, une radiochimiste de l'AIEA qui participe au projet du Botswana. « C'est extrêmement important pour un pays qui prévoit de se lancer dans l'extraction de l'uranium dans un ou deux ans. »

— Par Miklos Gaspar

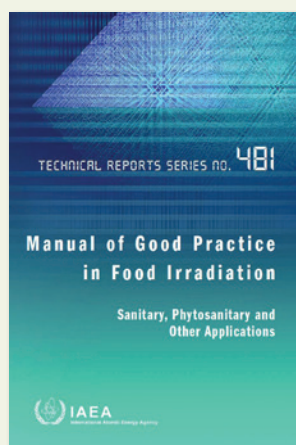
Nouvelles publications



Building a National Position for a New Nuclear Power Programme

Cette publication donne des orientations aux pays qui cherchent à définir une position nationale sur l'adoption ou le rétablissement d'un programme électronucléaire. Elle aide les responsables politiques, experts en énergie et autres parties prenantes des pays qui élaborent des politiques énergétiques à définir cette position nationale. Celle-ci doit être cohérente, s'inscrire dans la durée et reposer sur une planification énergétique sérieuse et une participation accrue du public, le but étant d'assurer un engagement à long terme du pays, indépendamment des changements politiques qui peuvent y survenir.

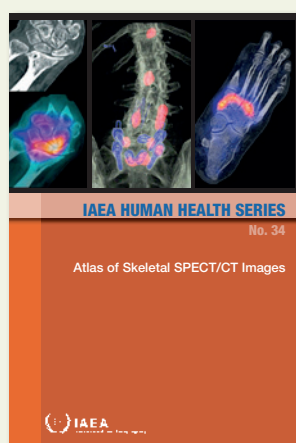
IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.14; ISBN: 92-0-102216-5; 20 euros ; 2016
www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10954/Building (en anglais)



Manual of Good Practice in Food Irradiation

Cette publication vise à aider les exploitants d'installations d'irradiation à apprécier et améliorer leurs pratiques et donne des informations techniques, détaillées mais claires, aux autorités de réglementation, aux producteurs et aux acteurs commerciaux, entre autres, qui ont aussi besoin de comprendre en quoi consistent de bonnes pratiques dans le domaine de l'irradiation des aliments. 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.

Technical Reports Series No. 481; ISBN: 978-92-0-105215-5; 48 euros ; 2015
www-pub.iaea.org/books/iaeaabooks/10801/Manual (en anglais)



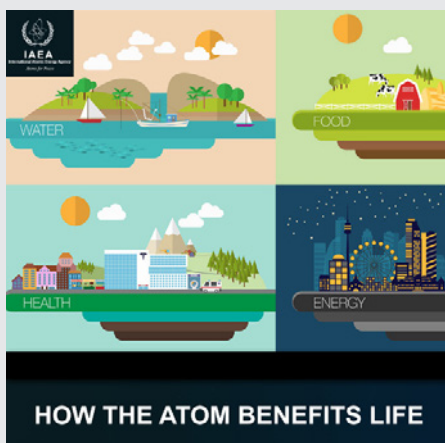
Atlas of Skeletal SPECT/CT Images

Cette publication s'intéresse plus particulièrement à 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.

IAEA Human Health Series No. 34; ISBN: 978-92-0-103416-8; 75 euros ; 2016
www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10936/Atlas-of-Skeletal-SPECT-CT-Clinical-Images (en anglais)

Pour plus d'informations, ou pour commander une publication, veuillez écrire à l'adresse suivante :
sales.publications@iaea.org.

FILMS DE L'AIEA



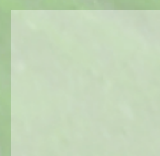
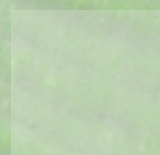
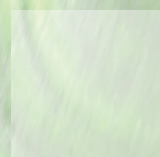
Pour visionner les films de l'AIEA : www.youtube.com/iaeavideo

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

Soixante ans

de contribution
au développement

30 mai-1^{er} juin 2017
Vienne (Autriche)



60 ans

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



#Atoms4Dev2017
CN-257