



IAEA BULLETIN

Agence internationale de l'énergie atomique

55 – 2 – Juin 2014 • www.iaea.org/bulletin



Laboratoires des sciences et des applications nucléaires de l'AIEA à Seibersdorf : comment leur permettre de relever les défis du 21^e siècle





Laboratoires des sciences et des applications nucléaires de l'AIEA à Seibersdorf : comment leur permettre de relever les défis du 21^e siècle



Le Bulletin de l'AIEA

est produit par le

Bureau de l'information et de la communication

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

Rédacteur : Aabha Dixit

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 en 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.

Photo de couverture :

AIEA

[Découvrez cette édition sur iPad](#)



TABLE DES MATIÈRES

IAEA Bulletin 55-2-Juin 2014

Ce que les laboratoires de l'AIEA apportent au monde par Yukiya Amano	2
Laboratoires de l'AIEA à Seibersdorf : avant et maintenant Département des sciences et des applications nucléaires de l'AIEA	4
ReNuAL : Rénovation des laboratoires des applications nucléaires à Seibersdorf par Ruzanna Harman	6
Contribuer à la sécurité alimentaire dans le contexte du changement climatique Département des sciences et des applications nucléaires de l'AIEA	7
Division mixte FAO/AIEA : 50 années de partenariat, 50 années de succès par Aabha Dixit	9
Des mesures précises pour lutter contre l'épidémie mondiale de cancer Département des sciences et des applications nucléaires de l'AIEA	10
Renforcer les capacités de laboratoire des États Membres et en tirer parti Département des sciences et des applications nucléaires de l'AIEA	12
Comment les laboratoires des applications nucléaires aident à renforcer les interventions d'urgence Département des sciences et des applications nucléaires de l'AIEA	14
Les applications des accélérateurs au service de la science et de la technologie nucléaires par Ralf Bernd Kaiser	15
Mise au point d'« Eldo Ngano 1 » : première variété mutante de blé au monde à résister à l'Ug99 par Brian P. Forster	18
Les laboratoires de Seibersdorf vus par des scientifiques en visite par Norbertin M. Ralambomanana, Motlatsi James Ntho, Tahani Bashir Abd Elkareim et Fatimata Ndiaye	20
La FAO et l'AIEA font un progrès décisif en décryptant le génome de la mouche tsé-tsé par Aabha Dixit	23

CE QUE LES LABORATOIRES DE L'AIEA APPORTENT AU MONDE

J'accorde une grande importance aux travaux de l'AIEA visant à mettre la technologie nucléaire à la disposition des pays en développement à des fins pacifiques. Grâce à notre programme de coopération technique, nous aidons les pays à améliorer la santé, le bien-être et la prospérité de leur population et à s'adapter aux évolutions telles que le changement climatique, qui nous concernent tous.



L'AIEA est la seule agence au sein de la famille des Nations Unies à disposer de laboratoires spécialisés qui appuient ses activités liées à l'utilisation pacifique de la technologie nucléaire.

L'AIEA est la seule agence au sein de la famille des Nations Unies à disposer de laboratoires spécialisés qui appuient ses activités liées à l'utilisation pacifique de la technologie nucléaire. Ces laboratoires, gérés par le Département des garanties et le Département des sciences et des applications nucléaires, conçoivent des technologies innovantes et dispensent une formation aux scientifiques de nos 162 États Membres.

Les laboratoires des garanties sont essentiels aux travaux de l'AIEA visant à empêcher la prolifération des armes nucléaires. Les laboratoires des applications nucléaires, situés à Vienne, à Seibersdorf, près de Vienne, et à Monaco, aident les États Membres à tenter de résoudre des problématiques fondamentales du développement, telles

que la sécurité alimentaire, la gestion des ressources en eau, la santé humaine et la surveillance et la gestion de la radioactivité et de la pollution dans l'environnement.

Cinq des huit laboratoires des applications nucléaires de Seibersdorf travaillent principalement dans les domaines de l'agriculture et de la biotechnologie et sont exploités conjointement avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Ils sont spécialisés dans la lutte contre les insectes ravageurs, la gestion des sols et de l'eau et la nutrition des plantes, la santé et la production animales, la sélection des plantes et la phytogénétique, ainsi que la sécurité sanitaire des aliments. Cette collaboration sans égale a pour but d'aider les États Membres à utiliser les technologies nucléaires pour améliorer la production et la sécurité alimentaires ainsi que pour accroître les revenus des agriculteurs. Notre partenariat avec la FAO, maintenant dans sa 50^e année, est un exemple de meilleure pratique et de la démarche « Une seule ONU ».

D'autre part, le Laboratoire de dosimétrie travaille en étroite collaboration avec l'Organisation mondiale de la Santé pour aider les États Membres à utiliser les rayonnements de manière sûre et efficace en médecine, tandis que le Laboratoire des sciences et de l'instrumentation nucléaires aide les pays à mettre au point et à utiliser des instruments et des outils de diagnostic hautement spécialisés dans diverses applications de la science et de la technologie nucléaires.

Enfin, le Laboratoire de l'environnement terrestre aide les pays à surveiller les rayonnements dans l'environnement, à définir des mesures d'intervention en cas d'urgence et à améliorer les capacités d'analyse et de mesure des scientifiques dans les laboratoires nationaux.

J'ai moi-même pu observer, lors de la visite d'une bonne dizaine d'États Membres de l'AIEA, le véritable changement auquel les travaux de nos laboratoires ont donné lieu dans la vie d'innombrables personnes dans le monde entier. Par exemple, la technique écologique de l'insecte stérile a été introduite en Afrique avec l'aide de l'AIEA et de la FAO pour lutter contre la mouche tsé tsé, qui transmet une parasitose qui tue le bétail et répand la maladie du sommeil chez les humains. Cette mouche a été éradiquée avec succès de l'île de Zanzibar grâce à cette technique et est actuellement éliminée de régions du sud de l'Éthiopie. Nos scientifiques ont récemment participé au déchiffrement de son code génétique, percée encourageante qui sera utile pour les activités futures visant à lutter contre l'une des plus terribles maladies du bétail en Afrique subsaharienne.



Le Directeur général de l'AIEA, Yukiya Amano, avec un groupe de boursiers recevant une formation aux laboratoires de l'AIEA de Seibersdorf.

(Photo : Kirstie Hansen, AIEA)



Les laboratoires des applications nucléaires à Seibersdorf sont un atout important pour l'AIEA et ses États Membres.

(Photo : Dean Calma, AIEA)

Les experts de l'AIEA en sélection des plantes et phytogénétique ont utilisé des techniques de mutation radio-induites pour mettre au point de nouvelles variétés de cultures capables de se développer dans des conditions défavorables, telles que la sécheresse et une altitude élevée. De nouvelles variétés de blé résistantes à une maladie appelée rouille noire du blé ont été distribuées aux agriculteurs au Kenya.

Lorsque les laboratoires des applications nucléaires de Seibersdorf ont célébré leur 50^e anniversaire, en 2012, j'ai estimé qu'il était grand temps de les moderniser et de les mettre à niveau. La même année, la Conférence générale de l'AIEA a apporté son soutien et nous avons lancé un projet, appelé ReNuAL (Rénovation des laboratoires des applications nucléaires), qui vise à mettre en place des installations et des

équipements adaptés à leur destination à Seibersdorf. Des progrès marquants sont accomplis et j'espère pouvoir inviter les États Membres à une cérémonie d'inauguration des travaux à Seibersdorf avant la fin de 2014.

Les laboratoires des applications nucléaires à Seibersdorf sont un atout important pour l'AIEA et nos États Membres. La présente édition du Bulletin de l'AIEA donne un aperçu des travaux des laboratoires visant à mettre au point des solutions scientifiques et technologiques utiles à l'humanité. Nous espérons qu'elle permettra aux lecteurs de mieux comprendre la large gamme des activités menées par ces importants laboratoires.

Yukiya Amano, Directeur général de l'AIEA

LABORATOIRES DE L'AIEA À SEIBERSDORF :



1 Le 28 septembre 1959, le premier Directeur général de l'AIEA, William Sterling Cole, a inauguré le projet de construction du premier laboratoire de l'AIEA à Seibersdorf en déversant la première coulée de béton dans les fondations du laboratoire. Celui-ci a officiellement commencé à fonctionner en janvier 1962.



2 En 2012, l'AIEA a commémoré les 50 ans de l'appui spécialisé fourni aux États Membres grâce aux laboratoires du Département des sciences et des applications nucléaires (laboratoires de NA) à Seibersdorf. Le Directeur général de l'AIEA, Yukiya Amano, a ouvert la célébration en coupant le ruban lors de la cérémonie d'inauguration d'une exposition sur les laboratoires, organisée pour l'occasion.



3 À son ouverture en 1962, le laboratoire de l'AIEA à Seibersdorf comptait moins de 40 membres du personnel. Un an plus tard, en novembre 1963, il accueillait dix participants internationaux qui allaient suivre son premier cours de formation, portant sur le dosage biologique des radionucléides.



4 Aujourd'hui, les laboratoires de NA reçoivent près de 100 scientifiques, techniciens, boursiers, visiteurs scientifiques, internes et étudiants du monde entier. De plus, des cours de formation couvrant tous les domaines de travail des laboratoires sont organisés à Seibersdorf chaque année. 440 stagiaires y ont participé en 2013.

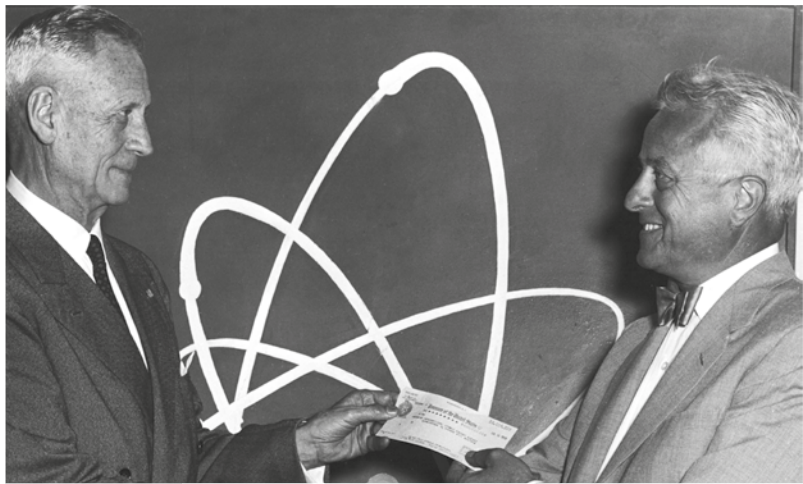
AVANT ET MAINTENANT



5 Au cours de la première phase de construction, la surface totale du laboratoire de l'AIEA de Seibersdorf était de 1 736 m² seulement. L'espace initial comportait un seul laboratoire, qui communiquait des informations sur les sources de référence des radio-isotopes aux laboratoires et aux installations médicales des États Membres de l'AIEA. Ces informations servaient à étalonner les instruments de mesure des rayonnements utilisant des radio-isotopes dans le cadre de l'application pacifique des sciences et des technologies nucléaires.



6 Depuis, les laboratoires de l'AIEA à Seibersdorf se sont étendus et couvrent environ 21 000 m². Ils comportent actuellement les laboratoires d'analyse pour les garanties et huit laboratoires de NA. Les laboratoires de NA répondent aux besoins des États Membres dans des domaines tels que l'alimentation et l'agriculture, la santé humaine, le contrôle radiologique de l'environnement et l'utilisation d'instruments nucléaires d'analyse.



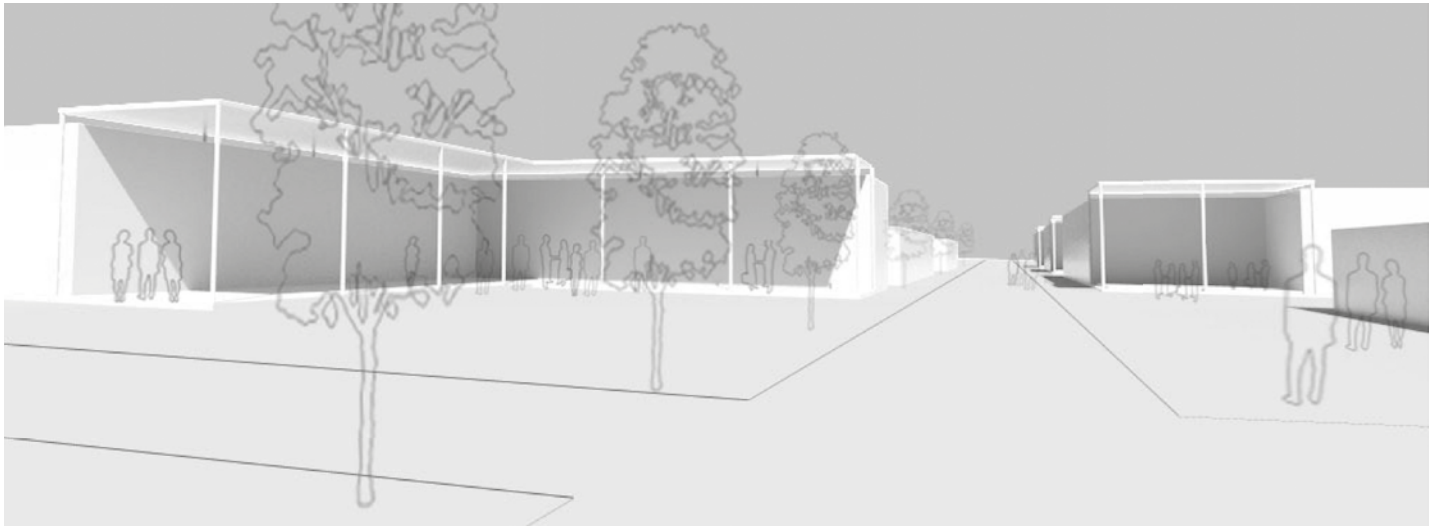
Sterling Cole, ancien directeur général de l'AIEA, (à droite) et Paul F. Foster, ancien représentant permanent des États-Unis d'Amérique auprès de l'AIEA, (à gauche) remettant le chèque de don aux laboratoires de l'AIEA.

7 L'appui des États Membres de l'AIEA a été un facteur décisif du succès des laboratoires à Seibersdorf. Les laboratoires ont été construits sur des terres fournies par la société autrichienne de recherche sur l'énergie atomique, prédécesseur de l'actuel Institut autrichien de technologie, et leur construction a été possible grâce à un don des États-Unis de 600 000 dollars.



8 En 2013, le Directeur général de l'AIEA, Yukiya Amano, a à nouveau demandé aux États Membres d'apporter leur soutien aux laboratoires de NA et d'aider à la modernisation des laboratoires dans le cadre du projet ReNuAL approuvé par la Conférence générale de l'AIEA en septembre 2012.

ReNuAL : RÉNOVATION DES LABORATOIRES DES APPLICATIONS NUCLÉAIRES



Vue de l'entrée en direction du nord-ouest. Image initiale du nouvel espace prévu pour les laboratoires de NA. (Image : URS Corporation/AIEA-projet ReNuAL)

Le Département des sciences et des applications nucléaires (NA) de l'AIEA exploite huit laboratoires à Seibersdorf, près de Vienne. Chacun de ces laboratoires remplit des fonctions uniques, notamment en appuyant la recherche et la formation pour améliorer la production et la santé animales, en garantissant l'utilisation efficace et sûre du matériel de radiothérapie, en renforçant la sécurité sanitaire des aliments et en mettant au point des cultures vivrières plus résistantes et à plus haut rendement. Ils contribuent aussi à la protection de l'environnement mondial, à l'amélioration de la capacité des pays à utiliser l'instrumentation nucléaire et les techniques d'analyse, à l'élimination des insectes ravageurs et à la gestion durable des sols et de l'eau. Ce concours est essentiel pour permettre à l'AIEA d'accomplir sa mission consistant à soutenir l'utilisation pacifique des technologies nucléaires pour aider à relever les défis du développement mondial.

Au fil des ans, les travaux des laboratoires de NA ont gagné en importance, mais la structure et les installations de ces derniers n'ont pas été adaptées en conséquence. Aucune rénovation complète ni aucune modernisation importante des équipements n'a eu lieu dans ces laboratoires depuis leur création en 1962. Par conséquent, les bâtiments sont généralement dans un état moyen ou inférieur à la moyenne ; l'espace y est très limité et une grande partie des équipements ont besoin d'être remplacés ou modernisés. Les laboratoires ne sont plus pleinement adaptés à leur destination et peinent à satisfaire aux demandes des États Membres.

Partant, dans le discours qu'il a prononcé à la Conférence générale de l'AIEA en septembre 2013, le Directeur général

de l'AIEA, Yukiya Amano, a annoncé le lancement officiel d'un projet de rénovation des laboratoires de NA, appelé ReNuAL. L'objectif de ce projet est d'adapter les laboratoires à leur destination et de les doter d'équipements qui permettront de faire bénéficier les États Membres des avantages qu'offrent les sciences et les applications nucléaires pour répondre à des enjeux socio-économiques majeurs et contribuer ainsi à un monde pacifique, sain et prospère.

Le projet ReNuAL a officiellement démarré le 1^{er} janvier 2014, avec un budget cible de 31 millions d'euros financé par le budget ordinaire de l'AIEA et par des fonds extrabudgétaires des États Membres. Un processus complet d'évaluation des besoins a été entrepris pour déterminer les exigences des laboratoires les plus pressantes en termes de bâtiment et d'espace, ainsi que les besoins urgents de modernisation des laboratoires de NA. Le plan du projet prévoit la construction de nouveaux bâtiments, la rénovation des bâtiments existants, l'acquisition de nouveaux équipements pour remplacer le matériel vieillissant ou obsolète et la mise à niveau des infrastructures. Ces améliorations de l'efficacité et de l'efficience des services et des activités des laboratoires permettront à ces derniers de répondre à des problématiques et/ou à des changements nouveaux en matière de technologie.

Il est prévu que le projet ReNuAL soit achevé en décembre 2017.

Ruzanna Harman, Département des sciences et des applications nucléaires de l'AIEA

CONTRIBUER À LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE DANS LE CONTEXTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Depuis la création des laboratoires du Département des sciences et des applications nucléaires de l'AIEA à Seibersdorf en 1962, la population mondiale est passée de 3,14 milliards à 7,15 milliards de personnes, ce qui, avec l'industrialisation et le développement économique en progression constante, a entraîné une hausse de la demande alimentaire mondiale. Cette situation fait ainsi peser des contraintes importantes sur les ressources naturelles et la chaîne de production agricole. Par ailleurs, les défis en matière de sécurité sanitaire des aliments et de sécurité alimentaire sont exacerbés par les impacts du changement climatique, de portée mondiale, comme en fait état le rapport de mars 2014 du Groupe d'experts intergouvernemental des Nations Unies sur l'évolution du climat.

Le changement climatique a notamment pour impacts des températures plus élevées, des périodes de sécheresse, la survenue plus fréquente d'événements météorologiques extrêmes et l'augmentation de la salinité des sols, qui peuvent avoir des effets graves sur la production agricole. Les cinq laboratoires de la Division mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture, situés à Seibersdorf, ont pour principale activité d'aider les États Membres à s'adapter à ces impacts et à les atténuer. Leur mission est d'accroître la sécurité alimentaire et la sécurité sanitaire des aliments en s'appuyant sur la science et la technologie nucléaires.

L'agriculture compte pour environ 70 % de la consommation mondiale d'eau. Comme le changement climatique peut entraîner des périodes de sécheresse ou des variations de la qualité de l'eau dues à des événements météorologiques extrêmes, il est essentiel d'utiliser cette ressource de manière efficiente. Le Laboratoire de la gestion des sols et de l'eau et de la nutrition des plantes aide les États Membres à recourir aux techniques nucléaires pour optimiser la préservation des ressources en eau dans les exploitations agricoles, à améliorer les techniques d'irrigation pour accroître la production agricole et utiliser l'eau avec une plus grande efficacité. En outre, il renforce les capacités des États Membres de suivre et d'évaluer les répercussions du changement et des écarts climatiques sur les plans de l'érosion des sols, de la dégradation des terres, de la salinisation et de l'épuisement des éléments nutritifs. Pour cela, il procède notamment à l'élaboration de pratiques climatiquement rationnelles qui renforcent la résistance des sols aux impacts du climat tout en augmentant leur productivité, en favorisant le stockage du carbone dans les sols et en réduisant les émissions de gaz à effet de serre (GES) dues à l'exploitation de terres agricoles.

Ces travaux sont complétés par les activités du Laboratoire de la sélection des plantes et de la phytogénétique, qui utilise les technologies nucléaires pour induire et détecter

des mutations utiles dans les plantes. Ces mutations peuvent être développées pour obtenir de nouvelles variétés végétales capables de pousser dans des conditions plus difficiles comme des périodes de sécheresse, des températures élevées et des sols à forte salinité. Ce type de conditions défavorables est de plus en plus fréquent avec le changement climatique. Dans un certain nombre d'États Membres, de nouvelles variétés végétales permettent aux exploitants d'accroître leur production. Elles contribuent ainsi de manière indirecte à une élévation des revenus et au renforcement de la sécurité alimentaire, malgré les difficultés croissantes posées par le changement climatique.

Environ 22 % de toutes les émissions de GES résultent de la production agricole, dont près de 80 % sont dues à la production animale. Avec la hausse constante de la demande en produits d'origine animale, le bétail peut contribuer à atténuer la pauvreté et à assurer la sécurité alimentaire puisqu'il est un moyen de subsistance pour environ un milliard de personnes. Cependant, sans mesures d'atténuation, l'augmentation de la production animale entraînera une hausse des émissions de GES. Le Laboratoire de la production et de la santé animales mène des travaux de recherche-développement mettant en jeu des techniques nucléaires et connexes pour améliorer le potentiel génétique des races locales afin de favoriser au maximum la productivité et la santé animales. En outre, ces techniques peuvent être appliquées pour élever du bétail produisant moins de GES et résistant mieux à des températures plus élevées et à des conditions de sécheresse que le changement climatique pourrait causer.

La hausse des températures favorise en outre l'apparition et l'expansion géographique de maladies animales transfrontières qui peuvent toucher le bétail et les êtres humains. Grâce à ses travaux de mise au point d'outils diagnostiques d'intervention rapide et de vaccins vétérinaires pour lutter contre les épidémies, le Laboratoire de la production et de la santé animales accroît les capacités des États Membres de faire face à de nouvelles menaces de maladies que le changement climatique pourrait faire apparaître. Outre le fait de favoriser l'expansion géographique des maladies animales, la hausse des températures accroît la survie de nombreux insectes ravageurs dans des milieux jusque-là inhospitaliers. Ces insectes peuvent détruire les cultures et être porteurs de maladies dangereuses pour le bétail et les êtres humains.

Pour contribuer à la lutte contre ces insectes, le Laboratoire de la lutte contre les insectes ravageurs aide les États Membres à mettre en place et à transférer la technique de l'insecte stérile (TIS). Cette technique consiste notamment à élever en masse et à stériliser des insectes mâles, qui sont ensuite relâchés en grand nombre parmi les populations



Boursiers de l'AIEA dans le cadre d'une formation de terrain dispensée par un pédologue de l'AIEA, au Laboratoire de la gestion des sols et de l'eau et de la nutrition des plantes à Seibersdorf. (Photo : Dean Calma, AIEA)

Formation de scientifiques des États Membres au Laboratoire de la protection des aliments et de l'environnement sur l'utilisation des techniques des radiotraceurs pour gérer les risques associés aux résidus de pesticides dans les aliments. (Photo : Dean Calma, AIEA)

sauvages pour qu'ils s'accouplent avec des femelles sauvages sans produire de descendance. Cela entraîne une réduction de l'ensemble de la population de l'insecte ravageur visé. La TIS peut être extrêmement efficace lorsqu'elle est associée à d'autres mesures de lutte contre les ravageurs, comme la lutte biologique, la pulvérisation d'insecticide et d'autres méthodes d'élimination. Elle est de plus en plus utilisée dans la lutte contre les populations de moustiques. De nombreuses zones touchées par des maladies véhiculées par des moustiques se trouvent dans des régions urbaines peuplées et les moustiques atteignent de nouvelles zones où ils peuvent survivre. Une des priorités actuelles du Laboratoire de la lutte contre les insectes ravageurs est de relever ce défi particulier à l'aide de la TIS.

Le changement et les écarts climatiques ont également des répercussions sur la manière dont la sécurité alimentaire, ainsi que la sécurité sanitaire et la qualité des aliments, sont gérées. Du fait de l'expansion géographique des insectes ravageurs et des maladies animales, on utilise davantage de pesticides pour lutter contre les populations d'insectes et le bétail est maintenu en bonne santé à l'aide d'antimicrobiens et de substances pharmacologiques connexes. Les variations de températures et de niveaux d'humidité entraînent par ailleurs une croissance plus forte de champignons produisant

des toxines, qui peuvent ainsi se trouver en plus grande quantité dans les aliments. Sans techniques de surveillance et de mesure appropriées, les résidus de toutes ces substances potentiellement dangereuses peuvent entrer dans la chaîne alimentaire et menacer la santé humaine. Le Laboratoire de la protection des aliments et de l'environnement aide les États Membres à utiliser les techniques nucléaires et isotopiques pour détecter la présence de contaminants potentiels, à en mesurer la teneur et à en déterminer les origines. Cela permet de protéger les consommateurs et aide en outre les producteurs à accroître leurs exportations, en garantissant le respect de la réglementation relative à la sécurité sanitaire des aliments des pays importateurs.

Chaque laboratoire satisfait aux besoins des États Membres pour ce qui est d'accroître la sécurité alimentaire et la sécurité sanitaire des aliments en formulant des réponses efficaces aux impacts à grande échelle et aux défis du changement climatique. Ce faisant, les laboratoires continuent de démontrer le potentiel et les moyens qu'ont la science et la technologie nucléaires pour renforcer le développement socio-économique des États Membres.

Département des sciences et des applications nucléaires de l'AIEA

DIVISION MIXTE FAO/AIEA : 50 ANNÉES DE PARTENARIAT, 50 ANNÉES DE SUCCÈS

Cela fera 50 ans en octobre 2014 que l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'AIEA, son partenaire au sein du système des Nations Unies, entretiennent un partenariat durable. Créée en 1964, la Division mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture s'était fixé pour objectif de mettre à profit les compétences et ressources des deux organisations en vue d'élargir la coopération entre leurs pays membres dans l'application de la technologie nucléaire et des biotechnologies connexes, afin d'élaborer de meilleures stratégies en matière de développement agricole et de sécurité alimentaire durables.

Pour les laboratoires de recherche comme pour les systèmes agraires dans le monde, les techniques nucléaires jouent un rôle crucial et unique dans la recherche et le progrès agricoles. Elles sont utilisées dans un large éventail d'applications, allant de la conservation des aliments à la production végétale, en passant par la gestion des sols et la lutte contre les maladies animales.

Depuis de nombreuses années, les activités de collaboration de la Division mixte aident les pays à résoudre des problèmes concrets et coûteux dans des domaines variés. Ces activités portent sur l'application des isotopes et des rayonnements dans des domaines tels que la fertilité des sols, l'irrigation et la production végétale ; la sélection des plantes et la phyto-génétique ; la production et la santé animales ; la lutte contre les insectes ravageurs ; le contrôle des contaminants alimentaires et d'autres questions relatives à la sécurité sanitaire des aliments ; et la conservation des aliments. Ces activités ne sont exécutées qu'après avoir été examinées et approuvées par les organes directeurs de l'AIEA et de la FAO.

Dès leur création, les Laboratoires FAO/AIEA d'agronomie et de biotechnologie situés à Seibersdorf, près de Vienne, ont joué un rôle fondamental dans les travaux et l'impact de la Division mixte. Certaines activités parmi les plus fructueuses doivent leur réussite aux travaux innovants et uniques réalisés dans ces laboratoires. Leur rôle est de soutenir la recherche et d'élaborer et tester des techniques et applications et de les transférer aux États Membres ; d'examiner de nouvelles pistes en matière de méthodologie ; d'appuyer le renforcement des capacités des États Membres ; de proposer des services d'analyse ; et de fournir un appui essentiel aux activités de recherche coordonnée et à d'autres programmes mis en œuvre sur le terrain. Ils sont spécialisés dans la recherche, l'élaboration et le transfert de méthodes nucléaires et connexes relatives à la pédologie, à l'amélioration des plantes, à la production et la santé animales, à la lutte contre les insectes ravageurs et à la sécurité sanitaire des aliments.

Parmi leurs diverses activités, les laboratoires proposent également aux scientifiques des formations dans plusieurs disciplines, dans le cadre de bourses individuelles et de stages interrégionaux et collectifs. Les scientifiques suivent ces formations et participent à des activités de recherche-développement appliquée visant à mettre au point, adapter et transférer des technologies en

fonction de besoins locaux et d'environnements spécifiques. Les laboratoires proposent également des services d'analyse d'échantillons aux États Membres qui ne disposent pas eux-mêmes des capacités nécessaires, et, en règle générale, analysent chaque année des centaines d'échantillons.

Pour aider les pays en développement à résoudre des problèmes pratiques à large portée économique, la Division mixte met également en œuvre divers mécanismes, tels que les projets de recherche coordonnée (PRC), dans le cadre desquels sont fournis des services techniques et consultatifs, du matériel, des conseils d'experts et des formations. Les PRC jouent à cet égard un rôle important en permettant aux instituts nationaux de recherche agronomique d'atteindre des objectifs de recherche spécifiques, conformes au programme de travail de la FAO et de l'AIEA.

Le partenariat mixte a remporté de nombreux succès et si les problèmes n'avaient pas été résolus, cela aurait pu avoir des répercussions désastreuses dans le monde. Voici certains des succès qu'il a permis de remporter :

- Éradication de la peste bovine dans le monde
- Utilisation de l'induction de mutations pour mettre au point des variétés végétales résistantes à la rouille du blé Ug99
- Éradication de la mouche tsé-tsé sur l'île de Zanzibar (Tanzanie)
- Constitution du réseau régional de laboratoires pour la sécurité sanitaire des aliments
- Mise en œuvre d'une agriculture économe en eau dans sept pays d'Afrique

Pendant près de 50 ans, les activités appuyées par la Division mixte FAO/AIEA dans le monde ont épaulé les États Membres en les aidant à accroître durablement leur production agricole, leur sécurité alimentaire et la sécurité sanitaire de leurs aliments. Ce modèle de coopération au sein du système des Nations Unies va sans aucun doute donner encore lieu à de nombreuses réussites dans les années à venir.



Le Directeur général de l'AIEA, Yukiya Amano, et le Directeur général de la FAO, José Graziano da Silva, lors de la signature des arrangements révisés relatifs aux travaux de la Division mixte FAO/AIEA à la 38^e session de la Conférence de la FAO, tenue au siège de la FAO à Rome (Italie) le 19 juin 2013.

(Photo : Conleth Brady, AIEA)

Aabha Dixit, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA

DES MESURES PRÉCISES POUR LUTTER CONTRE L'ÉPIDÉMIE MONDIALE DE CANCER



Configuration d'un appareil d'étalonnage de dosimétrie au Laboratoire de dosimétrie de l'AIEA (Photo : Rodolfo Quevenco, AIEA)

Le cancer est désormais la première cause de mortalité dans le monde devant les maladies cardiaques. En 2000, on a recensé 10,1 millions de nouveaux cas de cancer et 6,2 millions de décès dus à cette maladie. En 2012, ces chiffres avaient atteint respectivement 14,1 et 8,2 millions. Alors que l'épidémie mondiale de cancer continue de se propager, il est de plus en plus nécessaire d'avoir des diagnostics et des traitements efficaces. Les technologies nucléaires et d'autres technologies connexes, telles que les techniques d'imagerie diagnostique et la radiothérapie, jouent un rôle fondamental dans le diagnostic et le traitement du cancer. Ces techniques font toutes deux appel à la radioexposition, qui peut s'avérer extrêmement efficaces en matière de traitement, mais également se révéler dangereuse pour le personnel médical et les patients si elle n'est pas utilisée avec rigueur et en toute sécurité. Des techniques telles que la dosimétrie médicale contribuent à faire en sorte que les rayonnements soient utilisés de façon sûre.

La dosimétrie médicale est un élément essentiel d'un diagnostic et d'un traitement sûrs et efficaces du cancer. Cette technique consiste à mesurer les doses absorbées et à optimiser l'administration des doses en médecine radiologique. Pour ce faire, elle s'appuie sur des activités telles que la vérification et l'étalonnage des équipements,

l'élaboration et la diffusion de techniques dosimétriques, et la mise en œuvre de programmes d'assurance de la qualité.

Le Laboratoire de dosimétrie de l'AIEA aide des États Membres dans le monde entier à améliorer la sûreté et la qualité de leur médecine radiologique et contribue du même coup à maximiser l'efficacité du diagnostic et du traitement, et ainsi à améliorer la santé des patients. Il procède par exemple à des vérifications dans les États Membres qui en font la demande, et fournit des services de contrôle des doses à plus de 2 000 centres de radiothérapie dans des pays ne disposant pas d'autres moyens de vérifier la qualité de leur dosimétrie clinique. La correction des écarts détectés fait partie intégrante du processus de vérification.

Sans l'AIEA, de nombreux États Membres n'ont aucun moyen de vérifier la qualité de leurs capacités en matière de mesure et d'étalonnage. C'est en réponse à ce besoin qu'a été créé le Réseau AIEA/OMS de laboratoires secondaires d'étalonnage en dosimétrie (ou Réseau de LSED), coordonné par le Laboratoire de dosimétrie de l'AIEA. Le Réseau de LSED mondial est constitué de 86 laboratoires répartis dans 67 États Membres. Il a pour rôle d'offrir des services d'assurance de la qualité et d'élaborer et diffuser des méthodes de dosimétrie. Depuis 1976, le Laboratoire de



Les activités de vérification du matériel de dosimétrie menées par le Laboratoire de dosimétrie de l'AIEA contribuent à faire en sorte que les patients atteints du cancer reçoivent des traitements sûrs et efficaces grâce aux faisceaux émis par des appareils de radiothérapie comme celui-ci. (Photo : Nancy Falcon Castro, AIEA)

dosimétrie de l'AIEA coordonne les activités des LSED en étroite collaboration avec l'Organisation mondiale de la Santé (OMS). Les services et activités des LSED visent à garantir la qualité et la sûreté des pratiques mises en œuvre, et ce, en fin de compte, dans l'intérêt des patients qui se soumettent à des tests diagnostiques ou suivent une radiothérapie, et du personnel médical qui utilise le matériel d'irradiation.

Pour maintenir ses services d'étalonnage et de vérification à niveau et permettre la bonne diffusion des étalons de mesure via le Réseau de LSED, le Laboratoire de dosimétrie de l'AIEA mène des activités de recherche-développement axées sur les techniques de dosimétrie des rayonnements, et collabore avec des organisations internationales s'intéressant à la dosimétrie et la physique médicale. Le Laboratoire de dosimétrie de l'AIEA contribue aux travaux de ces organisations et bénéficie d'un accès rapide aux projets mis en œuvre. Les LSED, de même que les centres de radiothérapie et les communautés qu'ils desservent, tirent parti de cette collaboration et des activités de recherche-développement.

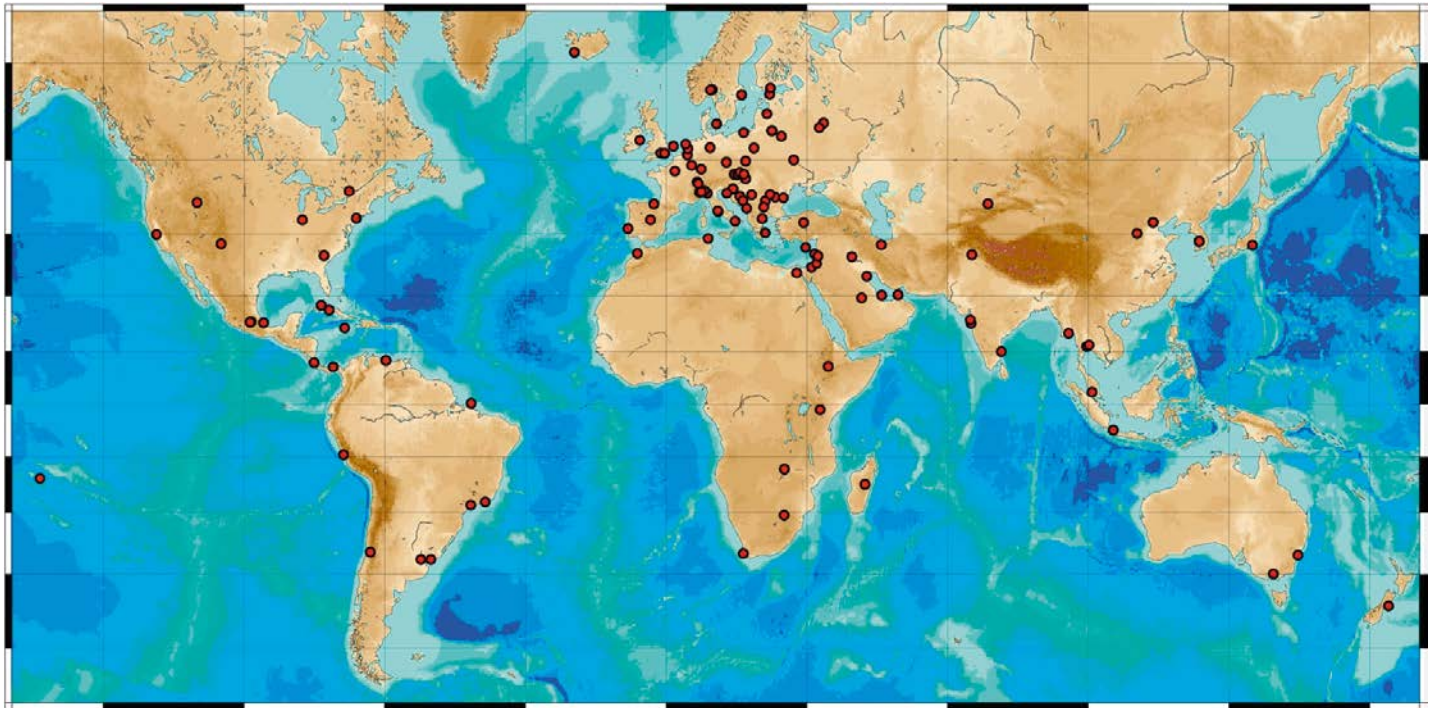
Par ailleurs, le Laboratoire de dosimétrie de l'AIEA doit absolument se tenir au fait des avancées technologiques

médicales pouvant donner lieu à une évolution des besoins en matière de dosimétrie. Par exemple, pendant de nombreuses années, les sources de rayonnements utilisées en radiothérapie étaient le cobalt 60 ou le césium 137. La sécurité nucléaire suscitant de plus en plus de préoccupations, il est devenu difficile de se procurer ces sources. Par conséquent, de nombreux pays se tournent vers les accélérateurs linéaires, qui sont capables d'émettre des rayonnements sans source radioactive. Le Laboratoire de dosimétrie de l'AIEA doit donc, du même coup, élaborer et diffuser de nouvelles méthodes et techniques, et fournir un appui pour l'assurance de la qualité, afin de permettre aux États Membres de s'adapter à cette nouvelle tendance technologique importante.

Les nombreux services et activités proposés par le Laboratoire de dosimétrie de l'AIEA représentent une contribution précieuse à la lutte mondiale contre le cancer, et ils aident des patients atteints du cancer dans le monde entier à vivre plus longtemps et en meilleure santé

Département des sciences et des applications nucléaires de l'AIEA

RENFORCER LES CAPACITÉS DE LABORATOIRE DES ÉTATS MEMBRES ET EN TIRER PARTI



Présence des 140 laboratoires du réseau ALMERA dans le monde (Image : personnel du Laboratoire de l'environnement terrestre de l'AIEA)

Le Département des sciences et des applications nucléaires (NA) mène plusieurs activités qui visent à accroître et exploiter les capacités des laboratoires des États Membres dans le monde entier. Les laboratoires du NA renforcent les capacités d'analyse des États Membres grâce à des activités telles que des tests de compétence et des comparaisons interlaboratoires, et mettent en commun les capacités des laboratoires d'États Membres avec d'autres États Membres en coordonnant les réseaux de laboratoires et en participant au système des centres collaborateurs de l'AIEA.

Les travaux menés en collaboration par le Laboratoire de l'environnement terrestre (TEL) constituent un bon exemple de ces activités. Le TEL coopère avec les Laboratoires de l'environnement de l'AIEA à Monaco pour la distribution de 92 types de matières de référence destinés à la caractérisation de radionucléides, d'isotopes stables, d'éléments en trace ou de contaminants organiques. Ces matières sont utilisées en tant que normes internationales pour déterminer et évaluer la fiabilité et la précision des mesures analytiques.

En outre, le TEL produit et caractérise chaque année plusieurs matières de test qui sont transmises à environ 400 laboratoires d'États Membres, aux fins d'exercices de compétence et de comparaison interlaboratoires. Les laboratoires des États Membres utilisent ces matières pour réaliser eux-mêmes des

mesures analytiques, dont ils communiquent les résultats au TEL. Quand ils obtiennent les bons résultats, la fiabilité et la précision de leurs capacités analytiques sont confirmées. Dans le cas contraire, le personnel du TEL examine les résultats obtenus en vue de déceler de possibles sources d'erreurs dans les analyses, et recommande des mesures correctives.

De la même manière, le Laboratoire de la gestion des sols et de l'eau et de la nutrition des plantes, en coopération avec les Programmes d'évaluation de Wageningen pour les laboratoires analytiques (WEPAL), rattachés à l'Université de Wageningen (Pays-Bas), réalise des exercices de test en collaboration avec d'autres laboratoires relatifs à l'utilisation des méthodes faisant appel aux isotopes stables et aux rayonnements, ce qui permet de mesurer les nutriments présents dans des échantillons de plantes, d'eau et de sols et de suivre leur évolution.

En outre, les laboratoires du NA coordonnent des réseaux mondiaux de laboratoires, avec lesquels ils collaborent à la mise en commun des ressources et des compétences dans l'intérêt de tous. Le Laboratoire de dosimétrie de l'AIEA et l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) coordonnent le Réseau AIEA/OMS de laboratoires secondaires d'étalonnage pour la dosimétrie (Réseau de LSED) en vue d'améliorer la sûreté et la qualité de la médecine radiologique. L'un des



Les laboratoires du Département des sciences et des applications nucléaires (NA) renforcent les capacités d'analyse des États Membres grâce à des activités telles que des tests de compétence et des comparaisons interlaboratoires, et mettent en commun les capacités des États Membres dans ce domaine en coordonnant les réseaux de laboratoires et en apportant leur contribution au système des centres collaborateurs de l'AIEA. (Photos : AIEA)

objectifs principaux du Réseau de LSED est de garantir la conformité aux normes internationalement acceptées des doses administrées aux patients suivant des traitements radiothérapeutiques dans les États Membres, afin de maximiser l'efficacité et la sûreté des traitements.

Le réseau de Laboratoires d'analyse pour la mesure de la radioactivité dans l'environnement (ALMERA) est une structure mondiale mise en place par l'AIEA et coordonnée par le TEL. Il s'agit d'un système mondial de contrôle et de mesure de la radioactivité dans l'environnement terrestre. ALMERA comprend actuellement 140 laboratoires répartis dans 81 États Membres. Son principal objectif est d'améliorer la fiabilité et la fourniture en temps voulu des résultats des analyses réalisées par ses membres aux fins du contrôle de la radioactivité dans l'environnement, aussi bien dans des situations courantes que d'urgence.

Les laboratoires du NA travaillent également avec les centres collaborateurs de l'AIEA en vue d'aider les États Membres à tirer parti de leurs capacités respectives. Les centres collaborateurs sont des laboratoires et des établissements de recherche établis dans les États Membres qui coopèrent dans

le cadre de partenariats officiels afin d'aider l'Agence à mettre en œuvre les activités programmatiques sélectionnées. Ces centres collaborent souvent avec les laboratoires du NA à l'organisation et à l'accueil de cours de formation pour le compte du NA, ils participent aux activités de ses laboratoires visant à élaborer des techniques nucléaires nouvelles ou améliorées, et fournissent ou appuient des services d'analyse tels que la collecte et la préparation des matières de référence potentielles. Grâce à ce mécanisme, tous les États Membres ont la possibilité de tirer parti des capacités poussées de leurs laboratoires respectifs.

Ces travaux menés en collaboration par les laboratoires du NA, les États Membres et des laboratoires du monde entier contribuent au mandat de l'AIEA qui vise à favoriser les échanges scientifiques et techniques pour l'utilisation de la science et de la technologie nucléaires à des fins pacifiques dans le monde entier.

Département des sciences et des applications nucléaires de l'AIEA

COMMENT LES LABORATOIRES DES APPLICATIONS NUCLÉAIRES AIDENT À RENFORCER LES INTERVENTIONS D'URGENCE



Drone conçu par le NSIL pour le contrôle radiologique à distance de l'environnement. (Photo : Steve Thachet, AIEA)

La sûreté est l'un des plus importants éléments dont il faut tenir compte quand on participe à des activités scientifiques et technologiques de pointe. À cet égard, l'exploitation du potentiel de la technologie nucléaire à des fins pacifiques comporte aussi des risques. Les techniques nucléaires peuvent elles-mêmes servir à renforcer les mesures d'intervention d'urgence en lien avec l'utilisation de la technologie nucléaire.

Dans le cas d'un accident nucléaire, la mesure rapide et le contrôle ultérieur de l'intensité de rayonnement sont des priorités absolues car ils contribuent à l'évaluation du degré de risque auquel sont exposés les membres de l'équipe d'intervention et la population. Les instruments permettant de mesurer la radioactivité à distance revêtent une importance quand le fait de pénétrer dans des zones soumises à une forte intensité de rayonnement peut comporter des risques pour la santé.

Le Laboratoire des sciences et de l'instrumentation nucléaires (NSIL), qui est l'un des huit laboratoires du Département des sciences et des applications nucléaires (NA) à Seibersdorf (Autriche), centre ses activités sur l'élaboration de divers instruments et méthodes d'analyse et de diagnostic spécialisés, ainsi que sur le transfert des connaissances aux États Membres de l'AIEA. Il s'emploie notamment à mettre au point des instruments permettant de procéder à des mesures à distance.

L'un de ces instruments est un véhicule aérien sans pilote (ou drone) destiné à être rapidement déployé sur des zones pouvant être soumises à une forte intensité de rayonnement.

Ce drone mesure la radioactivité à distance et transmet des images visuelles de la répartition des zones radioactives. Il est capable de transmettre rapidement des données précises et vitales sur l'intensité de rayonnement, tout en limitant l'exposition humaine à une radioactivité potentiellement nocive.

Les États Membres ont également besoin de laboratoires qui puissent utiliser les techniques nucléaires d'analyse pour contrôler et mesurer la radioactivité dans l'environnement et dans les matières organiques et inorganiques potentiellement irradiées et dangereuses pour la santé humaine. Autre laboratoire du NA, le Laboratoire de l'environnement terrestre (TEL)

propose des mesures de haute précision, des matières de référence et des tests de compétences aux États Membres, et organise régulièrement des ateliers et des activités de formation à l'intention du personnel de leurs laboratoires. Il contribue ainsi à faire en sorte que les États Membres disposent des capacités d'analyse nécessaires pour évaluer avec précision et fiabilité la radioactivité dans l'environnement en situation d'urgence.

L'une des incidences les plus graves de l'exposition involontaire aux rayonnements est la contamination des ressources alimentaires locales. Dans le cas d'un accident nucléaire, il faut utiliser des techniques nucléaires pour analyser des échantillons de denrées alimentaires en vue de déterminer si ces dernières sont propres à la consommation et de rassurer les consommateurs quant à la sécurité sanitaire des aliments non contaminés. Le TEL, le Laboratoire de la protection des aliments et de l'environnement et le Laboratoire de la gestion des sols et de l'eau et de la nutrition des plantes mettent en commun leurs compétences pour élaborer et transférer aux États Membres des techniques et protocoles nucléaires conçus pour évaluer l'impact de l'exposition involontaire des ressources alimentaires aux rayonnements.

Ces travaux des laboratoires du NA dans le domaine des interventions d'urgence renforcent la santé et la sûreté dans les États Membres, et vont dans le sens du mandat de l'AIEA qui consiste à promouvoir l'utilisation sûre et pacifique de l'énergie nucléaire.

Département des sciences et des applications nucléaires de l'AIEA

LES APPLICATIONS DES ACCÉLÉRATEURS AU SERVICE DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE NUCLÉAIRES

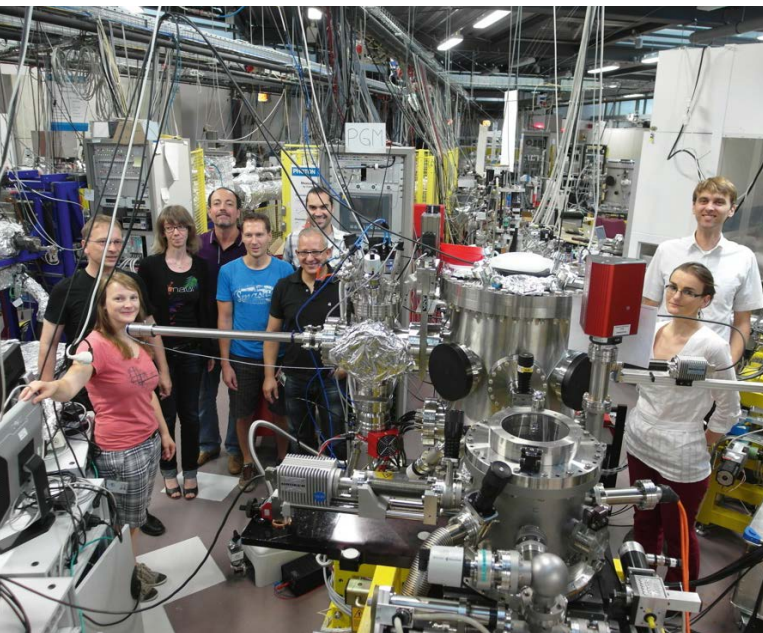
Les accélérateurs sont des machines qui utilisent des hautes tensions pour générer des rayonnements artificiels sous forme de faisceaux de particules énergétiques. Permettant de doser la quantité d'énergie utilisée, ils sont plus polyvalents et plus sûrs que les sources radioactives. Par ailleurs, pour arrêter le rayonnement, il suffit de les désactiver. Les accélérateurs sont employés dans diverses applications telles que le traitement du cancer, l'analyse d'œuvres d'art et d'artéfacts anciens, le traitement des effluents gazeux, la fabrication des puces d'ordinateurs et la modélisation de la structure des protéines. La technologie des accélérateurs contribue de façon importante au progrès technologique d'un pays, et partant, à son développement économique.

Les accélérateurs existent maintenant depuis plus de 80 ans. En 1929, le Dr Robert Jemison Van de Graaff, physicien américain, a réussi à démontrer comment un générateur haute tension pouvait accélérer les particules. Il y a actuellement environ 30 000 accélérateurs en fonctionnement dans le monde. Quelque 99 % d'entre eux sont utilisés pour des applications industrielles et médicales, et environ 1 % seulement pour la recherche fondamentale dans les domaines scientifique et technologique. La fabrication d'accélérateurs industriels est une activité mondiale qui génère chaque année plus de 2 milliards de dollars de recettes et la vente des produits transformés est estimée à environ 500 milliards de dollars par an.

Rattaché à la Division des sciences physiques et chimiques de l'AIEA, le Laboratoire des sciences et de l'instrumentation nucléaires (NSIL) aide les États Membres à élaborer une large gamme d'applications nucléaires et à utiliser efficacement l'instrumentation connexe. La Section de la physique de l'AIEA et le NSIL soutiennent actuellement 17 projets nationaux et régionaux de coopération technique (CT) dans 56 États Membres concernant les applications des accélérateurs, et ils coordonnent sept projets de recherche coordonnée avec des instituts basés dans 40 États Membres. Pour appuyer ces programmes, la Section de la physique de l'AIEA coopère avec des établissements externes dans le cadre d'accords mutuels. Elettra à Trieste (Italie) et l'Institut Ruđer Bošković à Zagreb (Croatie) comptent parmi ces partenaires.



Poste final de l'enceinte sous ultra-vide de la nouvelle ligne de faisceaux de l'AIEA intégrée au synchrotron d'Elettra à Trieste (Italie). Cette ligne de faisceaux à fluorescence X ultramoderne permet d'analyser les éléments chimiques que contiennent les matériaux. Cette technologie de pointe permet notamment de réaliser des modèles 2D et 3D de la structure chimique du matériau analysé. La machine a été transportée de Berlin à Trieste, où elle devrait être mise en service avant juillet 2014, afin que les États Membres puissent l'utiliser. (Photo : AIEA)



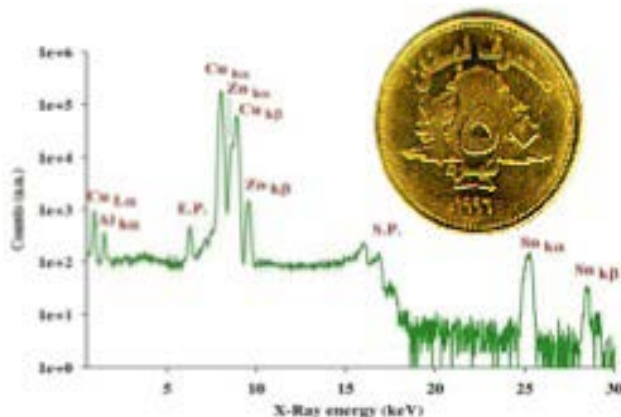
2 Le personnel du NSIL de l'AIEA, de l'Institut allemand de normalisation de Berlin et d'Elettra à Trieste se sont réunis à Berlin en août 2013 pour tester conjointement le faisceau de l'enceinte sous ultra-vide à l'aide de la source de rayonnement synchrotron de BESSY II. Le test de la ligne de faisceaux à fluorescence X a permis d'analyser les éléments chimiques présents dans un matériau et confirmé que l'enceinte remplissait bien ses fonctions techniques. Le test a été réalisé avant le transport de l'accélérateur à Trieste (Italie). (Photo : AIEA)



3 Installation de l'accélérateur de faisceaux d'ions dont les Pays-Bas ont fait don au nouveau centre des accélérateurs d'Accra (Ghana). Cet accélérateur offrira des possibilités de formation aux étudiants qui mènent des recherches dans le nucléaire et ses applications en science des matériaux, dans le domaine de l'environnement et pour l'analyse du patrimoine culturel, notamment l'estimation de l'âge et de l'authenticité des œuvres d'art et artefacts. Cet accélérateur fait l'objet d'un projet de CT mis en œuvre au Ghana avec le soutien de la Section de la physique de l'AIEA. (Photo : AIEA)



4 L'irradiation par faisceaux d'ions est utilisée pour amorcer des mutations pouvant donner naissance à des variétés végétales aux propriétés avantageuses. La photo montre des grains de riz qui ont été irradiés par faisceaux d'ions à l'Université de Chiang Mai (Thaïlande). Ce type d'activité est réalisé dans le cadre de projets de CT appuyés par la Section de la physique de l'AIEA. (Photo : Université de Chiang Mai, Thaïlande)



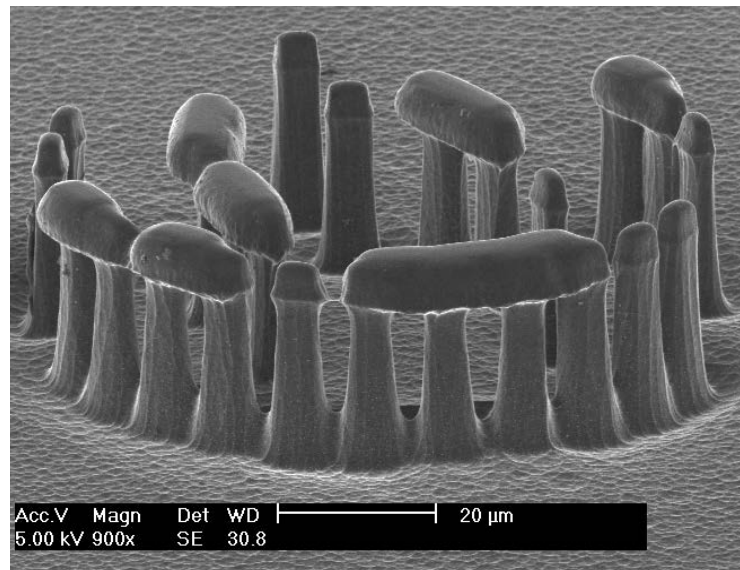
5 Graphique de l'analyse par faisceaux d'ions d'une pièce de 250 livres libanaises visant à déterminer la composition et l'épaisseur de ses différentes couches. Ce genre d'analyse faisant appel à la technologie nucléaire peut être utilisée pour estimer et authentifier des pièces et autres artefacts anciens. Cette analyse a été effectuée dans le cadre d'un projet de CT mis en œuvre au Liban, avec l'appui de la Section de la physique de l'AIEA. (Photo : Commission libanaise de l'énergie atomique)



- 6** Vue panoramique de la ligne de faisceaux de l'AIEA à l'installation synchrotron d'Elettra à Trieste (Italie). La ligne de faisceaux de rayonnements synchrotron entre par le côté droit de l'installation et pénètre dans l'enceinte sous ultra-vide que renferme le poste final (au centre de la photo, légèrement à gauche). Les installations de faisceaux de lumière synchrotron émettent des rayons X qui sont des millions de fois plus lumineux que les rayons X utilisés en médecine. Ces faisceaux de rayons X très intenses et focalisés permettent aux scientifiques de faire apparaître l'identité et l'organisation des atomes dans une large gamme de matériaux, y compris les métaux, semi-conducteurs, céramiques, polymères, catalyseurs, plastiques et molécules biologiques. En service depuis avril 2014, la ligne de faisceaux de l'AIEA a été spécialement conçue aux fins d'applications en science des matériaux. (Photo : AIEA)



- 7** Accélérateur de faisceaux d'ions de l'Institut Ruđer Bošković (RBI) à Zagreb (Croatie). Le NSIL de l'AIEA exploite une ligne de faisceaux dans cet accélérateur depuis 1996. Nécessitant une tension de six millions de volts, cette installation accélère des protons qui sont utilisés dans des applications très diverses, dont l'analyse des matériaux. (Photo : RBI, Zagreb)



- 8** Nanostructure tridimensionnelle « Silicon Henge » créée par irradiation de silicone au moyen de faisceaux de protons focalisés au Centre des applications des faisceaux d'ions du Département de physique de l'Université nationale de Singapour. Cette image montre un exemple des nanostructures complexes que permettent d'obtenir les faisceaux d'ions. Ceux-ci sont largement utilisés en nanotechnologie. (Photo : Professeur Martin Breese, Centre des applications des faisceaux d'ions)

MISE AU POINT D'« ELDO NGANO 1 », PREMIÈRE VARIÉTÉ



1 La rouille noire du blé est une espèce virulente de champignon, le *Puccinia graminis*, dont une souche appelée Ug99 s'attaque aux plants de blé.

Baptisée d'après son lieu et son année d'origine, l'Ug99 a été découverte pour la première fois en 1999 sur des plants de blé en Ouganda. Transportés par le vent, les spores de ce champignon se propagent facilement. Si l'on ne lutte pas contre cette maladie, elle peut détruire entre 70 et 100 % des cultures de blé. Les pertes occasionnées chaque année sont estimées en moyenne à 8,3 millions de tonnes de grain, ce qui représente un coût annuel de 1,23 milliard de dollars. L'Éthiopie, le Kenya et l'Ouganda sont les pays les plus touchés par cette maladie.

(Photo : Miriam Kinyua, Faculté d'agriculture et de biotechnologie de l'Université d'Eldoret au Kenya)



3 Des traitements par induction de mutations ont été effectués en 2009 au Laboratoire de la sélection des plantes et de la phytogénétique de l'AIEA à Seibersdorf. Il s'agissait d'irradier aux rayons gamma des grains de blé de variétés sélectionnées provenant des pays participants. Les plants obtenus ont été soumis à des tests de radiosensibilité destinés à déterminer la dose optimale d'irradiation.

Le transfert des grains entre le Laboratoire de la sélection des plantes et de la phytogénétique et les États Membres s'est déroulé dans le cadre de l'Accord type de transfert de matériel de l'AIEA, qui garantit l'accès et le partage des avantages entre les États Membres. (Photo : AIEA)



2 Devant les préoccupations croissantes de la communauté internationale face aux effets dévastateurs d'Ug99 sur le blé, l'AIEA a mis en place en 2009 le projet INT/5/150, Lutte contre la menace transfrontière de la rouille noire du blé (Ug99).

Engageant plus de 18 pays et 5 institutions nationales ou internationales, ce projet consistait à étudier des traitements par induction de mutations en réponse aux problèmes posés par l'Ug99. Des réunions et ateliers organisés pour faciliter les actions menées dans le cadre de ce projet se sont tenus au Kenya et en Turquie. (Photo : AIEA)



4 Des grains irradiés ont été expédiés en 2009 à Eldoret (Kenya), où la maladie est très répandue. Dans le cadre du soutien apporté au Kenya par l'AIEA, on a également mis en place des systèmes d'irrigation qui ont permis de cultiver et tester simultanément deux générations de blé par an à partir de 2009.

Treize lignées mutantes résistantes ont été sélectionnées parmi des variétés de blé provenant de 6 pays : l'Algérie, l'Iraq, le Kenya, l'Ouganda, la République arabe syrienne et le Yémen. (Photo : AIEA)

MUTANTE DE BLÉ AU MONDE À RÉSISTER À L'UG99



5 En 2012, parallèlement aux essais de semences résistantes à l'Ug99 réalisés sur le terrain au Kenya, un programme de bourses de formation a été mis sur pied au Laboratoire de la sélection des plantes et de la phyto génétique. Il a permis à M. Amos Ego (Kenya) d'acquérir des compétences en induction de mutations, détection de mutations, avancement de lignées mutantes et validation de ces lignées par analyse de leur ADN. (Photo : AIEA)



7 Grâce à des fonds extrabudgétaires, on a organisé en décembre 2013 à l'AIEA à Vienne et aux laboratoires de Seibersdorf un atelier de formation spécialisée dans le but d'examiner les étapes suivantes et les prochains défis à relever. Cet atelier a permis d'échanger des semences de lignées mutantes résistantes pour la surgénération, des biotechnologies visant à accélérer l'introgession des gènes mutants résistants dans des lignées d'élite d'autres États Membres, et de méthodes de présélection par analyse d'ADN des gènes résistants à la maladie. (Photo : AIEA)

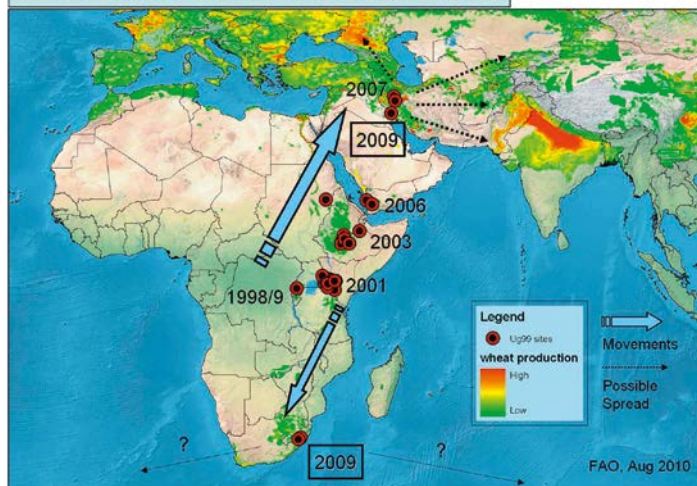


**Certificat de « Eldo Ngano 1 »
Publié sous l'autorité de la République du Kenya**

6 La première variété mutante de blé résistante à l'Ug99 a été mise sur le marché en février 2014 sous le nom « Eldo Ngano1 ». Six tonnes de semences ont été produites pour être distribuées aux agriculteurs kényans et une journée des agriculteurs a été organisée afin de démontrer la résistance de cette variété mutante et de présenter le projet.

Récemment, une seconde lignée mutante avancée a été testée en vue de l'homologation d'une nouvelle variété. En outre, on met actuellement au point en Ouganda une autre lignée mutante avancée prometteuse, qui devrait être officiellement testée et mise sur le marché en 2015.

THE SPREAD OF WHEAT STEM RUST UG99 LINEAGE



8 L'Ug99 continue de se propager dans le monde et elle est maintenant présente en République islamique d'Iran. Des cas de cette maladie auraient également été signalés en Europe.

Il est essentiel de poursuivre les travaux visant à élaborer des lignées mutantes pouvant être utilisées dans le monde pour protéger les cultures de blés contre cette maladie dévastatrice. (Photo : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Propagation de la souche Ug99 - Avril 2011)

Texte : Brian P.Forster, Chef du Laboratoire de la sélection des plantes et de la phyto génétique de l'AIEA

LES LABORATOIRES DE SEIBERSDORF VUS PAR DES SCIENTIFIQUES EN VISITE



LESOTHO

Motlatsi James Ntho, technicien de laboratoire et chercheur au Département de la recherche agronomique du Ministère de l'agriculture et de la sécurité alimentaire, Maseru (Lesotho)

« Nous subissons au Lesotho les effets du changement climatique. Les sécheresses sont devenues plus fréquentes et plus longues, et les pluies nécessaires à la croissance et au développement des cultures viennent souvent tardivement. Par ailleurs, l'agriculture est de plus en plus touchée par des maladies dévastatrices.

Je travaille à l'amélioration de la patate douce et du blé parce que ce dernier représente une part importante de l'alimentation quotidienne, et parce que la patate douce pourrait devenir une denrée tout aussi importante dans les dix prochaines années, à condition que nous fassions davantage d'efforts pour en promouvoir la consommation.

Au Département de la recherche agronomique du Lesotho, si nous nous concentrons sur ces deux aliments de base, c'est avant tout parce que nous souhaitons renforcer la sécurité alimentaire du pays : améliorer les rendements et les cultures pour nourrir convenablement la population.

Quand je retournerai dans mon pays à la fin de ces deux mois de formation à Seibersdorf, j'utiliserai les techniques nucléaires et autres acquises grâce à cette bourse pour améliorer la tolérance à la sécheresse, le rendement, la valeur nutritionnelle et la résistance aux maladies de la patate douce et du blé.

Le Département de la recherche agronomique prévoit de créer un laboratoire de culture tissulaire dans lequel nous pourrions procéder à la sélection végétale nécessaire. L'AIEA soutient ce projet en nous fournissant matériel et formations.

J'ai été envoyé aux laboratoires de Seibersdorf en Autriche parce qu'il n'existe pas en Afrique australe d'établissement où ces compétences (la mutation induite par irradiation) sont enseignées.

À l'issue de ma formation, je ne doute pas que j'aurai les compétences pour entreprendre des travaux de recherche en culture tissulaire dans les nouveaux laboratoires de mon pays. Grâce à ce programme de bourse, je pourrai pleinement participer au développement de ces compétences au Lesotho.

Bonus

En plus d'acquérir des techniques spécifiques, je devrai mener mes propres recherches, et à cet égard, ce programme m'a apporté encore plus que je n'aurais pu espérer en arrivant à Seibersdorf.

Non seulement j'ai appris à travailler sur d'autres plantes telles que le piment et la tomate, mais j'ai aussi pu m'inspirer des travaux menés par d'autres boursiers venus de toute l'Afrique et par le personnel du Laboratoire de la sélection des plantes et de la phytogénétique de l'AIEA. Ces relations, qui favoriseront la collaboration professionnelle quand nous serons retournés dans nos pays respectifs, sont à mon sens l'une des plus grandes valeurs ajoutées dont j'ai bénéficié. »



MADAGASCAR

Norbertin M. Ralambomanana, Ingénieur agronome, responsable du Laboratoire de génétique et de reproduction du Département de recherches zootechniques et vétérinaires au Centre national de recherche appliquée au développement rural (FOFIFA) dépendant du Ministère de l'agriculture de Madagascar

« La population de l'île de Madagascar dépasse 23 millions d'habitants. Plus de la moitié des personnes vivant en zones rurales travaillent dans l'agriculture, en particulier dans l'élevage de bétail. Le pays doit pourtant encore importer du lait, car son cheptel de zébus malgaches, qui sert à approvisionner le marché de l'exportation de viande bovine à destination des îles voisines, diminue.

Le Gouvernement malgache travaille donc en partenariat avec l'AIEA à la reproduction sélective du zébu local et des races Renitelo et Manjani Boina en exploitant les connaissances approfondies sur l'ADN de ces races, en vue d'améliorer leur rendement en lait et en viande.

Au Ministère de l'agriculture, nous doutons que nos efforts permettent au pays de se passer entièrement des importations de lait. Notre objectif est plutôt de réduire considérablement les quantités achetées à l'étranger. Par ailleurs, nous cherchons à fortement développer l'élevage dans le pays.

La formation que reçoivent les scientifiques malgaches au Laboratoire de la production et de la santé animales de Seibersdorf en Autriche constitue une composante essentielle du projet.

Dans le cadre d'un programme de bourses, je suis moi-même actuellement une formation de trois mois à Seibersdorf. Il s'agit de comparer, sur la base de 172 échantillons d'ADN prélevés sur trois races bovines locales de l'île, les relations entre génotypes et phénotypes, ainsi que les caractéristiques de nos races locales avec celles de races étrangères, en vue d'améliorer les qualités des bêtes élevées dans le pays.

Outils de travail

Madagascar ne disposant pas du matériel adéquat pour réaliser les analyses ADN nécessaires, l'AIEA forme des scientifiques tels que moi à l'utilisation des équipements des laboratoires de Seibersdorf, tout en aidant notre gouvernement à se procurer et acheter ses propres équipements.

Quand je retournerai dans mon pays, mes collègues du Ministère de l'agriculture et moi-même mettrons à profit les informations que j'aurai rassemblées ici pour déterminer le meilleur moyen d'améliorer nos races bovines locales.

Néanmoins, la tâche sera difficile ; nous sommes confrontés à plusieurs obstacles importants.

Tout d'abord, les bêtes sont disséminées dans des zones rurales où il n'est pas facile de prélever des échantillons sanguins. Ensuite, les éleveurs locaux ont leur propre idée sur la meilleure façon de procéder. Il sera très difficile de faire évoluer les mentalités et de les convaincre qu'ils obtiendront de meilleurs résultats en adoptant une

approche plus scientifique plutôt qu'en suivant leur méthode traditionnelle.

Les programmes de bourses comme celui dont je bénéficie sont très importants pour les États Membres en développement. En effet, en formant nos scientifiques, l'AIEA nous fournit les outils dont nous avons besoin pour satisfaire nos besoins immédiats et futurs. »



(Photo: Klaus Gaggl, AIEA)

SÉNÉGAL

Fatimata Ndiaye, chercheuse et consultante au Laboratoire de biotechnologie des champignons de la Faculté des sciences et techniques de l'Université Cheikh Anta Diop, Dakar

« Au Sénégal, nous avons du mal à nourrir convenablement notre population. Les récoltes sont mauvaises, année après année, du fait de sécheresses persistantes et de la pauvreté des sols.

Mon domaine d'action est l'amélioration de la fertilité et de la qualité des sols. Il s'agit d'accroître leur teneur en éléments nutritifs en les enrichissant en carbone et en faisant en sorte qu'ils le conservent.

Le programme de bourse de quatre mois que je suis aux laboratoires des applications nucléaires de l'AIEA à Seibersdorf porte sur les techniques dont j'ai besoin pour mener mes expériences et obtenir les résultats escomptés.

Mes collègues au Sénégal et moi-même tirerons parti des données acquises pour concevoir une solution agrotechnologique efficace aux problèmes agronomiques du Sénégal (du moins ceux qui sont liés aux sols). Nous formulerons ensuite à l'intention du gouvernement et des agriculteurs des recommandations visant à améliorer la

gestion des sols et à mettre en œuvre des moyens plus efficaces et efficaces d'accroître leur teneur en matière organique (carbone).

De telles bourses donnent à de jeunes scientifiques comme moi une bonne occasion d'améliorer leurs compétences, d'avancer professionnellement et d'accéder aux outils techniques des laboratoires de Seibersdorf. Ces occasions sont pour nous une nécessité et elles nous aident à obtenir des résultats positifs dans nos industries agricoles. »



la nature, ne puissent pas féconder les femelles lors de l'accouplement.

Si cette technique fonctionne, elle contribuera à réduire progressivement la population de moustiques susceptibles de transmettre la maladie à l'homme.

Aux laboratoires de l'AIEA à Seibersdorf, j'apprends à élever un grand nombre de moustiques stérilisés. Cela consiste notamment à comprendre les caractéristiques à respecter en termes d'alimentation, de cages, d'équipements et de nettoyage pour l'élevage des moustiques, de l'état de larve à l'âge adulte.

Je suis venue ici afin de comparer le système d'élevage en masse de l'AIEA au nôtre, de déterminer quels équipements et quelles compétences supplémentaires nous seraient nécessaires, et de découvrir les méthodes permettant d'améliorer l'efficacité et l'efficacité du processus de la TIS.

Selon moi, ces programmes de bourses à l'intention des scientifiques des États Membres en développement sont une véritable chance, car ils offrent à de jeunes professionnels des possibilités de formation dont ils ne pourraient pas bénéficier autrement. Par ailleurs, l'expérience pratique que nous acquérons et l'interaction avec le personnel patient et compétent de l'AIEA sont des atouts d'une valeur inestimable. »

SOUDAN

Tahani Bashir Abd Elkareim, chercheuse à l'Institut de recherche en médecine tropicale, Soudan

« Le paludisme est une maladie qui, même si elle peut être traitée, reste mortelle. Elle se transmet par la piqûre des femelles moustiques anophèles. D'après les Centres pour le contrôle et la prévention des maladies des États-Unis, le paludisme est un problème majeur de santé publique dans le monde. Selon les estimations, chaque année, 215 millions de personnes seraient infectées par cette maladie et 655 000 en mourraient.

Le Soudan comptant parmi les pays où le paludisme est endémique, nous avons pris plusieurs initiatives visant à limiter la transmission du moustique anophèle et à l'éliminer.

L'une de ces initiatives repose sur la technique de l'insecte stérile (TIS), qui consiste à irradier des larves de moustiques mâles afin que les moustiques adultes, une fois relâchés dans

LA FAO ET L'AIEA FONT UN PROGRÈS DÉCISIF EN DÉCRYPTANT LE GÉNOME DE LA MOUCHE TSÉ-TSÉ



Mouche tsé-tsé femelle enceinte de l'espèce *Glossina morsitans*
(Photo : Geoffrey M. Attardo, chercheur à École de santé publique de Yale, Université Yale, États-Unis)

Une percée réussie dans le séquençage en avril 2014 du génome de la *Glossina morsitans*, une espèce de mouche tsé-tsé, a permis de franchir une nouvelle étape dans la résolution d'un problème qui a eu des conséquences terribles en Afrique.

La tsé-tsé, une grosse mouche piqueuse présente dans la majeure partie des pays mi-continentaux d'Afrique, entre les déserts du Sahara et du Kalahari, est un vecteur de parasites unicellulaires appelés trypanosomes. Ce parasite particulier cause la trypanosomose, ou maladie du sommeil chez les humains. Spécialiste de la biologie moléculaire à la Division mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture, Konstantinos Bourtzis a expliqué la gravité que peut avoir la piqûre de la mouche tsé-tsé pour la santé humaine. Il n'existe en effet aucun vaccin contre la trypanosomose et son traitement médical est très coûteux. Il a indiqué qu'à l'heure actuelle, quelque 70 millions de personnes risquent de contracter la maladie du sommeil et l'on estime à plus de 50 000 le nombre de personnes infectées. La maladie du sommeil attaque le système nerveux central, modifie « l'horloge biologique », et entraîne une modification du comportement (état confusionnel, élocution lente, périodes d'agitation maniaque, difficultés à marcher et à parler, etc.).

La forme de la maladie qui touche le bétail est appelée nagana. Elle se transmet quand la mouche tsé tsé pique un

animal pour se nourrir de son sang. Le nagana se traduit par un état débilitant chronique qui provoque une baisse de la fertilité et une perte de poids, et par conséquent, une production réduite de viande et de lait. Il affaiblit les animaux au point qu'ils ne peuvent plus servir ni aux labours ni au transport, ce qui se répercute sur la production agricole. Chaque année, le nagana est la cause de la mort d'environ 3 millions d'animaux, et plus de 50 millions de bêtes sont exposés à des risques d'infection. Pour les éleveurs africains, la mouche tsé-tsé est un cauchemar. Elle a également des répercussions sur la sécurité alimentaire et le progrès socio-économique en Afrique sub saharienne.

La recherche d'une solution aux ravages de la mouche tsé-tsé causés au bétail représente un défi majeur pour l'AIEA et l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), qui ont conjugué leurs efforts dans le domaine scientifique tout comme pour l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), qui a fait porter son action sur la lutte contre la maladie du sommeil.

Les recherches menées conjointement ces dernières décennies pour enrayer la propagation de l'infection grave due à la mouche tsé-tsé ont abouti à l'adoption par la FAO et l'AIEA de la technique de l'insecte stérile (TIS). Il s'agit d'une méthode biologique respectueuse de l'environnement qui vise à maîtriser les principaux insectes ravageurs d'importance agricole, médicale et vétérinaire. La technique

de l'insecte stérile est une sorte de contrôle des naissances qui consiste à stériliser par de faibles doses de rayonnements un grand nombre de mouches mâles reproduites en laboratoire, puis à les lâcher dans les zones infestées où elles s'accouplent aux femelles sauvages sans engendrer de descendance, ce qui permet de supprimer – voire d'éradiquer – les populations de mouches sauvages si la technique est appliquée de façon systématique.

Les connaissances nouvellement acquises sur le génome de la mouche tsé-tsé constituent une mine d'informations qui permettront d'améliorer la TIS dans son ensemble et de mieux comprendre les interactions entre cette mouche, les symbiotes et les trypanosomes. Le décodage du génome a été présenté en détail dans un communiqué de presse publié par l'AIEA le 24 avril 2014 intitulé La découverte du génome de la mouche tsé-tsé donne de l'espoir aux agriculteurs africains.

Le décryptage du code génétique de la mouche tsé-tsé est le fruit d'un projet de collaboration internationale entrepris par le Laboratoire FAO/AIEA de la lutte contre les insectes ravageurs, qui a bénéficié du soutien de plus de 140 scientifiques du monde entier. Cette percée scientifique majeure permettra de mieux comprendre le potentiel

biologique et génétique de la mouche tsé-tsé, notamment sa nutrition, sa reproduction, son système immunitaire et sa capacité vectorielle, a expliqué M. Bourtzis.

Toujours selon M. Bourtzis, cette découverte devra permettre aux scientifiques d'améliorer la TIS en l'intégrant à des méthodes nouvelles et complémentaires dans le cadre d'une approche à l'échelle d'une zone, avec pour objectif de lutter contre les effets dévastateurs de la mouche tsé-tsé sur les animaux et les êtres humains. Le but des solutions élaborées n'est toutefois pas d'éliminer une espèce de tsé-tsé, mais d'éradiquer des populations de ces mouches à l'échelle locale.

La TIS a ainsi permis d'éradiquer la mouche tsé-tsé de l'île de Zanzibar (Tanzanie) en 1997, et elle fait actuellement des progrès notables dans les zones infestées en Éthiopie et au Sénégal. La FAO et l'AIEA aident 14 pays à limiter leurs populations de mouches tsé-tsé en mettant en œuvre des approches de la gestion intégrée des ravageurs à l'échelle d'une zone.

Aabha Dixit, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA

LA MOUCHE TSÉ-TSÉ : FICHE D'INFORMATION

On sait que la mouche tsé-tsé a établi des associations symbiotiques complexes avec trois bactéries différentes. Toutes les espèces de mouches tsé-tsé examinées jusqu'ici sont porteuses d'un symbiote obligatoire du genre *Wigglesworthia*, qui est en symbiose durable avec la mouche tsé-tsé, à laquelle il fournit des nutriments importants, notamment des vitamines que l'on ne trouve pas dans le sang humain et animal.

La mouche tsé-tsé a également établi une association symbiotique avec une autre bactérie, à savoir *Sodalis*. De récents travaux expérimentaux semblent indiquer que les deux symbiotes vivant dans l'intestin moyen de la mouche tsé-tsé (*Sodalis* et *Wigglesworthia*) jouent un rôle dans le développement du trypanosome, et qu'ils pourraient donc être exploités pour empêcher l'apparition et la transmission du parasite.

Le troisième symbiote de la mouche tsé-tsé est une alphaprotéobactérie, la *Wolbachia*. Présente dans plus de

40 % des espèces d'insectes, elle est le symbiote le plus répandu sur Terre. Il a été démontré que la *Wolbachia* manipulait la reproduction de ses hôtes, engendrant le plus souvent une incompatibilité cytoplasmique, un genre de stérilité chez les mâles. On a récemment observé chez le moustique que ce symbiote empêchait l'apparition et la transmission d'agents pathogènes majeurs à l'origine de maladies telles que la dengue, le chikungunya et le paludisme chez l'être humain.

On cherche actuellement à déterminer si la *Wolbachia* pourrait également empêcher l'apparition et la transmission des trypanosomes africains chez la mouche tsé-tsé, et ainsi permettre d'enrayer la propagation de la maladie du sommeil et du nagana. Il est intéressant de noter que le déchiffrement du génome de la *Glossina morsitans* a également révélé la présence de centaines de gènes de *Wolbachia* dans le génome de la mouche tsé-tsé. On ne connaît pas pour l'instant la fonction que pourraient avoir ces gènes, si tant est qu'ils en aient une.

CONTRIBUTEURS

Yukiya Amano
Konstantinos Bourtzis
Andrew Cannavan
Gerd Dercon
Adama Diallo
Yacouba Diawara
Aabha Dixit
Tahani Bashir Abd Elkareim
Brian P. Forster
Andy Garner
Brandon Thomas Gebka
Ruzanna Harman
Sasha Henriques
Joanna Izewska
Nicole Jawerth
Ralf Bernd Kaiser
Pierre Jean Laurent Lagoda
Qu Liang
Katherine Long
Julian Gregory Ludmer
Fatimata Ndiaye
Motlatsi James Ntho
David Osborn
Norbertin M. Ralambomanana
Meera Venkatesh
Marc Vreysen
Rodolfo Quevenco

L'AIEA est la seule agence au sein de la famille des Nations Unies à disposer de laboratoires spécialisés qui appuient ses activités liées à l'utilisation pacifique de la technologie nucléaire. Ces laboratoires conçoivent des technologies innovantes et dispensent une formation aux scientifiques de ses 162 États Membres.

Suivez-nous sur :

www.iaea.org

www.facebook.com/iaeaorg

www.twitter.com/iaeaorg

