

IAEA BULLETIN

AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE

La publication phare de l'AIEA | Juin 2020 | www.iaea.org/bulletin



Les maladies infectieuses

Le matériel de dépistage : une aide indispensable pour permettre aux pays de combattre la COVID-19, p. 6

Formés et équipés pour combattre les maladies animales et les zoonoses, p. 18

La technologie nucléaire dans la lutte contre le paludisme, la dengue et la maladie à virus Zika, p. 22



Le Bulletin de l'IAEA

est produit par

le Bureau de l'information
et de la communication (OPIC)

Agence internationale de l'énergie atomique
Centre international de Vienne
B.P. 100, 1400 Vienne (Autriche)
Téléphone : (43-1) 2600-0
iaebulletin@iaea.org

Direction de la rédaction : Nicole Jawerth

Rédaction : Miklos Gaspar

Conception et production : Ritu Kenn

Le Bulletin de l'IAEA est consultable en ligne
à l'adresse suivante :

www.iaea.org/bulletin

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

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

Couverture : AIEA

Suivez-nous sur :



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

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

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

Les normes de sûreté de l'AIEA définissent un système de principes fondamentaux de sûreté et sont l'expression d'un consensus international sur ce qui constitue un degré élevé de sûreté pour la protection des personnes et de l'environnement contre les effets néfastes des rayonnements ionisants. Elles ont été élaborées pour tous les types d'installations et d'activités nucléaires destinées à des fins pacifiques ainsi que pour les mesures de protection visant à réduire les risques radiologiques existants.

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

Les tâches de l'AIEA sont multiples et font intervenir un large éventail de partenaires aux niveaux national, régional et international. Les programmes et les budgets de l'AIEA 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, à New York, à Tokyo et à Toronto. Elle exploite des laboratoires scientifiques à Monaco, à Seibersdorf et à Vienne. En outre, elle apporte son appui et contribue financièrement au fonctionnement du Centre international Abdus Salam de physique théorique de Trieste (Italie).

Anticiper et prévenir les épidémies de maladies infectieuses

Par Rafael Mariano Grossi, Directeur général de l'AIEA

La COVID-19 nous a cruellement rappelé à quel point les maladies peuvent être meurtrières et dévastatrices. L'AIEA déploie une énergie et des ressources considérables pour aider les pays à lutter contre la pandémie, en étroite collaboration avec des partenaires internationaux de premier plan, et mise sur l'utilisation des techniques nucléaires et dérivées du nucléaire aux fins de détection et de diagnostic virologiques.

J'ai très vite compris qu'il serait inefficace d'aborder la COVID-19 et les futures épidémies de zoonoses (maladies transmises à l'homme par l'animal) au cas par cas. C'est pourquoi j'ai lancé en juin 2020 le projet ZODIAC (pour **Z**Oonotic **D**isease **I**ntegrated **A**ction, ou action intégrée contre les zoonoses), qui a pour but de renforcer les moyens qu'ont les pays de détecter rapidement, de diagnostiquer, de prévenir et de maîtriser les épidémies de zoonoses. L'idée est de recenser et de réunir toutes les capacités que possède l'AIEA dans le domaine des zoonoses et dans des domaines connexes, pour pallier le manque de compétences techniques et de matériel auquel doivent faire face de nombreux pays. Cette plateforme centralisée aidera le monde à anticiper et à prévenir les épidémies de zoonoses et à protéger la santé et le bien-être de milliards de personnes (page 5). J'invite les partenaires clés tels que l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) et l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) à se joindre à nous.

Plus de 120 pays ont sollicité notre assistance pour combattre le virus, et nous avons répondu à l'appel. Dans le cadre de la plus grande opération d'assistance jamais menée par l'Agence, nous avons envoyé des centaines de colis contenant du matériel de dépistage et des équipements de protection essentiels aux quatre coins du monde (page 6). L'AIEA a mis ses compétences au service du diagnostic et de la détection de la COVID-19 grâce à l'imagerie médicale (page 12) et à l'une des techniques de diagnostic les plus rapides et les plus fiables qui soit, connue sous le nom de « réaction en chaîne par polymérase avec transcription inverse », ou RT-PCR (page 8). L'Agence et ses partenaires ont aussi prodigué des conseils éprouvés aux professionnels de santé (page 15).

Dans cette édition du *Bulletin de l'AIEA*, nous vous en dirons plus sur les maladies infectieuses en général (page 4) et sur la façon dont les pays collaborent avec l'AIEA pour

renforcer leur capacité à les affronter (page 18). En Sierra Leone par exemple, les spécialistes mettent à profit le savoir-faire de l'AIEA pour détecter le virus Ebola chez les chauves-souris (page 20). En Amérique latine et dans les Caraïbes, l'Agence apporte son concours aux autorités nationales pour les aider à combattre le paludisme, la dengue et la maladie à virus Zika et à lutter contre les moustiques qui propagent ces maladies dévastatrices (page 22).



En maîtrisant les maladies animales, nous pouvons contribuer à protéger le bétail, les populations et des économies tout entières. La science nucléaire a déjà permis à des pays comme la Bulgarie (page 26) et le Viet Nam (page 25) d'améliorer leur sécurité alimentaire et leurs échanges commerciaux. Grâce à une campagne de vaccination qui a eu recours à des techniques dérivées du nucléaire, la fièvre aphteuse est maintenant sous contrôle au Maroc (page 28). Les progrès concernant les vaccins irradiés pour animaux font aussi la différence en Éthiopie (page 30).

L'AIEA ne travaille pas seule. La coopération avec des partenaires tels que l'OMS, la FAO et l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE) est primordiale. Pendant la pandémie de COVID-19, l'AIEA a rejoint l'équipe des Nations Unies pour la gestion de la crise de la COVID-19, dirigée par l'OMS. Elle a aussi bénéficié de contributions de plusieurs États, ainsi que d'acteurs du secteur privé, comme la société pharmaceutique Takeda.

L'AIEA fera tout pour aider le monde à relever les défis majeurs auxquels nous allons devoir faire face dans les années qui viennent en matière de santé humaine et animale, en faisant appel à la science et à la technologie nucléaires.



(Photos : AIEA)

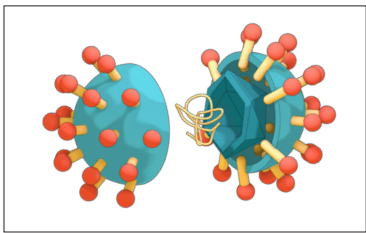


1 Anticiper et prévenir les épidémies de maladies infectieuses

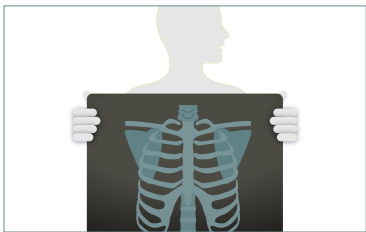
4 La contribution de la science nucléaire face aux maladies infectieuses



6 Le matériel de dépistage : une aide indispensable pour permettre aux pays de combattre la COVID-19



8 Comment la RT-PCR en temps réel permet-elle de détecter le virus de la COVID-19 ?



12 La COVID-19 vue de l'intérieur de notre corps
L'imagerie médicale mise à contribution pendant la pandémie mondiale



15 COVID-19 : vaincre la peur de l'inconnu



18 Formés et équipés pour combattre les maladies animales et les zoonoses



20 Chasse aux virus à l'aide de la technologie nucléaire en Sierra Leone



22 La technologie nucléaire dans la lutte contre le paludisme, la dengue et la maladie à virus Zika



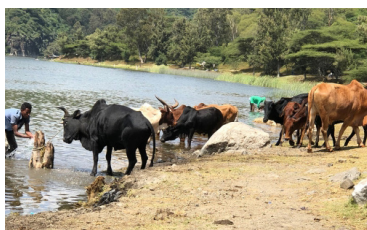
25 Les autorités vietnamiennes limitent la propagation de la peste porcine africaine grâce à des techniques dérivées du nucléaire



26 La Bulgarie endigue la propagation d'une maladie animale avec l'aide de l'AIEA et de la FAO



28 Le Maroc combat la fièvre aphteuse grâce à des techniques dérivées du nucléaire



30 En Éthiopie, les vaccins irradiés préservent la santé des animaux, ce qui profite aux exportations et améliore la sécurité alimentaire

Dans le monde

32 Nous avons besoin d'une action mondiale face à la pandémie

— Par Maria Helena Semedo

34 Une victoire mondiale contre la COVID-19 passe par des partenariats créatifs

— Par Takako Ohyabu

Infos AIEA

36 Infos AIEA

40 Publications

La contribution de la science nucléaire face aux maladies infectieuses

Par Nicole Jawerth

Les maladies infectieuses sont des affections générées par des agents pathogènes qui peuvent être des bactéries, des virus ou d'autres micro-organismes tels que des parasites ou des champignons. Après s'être introduits dans l'organisme, ces agents pathogènes se multiplient et perturbent les fonctions corporelles.

Les types et la gravité des symptômes des maladies dont ils sont la cause varient en fonction de l'agent pathogène et de l'hôte, à savoir un être humain ou un animal. Dans le cas de la COVID-19 par exemple, certains individus ne présentent aucun signe ni symptôme, d'autres souffrent d'une légère fatigue ou de courbatures, tandis que certains malades ont des symptômes sévères et invalidants qui évoluent quelquefois vers une issue fatale.

Les maladies infectieuses ont pour origine des agents pathogènes qui peuvent se transmettre de l'homme à l'homme, d'un animal à un autre, ou d'un animal à un être humain. Elles peuvent aussi être transmises par des vecteurs, qui sont des organismes vivants (par exemple des insectes) capables de véhiculer et de propager les agents pathogènes.

Actuellement, plus de 60 % des maladies infectieuses qui touchent l'être humain proviennent des animaux. Il a été scientifiquement établi que plus de 75 % des nouvelles maladies animales étaient des zoonoses, c'est-à-dire des maladies et infections transmises de l'animal à l'homme. Chaque année, environ 2,6 milliards de personnes contractent des zoonoses et près de 3 millions en meurent. La fièvre Ebola, le syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS) et la COVID-19 font partie des zoonoses les plus connues.

Apparition, résurgence et propagation

Ignorant les frontières tant dans le règne animal que chez l'homme, les maladies infectieuses représentent une

menace perpétuelle. Il arrive que de nouvelles maladies ou souches d'agents pathogènes apparaissent, tandis que d'autres refont surface après avoir disparu quelques temps ; qui plus est, certaines affections et certains agents pathogènes ont plusieurs souches ou variantes. Les maladies étant en constante évolution, la science et la médecine se doivent d'évoluer au même rythme.

Lorsqu'une maladie survient, elle affecte la santé des êtres humains et/ou des animaux qui la contractent, et peut avoir pour conséquence de détériorer les moyens de subsistance des populations et de nuire à leur économie. Elles touchent souvent de façon disproportionnée les groupes vulnérables que sont les enfants, les pauvres, les personnes âgées et ceux dont le système immunitaire est affaibli. Les victimes de maladies infectieuses vivent en grande majorité dans des pays en développement et appartiennent souvent aux catégories les plus démunies.

La probabilité de les voir apparaître, refaire surface ou se propager chez l'homme est aujourd'hui plus élevée que jamais. La mondialisation, la croissance démographique et l'urbanisation ont amené les individus à se déplacer davantage et à vivre dans une plus grande promiscuité, alors même que la déforestation, le changement climatique, les migrations et les pratiques d'élevage amenuisent les barrières entre l'homme et l'animal, ce qui aggrave les risques d'épidémies de zoonoses.

Par ailleurs, les maladies infectieuses sont devenues plus difficiles à gérer du fait de la résistance accrue de certains agents pathogènes aux antibiotiques, de la résurgence de maladies pourtant évitables par des vaccins, et de l'apparition de nouveaux agents pathogènes contre lesquels il n'existe encore ni vaccin ni traitement. De nombreux pays ne sont pas suffisamment équipés pour diagnostiquer ces infections à un stade précoce, ce qui augmente les risques de propagation.

Glossaire

Agent pathogène : bactérie, virus ou autre micro-organisme, tel qu'un parasite ou un champignon, pouvant provoquer une maladie.

Endémique : régulièrement présent dans une certaine zone ou dans un groupe particulier.

Maladie infectieuse : affection engendrée par des agents pathogènes, tels que des bactéries, des virus, des parasites ou des champignons, pouvant se transmettre de l'homme à l'homme ou de l'animal à l'homme.

Transmission vectorielle : transmission ou transport par vecteur.

Vecteur : organisme vivant (par exemple insecte) capable de véhiculer et de propager des agents pathogènes.

Zoonose : maladie ou infection transmise de l'animal à l'homme.

Prévenir, détecter, anticiper

Il est essentiel de pouvoir détecter les maladies au plus tôt pour freiner la propagation des infections et empêcher qu'elles dégénèrent en épidémies. Les techniques nucléaires et dérivées du nucléaire sont des outils fiables qui peuvent être mis à profit pour étudier, prévenir, détecter et enrayer les épidémies de maladies animales et de zoonoses.

Les tests de **réaction de polymérisation en chaîne après transcription inverse en temps réel (RT-PCR en temps réel)** sont parmi les tests de dépistage en laboratoire les plus courants et les plus fiables. Cette méthode dérivée du nucléaire permet de détecter la présence de matériel génétique propre à un agent pathogène, par exemple un virus. Il est possible d'établir un diagnostic en recherchant le matériel génétique de cet agent pathogène dans un échantillon provenant d'un patient ou d'un animal. Les différentes étapes de cette méthode ainsi que son utilisation pour le dépistage de la COVID-19 sont décrites en page 8.

Certaines maladies ne présentent que peu de symptômes ou sont même asymptomatiques durant les premiers stades de leur développement, et il arrive aussi qu'on les confonde avec d'autres problèmes de santé. Des techniques d'**imagerie médicale** telles que la radiologie ou la médecine nucléaire peuvent permettre de dépister une maladie de manière rapide et fiable, et de continuer ensuite à la surveiller afin de mieux freiner sa propagation. Pour en savoir plus sur l'imagerie diagnostique et sur son exploitation dans la lutte contre la COVID-19, consultez la page 12.

Il existe une méthode de contrôle des naissances des insectes basée sur la technologie nucléaire, dite « **technique de l'insecte stérile** » (TIS), qui peut contribuer à empêcher, maîtriser, et même stopper potentiellement la propagation de certaines maladies transmises par vecteur. Des travaux de recherche développement portant sur la réduction des populations de moustiques vecteurs de maladies à l'aide de la TIS sont en cours. Pour plus d'informations à ce sujet, consultez la page 22.

Certains vaccins utilisent une forme inactivée d'un agent pathogène qui, une fois introduit dans l'organisme, active son système immunitaire afin de le préparer à combattre l'infection. L'une des solutions qui est aujourd'hui envisagée pour lutter contre les maladies est de faire appel à des vaccins irradiés. Les rayonnements peuvent permettre d'inactiver un agent pathogène sans en affecter la structure. Pour en savoir plus sur l'emploi des **vaccins irradiés** dans la lutte contre les maladies animales, consultez la page 30.

L'AIEA aide depuis plusieurs dizaines d'années les États Membres à se doter des capacités nécessaires pour détecter et identifier précocement les agents pathogènes ainsi que pour dépister, gérer et prévenir les maladies avec rapidité et fiabilité. Dispensée souvent en collaboration avec des partenaires tels que l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) et l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE), cette assistance a contribué de manière déterminante à la lutte contre les épidémies de maladies infectieuses, aussi bien chez l'homme que chez l'animal.

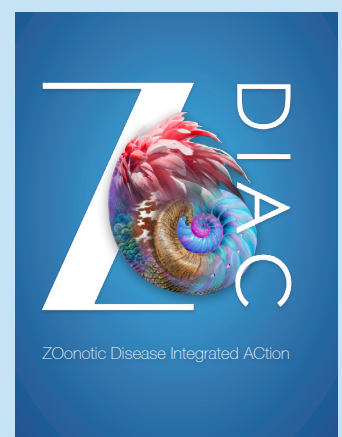
ZODIAC

Dépasser la pandémie de COVID-19

Le projet d'action intégrée contre les zoonoses, baptisé projet ZODIAC (**Z**Oonotic **D**isease **I**ntegrated **A**ction), a été lancé par l'AIEA en juin 2020 dans le but de renforcer les capacités des États en matière de détection précoce, de diagnostic, de prévention et de maîtrise des épidémies de zoonoses. Conçu selon une approche systématique, globale, multisectorielle et pluridisciplinaire, le projet prévoit des mesures d'assistance d'urgence, dont des équipes d'intervention, pour s'attaquer aux agents pathogènes de zoonoses nouvelles ou existantes. Le projet ZODIAC vise à aider les pays à se préparer aux épidémies de zoonoses et à mener des actions de prévention en la matière, tout en préservant le bien-être, les moyens de subsistance et la situation socio-économique de milliards d'êtres humains dans le monde.

Les techniques nucléaires et dérivées du nucléaire sont des outils éprouvés et fiables qui jouent un rôle crucial dans l'étude, la détection, la prévention et la neutralisation des épidémies de zoonoses. Organisation à vocation scientifique, l'AIEA, en collaboration avec ses partenaires, est idéalement placée pour entreprendre, coordonner et mettre efficacement en œuvre le projet ZODIAC, ainsi que pour aider les pays à renforcer leur résilience aux zoonoses. Elle possède une grande expérience en matière d'assistance face aux maladies animales et aux zoonoses, et peut s'appuyer sur son laboratoire spécialisé ainsi que sur un vaste réseau de laboratoires vétérinaires partenaires dans le monde.

ZODIAC pourra tirer profit de la coopération de l'AIEA avec des partenaires tels que l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, l'Organisation mondiale de la Santé et l'Organisation mondiale de la santé animale.



Le matériel de dépistage : une aide indispensable pour permettre aux pays de combattre la COVID-19

Par Luciana Viegas



Préparation d'un échantillon pour un test de dépistage de la COVID-19. (Photo : D. Calma/AIEA)

Au début de l'année 2020, du matériel d'une importance vitale pour le dépistage de la COVID-19 a été envoyé dans le monde entier dans le cadre du plus grand projet de coopération technique jamais mis sur pied par l'AIEA. Cette assistance dont ont bénéficié plus de 140 pays faisait partie de la réponse apportée par l'AIEA aux pays ayant sollicité une aide face à l'épidémie mondiale de COVID-19. Désireux d'appuyer vigoureusement cette initiative, plusieurs pays ont par ailleurs annoncé leur intention de verser de substantielles contributions extrabudgétaires destinées à financer les activités menées par l'AIEA pour lutter contre la pandémie.

Selon Susana Petrick, Présidente de l'Institut péruvien de l'énergie nucléaire (IPEN), « L'assistance de l'AIEA, arrivée à point nommé, a joué un rôle crucial dans le renforcement de nos capacités de détection du virus responsable de la COVID-19 ». « Nous avons pris très vite conscience de ce qui risquait de se produire et avons réagi sans tarder, mais nous savions qu'il nous faudrait rapidement accroître nos capacités de détection précoce du virus. Le matériel de test et les réactifs fournis par l'AIEA ont contribué

à renforcer nos propres moyens de dépistage, ce qui, au bout du compte, nous a aidés à protéger la population. »

La COVID-19 est une maladie imputable à un nouveau coronavirus qui a été signalé pour la première fois en décembre 2019 et dont la propagation rapide dans le monde entier a abouti en mars 2020 à ce que l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a qualifié de pandémie.

« Le personnel de l'AIEA s'efforce par tous les moyens de faire parvenir ce matériel crucial aussi rapidement que possible aux pays qui en manquent le plus », déclarait Rafael Mariano Grossi, Directeur général de l'AIEA, en mars 2020, peu après l'annonce de la pandémie de COVID-19. « Pour l'Agence, cette assistance dont les pays ont besoin constitue une priorité absolue. »

Afin d'épauler les efforts engagés pour lutter contre la maladie, des appareils et des kits de diagnostic ainsi que des réactifs et des consommables ont été expédiés à des dizaines de laboratoires en Afrique, en Asie, en Europe, en Amérique latine et dans les Caraïbes, de manière à accélérer les opérations de dépistage menées par les autorités

nationales, élément crucial de la lutte contre l'épidémie. Le matériel expédié comprenait des produits de sécurité biologique, notamment des équipements de protection individuelle et des enceintes de laboratoire devant permettre d'analyser en toute sécurité les échantillons prélevés.

« Grâce à ce matériel, nous avons amélioré et accéléré nos méthodes de travail, en particulier pour ce qui concerne les tests de dépistage du virus de la COVID-19 », explique Maja Travar, qui dirige le département de microbiologie médicale du Centre hospitalier universitaire de la Republika Srpska à Banja Luka (Bosnie Herzégovine). « La majorité des cas positifs étant hospitalisés dans notre établissement, ce matériel nous est précieux. Nous sommes désormais en mesure d'accroître nos capacités de test et avons pu relever notre niveau de biosécurité, ce qui est extrêmement important pour pouvoir dispenser un large éventail de services à nos patients, tout en protégeant notre personnel. »

Tests de dépistage

Une grande partie du matériel fourni est destiné à permettre l'utilisation d'une technique dérivée du nucléaire appelée réaction de polymérisation en chaîne après transcription inverse en temps réel (RT-PCR en temps réel) (voir page 8), qui contribue à détecter et identifier de manière fiable, en l'espace de quelques heures, la présence du coronavirus chez l'homme ainsi que chez les animaux qui peuvent aussi en être porteurs. Des techniques comme la RT-PCR en temps réel sont très utiles pour détecter et caractériser rapidement des virus tels que celui responsable de la COVID-19. « Ces outils sont les seuls à nous donner des résultats absolument sûrs », indique Enrique Estrada Lobato, médecin spécialiste de médecine nucléaire à l'AIEA.

En collaboration avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), l'AIEA a également fait parvenir aux autorités nationales des orientations relatives à la détection du virus de la COVID-19 par l'intermédiaire du Réseau de laboratoires diagnostiques vétérinaires (réseau VETLAB), qui regroupe des laboratoires vétérinaires implantés en Afrique et en Asie (voir page 19), notamment des consignes générales de dépistage conformes aux recommandations de l'OMS.

L'AIEA a en outre participé aux travaux de l'Équipe de l'ONU pour la gestion de la crise de la COVID-19 dirigée par l'OMS, qui a été créée en février 2020 à la suite de l'activation du dispositif de gestion de crise des Nations Unies. Composée de représentants de haut niveau de 23 institutions et organismes du système des Nations Unies, cette équipe a tenu des réunions hebdomadaires pour communiquer des informations essentielles, analyser les nouveaux problèmes et définir leur ordre de priorité, et coordonner les stratégies, les décisions de politique générale et les plans adoptés, ainsi que pour convenir des mesures conjointes à mettre en œuvre afin d'optimiser l'action des Nations Unies contre la pandémie mondiale de

COVID-19. En plus de se réunir et de communiquer régulièrement, l'Équipe concourt aux efforts de coordination déployés pour lutter contre l'épidémie et mène différentes activités plus ciblées en lien avec la pandémie, notamment pour ce qui concerne la santé, les voyages et le commerce, la planification des mesures nationales, la gestion stratégique de la chaîne logistique et la communication externe.

L'assistance fournie aux pays par l'AIEA dans la lutte contre la COVID-19 s'inscrit dans le cadre du programme de coopération technique de l'AIEA, qui vise à favoriser l'utilisation de techniques nucléaires à des fins pacifiques dans des domaines tels que la santé humaine et animale.

En plus de ses ressources propres, l'AIEA s'est appuyée, pour apporter cette aide d'urgence au titre de la COVID-19, sur des fonds extrabudgétaires. Les pays donateurs continuent de verser à l'Agence des contributions financières extrabudgétaires à cet effet, contributions dont le montant s'élevait à plus de 15,5 millions d'euros au mois de mai 2020. Des fonds ont aussi été mobilisés via l'Initiative sur les utilisations pacifiques de l'AIEA.

« Nous sommes fiers à l'AIEA de pouvoir réagir rapidement en cas de crise, comme nous l'avons fait récemment face aux virus Ebola et Zika et au virus de la grippe porcine africaine », a déclaré Rafael Mariano Grossi au Conseil des gouverneurs de l'AIEA début mars 2020. « Contribuer aux efforts internationaux visant à lutter contre le coronavirus restera l'une de mes priorités pendant toute la durée de l'épidémie. »

L'ensemble des moyens mis en place pour les tests de dépistage dans le cadre de l'assistance d'urgence de l'AIEA visant à lutter contre la COVID-19 aidera également les pays à faire face à l'avenir à d'autres maladies animales et zoonoses. Cela fait partie de l'action que mène plus largement l'AIEA pour aider les pays à prévenir, prendre en charge et anticiper les épidémies dans le monde.



Évaluation des résultats d'un test RT-PCR de dépistage de la COVID-19. (Photo : D. Calma/AIEA)

Comment la RT-PCR en temps réel permet-elle de détecter le virus de la COVID-19 ?

Par Nicole Jawerth



Alors que le coronavirus responsable de la COVID-19 se propage dans le monde entier, l'AIEA, en partenariat avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), propose aux pays une assistance et met à disposition ses compétences pour les aider à utiliser la réaction de polymérisation en chaîne après transcription inverse en temps réel (RT-PCR en temps réel), l'une des méthodes de laboratoire les plus rapides et les plus précises qui soient pour détecter, suivre et étudier le virus à l'origine de cette maladie.

Mais qu'est-ce que la RT-PCR en temps réel ? Comment fonctionne-t-elle ? En quoi diffère-t-elle de la PCR ? Et qu'a-t-elle à voir avec la technologie nucléaire ? Nous avons voulu, dans l'article qui suit, expliquer cette technique et notamment son fonctionnement, et revenir sur quelques points concernant les virus et la génétique.

Qu'est-ce que la RT-PCR en temps réel ?

La RT-PCR en temps réel est une technique dérivée du nucléaire qui permet de détecter la présence de matériel génétique propre à un agent pathogène, notamment un virus. Initialement, le matériel génétique cible était détecté au moyen de marqueurs isotopiques radioactifs, mais la méthode a ensuite été perfectionnée et d'autres types de marqueurs, le plus souvent des colorants fluorescents, remplacent aujourd'hui les isotopes. Avec cette technique, les scientifiques peuvent visualiser les résultats de façon presque immédiate, avant que le processus soit terminé, tandis que la RT-PCR classique ne livre ses résultats que tout à la fin.

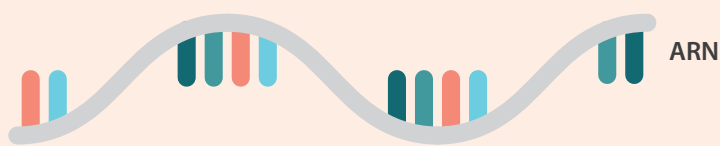
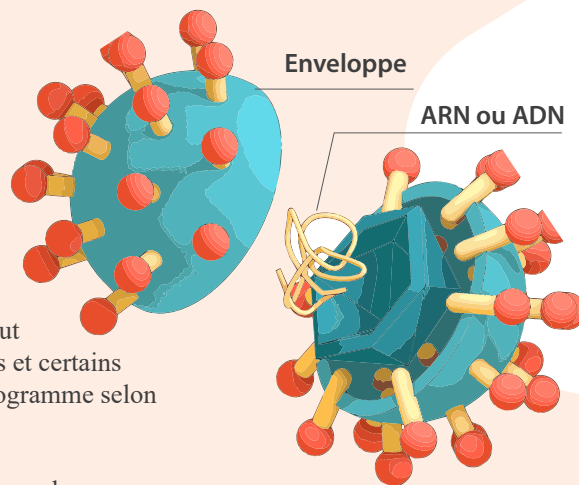
La RT-PCR en temps réel est l'une des techniques de laboratoire les plus utilisées pour détecter le virus de la COVID-19. De nombreux pays y ont eu recours pour dépister d'autres maladies, notamment les maladies à virus Ebola et à virus Zika, mais nombreux aussi sont ceux qui ont encore besoin d'une assistance pour adapter la méthode au virus de la COVID-19 et renforcer leurs capacités de diagnostic à l'échelle nationale.

Qu'est-ce qu'un virus et qu'est-ce que le matériel génétique ?

Un virus est un organisme microscopique constitué de matériel génétique entouré d'une enveloppe moléculaire. Ce matériel génétique peut être composé d'acide désoxyribonucléique (ADN) ou d'acide ribonucléique (ARN).

L'**ADN** est une molécule à deux brins présente dans tout type d'organismes, notamment les animaux, les plantes et certains virus, qui contient le code génétique, c'est-à-dire le programme selon lequel l'organisme se forme et se développe.

L'**ARN** est une molécule, généralement composée d'un seul brin, qui copie, ou transcrit, une partie du code génétique de l'organisme pour la transmettre à des protéines qui synthétisent

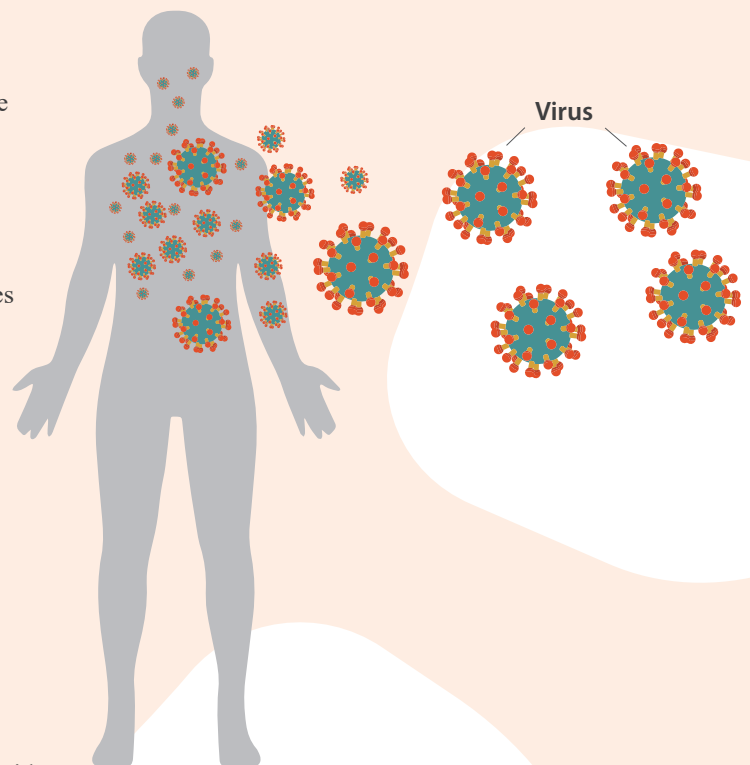


des molécules nécessaires à l'accomplissement des fonctions essentielles à la vie et au développement de l'organisme. Il existe différents types d'ARN permettant la copie, ou transcription, et la transmission du matériel génétique.

Certains virus, dont le coronavirus SARS-CoV-2, qui est responsable de la COVID-19, ne contiennent que de l'ARN, ce qui signifie qu'ils ont besoin de s'infiltrer dans des cellules saines pour se multiplier et survivre. Une fois dans la cellule, le virus utilise son propre code génétique (de l'ARN dans le cas du virus de la COVID-19) pour prendre le contrôle de celle-ci et la « reprogrammer » pour qu'elle se mette à produire des virus.



Pour détecter précocement ce type de virus dans l'organisme à l'aide de la RT-PCR en temps réel, les scientifiques doivent convertir son ARN en ADN selon un processus appelé « transcription inverse ». Cette étape est nécessaire car seul l'ADN peut être copié, ou « amplifié », en laboratoire. Or, l'amplification est une étape clé du processus de RT-PCR en temps réel pour la détection des virus.



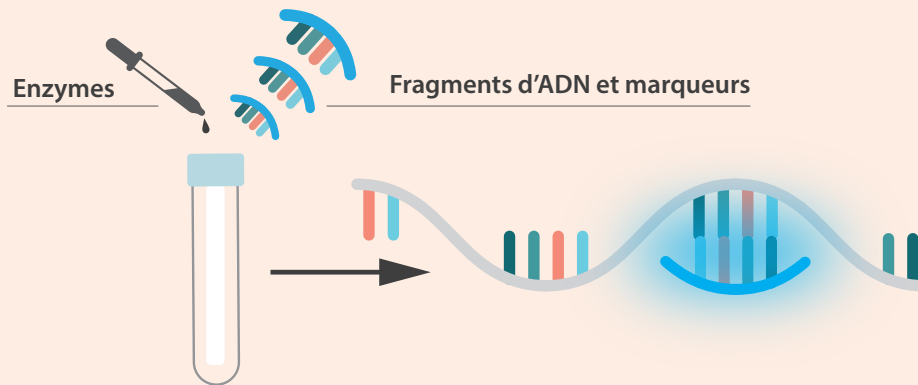
Les scientifiques amplifient plusieurs centaines de milliers de fois une partie de l'ADN viral transcrit. L'amplification est une étape importante car elle permet aux scientifiques d'obtenir une quantité suffisamment grande de séquences d'ADN viral cibles pour pouvoir confirmer avec exactitude la présence du virus, et leur évite d'avoir à rechercher une quantité infime du virus parmi des millions de brins d'information génétique.



Comment fonctionne la RT-PCR en temps réel avec le virus de la COVID-19 ?

On prélève un échantillon sur les parties du corps où le virus responsable de la COVID-19 s'accumule, comme le nez ou la gorge. On traite l'échantillon avec plusieurs solutions chimiques pour le débarrasser de certaines substances, notamment les protéines et les graisses, et extraire uniquement l'ARN qu'il contient. L'ARN ainsi extrait est composé à la fois du matériel génétique de la personne et, s'il est présent, de l'ARN du virus.

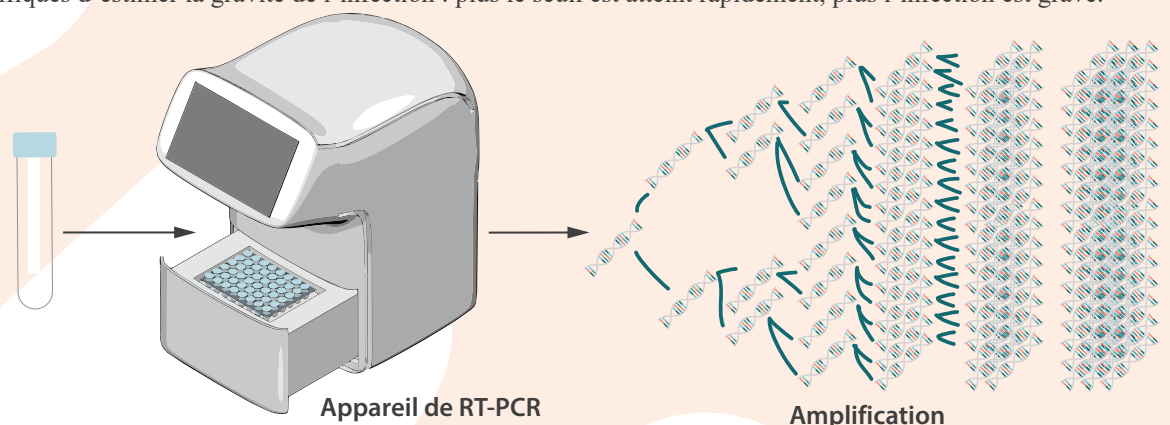
L'ARN est alors converti en ADN, lors de la transcription inverse, grâce à une enzyme spécifique. Les scientifiques ajoutent ensuite de courts fragments d'ADN complémentaires de certaines séquences de l'ADN viral transcrit. Si le virus est présent



dans l'échantillon, ces fragments s'attachent aux séquences d'ADN viral cibles. Certains des fragments d'ADN ajoutés servent uniquement à construire de nouveaux brins d'ADN lors de l'amplification, tandis que les autres servent aussi à marquage des brins qui permettront de détecter le virus.

Le mélange est ensuite placé dans un appareil de RT-PCR, où il est chauffé et refroidi suivant des cycles qui déclenchent des réactions chimiques permettant d'obtenir de nouvelles copies, identiques, des séquences d'ADN viral cibles. Les cycles se répètent de nombreuses fois pour continuer à copier ces séquences. À chaque cycle, la quantité double : on passe de deux copies à quatre, puis de quatre à huit, et ainsi de suite. Le processus de RT-PCR en temps réel comprend généralement 35 cycles, ce qui signifie qu'à la fin du processus environ 35 milliards de nouvelles copies des séquences d'ADN viral sont produites à partir de chaque brin d'ARN viral présent dans l'échantillon.

À mesure que les copies des séquences de l'ADN viral sont produites, les marqueurs se fixent sur les brins d'ADN et émettent une fluorescence qui est mesurée par l'ordinateur de l'appareil. Les résultats s'affichent en temps réel à l'écran. L'ordinateur effectue un suivi de la quantité de fluorescence dans l'échantillon à la fin de chaque cycle. Lorsque le niveau de fluorescence dépasse un certain seuil, la présence du virus est confirmée. Le nombre de cycles nécessaires pour atteindre ce seuil permet également aux scientifiques d'estimer la gravité de l'infection : plus le seuil est atteint rapidement, plus l'infection est grave.



Pourquoi utiliser la RT-PCR en temps réel ?

La technique de RT-PCR en temps réel, hautement sensible et spécialisée, permet d'établir un diagnostic fiable en seulement trois heures, bien que les laboratoires mettent six à huit heures en moyenne. Elle est beaucoup plus rapide que les autres méthodes d'isolement de virus disponibles et présente un risque plus faible de contamination ou d'erreur puisque toutes les étapes peuvent être réalisées dans un tube fermé. De toutes les techniques disponibles, elle reste la plus précise pour le dépistage du virus de la COVID-19.

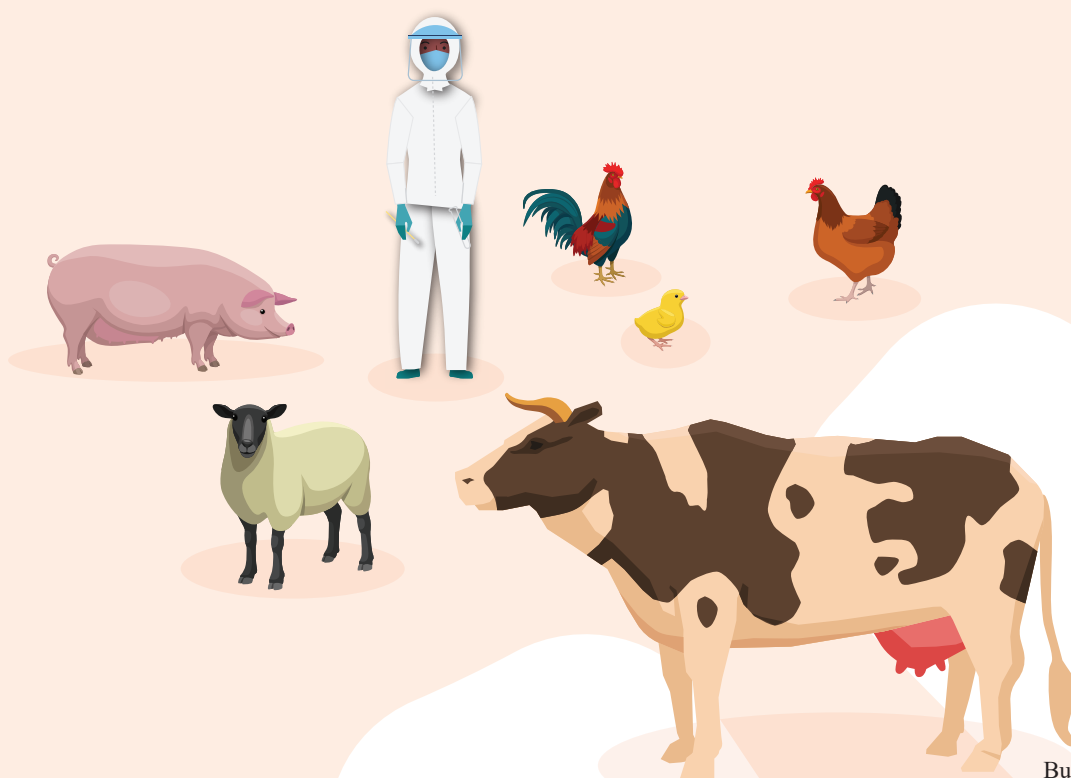
Mais étant donné que les virus ne sont présents dans l'organisme que pendant une certaine durée, la RT PCR en temps réel ne permet pas de déterminer si un individu a été infecté par le passé, ce qui est pourtant essentiel pour comprendre comment le virus se développe et se propage. Pour détecter, suivre et étudier les infections passées, en particulier les infections asymptomatiques qui auraient contribué à la propagation du virus, d'autres méthodes sont nécessaires.

Qu'est-ce que la PCR et en quoi diffère-t-elle de la RT-PCR en temps réel ?

La RT-PCR est une variante de la PCR, ou réaction de polymérisation en chaîne. Les deux techniques reposent sur le même processus, mais la RT-PCR prévoit une étape supplémentaire, la transcription inverse de l'ARN en ADN, ou RT, qui est nécessaire pour pouvoir passer à l'amplification du matériel génétique. La PCR ne peut donc être utilisée que sur des agents pathogènes, tels que des virus et des bactéries, qui contiennent déjà de l'ADN, alors que la RT-PCR permet de transcrire l'ARN en ADN, pour ensuite l'amplifier. Les deux méthodes se prêtent à un suivi « en temps réel », c'est-à-dire que les résultats peuvent être visualisés de façon presque immédiate, alors qu'avec les versions « classiques » du test, les résultats ne peuvent être obtenus qu'à la toute fin de la réaction.

La PCR fait partie des tests de dépistage les plus utilisés pour détecter les agents pathogènes, notamment les virus, qui sont responsables de maladies comme la fièvre hémorragique à virus Ebola, la peste porcine africaine et la fièvre aphteuse. Étant donné que le virus de la COVID-19 renferme uniquement de l'ARN, on a recours à la RT-PCR en temps réel ou classique pour le détecter.

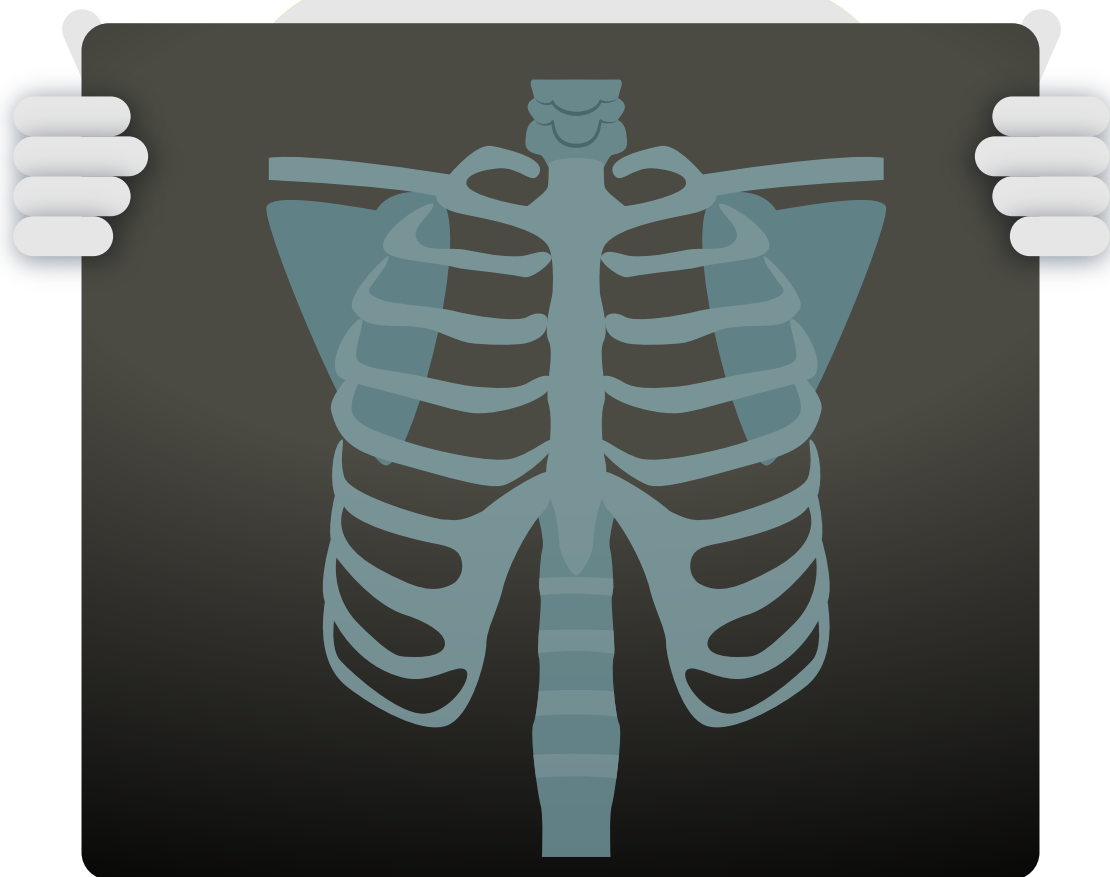
Depuis plus de 20 ans, l'AIEA, en partenariat avec la FAO, forme des experts du monde entier à l'utilisation de la technique de RT-PCR en temps réel et leur fournit du matériel, notamment dans le cadre de son réseau VETLAB, composé de laboratoires de diagnostic vétérinaire. Cette technique a aussi été récemment utilisée pour diagnostiquer d'autres maladies, comme les maladies à virus Ebola et à virus Zika, le syndrome respiratoire du Moyen-Orient (MERS), le syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS) et d'autres maladies animales importantes. Elle a également permis de détecter les principales zoonoses, qui sont des maladies animales transmissibles à l'homme.



La COVID-19 vue de l'intérieur de notre corps

L'imagerie médicale mise à contribution pendant la pandémie mondiale

Par Nicole Jawerth



Obtenir des images de ce qui se passe dans le corps humain aide les professionnels de santé à évaluer et à mieux comprendre la COVID-19, maladie imputable à une nouvelle forme de coronavirus.

« L'imagerie diagnostique permet de scruter l'organisme de l'intérieur, déclare Olivier Pellet, radiologue à l'AIEA. Grâce à cette technique, nous avons pu détecter des complications liées à la maladie, telles que l'apparition de lésions, d'une pneumonie ou de caillots sanguins dans les poumons. Chaque jour, nous en apprenons davantage sur le virus et ses effets sur notre organisme, à mesure que nous découvrons de nouveaux signes et symptômes de la COVID-19 que nous n'avions encore jamais observés, même chez des individus en apparence asymptomatiques. »

L'imagerie médicale est utilisée dans le monde entier depuis plus d'un siècle pour diagnostiquer, surveiller et traiter de nombreuses pathologies, comme le cancer, des maladies infectieuses, des troubles cardiaques et des problèmes neurologiques. De nombreux pays collaborent depuis des dizaines d'années avec l'AIEA pour mettre sur pied et assurer des services de médecine radiologique, et notamment d'imagerie diagnostique.

Parmi toute la gamme des techniques d'imagerie disponibles, les plus utilisées pour examiner les patients atteints de la COVID-19 sont la radiographie et la tomodensitométrie (CT) thoraciques, ainsi que l'échographie pulmonaire (pour en savoir plus sur chacune de ces méthodes, voir aux pages 13 et 14).

« Ces trois techniques sont complémentaires et constituent autant d'options pour étudier les effets de la COVID-19 sur différents organes à divers stades de la maladie, explique Olivier Pellet. On les utilise sur le thorax et les poumons, car on sait que les symptômes respiratoires sont parmi les premiers signes de la COVID-19. »

Bien que le diagnostic de la COVID-19 repose sur la détection du virus au moyen de tests de laboratoire tels que la réaction de polymérisation en chaîne après transcription inverse (voir page 9), il est largement fait appel à l'imagerie médicale pour examiner les patients à différents stades de la maladie, en particulier les cas modérés, graves ou critiques.

Affiner et adapter

Lorsque la COVID-19 a commencé à se propager à l'ensemble de la planète au début 2020, les professionnels de santé ont dû adapter et perfectionner ces techniques afin de s'assurer que leur utilisation pour diagnostiquer la maladie soit justifiée, adéquate et sûre.

« Les radiologues et autres spécialistes de l'imagerie ont dû déterminer quelles procédures il conviendrait de suivre pour la COVID-19 et à quel moment, comment analyser avec précision les images médicales pour détecter les symptômes de la maladie, et comment adapter leurs méthodes de travail pour protéger leur personnel et les patients contre une infection, tout en continuant à fournir d'autres services de santé essentiels et vitaux », dit Olivier Pellet.

Ils ont également dû faire preuve de prudence dans la recherche d'un juste équilibre : une trop faible quantité de rayonnements ne permet pas d'obtenir des images suffisamment claires, mais une dose inutilement élevée accroît les risques pour le patient. De même, plus on produit d'images, plus on expose le patient à des risques parfois superflus, mais plus on est sûr de ne pas passer à côté d'une information essentielle qui pourrait aider à traiter le patient.

« En médecine, toute utilisation de rayonnements doit être justifiée et optimisée, tant pour garantir l'efficacité des procédés que pour protéger les patients et le personnel », souligne Miroslav Pinak, chef de la Section de la sûreté et du contrôle radiologiques de l'AIEA. « En situation de pandémie, lorsque les procédures et les façons de travailler habituelles sont mises à mal, il faut veiller à maintenir un niveau élevé de radioprotection tout en intégrant les mesures nécessaires pour réduire au minimum la propagation et les conséquences de la COVID-19. »

Afin d'appuyer ces efforts, l'AIEA a fourni aux professionnels de santé un large éventail de ressources, telles que des webinaires, des articles et des documents d'orientation technique sur la COVID-19 ainsi que sur la radiologie, la médecine nucléaire et la radioprotection. Pour en savoir plus, consultez la page 15.

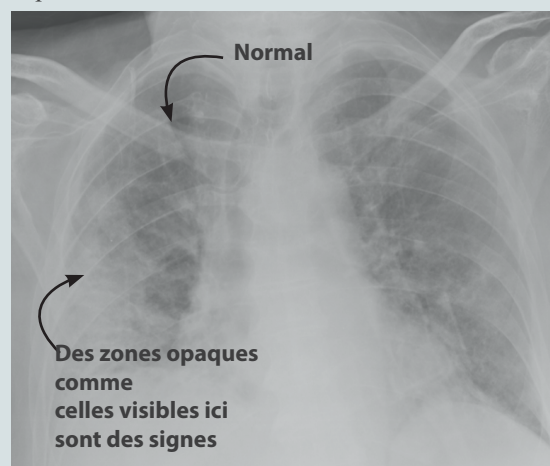
Radiographie du thorax

Les rayons X sont un type de rayonnements. Nombreux sont ceux qui ont déjà eu affaire à eux en cas de fracture ou d'examen dentaire.

Les professionnels de santé se servent d'un appareil à rayons X pour exploiter ces rayonnements. Une fois le patient positionné sur l'appareil, une dose de rayonnements soigneusement déterminée est émise et traverse la zone de l'organisme ciblée. Les parties les plus denses et les plus épaisses, comme les os, laissent passer moins de rayons X, alors que les parties plus fines ou constituées de tissus plus mous en laissent passer davantage. Après avoir traversé le corps, les rayonnements qui ressortent sont captés par un détecteur spécial placé de l'autre côté de la zone ciblée. Les motifs formés par les rayons X ainsi captés génèrent une image des structures internes du corps et de leurs altérations.

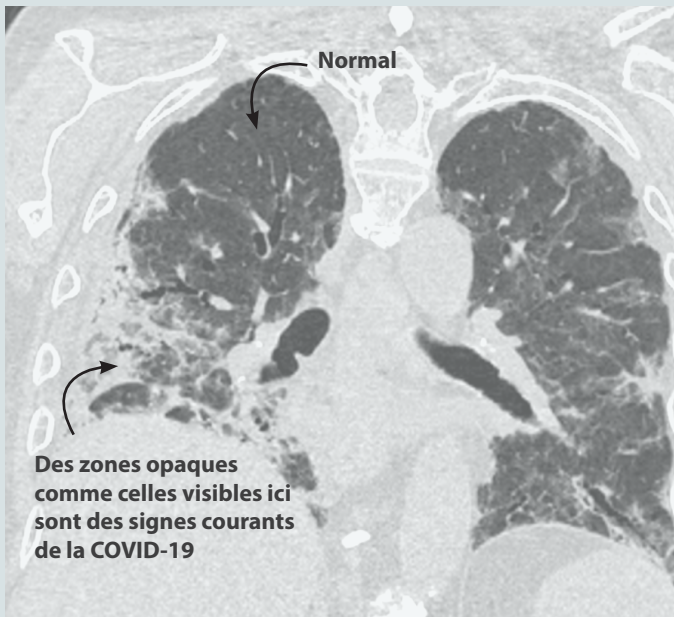
Pour évaluer les effets de la COVID-19, les spécialistes dirigent les rayons X sur le thorax du patient pour visualiser les tissus pulmonaires, notamment chez les patients qui présentent des symptômes respiratoires. Les rayons X permettent également de surveiller l'évolution de la maladie et de prendre des décisions quant au traitement et au suivi, pour déterminer par exemple si un patient doit être admis à l'hôpital ou s'il convient de faire passer un examen de tomодensitométrie à un patient présentant des symptômes aigus.

« Étant donné qu'il est souvent assez aisé de trouver des appareils à rayons X dans les centres médicaux, de nombreux professionnels de santé ont déjà accès à de tels outils pour aider leur pays à faire face à la COVID-19 », affirme Olivier Pellet. « Il existe également des appareils à rayons X portatifs, légers et faciles à manipuler et à décontaminer – ce qui est essentiel pendant une pandémie, surtout lorsqu'un triage médical doit être opéré ou lorsque l'on a affaire à des hôpitaux de fortune. »



Radiographie d'un patient atteint d'une pneumonie due à la COVID-19. Les deux poumons présentent des signes de la maladie, en particulier le poumon droit.

(Photo : L. Zanoni / Division de médecine nucléaire du Centre hospitalier universitaire de la ville de Bologne, la polyclinique S. Orsola-Malpighi)



Tomodensitométrie d'un patient atteint d'une pneumonie due à la COVID-19. Les deux poumons sont touchés, en particulier le poumon droit.

(Photo : L. Zanoni / Division de médecine nucléaire du Centre hospitalier universitaire de la ville de Bologne, la polyclinique S. Orsola-Malpighi)

Tomodensitométrie du thorax

La tomodensitométrie consiste à produire une série d'images au moyen de rayons X. Le tomographe est un appareil qui effectue une rotation autour du patient en émettant des rayons X qui passent à travers le corps sous différents angles. Un anneau contenant des centaines de détecteurs d'un type particulier, au centre duquel se trouve le patient, capte les motifs formés par les rayons X. Ceux-ci sont ensuite traités par le puissant ordinateur de l'appareil, qui recompose des images détaillées, souvent en 3D, à partir de très fines coupes du corps du patient ne dépassant pas 0,3 mm d'épaisseur. Lors d'une tomodensitométrie du thorax, qui est la partie du corps habituellement ciblée pour évaluer la COVID-19, des centaines d'images sont produites afin de pouvoir visualiser l'intégralité de la zone.

Les tomographe sont des appareils plus sophistiqués, mais aussi plus chers et moins répandus que les appareils à rayons X. « Ils sont également plus difficiles à décontaminer, cette opération pouvant prendre plus de 20 minutes, explique Olivier Pellet. De plus, comme les tomographe fournissent des informations visuelles extrêmement détaillées, ils émettent une dose de rayonnements plus élevée que les appareils à rayons X. Ils doivent donc être réservés aux patients pour lesquels leur utilisation est justifiée. »

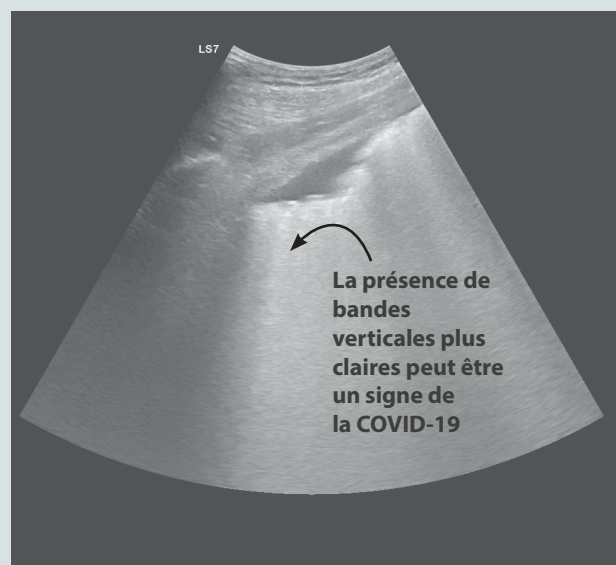
Échographie

Les appareils à ultrasons, ou échographes, exploitent les ondes sonores de haute fréquence, et non les rayons X, pour produire des images. Une sonde connectée à un appareil à ultrasons émet et reçoit chaque seconde des millions d'ondes sonores qui traversent la zone du corps ciblée – chez les patients atteints de la COVID-19, il s'agit généralement des poumons. Lorsque les ondes atteignent une séparation entre deux structures, par exemple entre un tissu mou et un fluide ou un tissu mou et un os, elles sont réfléchies vers la sonde, qui mesure l'intensité des échos et la distance parcourue par les ondes pour les traduire en images.

Les échographes sont des appareils peu coûteux et plus répandus que les appareils à rayons X et les tomographe. Comme ils sont de petite taille, portatifs et faciles à décontaminer, ils peuvent être utilisés sans peine au chevet des patients, dans une ambulance ou lors d'un triage médical. De plus, puisque l'échographie n'émet pas de rayonnements, il peut être fait appel à cette technique plus fréquemment sans exposer les patients ou les professionnels de santé à des risques supplémentaires.

Les échographies génèrent des images dynamiques qui s'affichent instantanément sur un écran, ce qui permet à un professionnel de santé qualifié d'examiner immédiatement le patient. L'échographie pulmonaire est un premier examen fort utile lors de la prise en charge de patients présentant des symptômes respiratoires susceptibles d'être liés à la COVID-19, car les images produites peuvent faire apparaître des signes très caractéristiques de la maladie. Cependant, cette technique permet uniquement d'explorer la périphérie des poumons, et son efficacité dépend de la compétence de l'opérateur. Il faut

donc avoir recours à la radiographie et à la tomodensitométrie pour obtenir des images précises et détaillées qui permettront de poser un diagnostic formel de COVID-19 pour ensuite pouvoir suivre et surveiller l'évolution de la maladie chez le patient.



Échographie d'un patient atteint d'une pneumonie due à la COVID-19.

(Photo : C. Serra / Division de médecine nucléaire du Centre hospitalier universitaire de la ville de Bologne, la polyclinique S. Orsola-Malpighi)

COVID-19 : Vaincre la peur de l'inconnu

Par Nicole Jawerth



(Photo : D. Calma/AIEA)

« Nous ne savons pas » : voilà ce qu'ont reconnu d'innombrables médecins, scientifiques et responsables politiques pendant la pandémie mondiale de COVID-19. Imputable à un coronavirus jusque-là inconnu, cette maladie a déferlé sur le monde entier, faisant naître des interrogations et des difficultés nouvelles auxquelles les professionnels de santé se sont efforcés de répondre et de remédier, souvent avec l'appui de l'AIEA.

« Notre compréhension de la maladie progresse de jour en jour, à mesure que de nouveaux symptômes et de nouvelles complications apparaissent, explique la Directrice de la Division de la santé humaine de l'AIEA, May Abdel-Wahab. La pandémie ayant évolué rapidement, les centres de radiologie, de médecine nucléaire et de radiothérapie ont été très vite confrontés à la propagation des infections, à une hausse vertigineuse du nombre d'admissions, à une saturation des services et à un manque de personnel et de matériel. Il y avait, à tous les niveaux, un besoin urgent de savoir comment faire face à ces situations nouvelles ».

Lorsque la pandémie s'est déclarée, début 2020, l'AIEA a tout de suite pris conscience de la nécessité de fournir des informations et des explications sur la COVID-19, et d'indiquer la conduite à tenir pour préserver les services de médecine radiologique essentiels (médecine nucléaire, radiologie et radiothérapie) ainsi que les services de radioprotection et la production de radio-isotopes pendant

la pandémie et dans les circonstances exceptionnelles ainsi créées.

« La COVID-19 étant une nouvelle maladie dont on savait peu de choses, l'incertitude entourant la pandémie n'était que plus grande, indique M^{me} Abdel-Wahab. Il a fallu modifier d'urgence les pratiques médicales habituelles pour trier les malades avant diverses procédures et limiter la contagion entre les patients et le personnel médical, mais les informations sur la façon de travailler dans ce type de situation étaient fort limitées. Les modifications apportées à certaines pratiques resteront probablement en place bien après la pandémie. »

S'associant rapidement aux efforts engagés à l'échelle mondiale pour échanger des informations, l'AIEA a lancé une série de webinaires multilingues en mars 2020, avec la participation d'experts renommés et de professionnels de santé et en collaboration avec diverses organisations. Suivis en direct par près de 10 000 personnes (chiffres arrêtés en juin 2020), ces webinaires ont couvert différents sujets liés à la pandémie de COVID-19, plus particulièrement la gestion des services de médecine nucléaire, la place de la radiologie dans la lutte contre la maladie, la préparation des services de radiothérapie, les protocoles et l'optimisation des doses pour les scanners thoraciques liés à la COVID-19, les chaînes d'approvisionnement en radio-isotopes médicaux et en radiopharmaceutiques, la radiostérilisation des équipements de protection individuels, la réaction en chaîne par polymérase avec transcription inverse pour la détection



(Photo : AIEA)

du virus responsable de la COVID-19, la radioprotection des personnels de santé et l'efficacité des services techniques de contrôle en charge des personnes.

« Pendant cette période difficile, nous avons besoin de conseils sur la manière de procéder et de continuer de fournir des services essentiels tout en protégeant notre personnel et nos patients. Malheureusement, nous disposions de peu d'informations, et nombre d'entre elles étaient d'ordre purement national », raconte Stefano Fanti, l'un des orateurs qui est intervenu durant plusieurs webinaires de l'AIEA en sa qualité de Directeur de la Division de médecine nucléaire du Centre hospitalier universitaire Sant'Orsola-Malpighi, situé à Bologne (Italie), dans l'une des régions d'Europe les plus touchées par la COVID-19. « Les webinaires et les informations transmises par des experts du monde entier nous ont été très utiles car ils nous ont permis d'appréhender la situation dans une perspective mondiale. Nous avons aussi reçu des conseils propices au renforcement de la confiance concernant la voie à suivre après le déconfinement. »

Les webinaires ont joué un rôle important en offrant à de nombreux professionnels de santé la possibilité d'entrer en contact avec des experts, de profiter de leurs enseignements et de mieux comprendre comment gérer la situation.

« Grâce au webinaire de l'AIEA, nous avons pu profiter directement des connaissances que possédaient des experts renommés et d'autres professionnels de santé auxquels nous n'aurions jamais eu accès. Nous avons ainsi pu adapter rapidement nos services de radiologie et réfléchir aux moyens d'utiliser au mieux la tomodensitométrie et autres techniques d'imagerie pour lutter contre la COVID-19 tout en réduisant les risques pour les patients et le personnel médical », se réjouit Jasminka Chabukovska-Radulovska, une radiologue originaire de Macédoine du Nord qui a participé à un webinaire de l'AIEA sur le protocole et l'optimisation des doses pour les scanners thoraciques liés à la COVID-19. Organisé en avril 2020, ce webinaire portait sur la tomodensitométrie et autres techniques d'imagerie actuellement utilisées pour évaluer et surveiller la COVID-19 et sur le choix des paramètres et protocoles les plus indiqués. Pour en savoir plus sur la tomodensitométrie et autres techniques d'imagerie diagnostique, rendez-vous en page 12.

Plusieurs webinaires de l'AIEA sur des thèmes liés à la COVID-19 ont été organisés en collaboration avec les organisations suivantes : Association de radiothérapie et d'oncologie de la Méditerranée, Association européenne de médecine nucléaire, Association ibérique et latino-américaine de radiothérapie oncologique, Association italienne de médecine nucléaire, Association latino-américaine des sociétés de biologie et de médecine nucléaire, Association médicale arabe de lutte contre le cancer, Association mondiale des produits radiopharmaceutiques et de thérapie moléculaire, Association russe de radio-oncologie thérapeutique, Conseil asiatique de coopération régionale en médecine nucléaire, Faculté royale australienne et néo-zélandaise de radiologie, Fédération Asie-Océanie de médecine nucléaire et de biologie, Fédération des organisations asiatiques de radio-oncologie, Fédération mondiale de médecine et de biologie

« L'augmentation du nombre de personnes faisant l'objet de procédures de dépistage par imagerie médicale telles que la tomographie par émission de positons dans le contexte de la COVID-19 accroît le risque d'exposition aux rayonnements et à la maladie pour les patients et le personnel. La saturation des hôpitaux et le fait que ces procédures doivent alors être réalisées différemment, parfois dans des environnements non conçus à cet effet comme des gymnases transformés temporairement en centres de soins, ne font qu'aggraver ces risques », explique le Chef de l'Unité de la radioprotection des patients de l'AIEA, Ola Holmberg. « En abordant les questions de doses, de protocoles et même de gestes à suivre pour maintenir de bonnes conditions d'hygiène et résister au stress dans un contexte de pandémie, les professionnels de santé renforcent leur aptitude à garantir, pour leurs patients comme pour eux-mêmes, l'efficacité et la sûreté de ces procédures d'imagerie qui peuvent sauver des vies. »

Partage d'informations et lignes directrices

En complément de ses webinaires, l'AIEA a donné accès, après les avoir examinés, à toute une série de documents sur la COVID-19 susceptibles d'intéresser les services de médecine radiologique. Parmi ceux-ci figure une compilation très fouillée d'informations vérifiées par des pairs concernant trois techniques d'imagerie diagnostique : les rayons X, la tomographie par émission de positons et l'échographie. Publiée au début du mois de mars à la demande de professionnels de santé du monde entier, cette compilation explique le rôle de chaque technique pour le diagnostic de la COVID-19 et reproduit des images médicales illustrant la maladie à différents stades. Pour en apprendre davantage sur ces techniques d'imagerie diagnostique, rendez-vous en page 12.

« Il est primordial d'utiliser l'imagerie diagnostique correctement et de savoir ce qu'il y a lieu de chercher si l'on veut comprendre les effets de la maladie sur l'organisme et repérer les éventuelles complications, souligne la Cheffe de la Section de la médecine nucléaire et de l'imagerie diagnostique de l'AIEA, Diana Paez. Cette compilation a été réalisée pour permettre aux professionnels de santé d'apprendre rapidement ce qu'ils doivent faire et ce qu'il leur faut chercher, de manière à exploiter efficacement l'imagerie médicale face à cette nouvelle maladie. »

En avril 2020, les lignes directrices de l'AIEA relatives à la gestion des services de médecine nucléaire ont aussi été publiées dans le *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*. Leur but est d'aider les services de médecine nucléaire à adapter leurs procédures opérationnelles pour réduire au minimum le risque d'infection à la COVID-19 pour les patients, le personnel et le public. De plus, elles attirent l'attention sur le risque de devoir faire face, en raison des restrictions du trafic aérien à l'échelle mondiale, à une pénurie de radiopharmaceutiques destinés à l'imagerie.

Élaborées à la demande des services de médecine nucléaire de plusieurs pays, les lignes directrices de l'AIEA reposent sur les orientations de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) relatives à la fourniture des services de santé essentiels pendant une épidémie, ainsi que sur l'examen des publications disponibles, des contributions d'experts internationaux et des résultats des webinaires de l'AIEA.

Elles insistent sur la nécessité de minimiser le risque de transmission du virus au personnel de santé et aux patients ainsi qu'à leurs proches, en particulier lorsque sont prodigués des services de médecine nucléaire essentiels.

Elles donnent également des informations détaillées sur la manière d'optimiser les paramètres et moyens qu'un centre a choisis pour dispenser ses services et sur la marche à suivre si, lors d'une procédure non liée à la COVID-19 (par exemple un examen par tomographie à émission de positons-tomographie (PET CT) ayant pour but d'évaluer un cancer), les professionnels de médecine nucléaire relèvent des signes d'une possible infection à la COVID-19.

« Le partage des connaissances entre pairs pendant la pandémie nous a permis d'améliorer notre compréhension commune et de continuer de perfectionner nos approches, affirme M^{me} Paez. Outre le bénéfice qu'en ont tiré le personnel hospitalier, les collègues et les patients, cela nous a permis d'assurer le maintien des services de médecine radiologique. »

nucléaires, Groupe africain de radio-oncologie, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Organisation mondiale de la Santé, Société allemande de médecine nucléaire, Société américaine de cardiologie nucléaire, Société américaine de radio-oncologie, Société arabe de médecine nucléaire, Société australienne et néo-zélandaise de médecine nucléaire, Société autrichienne de médecine nucléaire et d'imagerie moléculaire, Société brésilienne de médecine nucléaire, Société britannique de médecine nucléaire, Société chinoise de radio-oncologie, Société de médecine nucléaire et d'imagerie moléculaire, Société européenne de radiothérapie et de radio-oncologie, Société philippine de médecine nucléaire, Société sud-africaine de médecine nucléaire, Société uruguayenne de biologie et de médecine nucléaire.

Formés et équipés pour combattre les maladies animales et les zoonoses

Par Carley Willis et Nicole Jawerth



Les membres de l'équipe de l'AVL lors d'une formation sur la détection du virus de la grippe aviaire dans des œufs non éclos. (Photo : AIEA)

Il existe tout autour de nous des centaines de maladies animales infectieuses qui, en l'absence de mesures de prévention appropriées, peuvent se déclarer à tout moment. Si la plupart de ces maladies ne se transmettent qu'entre les animaux, certaines peuvent passer de l'animal à l'homme : ce sont les zoonoses. Pour contrer ces maladies qui menacent l'animal, l'être humain et l'économie des pays concernés, les spécialistes doivent disposer d'une bonne formation et d'un matériel de diagnostic adapté. C'est ce que l'AIEA leur apporte dans le cadre de son partenariat avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).

« Certains pays manquent de moyens pour lutter efficacement contre les maladies qui touchent le secteur de l'élevage. C'était le cas du Ghana, explique Joseph Awuni, Directeur adjoint et Chef de la Division des services vétérinaires du Laboratoire vétérinaire d'Accra (Accra Veterinary Laboratory, AVL). Grâce à l'aide de l'AIEA et de la FAO, l'AVL peut désormais faire face à de grandes épidémies de maladies animales ; il est considéré comme un laboratoire d'appui régional pour l'Afrique de l'Ouest car nous pouvons maintenant aider les pays voisins dans leurs diagnostics et les y former ».

Depuis des décennies, des spécialistes comme ceux de l'AVL collaborent avec l'AIEA et la FAO afin d'apprendre à mieux tirer parti de méthodes nucléaires, dérivées du nucléaire ou autres pour dépister et diagnostiquer les maladies animales et les zoonoses. Ces méthodes de diagnostic sont essentielles pour prévenir, combattre et, si possible, éradiquer ces affections qui peuvent avoir des conséquences désastreuses sur la santé animale et humaine, ainsi que sur les populations et leur économie.

Les épidémies : un test de compétences

Les capacités de l'équipe de l'AVL ont été mises à l'épreuve en 2018, quand des cas de virus de la grippe aviaire – une infection très contagieuse qui provoque de graves lésions organiques, souvent mortelles, sur les volailles de basse-cour comme les poulets – ont été détectés dans des zones isolées autour de Boankra, dans la région Ashanti (Ghana). L'équipe a mis à profit sa formation et le matériel qui venait d'être installé pour établir un rapide diagnostic en s'appuyant sur des techniques dérivées du nucléaire et autres, ce qui a permis de circonscrire rapidement

la maladie et d'éviter à la filière du secteur avicole de la région des pertes économiques considérables.

Cette même année, la peste porcine africaine a également commencé à se propager au Ghana, menaçant de mettre à mal toute la filière. L'équipe de l'AVL a immédiatement lancé une campagne active de surveillance et d'abattage dans les élevages du pays qui avaient été touchés, et imposé de strictes restrictions aux mouvements d'animaux. Outre les collectes et tests d'échantillons de tissus, elle a aussi commencé à recourir couramment au diagnostic moléculaire, ce qui lui a permis de déceler rapidement et précisément 27 foyers soupçonnés de peste porcine.

L'origine de ces foyers était incertaine mais l'équipe de l'AVL pensait qu'ils avaient pu apparaître à la suite de contacts avec des sangliers. Au Ghana, l'élevage de porcs se pratique pour l'essentiel dans des zones boisées dégagées et la peste porcine africaine est souvent transmise aux porcs domestiqués par des sangliers ou des phacochères. Pour trouver l'origine de l'infection, l'équipe de l'AVL a travaillé avec des experts de l'AIEA et de la FAO, ce qui lui a permis de faire appel à deux techniques dérivées du nucléaire : la réaction en chaîne par polymérase avec transcription inverse en temps réel (RT-PCR en temps réel) (voir page 9) pour dépister la grippe aviaire, et la réaction en chaîne par polymérase en temps réel (PCR en temps réel) pour la détection de la peste porcine africaine dans les échantillons de tissus.

« Il est toujours important de déterminer l'origine d'une infection pour pouvoir prendre les mesures appropriées, explique Hermann Unger, administrateur technique à la Section de la production et de la santé animales de la Division mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture. Une étude de la faune sauvage a été entreprise, à l'occasion de laquelle des prélèvements d'échantillons sanguins et de tiques ont été effectués sur des sangliers. Tous les échantillons ont fait l'objet de tests réalisés au moyen de méthodes moléculaires dérivées du nucléaire, mais le virus n'a été détecté dans aucun d'entre eux, ce qui signifiait que seuls les animaux d'élevage étaient touchés. Des mesures de sécurité biologique ont donc été déployées dans les marchés aux bestiaux, ce qui a mis un terme à l'épidémie. »

Détection précoce des maladies

La détection précoce joue un rôle essentiel dans la prévention des maladies et la maîtrise de leur propagation. En Bosnie-Herzégovine, elle constitue la clé de voûte de la stratégie de lutte contre la brucellose, la fièvre catarrhale du mouton (FCM) et la dermatose nodulaire contagieuse (DNC).

La brucellose – qui se transmet par contacts directs et indirects entre animaux – est une maladie endémique qui touche les animaux d'élevage de la péninsule balkanique depuis des siècles. La FCM et la DNC, qui ont pour vecteurs des insectes hématophages tels que le moustique, la tique, le moucheron et la puce, ne sont quant à elles apparues que récemment dans la région. Ces trois maladies présentent un risque pour la santé des animaux et le secteur de l'élevage, et constituent

également une menace pour les agriculteurs et leurs familles, dont elles compromettent les moyens d'existence. Elles ont également des répercussions sur les exportations du pays.

Grâce à l'appui fourni par l'AIEA et la FAO, notamment dans le cadre du programme de coopération technique de l'AIEA, des spécialistes de Bosnie-Herzégovine sont désormais en mesure de séquencer des génomes complets et d'identifier les souches d'un virus. Auparavant, ils devaient demander l'aide de laboratoires de référence internationaux, ce qui retardait la détection, le diagnostic et les interventions. Aujourd'hui, les spécialistes ont accès à du matériel et à des consommables de laboratoire hautement sophistiqués qui leur permettent de mieux comprendre l'épidémiologie de la FCM et de la DNC en recourant à des techniques moléculaires telles que le séquençage du génome entier et la bio-informatique.

En 2020, « la présence de la brucellose en Bosnie-Herzégovine fait que l'exportation d'animaux vivants n'est toujours pas autorisée par l'Union européenne. Néanmoins, depuis les progrès décisifs que nous avons enregistrés dans le domaine des tests de diagnostic, qui ont gagné en rapidité et en fiabilité, nous sommes en bonne voie de respecter les normes de l'UE », déclare Toni Eterovic, l'un des chercheurs de la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Sarajevo qui a pris part au projet.

Réseau VETLAB

Le Réseau de laboratoires diagnostiques vétérinaires de la Division mixte FAO/AIEA, ou réseau VETLAB, met en contact des laboratoires nationaux du monde entier pour lutter contre les maladies animales et les zoonoses, qui ne connaissent pas de frontières et représentent un risque pour les animaux d'élevage, minent les moyens d'existence des agriculteurs et constituent un danger pour la santé publique. Les laboratoires associés au sein du réseau VETLAB, dont fait partie le Laboratoire de la production et de la santé animales de la Division mixte FAO/AIEA, s'emploient à renforcer les capacités nécessaires pour exploiter les méthodes nucléaires, dérivées du nucléaire ou autres afin de lutter contre les maladies animales et les zoonoses, de les surveiller, de les détecter à un stade précoce et de les diagnostiquer. L'appui fourni couvre des conseils et services spécialisés, le partage de données, de connaissances et de compétences, des formations et des transferts de technologies.

L'objectif du réseau VETLAB est globalement d'harmoniser la collaboration par-delà les frontières pour améliorer l'efficacité de la prévention et de la détection des maladies animales et des zoonoses, et de mieux les combattre.

Chasse aux virus à l'aide de la technologie nucléaire en Sierra Leone

Par Laura Gil



Capture de chauves-souris dans la jungle, en Sierra Leone. (Photo: L. Gil/AIEA)

L'animal dort la tête en bas, sort la nuit et peut transmettre la fièvre Ebola. Quel est cet animal ? La chauve-souris. Après avoir affronté la flambée de fièvre Ebola qui a ravagé leur pays en 2014, des vétérinaires sierra-léonais ont appris à des pairs venus d'autres pays africains à capturer des chauves souris pouvant transmettre des virus, à prélever des échantillons et à établir des diagnostics à l'aide de techniques dérivées du nucléaire.

« Nous avons souffert de l'épidémie, malheureusement », déclare Dickson Kargbo, un vétérinaire local ; équipé d'un filet, d'une lampe frontale allumée et vêtu d'une tenue de chirurgien bleue, il se fraie un passage dans les profondeurs de la jungle à la nuit tombante, suivi de plusieurs autres vétérinaires. « Mais l'aspect positif, c'est que nous avons maintenant la technologie, l'expérience et beaucoup de choses à partager », poursuit-il.

Avec l'appui de l'AIEA et de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), des vétérinaires et des spécialistes de la faune et de la flore en Sierra Leone et dans d'autres pays africains ont appris à surveiller les maladies à l'aide des techniques dérivées du nucléaire et d'autres méthodes (voir page 8 pour la PCR et page 27 pour ELISA) et à comprendre le comportement des chauves-souris afin de les capturer et de prélever des échantillons en appliquant les bonnes mesures de sécurité biologique.

« L'idée est qu'ils acquièrent une expérience pratique et les connaissances scientifiques appropriées pour pouvoir capturer des chauves-souris vivant en liberté et les examiner sans les tuer, afin de pouvoir les relâcher ensuite dans la nature », explique Hermann Unger, administrateur technique à la Division mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture. « Tout au long du processus, il faut se protéger et protéger l'animal », précise-t-il.

Dans la jungle

Pour que la surveillance exercée soit rigoureuse, les scientifiques étudient les espèces de chauve-souris dans leur habitat naturel sauvage. Ils se salissent donc les mains, au propre comme au figuré.

« Ce n'est pas simple. Pour diagnostiquer et identifier un virus, il faut un échantillon de bonne qualité, correctement prélevé et transporté », explique Hermann Unger. « Afin de capturer une chauve-souris, une équipe d'au moins six personnes doit aller dans la jungle durant la journée, poser des pièges avec des poteaux et des filets et attendre jusqu'à la nuit tombée que les premières chauves-souris apparaissent. »

L'idée est de perturber aussi peu que possible l'écosystème. Les chauves-souris étant des mammifères nocturnes, les chasseurs de virus travaillent la nuit, de sorte à respecter leur rythme.

« Les chauves-souris sortent la nuit, donc c'est à ce moment-là que nous pouvons les capturer. Nous les attrapons et les relâchons dans la nature », déclare Temidayo Adeyanju, chercheur nigérian spécialiste de la faune et de la flore et enseignant lors de cours appuyés par la Division mixte FAO/AIEA, au cours desquels les participants apprennent différentes méthodes pour capturer des chauves-souris en fonction de leur espèce et de leur habitat.

Après avoir capturé les chauves-souris, les vétérinaires, les gardes forestiers et les spécialistes de la faune et de la flore retournent au laboratoire. Là, ils identifient et mesurent les animaux et examinent des échantillons de leur sang, de leurs matières fécales et de leur salive afin de détecter les centaines de virus qu'ils peuvent transmettre aux autres animaux et aux hommes, notamment celui de la fièvre Ebola. À cette fin, ils utilisent des techniques dérivées du nucléaire et du matériel fourni gratuitement dans le cadre du programme de coopération technique de l'AIEA.

« Au Togo, nous n'osions même pas toucher les chauves-souris pour prélever des échantillons parce que nous n'avions pas les compétences. Mais maintenant que nous les avons, nous devrions les exploiter. Nous ne pouvons pas baisser la garde », déclare Komlan Adjabi, un zoologue travaillant à la Direction de l'élevage du Togo, qui a suivi en 2018 le deuxième d'une série de cours appuyés par la Division mixte FAO/AIEA.

« En dépit des préjugés dont elles font l'objet, les chauves-souris sont essentielles à l'écosystème », affirme Temidayo Adeyanju. « Ce sont des animaux étranges. Elles sortent la nuit, se nourrissent d'insectes ou de fruits et font peur aux gens. Mais éloignez-les, et toutes les autres espèces en pâtiront, car ce sont des éléments clés ».

Si elles jouent un rôle essentiel dans l'écosystème, les chauves-souris ne constituent pas moins une menace pour les êtres humains : on y détecte environ dix nouveaux virus chaque année, dont celui de la fièvre Ebola, qui peut se

transmettre par contact avec le sang, les sécrétions, les fluides ou les organes de chauves-souris infectées.

« Les gens ont peur de la fièvre Ebola », dit Hawa Walker, spécialiste de la préservation originaire du Libéria, pays voisin de la Sierra Leone qui a également souffert de l'épidémie de 2014. « Ils sont obsédés par la propreté de leurs mains et de leurs maisons. Mais dans de nombreux foyers, on mange encore des chauves-souris. C'est un moyen de subsistance pour ceux qui n'ont pas le choix. »

Les cours organisés avec l'appui de la Division mixte FAO/AIEA font partie des initiatives visant à ce que les vétérinaires et les spécialistes de la faune et de la flore africains unissent leurs forces et anticipent, voire préviennent, les épidémies dans la région, grâce à une surveillance active des maladies.

« Il faut adopter une approche holistique de la santé », déclare Michel Warnau, responsable de projet à l'AIEA qui supervise la formation en Sierra Leone. « Le manque de préparation est l'un des problèmes qui se sont posés pendant l'épidémie de 2014-2015 en Afrique de l'Ouest. Avec ces cours, nous voulons créer des capacités d'étudier et de diagnostiquer les zoonoses chez les animaux d'élevage et les animaux sauvages avant une flambée épidémique, de façon à mieux anticiper les risques pour les populations humaines. »

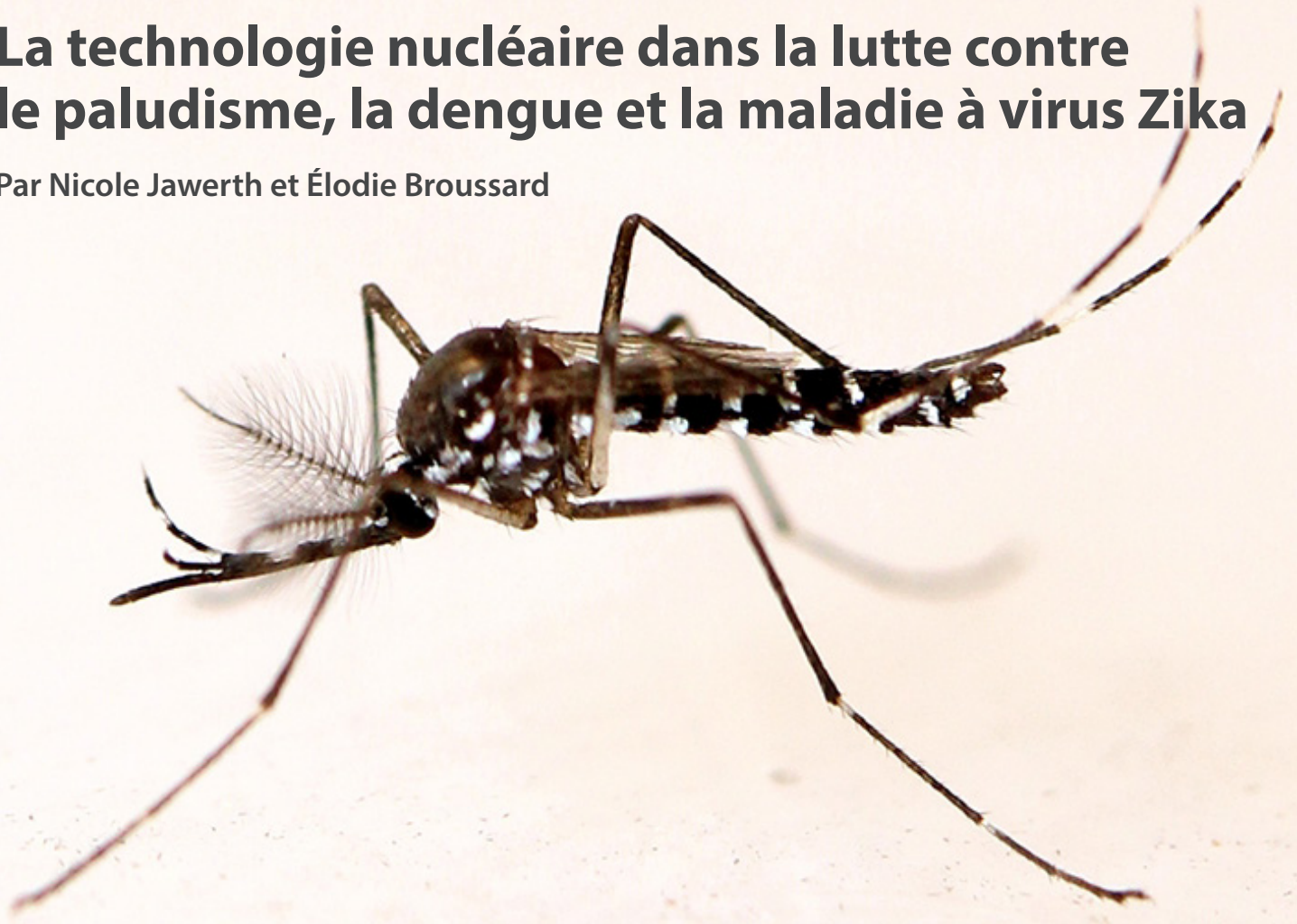
Les chauves-souris peuvent être porteuses de nombreux virus, dont le virus Ebola.

(Photo : L. Gil/AIEA)



La technologie nucléaire dans la lutte contre le paludisme, la dengue et la maladie à virus Zika

Par Nicole Jawerth et Élodie Broussard



Un moustique *Aedes* mâle. (Photo: AIEA)

Les maladies telles que le paludisme, la dengue et la maladie à virus Zika, transmises par différentes espèces de moustiques, bouleversent la vie de millions de personnes dans le monde. Les experts de nombreux pays utilisent les techniques nucléaires et dérivées du nucléaire pour détecter et combattre ces maladies dangereuses et souvent mortelles et lutter contre les insectes qui les propagent.

La dengue et la maladie à virus Zika

Le virus de la dengue et le virus Zika sont principalement transmis par des moustiques de l'espèce *Aedes*, la plus répandue dans les régions tropicales. La dengue se manifeste généralement par un état grippal débilitant, mais les quatre souches du virus peuvent aussi causer des maladies graves et potentiellement mortelles. Le virus Zika, pour sa part, n'occasionne aucun symptôme ou seulement des symptômes bénins, mais il peut provoquer de graves malformations congénitales chez les nouveau-nés et des troubles neurologiques débilitants chez certains adultes.

La transcription inverse - réaction de polymérisation en chaîne (RT-PCR) est une des techniques de laboratoire les plus précises et les plus utilisées pour détecter ces deux

virus (voir page 9). Des experts du monde entier ont reçu une formation et du matériel de l'AIEA afin de pouvoir utiliser cette technique pour détecter, surveiller et étudier les agents pathogènes tels que les virus. Les résultats diagnostiques aident les professionnels de santé à fournir un traitement et permettent aux experts de suivre l'évolution des virus et de prendre des mesures pour limiter leur propagation.

Lorsqu'une nouvelle épidémie s'est déclenchée en 2015 et en 2016, les médecins n'étaient pas certains de la cause de la maladie ; la RT-PCR a permis de déterminer que c'était le virus Zika, et pas celui de la dengue ou un autre. La RT-PCR a été utilisée pour détecter le virus chez les personnes infectées tout au long de l'épidémie, qui a été déclarée « urgence de santé publique de portée internationale » par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) en janvier 2016, et l'AIEA a aidé de nombreux pays à utiliser cette technique, en coopération avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).

Si la menace du virus Zika est maintenant sous contrôle, l'épidémie ayant pris fin en novembre 2016, la dengue est de plus en plus problématique. Par exemple, dans certains pays d'Amérique latine et des Caraïbes, le nombre de cas a jusqu'à triplé entre janvier 2019 et janvier 2020, tandis qu'en

Asie le Bangladesh est en proie à la pire épidémie de dengue de son histoire avec plus de 80 000 cas enregistrés en 2019.

La pandémie de COVID-19 qui s'est déclenchée au début de l'année 2020 aggrave la situation. « La coïncidence de la dengue et de la COVID-19 a provoqué la saturation de nombreux systèmes de soins de santé », déclare la cheffe de la Section de la médecine nucléaire et de l'imagerie diagnostique de l'AIEA, Diana Paez. « En plus, comme les deux maladies ont certains symptômes et certaines caractéristiques de laboratoire en commun, il est difficile d'établir un diagnostic différentiel. Un mauvais diagnostic complique la gestion des soins et la lutte contre la maladie, c'est pourquoi les techniques de détection fiables comme la RT-PCR sont d'une importance capitale. »

En plus de diagnostiquer ces maladies et de surveiller leur évolution chez l'homme, les experts cherchent des moyens de réduire la population du moustique *Aedes*, un vecteur de virus. Une option consiste à lutter contre les insectes à l'échelle d'une zone au moyen de diverses techniques, dont une méthode de régulation des naissances basée sur le nucléaire appelée « technique de l'insecte stérile » (TIS) (voir l'encadré « En savoir plus »).

« La TIS a été appliquée avec succès contre plusieurs insectes ravageurs importants pour l'agriculture et est actuellement adaptée pour être utilisée contre les moustiques », indique Rafael Argilés Herrero, entomologiste à la Division mixte

FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture. « Elle agit exclusivement sur les espèces cibles, sans aucune incidence sur les autres organismes vivants ou sur l'environnement. »

Les recherches consacrées à l'utilisation de la TIS contre les moustiques *Aedes* se sont intensifiées partout dans le monde, en partie grâce à l'appui de l'AIEA et de la FAO. Par exemple, un projet de quatre ans a été lancé en 2016 afin d'aider les pays de la région Amérique latine et Caraïbes. En 2019, à la demande du Bangladesh, un plan de travail quadriennal a été établi concernant l'application de la TIS à titre expérimental contre les moustiques vecteurs de la dengue. Des projets ont aussi été lancés en Asie et en Europe, et la TIS a commencé à être appliquée à titre expérimental dans 13 pays, avec un score allant jusqu'à 95 % des cibles éliminées.

Au début de l'année 2020, l'AIEA, la FAO, le Programme spécial de recherche et de formation concernant les maladies tropicales et l'OMS ont publié le cadre d'orientation sur l'utilisation de la technique de l'insecte stérile à titre expérimental comme outil de lutte contre les maladies transmises par les moustiques *Aedes* (*Guidance Framework for Testing the Sterile Insect Technique as a Vector Control Tool against Aedes-Borne Diseases*). Cette publication décrit comment établir un programme de TIS et décider s'il convient d'appliquer cette technique dans les régions touchées d'un pays.



(Photo : AIEA)

Le paludisme

Le paludisme est une maladie infectieuse parasitaire transmise par les moustiques *Anopheles* femelles. Près de la moitié de la population mondiale est exposée à cette maladie, qui provoque toute une série de troubles sanitaires pouvant aller jusqu'à la mort.

Les professionnels de santé peuvent diagnostiquer le paludisme en examinant un échantillon de sang au microscope pour visualiser le parasite ou en mesurant les antigènes à partir de la réaction du système immunitaire au parasite. La technique de la réaction de polymérisation en chaîne (PCR) permet également de détecter la maladie, en particulier lorsqu'il y a une faible densité parasitaire ou d'autres infections. Les techniques d'imagerie médicale telles que la radiographie et la tomodensitométrie, quant à elles, permettent aux médecins d'évaluer les complications cliniques de la maladie.

« L'imagerie diagnostique permet de détecter les infections palustres qui n'ont pas été décelées lors des contrôles de routine », souligne le chef du Bureau pour l'utilisation pacifique de la technologie nucléaire du Ministère des affaires

étrangères d'Oman, Hadj Slimane Cherif. Il explique que le nombre de cas de paludisme enregistrés à Oman a diminué ces vingt dernières années et que les méthodes moléculaires d'imagerie diagnostique apprises dans le cadre du programme de coopération technique de l'AIEA jouent un rôle majeur dans la nouvelle politique du pays consistant à contrôler les voyageurs en provenance de zones d'endémie palustre. « Cette politique fera d'Oman un pays exempt du paludisme. »

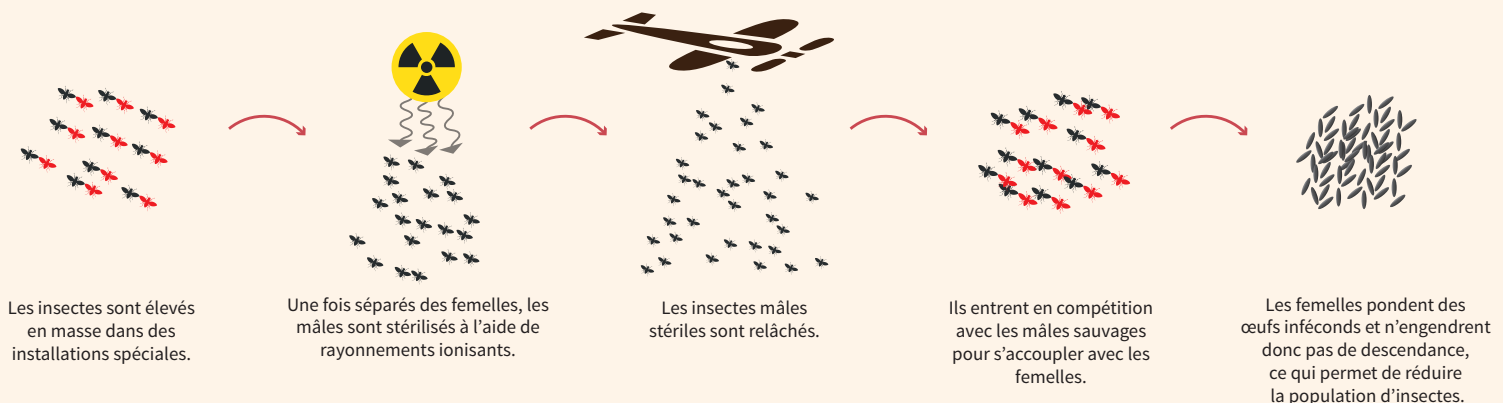
En réduisant la population de moustiques *Anopheles* grâce à la TIS, les experts espèrent réduire également la propagation du paludisme. Ils rencontrent quelques difficultés techniques, notamment pour garantir que seuls les moustiques mâles stérilisés sont relâchés et mettre au point des pièges efficaces, ce qui compromet l'utilisation de la TIS à grande échelle contre ce type de moustique.

Un des enjeux actuels en ce qui concerne l'utilisation de la TIS contre les moustiques est de trouver une façon de relâcher efficacement ces insectes fragiles. En juin 2020, les chercheurs ont découvert que les drones permettaient de relâcher des mâles stérilisés plus économiquement, plus rapidement et avec moins de dégâts qu'avec les autres techniques habituelles, comme le lâcher au sol ou par avion. Cette découverte marque un tournant majeur dans l'utilisation de la TIS contre les moustiques à plus grande échelle.

EN SAVOIR PLUS

La technique de l'insecte stérile

La technique de l'insecte stérile consiste à utiliser les rayonnements pour stériliser des insectes mâles produits en masse dans des installations spéciales. Les mâles stériles sont systématiquement lâchés en grand nombre depuis le sol ou par voie aérienne. Ils s'accouplent avec les femelles sauvages dans la nature, sans se reproduire. Ce faisant, la population d'insectes diminue petit à petit ou, si elle est isolée, disparaît complètement. La TIS est utilisée avec succès depuis plus de 50 ans contre les insectes nuisibles à l'agriculture.



(Illustration : R. Kenn/AIEA)

Les autorités vietnamiennes limitent la propagation de la peste porcine africaine grâce à des techniques dérivées du nucléaire

Par Gerrit Viljoen

Grâce à l'action rapide d'une équipe de chercheurs du Centre national de diagnostic vétérinaire (NCVD), le Viet Nam a été épargné par l'épidémie de peste porcine africaine (PPA) et par d'autres maladies animales qui ont frappé l'Asie du Sud-Est en 2019. La formation et le matériel fournis par l'AIEA, en collaboration avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), ont permis aux chercheurs de détecter rapidement des maladies comme la PPA au moyen de techniques dérivées du nucléaire, entre autres méthodes. La propagation de ces maladies a ainsi pu être limitée et le bétail et la sécurité alimentaire du pays préservés.

C'est en Chine que le premier cas de PPA s'est déclaré, en août 2018. La maladie s'est rapidement propagée dans le sud du pays avant d'atteindre le Viet Nam, pays limitrophe. Comme il n'existait encore aucun vaccin contre la PPA, il était primordial de détecter rapidement et précisément la maladie pour pouvoir appliquer des mesures sanitaires et des mesures de sûreté biologique rigoureuses afin de la contenir et de l'éradiquer.

L'AIEA, en coopération avec la FAO, a réagi immédiatement à l'annonce de l'épidémie en Chine en formant des vétérinaires en Asie du Sud-Est, notamment au Viet Nam, au diagnostic de la PPA et d'autres maladies infectieuses. Forts de ces connaissances, les experts vietnamiens ont pu détecter la PPA suffisamment tôt et prendre les mesures nécessaires pour protéger les porcheries du pays.

« C'est une grande réussite pour notre institution et pour le pays tout entier d'avoir pu effectuer des analyses efficacement », déclare le Directeur du NCVD, Thanh Long To. « Avec l'intensification du commerce et du tourisme dans la région, nous craignons que le Viet Nam ne doive faire face à de plus en plus de zoonoses et de maladies animales transfrontières ».

Le Viet Nam compte 30 millions de porcs, élevés pour la plupart dans des exploitations familiales. Environ trois quarts de la viande produite et consommée dans le pays sont d'origine porcine, et la demande augmente de 6 à 8 % par an.

Avant que son personnel ne soit formé, le NCVD devait envoyer, pour analyse, les échantillons présumés infectés par la PPA à des laboratoires de référence à l'étranger. Il fallait parfois trois à quatre semaines pour obtenir les résultats, un délai qui rendait impossible l'application de mesures de



(Photo : L. Gil/AIEA)

contrôle suffisamment tôt. « Maintenant que nous disposons des connaissances requises en interne, nous pouvons analyser les échantillons en un jour seulement », précise M. To.

Le NCVD peut maintenant analyser quelque 500 000 échantillons par an et contribuer ainsi à contenir non seulement la PPA, mais aussi la fièvre aphteuse, la leptospirose, la rage, la variole caprine et d'autres maladies (voir l'encadré « En savoir plus » à la page 29).

L'appui fourni s'inscrivait dans le cadre d'un projet de coopération technique de l'AIEA et visait à renforcer les capacités du NCVD d'utiliser des techniques sérologiques, moléculaires et nucléaires pour détecter et maîtriser rapidement et suffisamment tôt les maladies transfrontières et les zoonoses. Le NCVD reçoit également un appui en sa qualité de membre du Réseau de laboratoires diagnostiques vétérinaires (VETLAB) de la Division mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture, qui compte 19 membres en Asie.

La Bulgarie endigue la propagation d'une maladie animale avec l'aide de l'AIEA et de la FAO

Par Laura Gil



Les autorités bulgares procèdent à des contrôles dans une exploitation locale. (Photo : S. Slavchev/AIEA)

En 2018, la Bulgarie a réussi à mettre un terme à la propagation de la peste des petits ruminants (PPR) – une maladie dévastatrice pour l'élevage – avec le concours de l'AIEA et de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Comme c'était la première fois que la PPR était signalée dans l'Union européenne, il était particulièrement important pour la région d'enrayer au plus tôt sa propagation.

Apparition de la maladie en été

Pendant l'été 2018, des éleveurs de bétail de Voden, dans le sud-est de la Bulgarie, ont constaté que leurs bêtes étaient atteintes d'une maladie. Peu après, les autorités ont signalé que le pays était touché par une épidémie de PPR. Quelques jours plus tard, deux scientifiques bulgares se rendaient à l'AIEA pour recevoir la formation et les équipements nécessaires pour rapidement détecter et caractériser le virus de la PPR au moyen de techniques

dérivées du nucléaire. La zone a été mise sous surveillance active et aucun cas n'a plus été signalé depuis juillet 2018.

Si elle ne se transmet pas à l'être humain, la PPR peut avoir des conséquences dramatiques pour l'élevage et tuer de 50 à 80 % des animaux infectés (principalement des ovins et des caprins). Ses effets dévastateurs sur l'économie en font l'une des plus graves maladies touchant les animaux d'élevage. Également appelée peste des ovins et des caprins, la PPR est d'abord apparue en Afrique mais des cas ont été signalés en Asie et au Moyen-Orient.

« La plupart des laboratoires européens connaissent mal cette maladie et n'y sont pas préparés », explique Giovanni Cattoli, Chef du Laboratoire de la production et de la santé animales à la Division mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture. « Elle est exotique et se situe hors de leur domaine habituel de compétences. Heureusement, la Bulgarie a su réagir rapidement et nous sommes intervenus pour aider le pays. »

Plus tard, le Laboratoire de référence de l'Union européenne pour la peste des petits ruminants, situé à Montpellier, a confirmé les résultats.

Dès que l'épidémie a été confirmée, les autorités bulgares ont délimité une zone de quarantaine autour du village de Voden, de manière à circonscrire la maladie. Elles ont également lancé une campagne de tests sanguins dans les exploitations de petit bétail et interdit tout commerce ou transport d'animaux d'élevage, quels qu'ils soient, dans les régions qui bordent la frontière turque, zone touchée par la maladie.

À la suite de l'apparition de la maladie, la circulation et le commerce des animaux ont été soumis à des restrictions dont l'objet était de limiter la propagation de l'infection et de favoriser l'éradication de la maladie. Il s'agit là d'une procédure standard de l'Union européenne. Les autorités bulgares ont également mis la zone sous surveillance active afin d'isoler les animaux potentiellement infectés des troupeaux. « Nous avons la plus grande confiance dans les capacités de la Bulgarie à faire face à cette maladie, mais il convient de poursuivre les travaux engagés », ajoute M. Cattoli. « Tout comme elle a frappé la Bulgarie, la PPR pourrait se propager à d'autres pays européens. »

Six mois après le dernier cas signalé, la surveillance active a permis d'établir que le virus n'était plus en circulation dans le pays, ce qui est une condition préalable à la levée des interdictions.

Éradication ?

Après la déclaration en 2011 de l'éradication de la peste bovine, maladie apparentée à la PPR affectant les bovins, la FAO et l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE) ont fixé comme objectif l'éradication mondiale de la PPR d'ici 2030. Cette éradication pourrait avoir des retombées positives considérables sur les économies et les populations affectées. À titre d'exemple, l'éradication de la peste bovine d'Afrique en 2011 a permis à elle seule à la région de réaliser une économie annuelle estimée à 920 millions de dollars par la FAO.

« Si l'on s'en réfère au virus et à l'épidémiologie de la maladie, cet objectif semble atteignable en théorie », estime M. Cattoli à propos de l'éradication de la PPR. « Cependant, on est cette fois en présence d'un bien plus grand nombre d'animaux, et il n'est pas toujours évident de déterminer l'emplacement et les déplacements des chèvres et moutons, ce qui ne nous aide pas à établir des statistiques précises ni à calculer les doses adéquates en vue d'une campagne de vaccination. »

En partenariat avec la FAO, l'AIEA aide les experts nationaux à mettre au point et adopter des technologies basées sur le nucléaire pour optimiser les pratiques de gestion dans le domaine de la santé animale. Des techniques telles que le dosage immuno-enzymatique (ELISA) et la réaction de polymérisation en chaîne (PCR) offrent une très grande fiabilité (voir l'encadré « En savoir plus »).

EN SAVOIR PLUS

Dosage immuno-enzymatique et réaction de polymérisation en chaîne

Le **dosage immuno-enzymatique (ELISA)** et la **réaction de polymérisation en chaîne (PCR)** sont deux techniques dérivées du nucléaire couramment utilisées pour diagnostiquer les maladies.

Facile à mettre en place et à utiliser, la technique ELISA peut être employée par tous les laboratoires vétérinaires. Elle consiste à placer sur une plaque de microtitration un échantillon de sérum prélevé sur un animal et dilué : si l'échantillon change de couleur sous l'effet d'une enzyme présente dans le réactif, cela confirme que l'animal est porteur de la maladie soupçonnée. Cette technique est souvent utilisée pour les tests initiaux et les dépistages à grande échelle, mais elle ne permet pas d'identifier avec précision la souche du virus.

Pour de plus amples informations sur la PCR, voir la page 8.



Le Maroc combat la fièvre aphteuse grâce à des techniques dérivées du nucléaire

Par Élodie Broussard



Un échantillon est prélevé sur une vache afin de dépister la fièvre aphteuse. (Photo : F. El Mellouli/LRARC)

Depuis le début 2020, le Maroc peut se targuer de n'avoir enregistré aucun cas de fièvre aphteuse en un an. Aboutissement d'une série de campagnes de vaccination contre une nouvelle souche du virus identifiée en 2019 grâce à des techniques dérivées du nucléaire, cette réussite est en partie due au soutien de l'AIEA, en partenariat avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).

La fièvre aphteuse est une maladie animale hautement contagieuse, souvent mortelle, qui touche les bovins et les ruminants, qu'ils soient domestiques ou sauvages, et qui peut aussi avoir de graves répercussions sur la sécurité alimentaire et mettre en péril les moyens de subsistance des éleveurs. Le Maroc compte 29 millions de bovins, ovins, caprins et camélidés, et l'élevage représente près de 13 % de la contribution de l'agriculture au produit intérieur brut.

Lorsque l'épidémie a frappé plusieurs provinces du pays en 2019, les cheptels de cinq localités ont rapidement été touchés. Chaque cas confirmé s'est soldé par l'abattage de

tous les troupeaux dans un périmètre de trois kilomètres et la mise en place d'une zone de surveillance d'un rayon de dix kilomètres, paralysant la vente d'animaux et de produits alimentaires d'origine animale.

Afin d'endiguer au plus vite la propagation de la maladie, le Laboratoire régional d'analyses et de recherches de Casablanca (LRARC) a fait appel à des techniques dérivées du nucléaire, qui permettent d'obtenir des résultats rapides et précis (voir l'encadré « En savoir plus »). Les autres méthodes ayant des délais plus longs, leur utilisation mène à un bilan plus élevé en ce qui concerne le nombre d'animaux contaminés et alourdit les coûts liés à l'épidémie.

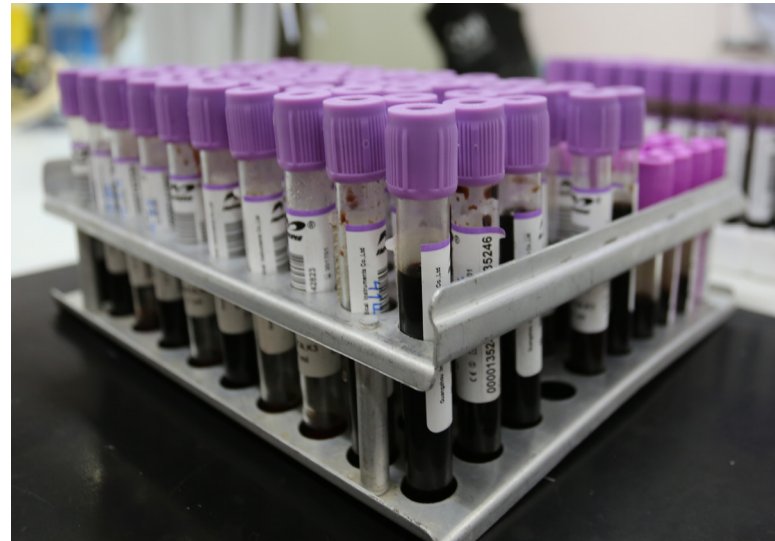
Selon Ivancho Naletoski, administrateur en santé animale à la Division mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture, « la véritable difficulté pour les autorités vétérinaires nationales était de déterminer si les flambées de fièvre aphteuse étaient causées par la même souche du virus que celle identifiée lors de l'épidémie précédente en 2015 ».

En 2017, avec l'appui du programme de coopération technique de l'AIEA, des experts de la Division mixte ont dispensé une formation et fourni du matériel et des consommables à dix professionnels de laboratoire vétérinaire originaires du Maroc, afin de faciliter le diagnostic et d'orienter les mesures de lutte et d'intervention. Parmi les personnes formées figuraient des membres du personnel du LRARC, qui ont identifié la nouvelle souche du virus responsable de l'épidémie début 2019 en mettant à profit les compétences acquises et en sollicitant le service de séquençage génétique créé par l'intermédiaire de la Division mixte.

Peu de temps après le début de l'épidémie, le LRARC a séquencé le génome du virus et l'a comparé à celui des souches en circulation à l'échelle locale. Il a dans le même temps envoyé des échantillons pour séquençage génétique au Laboratoire de santé animale à Maisons-Alfort (France), un établissement de référence pour l'identification de la fièvre aphteuse, qui a confirmé son diagnostic.

« En cas d'épidémie, l'identification de la souche virale est la première opération que doivent effectuer les autorités vétérinaires nationales. La deuxième consiste à sélectionner ou à mettre au point un vaccin adapté, car à chaque souche correspond un vaccin particulier », explique Ivancho Naletoski.

Une fois la souche identifiée et le vaccin sélectionné, les autorités vétérinaires marocaines ont procédé en quelques semaines à des campagnes de vaccination qui ont permis de stopper rapidement la propagation de la maladie. Dans tout le pays, les ruminants à risque (bovins, caprins et ovins) ont été vaccinés en masse, à titre obligatoire, sans que les éleveurs aient à payer quoi que ce soit. Ces campagnes de vaccination ont aidé à renforcer les défenses immunitaires des animaux et empêché la propagation du virus.



Les échantillons prélevés sur le bétail sont testés afin de détecter les virus. (Photo : N. Jawerth/AIEA)

« Les techniques de séquençage génomique transférées à notre laboratoire par l'AIEA nous ont donné la possibilité de différencier rapidement les souches en circulation dans le pays et d'adapter les plans de lutte contre la maladie en conséquence », indique Fatiha El Mellouli, qui dirige le Service de la santé animale et végétale du LRARC.

Ces efforts ont eu des résultats tangibles pour les éleveurs, les producteurs et les exportateurs d'animaux et de produits d'origine animale au Maroc. Le pays poursuit son programme national de lutte contre la fièvre aphteuse, soutenu par l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE) depuis 2012, ainsi que ses efforts visant à améliorer la santé animale et le commerce des produits d'origine animale.

EN SAVOIR PLUS

Séquençage génétique et réaction en chaîne par polymérase

Le **séquençage génétique** est une technique dérivée du nucléaire qui consiste à analyser l'organisation des informations codées dans l'acide nucléique – acide ribonucléique (ARN) ou acide désoxyribonucléique (ADN) – des agents pathogènes. Il permet de connaître la composition du matériel génétique, ce qui aide les scientifiques à déterminer la fonction du gène analysé, son incidence et le comportement de l'agent pathogène. Cela permet non seulement de diagnostiquer une maladie, mais également de connaître son origine, son évolution et les risques qu'elle peut poser.

Les outils et techniques dérivés du nucléaire, dont le séquençage génétique, sont fréquemment utilisés dans l'analyse phylogénétique de la fièvre aphteuse et d'autres maladies, comme la rage, la brucellose et la maladie à virus Ebola.

Pour plus d'informations sur la **réaction en chaîne par polymérase (PCR)**, rendez-vous à la page 9.

En Éthiopie, les vaccins irradiés préservent la santé des animaux, ce qui profite aux exportations et améliore la sécurité alimentaire

Par Miklos Gaspar



Les bovins occupent une place importante dans l'économie éthiopienne. (Photo : M. Gaspar/AIEA)

L'Éthiopie exporte chaque année plus d'un million de têtes de bétail. Sans les techniques nucléaires, cela lui serait impossible. Pour prévenir les épidémies, tous les animaux d'élevage destinés à l'exportation et à la consommation nationale doivent être vaccinés contre les maladies animales. En Éthiopie, c'est l'Institut vétérinaire national (NVI) qui élabore et produit les vaccins. Fabriqués dans le but de lutter contre les agents pathogènes qui mutent constamment, ils sont destinés à un usage national, mais sont également distribués dans les pays voisins. En coopération avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), l'AIEA appuie les deux étapes du processus.

« Les exportations d'animaux d'élevage sont cruciales pour notre économie, et la contribution qu'apporte le NVI au secteur de l'élevage est immense », déclare Wondemagegn Tufa, responsable des procédures relatives à l'exportation du bétail au Ministère éthiopien de l'agriculture. Le Ministère achète des vaccins au NVI et les distribue ensuite aux

éleveurs, notamment ceux qui vivent dans l'est du pays et dont les bêtes, qui arpentent un vaste territoire et entrent en contact avec des animaux sauvages, sont les plus exposées aux maladies.

Avec ses 60 millions de bovins, l'Éthiopie abrite la plus grande population d'animaux d'élevage d'Afrique et se classe au cinquième rang dans le monde, d'après la Banque mondiale. Environ un cinquième de l'économie du pays et près de 10 % de ses exportations reposent sur le secteur de l'élevage.

Pour répondre à la demande croissante des agriculteurs et s'adapter à l'évolution des réglementations des pays importateurs, le NVI a accru sa production de vaccins, qui est passée de 93 millions à 260 millions de doses par an au cours des dix dernières années. Cela a aussi permis à l'Éthiopie d'exporter des vaccins dans les pays voisins, notamment contre la peste des petits ruminants, une maladie virale qui

touche les chèvres et les moutons et dont l'éradication constitue un objectif majeur de l'Union africaine.

Les vaccins et leur mode d'action

L'accès à des vaccins efficaces et leur disponibilité sont essentiels pour endiguer et prévenir la propagation d'un grand nombre de maladies animales, dont certaines sont également transmissibles à l'homme. Les vaccins agissent sur les animaux de la même façon que sur les êtres humains : ils déclenchent une réponse immunitaire qui prépare l'organisme à se défendre contre une future infection. Or, certains vaccins contiennent des micro-organismes vivants, tels que des virus, qui pourraient provoquer une flambée de la maladie. Ce problème peut être résolu grâce aux rayonnements, qui viennent neutraliser les micro-organismes de manière à les empêcher d'infecter l'animal vacciné. Cependant, les rayonnements ne modifient pas la structure des micro-organismes, ce qui permet au système immunitaire de l'animal de les reconnaître et de mettre en place un mécanisme de défense. L'irradiation est aussi un moyen de veiller à ce que ces vaccins ne puissent être source d'aucune contamination.

L'exploitation des techniques d'irradiation pour la mise au point des vaccins est plus sûre pour les animaux, car elles permettent de se passer des produits chimiques ou autres composés communément utilisés pour inactiver les virus. « Ces vaccins irradiés sont de meilleure qualité parce qu'ils préservent mieux la structure des micro-organismes, induisant ainsi une réponse immunitaire de protection plus large », explique Charles Lamien, administrateur en santé animale à la Division mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture.

Dans le cadre de son programme de coopération technique, et en partenariat avec la FAO, l'AIEA aide le NVI à former son personnel et lui fournit des consommables et du matériel. Tous les techniciens du Département de recherche-développement du NVI ont bénéficié de formations dispensées par la FAO et l'AIEA. « Qu'ils aient suivi de brefs cours ou des formations de longue durée, ils ont tous eu l'occasion de se familiariser avec des techniques scientifiques de pointe », affirme Martha Yami, directrice générale du NVI.

Mise au point d'un vaccin

Selon Martha Yami, l'AIEA a joué un rôle central dans la mise sur pied du laboratoire moléculaire du NVI, qui procède à la caractérisation de nouvelles souches virales pour que les vaccins puissent être adaptés à celles-ci et offrir une protection appropriée.

La caractérisation de l'acide désoxyribonucléique (ADN) et de l'acide ribonucléique (ARN) des virus fait appel à des techniques moléculaires dérivées du nucléaire, qui permettent de différencier les souches. Grâce à cette technologie, le virus sauvage qui circule lors d'une épidémie est comparé au vaccin proprement dit. Si les deux virus se ressemblent suffisamment, le vaccin assurera la protection nécessaire ; dans le cas contraire, il devra être modifié.

D'après Charles Lamien, l'AIEA s'en remet à présent aux experts du NVI pour apprendre à d'autres scientifiques, partout en Afrique, à utiliser diverses techniques nucléaires dans le domaine de la santé animale. « Les animaux et, avec eux, les maladies dont ils sont porteurs, traversent les frontières, ajoute l'administrateur. Il est donc nécessaire d'adopter une approche à l'échelle du continent pour lutter contre ces maladies. »

Bien plus qu'un enjeu financier

Les résultats de ce travail sont visibles partout en Éthiopie, où le bétail se rencontre aussi bien dans les pâturages que sur les flancs des collines et le long des routes. Une grande partie des 12 millions de familles rurales que compte le pays dépendent de l'élevage des bovins et bénéficient donc, consciemment ou inconsciemment, des avantages offerts par la technologie nucléaire.

« Les bovins et leur santé ne revêtent pas seulement une importance économique, explique Tufa. Pour les éleveurs pastoraux, ces animaux font partie intégrante de leur mode de vie. Ils sont au cœur de leur culture ; ils constituent leur richesse et représentent une forme d'assurance à laquelle ces éleveurs peuvent recourir lorsque les temps se font plus durs. » L'amélioration de leur santé et de leur bien-être ainsi que l'accroissement de leur productivité sont, affirme Tufa, un objectif majeur de développement du Gouvernement éthiopien.

Un scientifique étudie le patrimoine génétique d'un virus à l'Institut vétérinaire national éthiopien.

(Photo : M. Gaspar/AIEA)



Nous avons besoin d'une action mondiale face à la pandémie

Par Maria Helena Semedo



Maria Helena Semedo, Directrice générale adjointe à l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, est une éminente spécialiste des questions de développement mondial, avec plus de 30 années d'expérience de la fonction publique.

La pandémie de COVID-19, première maladie en plus d'un siècle à mettre les affaires courantes et l'économie mondiale à l'arrêt, a bouleversé le monde tel que nous le connaissons.

Certaines des épidémies les plus dévastatrices de ces dernières décennies, comme la fièvre Ebola, le syndrome respiratoire aigu sévère (SARS) et le syndrome respiratoire du Moyen-Orient (MERS), mettent en cause des zoonoses – des maladies et infections qui se transmettent de l'animal (principalement sauvage) à l'homme et se propagent parmi les humains, faisant chaque année environ 2,5 milliards de malades et près de 3 millions de morts.

Les zoonoses au niveau national, régional et parfois mondial n'ont pas seulement un impact direct sur la santé humaine ; elles nuisent également aux moyens de subsistance et provoquent un ralentissement économique. Lorsque la fièvre Ebola a ravagé l'Afrique de l'Ouest en 2014, tuant des milliers de personnes, les restrictions et les contrôles appliqués pour contenir l'épidémie ont renforcé l'insécurité alimentaire. Les chaînes d'approvisionnement agricoles ont été perturbées, limitant la capacité des agriculteurs de cultiver et de vendre des denrées alimentaires. La faim s'est emparée des habitants. Certains en sont morts, de nombreux autres ont perdu leurs moyens de subsistance.

Les crises sanitaires passées ont créé des situations similaires. Aujourd'hui, les conséquences directes et indirectes de la pandémie de COVID-19 menacent visiblement la sécurité alimentaire et les moyens de subsistance de centaines de millions de personnes. Nous ne pouvons sous-estimer les vastes répercussions que les zoonoses ont sur nos communautés, nos économies et notre société dans son ensemble.

Les zoonoses sont de plus en plus nombreuses.

La déforestation, l'impact des changements climatiques et l'intensification et l'industrialisation de l'agriculture, combinés à la hausse de l'urbanisation et à la croissance démographique, renforcent l'empiètement de l'homme et du bétail sur les habitats sauvages naturels. Dans de nombreuses régions du monde, les animaux sont encore largement utilisés pour le transport, la traction, l'habillement et l'alimentation, et les animaux sauvages sont couramment chassés et consommés. Cette relation étroite entre l'homme et l'animal facilite la propagation rapide des maladies animales et des zoonoses, mettant en péril les efforts et le potentiel de développement des pays.

Les professionnels de la santé animale en première ligne

Les vétérinaires et les spécialistes de la santé animale sont une de nos premières lignes de défense. En suivant les animaux et en s'assurant qu'ils restent en bonne santé grâce à la prévention, à la surveillance, à la détection et au traitement des maladies animales infectieuses, ils rendent possible la prévention de l'émergence de zoonoses.

Depuis plusieurs décennies, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) offre des formations et une assistance technique aux professionnels de la santé animale partout dans le monde, en particulier dans les pays à risque. Ces activités font partie des efforts déployés par la FAO pour renforcer les capacités nationales de contrôle des maladies et de préparation et conduite d'interventions (diagnostic de laboratoire, surveillance des maladies, analyse et signalement des flambées épidémiques) et pour soutenir l'infrastructure nationale et stratégique, y compris la planification et la prise de décisions fondées sur des données factuelles.

En mettant les laboratoires en relation, le Réseau de laboratoires diagnostiques vétérinaires (VETLAB) facilite l'échange de connaissances spécialisées et la coordination des efforts en vue d'une action collective contre la maladie. Créé par la Division mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture, ce réseau regroupe des laboratoires vétérinaires de différents pays, dont les laboratoires mixtes FAO/AIEA, afin qu'ils s'efforcent ensemble de renforcer les capacités des laboratoires nationaux et d'améliorer les interventions d'urgence visant à détecter et à contrôler les maladies animales et les zoonoses à l'échelle nationale et internationale.

Au fil des ans, consciente de l'importance fondamentale d'un diagnostic rapide dès les premiers stades de la maladie, la Division mixte FAO/AIEA a renforcé les capacités des pays – et formé et équipé des centaines de professionnels – pour qu'ils puissent utiliser un des tests de laboratoire les plus rapides et les plus précis pour la détection des agents pathogènes animaux et zoonotiques : la réaction de polymérisation en chaîne (PCR), et sa variante, la transcription inverse – réaction de polymérisation en chaîne (RT-PCR). Lorsqu'elles sont utilisées en temps réel, ces techniques donnent des résultats en quelques heures à peine. Les tests diagnostiques ne sont pas seulement utilisés par les professionnels de la santé animale, mais servent à diagnostiquer toute une série de maladies humaines depuis plusieurs décennies. Pour en savoir plus, voir la page 8.

La RT-PCR en temps réel est le test de laboratoire le plus utilisé pour le diagnostic de la COVID-19. La FAO et l'AIEA, en partenariat, renforcent les capacités des pays d'utiliser cette technique en leur fournissant des conseils et un appui techniques, ainsi que des trousseaux de diagnostic d'urgence comprenant des réactifs essentiels pour les tests de laboratoire, des équipements de protection individuels, du matériel d'échantillonnage, des désinfectants et des consommables.

Santé mondiale, responsabilité mondiale

Les frontières ne signifient rien face aux maladies. Si un pays n'a pas les moyens de combattre efficacement une maladie, c'est le monde entier qui est en danger. La FAO et ses membres et partenaires, notamment l'AIEA, l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE) et l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), travaillent de concert pour protéger les personnes, les animaux et l'environnement.

L'information et la communication au sein des pays et entre eux peut aider le monde entier à garder une longueur d'avance. La FAO collabore avec les autorités et les experts nationaux, régionaux et internationaux pour suivre la situation et évaluer les épidémies. Via ses mécanismes de communication, comme le Bulletin d'alerte rapide et les rapports d'action, elle fournit aux gouvernements et aux professionnels de la lutte contre les maladies un maximum d'informations actualisées sur les menaces sanitaires, en s'appuyant sur les renseignements communiqués par les autorités nationales, régionales et internationales, les organisations et d'autres sources spécialisées, l'objectif étant d'encourager l'adoption rapide de mesures appropriées.

Les logiciels et les systèmes conçus spécialement pour la collecte, l'analyse et la modélisation des données aident à repérer les tendances et à prévoir les menaces sanitaires potentielles, ce qui permet aux pays de se préparer et d'intervenir rapidement. Par exemple, les données soumises en temps réel via l'application mobile de la FAO EMA-i (Event Mobile Application), généralement par des agriculteurs, des experts et des responsables gouvernementaux, sont une des sources du Système mondial d'information sur les maladies animales (EMPRES-i) de la FAO. À partir des données

enregistrées quotidiennement par plus de 190 pays, ce système génère des cartes des menaces potentielles. Il est lié au Système mondial d'alerte précoce et de réponse pour les principales maladies animales y compris des zoonoses (GLEWS+), qui met les informations en commun avec l'OMS et l'OIE.

L'approche « Une seule santé »

Pour maîtriser la prochaine pandémie, nous devons agir de concert dans tous les secteurs et toutes les disciplines. La FAO et ses partenaires, notamment l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID), promeuvent l'approche « Une seule santé », qui consiste à coordonner les différentes initiatives en liant la santé humaine à la santé animale et environnementale aux niveaux national, régional et mondial. Une telle coordination est particulièrement importante pour combattre les zoonoses et la résistance aux antimicrobiens et pour améliorer la sûreté et la sécurité biologiques, les systèmes de laboratoire nationaux et le développement du personnel.

En travaillant côte à côte, les spécialistes de la santé animale et les experts tels que les médecins, les biostatisticiens, les biologistes, les écologistes, les chercheurs et les épidémiologistes de terrain forment une ligne de défense solide, renforçant potentiellement notre résistance collective face à l'émergence de zoonoses.

La santé de la population mondiale dépend de la disposition de chacun d'entre nous à échanger des informations, à collaborer et à adopter des mesures concrètes pour préserver la santé humaine, animale et environnementale. C'est seulement ainsi que nous pourrions nous protéger face aux zoonoses et continuer d'œuvrer pour assurer la sécurité alimentaire et sanitaire mondiale, conformément à l'objectif de développement durable n° 3. C'est aussi essentiel pour la préservation de notre quotidien et la poursuite des efforts mondiaux de réalisation des objectifs énoncés dans le Programme de développement durable à l'horizon 2030.

Une victoire mondiale contre la COVID-19 passe par des partenariats créatifs

Par Takako Ohyabu



Takako Ohyabu est responsable de la Direction des affaires internationales de la société pharmaceutique Takeda. Diplômée en sciences politiques et formée à l'administration et aux affaires publiques, elle a acquis une vaste expérience dans la communication institutionnelle au niveau mondial au sein de plusieurs entreprises.

La lutte engagée dans le monde entier contre la COVID-19 a renforcé la résilience de l'humanité et mis en lumière la puissance sans égal qu'offrent les partenariats créatifs. Elle a aussi souligné le coût élevé, en termes humains et financiers, des systèmes de santé fragiles, bilan que ne connaissent que trop bien les populations en proie à des maladies infectieuses et non transmissibles dans les pays en développement. Si la lutte contre la COVID-19 ne fait que commencer, le combat contre de nombreuses autres menaces sanitaires fait rage depuis bien longtemps.

Les enjeux de toute crise sanitaire – qu'elle soit récente ou vieille de plusieurs décennies ne se limitent pas à la mise au point de médicaments ou de vaccins sûrs et efficaces. Nous avons besoin d'un nombre suffisant de professionnels de santé qualifiés pour traiter tous les patients, de chaînes d'approvisionnement garantissant l'accès aux équipements essentiels, à l'eau potable, à l'alimentation et aux médicaments, de programmes continus de soins préventifs pour tous, en particulier les enfants, les mères et autres groupes vulnérables, de communautés bien informées et correctement desservies sur le plan sanitaire, et de nombreuses autres choses encore. Tout cela suppose une multitude de partenaires déterminés à collaborer et à tenir le cap.

La consolidation des systèmes de santé et le renforcement des capacités exigent la mobilisation de moyens financiers importants sur le long terme et le recours à des partenariats intersectoriels et interinstitutionnels qu'il est parfois difficile d'appréhender et de gérer. Si ces priorités brillent rarement par leurs résultats immédiats, leurs avantages se détachent très nettement en temps de crise, aucun arsenal d'inventions et de technologies, si sophistiqué soit-il, ne

pouvant s'imposer à grande échelle sans systèmes de soutien efficaces.

Depuis plus de dix ans, s'appuyant sur son programme mondial de responsabilité sociale des entreprises et sur ses partenariats, Takeda s'emploie à consolider durablement les systèmes de santé et à renforcer les capacités dans les pays en développement. La lutte contre la COVID-19 ne fait qu'accroître l'importance de ce programme, de nos partenariats et des moyens que ces derniers ont permis de mettre en place, qui font maintenant partie de l'arsenal déployé contre la pandémie.

Chez Takeda, nous avons mené une longue et profonde réflexion sur ce que nous pourrions faire pour continuer d'apporter aux systèmes de santé un appui que nous savons crucial pour surmonter les difficultés persistantes et faire face aux situations d'urgence de l'instant présent tout en s'attachant à relever également les défis sans précédents que pose la COVID-19. Nous poursuivons les initiatives lancées dans le cadre du programme mondial de responsabilité sociale des entreprises pour améliorer les services de santé (notamment en ce qui concerne la santé maternelle, néonatale et infantile), améliorer la chaîne d'approvisionnement et former des professionnels de santé. En outre, nous avons mis sur pied la CoVIG-19 Plasma Alliance avec d'autres entreprises de ce même secteur, qui entend accélérer la mise au point d'un éventuel traitement de la COVID-19 par transfusion de plasma, et nous avons répertorié quelques idées judicieuses qui permettraient de mettre à profit les ressources philanthropiques pour combattre la pandémie jusqu'au bout et continuer de dynamiser les systèmes de santé à court et à long terme.

L'important, à nos yeux, est que les initiatives que nous appuyons soient menées dans un esprit de collaboration et de globalité – et non isolément. C'est pourquoi nous avons contribué à hauteur de 23 millions de dollars aux travaux de trois organismes des Nations Unies : l'AIEA, le Programme alimentaire mondial (PAM) et le Fonds des Nations Unies pour la population (UNFPA). Les efforts exceptionnels déployés par ces institutions pour, respectivement, améliorer les capacités de diagnostic nationales, renforcer les chaînes d'approvisionnement en matière de santé publique pendant la pandémie et garantir un accès continu à des soins de santé maternelle et néonatale de qualité vont totalement dans le sens du Plan de réponse humanitaire global COVID-19 des Nations Unies et permettront aux systèmes mondiaux d'être mieux armés pour anticiper les situations d'urgence à venir.

Nous avons appris, à la faveur des liens que nous entretenons avec l'AIEA, que l'Agence travaillait d'ores et déjà à la détection et au diagnostic des zoonoses. L'AIEA dispose dès à présent de techniques tout indiquées pour combattre la nouvelle pandémie et, en sa qualité de membre de l'Équipe de l'ONU pour la gestion de la crise de la COVID-19 dirigée par l'Organisation mondiale de la Santé, est prête à les déployer pour répondre aux besoins urgents des États Membres de l'ONU.

Lorsque nous avons évalué les possibilités de contributions à la lutte contre la COVID-19, nous nous sommes réjouis de constater qu'en plus de fournir des kits de diagnostic et des équipements de sécurité biologique essentiels tels que des équipements de protection individuels et des enceintes de laboratoire, l'AIEA cherchait à renforcer les moyens techniques afin de faciliter la détection et l'identification rapides et précises du nouveau coronavirus responsable de la COVID-19. Cette approche globale permet de faire face aux difficultés immédiates rencontrées par les pays et de renforcer à long terme les capacités techniques et opérationnelles de diagnostic des laboratoires nationaux.

Les synergies entre les activités liées à la COVID-19 que mènent l'AIEA, le PAM et l'UNFPA rendent possible une approche « interarmes » de la crise, chaque organisation déployant un ensemble unique de forces complémentaires pour amplifier l'action des autres. Takeda soutient la collaboration interinstitutionnelle autant que les efforts individuels destinés à réagir plus vigoureusement à la crise à laquelle nous sommes aujourd'hui confrontés. Nous sommes convaincus que des systèmes de santé solides et des partenariats créatifs peuvent venir à bout des difficultés actuelles, prévenir celles de demain et nous préparer à y faire face.

Le Bélarus reçoit du matériel de l'AIEA pour évaluer les risques radiologiques associés aux feux de forêt



Des professionnels s'entraînent à prélever des échantillons de sol et d'air à l'aide du nouveau laboratoire mobile lors d'un exercice pratique effectué en mai 2020 dans la zone d'exclusion de Chornobyl. (Photo : R. Nenashev/Réserve radioécologique nationale de Polésie, Bélarus)

Lorsque des feux de forêt surviennent sur des sites très fortement irradiés, les autorités et le public veulent savoir s'il existe un risque important d'exposition aux rayonnements. La question s'est posée en avril 2020, quand des incendies se sont déclarés dans le nord de l'Ukraine, à 16 kilomètres seulement du Bélarus, dans la zone d'exclusion de Chornobyl qui s'étend de part et d'autre de la frontière entre ces deux pays. Certes, ces incendies ne présentaient pas un risque élevé ; pour autant, le matériel envoyé au Bélarus par l'AIEA permettra de mieux préparer les scientifiques à assurer le contrôle radiologique à l'avenir.

Des feux de forêts sont régulièrement observés dans les parties désertées de la zone d'exclusion qui entoure la centrale nucléaire de Chornobyl sur 4 760 kilomètres carrés et est largement inhabitée depuis l'accident nucléaire de 1986. Il faut, en pareil cas, disposer de données scientifiques solides pour pouvoir intervenir correctement et protéger la santé de la population et des personnels directement concernés, comme les pompiers, les travailleurs

forestiers, les gardes frontières, les scientifiques et les techniciens qui opèrent dans la zone.

À la demande du Bélarus, l'AIEA a contribué à la conception et à l'acquisition d'un laboratoire mobile équipé de tous les instruments et outils nécessaires au contrôle radiologique de l'air et de l'environnement, qui pourrait ainsi sillonner le pays.

« Grâce au travail appliqué des spécialistes de l'AIEA et de leurs homologues bélarussiens, un laboratoire mobile adapté et bien équipé a été conçu et livré au Bélarus pour l'aider à réagir rapidement aux risques radiologiques présentement générés par les feux de forêts dans la zone d'exclusion », déclare le Directeur par intérim des Laboratoires de l'environnement de l'AIEA, Peter Swarzenski.

Le laboratoire mobile peut être utilisé comme station de travail par des équipes de quatre personnes, notamment pour des opérations tout-terrain. Il est équipé d'un dispositif

portable d'échantillonnage de l'air, d'un spectromètre gamma portable, d'un appareil de mesure des rayonnements présents dans des échantillons de l'environnement, d'un kit d'échantillonnage du sol, d'équipements de protection individuels, d'outils de navigation et de communication, d'un générateur électrique et d'un espace de travail doté d'un ordinateur et d'autres appareils.

Des échantillons de l'air sont prélevés sur les lieux des incendies et analysés afin de déterminer avec précision l'activité des radio-isotopes du césium, du strontium et des éléments transuraniens.

L'assistance fournie au Bélarus par l'AIEA s'inscrit dans le cadre d'un projet de coopération technique lancé en 2018, qui a principalement pour objet d'aider le personnel technique et scientifique de la Réserve radioécologique nationale de Polésie, au Bélarus, à améliorer ses connaissances et ses compétences professionnelles en ce qui concerne plus particulièrement la dosimétrie en cas d'inhalation de radionucléides, et à les orienter dans

le choix et l'acquisition d'instruments, outils et consommables adaptés pour le contrôle radiologique, l'échantillonnage de l'air et du sol, et le traitement et l'analyse des échantillons.

« L'Agence a grandement contribué au renforcement de nos activités dans les domaines de la recherche et du contrôle de la contamination radioactive, non seulement grâce au laboratoire radiologique mobile mais aussi aux formations, aux visites scientifiques et à l'achat du matériel et des fournitures nécessaires. C'est exactement ce dont nous avons besoin en ce moment », se réjouit Mikhail Patsiomkin,

spécialiste au Ministère bélarussien des situations d'urgence.

L'information scientifique au service d'une meilleure communication avec les populations locales

Outre la collecte et l'analyse de données, la communication d'informations aux populations locales vivant à proximité des sites des incendies est un élément essentiel de l'intervention d'urgence.

« Lors de l'évaluation des dangers et des risques radiologiques liés aux récents incendies dans la partie ukrainienne de la zone d'exclusion,

les médias ont pris en compte l'avis du personnel de la Réserve radioécologique nationale de Polésie, qui avait bénéficié d'un appui technique et scientifique de l'AIEA. Grâce à cela, les informations publiées dans les médias bélarussiens ont été généralement fiables et fondées sur des sources faisant autorité », ajoute Mikhail Patsiomkin.

Au mois de mai 2020, alors que le projet de coopération technique de l'AIEA touchait à sa fin, le Bélarus était bien équipé pour évaluer les risques radiologiques que pourraient générer de futurs feux de forêts.

Par Elodie Broussard

Cultures tolérantes à la sécheresse : l'appui de l'AIEA et de la FAO permet à la Zambie d'augmenter sa production agricole et d'améliorer les revenus de ses agriculteurs

Deux nouvelles variétés de niébé, qui constitue une source de protéines essentielle pour la population zambienne, seront mises à disposition des agriculteurs et des communautés locales pour améliorer considérablement les rendements et la qualité de leurs cultures.

Ces nouvelles variétés de niébé, légumineuse principalement cultivée en Afrique, mûrissent plus vite que les variétés locales et ont donc besoin de moins d'eau, ce qui leur permet de mieux résister à la sécheresse. Offrant des rendements plus élevés dans des conditions de sécheresse, elles se sont

également montrées plus résistantes face à certaines maladies ou à certains ravageurs. Mises au point à l'aide de techniques nucléaires, les semences de ces variétés de niébé seront mises à la disposition des agriculteurs vers la fin de 2020.

L'AIEA travaille en partenariat avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) à l'amélioration de la sécurité alimentaire au moyen de la science nucléaire partout dans le monde. Dans le cadre de ce partenariat, des programmes de sélection

végétale reposant sur l'utilisation de techniques nucléaires sont mis en œuvre pour créer des plantes plus productives, présentant des caractéristiques améliorées.

« Dans la majeure partie de l'Afrique, notamment en Zambie, la chaleur, la sécheresse, les ravageurs et les maladies compromettent la production végétale, à tel point que certains agriculteurs n'arrivent pas à produire suffisamment de nourriture », explique Fatma Sarsu, spécialiste de la sélection des plantes et phytogénéticienne à la Division

Kalaluka Munyinda, enseignant-chercheur au Département des sciences végétales, dans le champs d'essai de l'Université de Zambie consacré à la culture de nouvelles variétés végétales. (Photo : Université de Zambie)



mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture. « La fréquence accrue des épisodes de sécheresse ces dernières années, de même que les effets du changement climatique, exacerbent les difficultés auxquelles sont confrontés les agriculteurs. La mise au point de variétés améliorées par sélection végétale constitue un moyen de répondre à ce problème. »

Les deux nouvelles variétés de niébé, baptisées Lunkhwakwa et Lukusuzi, ont été créées par irradiation, technique qui accélère le processus naturel de mutation génétique des végétaux. Les semences sont en cours de multiplication et seront distribuées en novembre 2020 à 800 agriculteurs.

« Nous ciblons essentiellement les agriculteurs qui vivent dans les régions arides du pays et qui ont eu du mal, au cours des dernières années, à produire suffisamment de nourriture en raison des conditions de sécheresse extrêmes », déclare Kalaluka Munyinda, enseignant-chercheur au Département des sciences végétales de l'Université de Zambie. « Il était nécessaire de recourir à la sélection végétale pour répondre aux problèmes vitaux

rencontrés par ces agriculteurs. De plus, comme les nouvelles variétés de niébé sont plus tolérantes aux maladies, nous prévoyons de les cultiver également dans les régions très pluvieuses, où les pertes de rendement sont surtout dues à des maladies. »

Afin de satisfaire la demande des agriculteurs en plantes présentant les caractéristiques voulues, des scientifiques du Laboratoire FAO/AIEA d'agronomie et de biotechnologie à Seibersdorf (Autriche) ont exposé des semences de variétés locales à des rayonnements gamma, induisant ainsi des modifications dans leur patrimoine génétique. Dans un deuxième temps, les semences irradiées ont été expédiées en Zambie, puis utilisées dans des champs d'essai, pour que leurs caractéristiques puissent être étudiées dans les conditions locales. Pendant la phase de test, les agriculteurs ont collaboré avec les scientifiques à la sélection des plantes améliorées.

« Nous avons été durement touchés par la sécheresse au cours des deux dernières années, entre 2018 et 2020, et nos rendements ont été mauvais. Mais maintenant, nous avons des variétés qui poussent bien même lorsque les pluies sont rares », affirme un agriculteur du

district de Chirundu, dans le sud de la Zambie. « Au début, la seule variété de niébé dont nous disposions parvenait tardivement à maturation, alors que les nouvelles variétés auxquelles nous avons maintenant accès mûrissent rapidement. Nous voulons créer une communauté qui soit résistante aux aléas climatiques en cultivant davantage de variétés. »

Ce projet devrait permettre d'accroître la sécurité alimentaire et d'améliorer les revenus des agriculteurs. « À certains endroits, les nouvelles variétés peuvent fournir des rendements supérieurs de près de 10 % à ceux des variétés parentes, ce qui signifie que les agriculteurs pourront non seulement produire plus de nourriture, mais aussi augmenter leurs revenus », indique Kalaluka Munyinda. « Ces variétés sont également plus tolérantes aux maladies telles que l'ascochytose du pois chiche, qui limitent fortement les rendements dans certaines régions. Nous espérons ainsi renforcer la sécurité alimentaire du pays grâce non seulement à une disponibilité accrue des denrées alimentaires, mais aussi à une meilleure nutrition. »

Par Carley Willis

Malgré la sécheresse, de nombreux agriculteurs dans toute l'Afrique sont capables de produire plus de nourriture grâce à de nouvelles variétés de niébé. (Photo : Prince M. Matova/Institut de sélection des plantes du Zimbabwe)



L'AIEA fournit des produits de référence aux laboratoires pour les aider à mesurer les changements qui affectent l'environnement



Ce scientifique manipule avec soin un échantillon à analyser. (Photo: AIEA)

« Le temps de la nature » est le thème qui a été retenu pour la Journée mondiale de l'environnement 2020, qui a eu lieu le 5 juin. Il est effectivement grand temps de déchiffrer les messages que la nature nous envoie par millions sous la forme d'infimes changements qui commencent à avoir des répercussions majeures sur les écosystèmes à l'échelle mondiale. L'AIEA et ses partenaires ont accès à des techniques nucléaires qui leur permettent de mesurer ces changements avec une grande précision depuis plus de 50 ans. Tous les ensembles de données et matériaux de référence obtenus à l'issue de ces mesures, qui ont été collectés par des milliers de scientifiques dans des centaines de laboratoires, ont été mis en ligne et sont désormais à l'entière disposition du public et des décideurs, dans le but de faciliter l'élaboration de politiques de conservation efficaces.

Les laboratoires du monde entier peuvent vérifier leurs performances et leur degré de précision en comparant directement leurs résultats avec des produits de référence normalisés, dont les valeurs et propriétés ont été rigoureusement mesurées et quantifiées. Un accès aisé à ces matériaux de référence est donc indispensable pour pouvoir procéder à une évaluation quantitative équitable de la compétence d'un laboratoire.

Depuis le début des années 60, l'AIEA a constitué une vaste collection de matériaux de référence qu'elle a mise à la disposition des laboratoires du monde entier pour les aider à évaluer la qualité des résultats obtenus au

moyen de techniques nucléaires d'analyse. Ces produits de référence permettent de garantir la fiabilité et la précision des résultats des analyses de radionucléides de l'environnement, d'isotopes stables, d'éléments en trace et de contaminants organiques. Ils peuvent être consultés sur le portail web de l'AIEA consacré aux produits de référence pour l'environnement et le commerce, récemment mis à jour, qui donne accès à une base de données enrichie, offre de meilleures possibilités de recherche et propose un système en ligne pour l'achat de matériaux de référence certifiés.

« Le nouveau site web facilite la navigation dans ce registre, qui propose à nos clients externes une gamme complète de produits de référence pour les aider à développer et préserver leur excellence en matière d'analyse », explique Manfred Groening, chef du Laboratoire de l'environnement terrestre de l'AIEA.

Des substances organiques provenant d'un large éventail de matériaux, comme des poudres de poisson et d'huître, du riz, de l'herbe, des aiguilles d'épicéa, de la mousse, de la cellulose, du bois neuf et ancien, des sédiments terrestres et marins, de l'eau de mer, de l'eau distillée, de la roche pulvérisée (par exemple de l'obsidienne), des carbonates, ainsi que des substances chimiques et des gaz purs, sont traitées dans les Laboratoires de l'environnement de l'AIEA dans des conditions strictement contrôlées. Les laboratoires s'en servent comme matériaux de référence à des fins scientifiques pour étudier et protéger l'environnement.

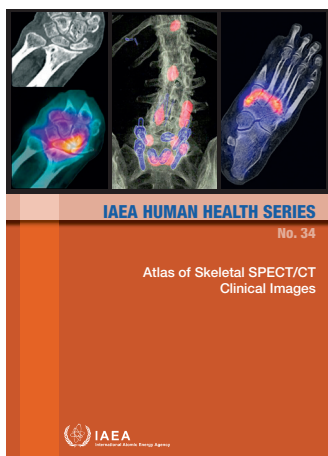
« Il est très important que nous participions régulièrement aux tests de compétence organisés par l'AIEA et que nous ayons accès aux matériaux de référence nécessaires pour mesurer les radionucléides dans l'environnement », affirme Hamid Marah, directeur scientifique du Centre national de l'énergie, des sciences et des techniques nucléaires (CNESTEN) du Maroc. « La mise à disposition de ces matériaux permet à notre centre de recherche de faire la preuve de son excellence en matière d'analyse et vient appuyer nos activités qui ont pour objectif de garantir le bien-être de la population. »

Plus de 90 matériaux de référence pour l'analyse de radionucléides, d'isotopes stables, d'éléments en trace et de contaminants organiques ont été rendus accessibles à la communauté scientifique. Au total, plus de 2 000 unités de ces matériaux sont distribuées à plus de 600 laboratoires chaque année. En outre, 700 laboratoires bénéficient annuellement de services d'assurance de la qualité, grâce auxquels ils reçoivent gratuitement plusieurs milliers d'échantillons destinés à un usage similaire dans le cadre des tests de compétence organisés par l'AIEA, essentiellement via le portail web des produits de référence pour l'environnement et le commerce.

« L'AIEA est le premier fournisseur mondial de matériaux de référence à matrice pour les radionucléides. Certains de ces produits, comme ceux caractérisés pour mesurer les rapports des isotopes stables, sont des étalons internationaux de la plus haute qualité métrologique », déclare Manfred Groening.

La mise à jour du portail web permettra aux laboratoires du monde entier d'accéder plus facilement à cette bibliothèque de produits et d'acheter à l'AIEA des matériaux de référence spécifiques au moyen d'un système plus convivial, en ayant en outre la possibilité de s'inscrire pour participer aux tests de compétence qui vont de pair. Plus de 1 000 laboratoires implantés dans plus de 70 pays tirent chaque année parti des services d'inscription proposés sur ce système dédié.

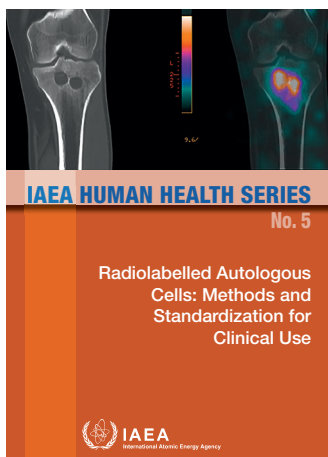
Par Jennet Orayeva et John Brittain



Atlas des images cliniques de SPECT/CT osseuse

La publication intitulée *Atlas of Skeletal SPECT/CT Clinical Images* porte en particulier sur l'association de la tomographie d'émission monophotonique (SPECT) et de la tomodensitométrie (CT) dans l'imagerie des muscles et du squelette, et montre les avantages qu'il y a à regrouper la composante métabolique et la composante anatomique dans une seule procédure. Elle met également en avant 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, dont les nombreux profils différents peuvent être révélés par scintigraphie osseuse, il contribue à ce que les deux techniques, SPECT et CT, soient davantage associées dans la pratique clinique.

N° 34 de la collection Santé humaine de l'AIEA, ISBN : 978-92-0-103416-8 ; 75,00 euros ; 2016 (en anglais)



Cellules autologues radiomarquées : méthodes et normalisation pour l'usage clinique

La publication intitulée *Radiolabelled Autologous Cells : Methods and Standardization for Clinical Use* constitue une ressource utile pour les médecins spécialistes de médecine nucléaire, les radiologues, les radiopharmaciens, les pharmacologues et les autres chercheurs dans le domaine du marquage isotopique de produits autologues destinés à des applications cliniques. Elle fournit des orientations pratiques sur l'utilisation clinique des produits autologues radiomarqués et vise à rationaliser les diverses stratégies qui ont été élaborées, par exemple en matière de manipulation des globules rouges et blancs radiomarqués. Elle souligne l'importance de la qualité des services de marquage isotopique, fournit des conseils en matière de sûreté, et présente également d'autres produits autologues radiomarqués et leur application clinique.

N° 5 de la collection Santé humaine de l'AIEA, ISBN : 978-92-0-101310-1 ; 55,00 euros ; 2014 (en anglais)

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

Unité de la promotion et de la vente

Agence internationale de l'énergie atomique

Centre international de Vienne

B.P. 100, 1400 Vienne (Autriche)

Mél. : sales.publications@iaea.org



Action intégrée contre les zoonoses

Pour en savoir plus, consultez le site : www.iaea.org/services/zodiac

Lisez cette publication et d'autres numéros du Bulletin de l'AIEA en ligne sur
www.iaea.org/bulletin

Pour de plus amples informations sur l'AIEA et les travaux qu'elle mène,
rendez-vous sur le site
www.iaea.org

ou suivez-nous sur



ISSN 0534-7297

20-01864F