

IAEA BULLETIN

AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE

Juin 2016 • www.iaea.org/bulletin



LES GARANTIES DE L'IAEA
Prévenir la dissémination
des armes nucléaires



Le Bulletin de l'AIEA

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

Rédacteur : Miklos Gaspar
Rédactrice en chef : Aabha Dixit
Collaboratrices à la rédaction : Nicole Jawerth,
Laura Gil Martinez
Conception et production : Ritu Kenn

Le Bulletin de l'AIEA est disponible à l'adresse :
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'AIEA, l'autorisation de reproduction, sauf à des fins de recension, doit être sollicitée auprès de l'auteur ou de l'organisation d'origine.

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

Couverture : AIEA



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

Créée en tant qu'organisme autonome des Nations Unies en 1957, l'AIEA est la seule organisation du système de l'ONU à avoir les compétences requises dans le domaine des technologies nucléaires. Ses laboratoires spécialisés uniques aident au transfert de connaissances et de compétences à ses États Membres dans des domaines comme la santé humaine, l'alimentation, l'eau, l'industrie et l'environnement.

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

Les normes de sûreté de l'AIEA fournissent un système de principes fondamentaux de sûreté et sont l'expression d'un consensus international sur ce qui constitue un degré élevé de sûreté pour la protection des personnes et de l'environnement contre les effets néfastes des rayonnements ionisants. Elles ont été élaborées pour tous les types d'installations et d'activités nucléaires destinées à des fins pacifiques 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 leurs engagements, conformément au Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires et à d'autres accords de non-prolifération, de n'utiliser les matières et installations nucléaires qu'à des fins pacifiques.

Le travail de l'AIEA est multiple et fait intervenir un large éventail de partenaires au niveau national, régional et international. Ses programmes et ses budgets sont établis sur la base des décisions de ses organes directeurs – le Conseil des gouverneurs, qui compte 35 membres, et la Conférence générale, qui réunit tous les États Membres.

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

Les garanties de l'AIEA, une contribution vitale à la paix et à la sécurité internationales

Par Yukiya Amano

Prévenir la propagation des armes nucléaires est une tâche complexe. Soixante-dix ans après la démonstration, à Hiroshima et à Nagasaki, de la puissance destructrice des armes nucléaires, plusieurs mécanismes politiques et juridiques internationaux destinés à prévenir la propagation de ces armes sont en place. Les garanties de l'AIEA comptent parmi les plus importants d'entre eux.

L'AIEA est souvent désignée comme le « gendarme du nucléaire » à l'échelle mondiale. Grâce à ses compétences techniques, à son indépendance et à son objectivité, elle est en mesure de donner l'assurance crédible que les États n'utilisent de matières nucléaires qu'à des fins pacifiques, conformément à leurs obligations internationales. En détectant très tôt un détournement de matières nucléaires ou une utilisation abusive de la technologie nucléaire, l'AIEA peut alerter le monde sur un risque de prolifération. Elle apporte ainsi une contribution vitale à la paix et à la sécurité internationales.

Les garanties de l'AIEA sont d'ordre technique, elles sont étayées sur le plan scientifique et font intervenir des technologies modernes, comme l'illustrent les articles des pages 18 et 22. Leur mise en œuvre repose sur des accords juridiques – traités internationaux et accords bilatéraux – conclus entre l'AIEA et les États (voir l'article en page 4). En ce sens, l'application des garanties constitue pour l'AIEA une obligation juridique. Les

conclusions relatives aux garanties sont formulées en toute indépendance.

Évoluer avec le monde

Le monde dans lequel les garanties sont mises en œuvre aujourd'hui est très différent de celui de 1957, année de naissance de l'AIEA. Pour faire face à cette évolution, nous devons rester vifs et être capables de nous adapter. Nous devons aussi tirer parti de la technologie moderne – la télésurveillance ou l'imagerie satellitaire, par exemple. Ainsi, nous avons considérablement amélioré nos capacités d'analyse en modernisant entièrement les laboratoires des garanties de l'Agence. Les inspecteurs de l'AIEA sillonnent la planète sans relâche pour mener leurs activités de vérification sur le terrain.

Ce numéro du Bulletin de l'AIEA vous emmènera voir ce qui se passe en coulisse. Vous suivrez la journée d'un inspecteur des garanties dans une centrale nucléaire et apprendrez en quoi consiste l'échantillonnage de l'environnement. Vous découvrirez aussi quelques-uns des nombreux équipements que les inspecteurs utilisent et comment le prélèvement de petits échantillons de matières nucléaires nous aide régulièrement à vérifier qu'il ne manque rien.

J'espère que cette publication contribuera à faire mieux comprendre, aussi bien aux parties concernées qu'au grand public, les activités menées par l'AIEA dans le domaine des garanties.



« En détectant très tôt un détournement de matières nucléaires ou une utilisation abusive de la technologie nucléaire, l'AIEA peut alerter le monde sur un risque de prolifération. »

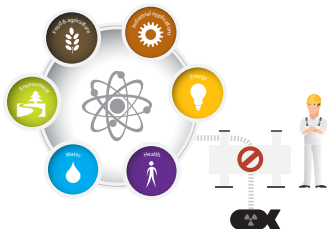
– Yukiya Amano,
Directeur général de l'AIEA



[Photos : D. Calma (AIEA)]



1 Les garanties de l'AIEA, une contribution vitale à la paix et à la sécurité internationales



4 Les garanties de l'AIEA au service de la non-prolifération nucléaire



8 Une journée dans la vie d'un inspecteur des garanties



12 Que trouve-t-on dans la mallette d'un inspecteur ?



16 Des matières sous garanties surveillées 24h/24 et 7j/7



20 Vérification nucléaire: établir des faits grâce à la science



22 Vérification par frottis : collecte et analyse d'échantillons de l'environnement

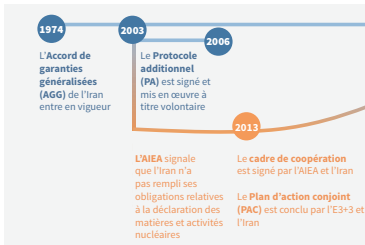


24 L'imagerie satellite à l'appui des capacités de l'AIEA en matière de garanties



25 L'optimisation des garanties de l'AIEA

– Par Tero Varjoranta, Directeur général adjoint chargé des garanties



26 L'Iran et l'AIEA : vérification et contrôle au titre du PAGC

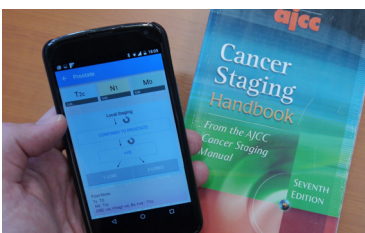
Infos AIEA



28 Comment l'AIEA contribue aux objectifs de développement durable

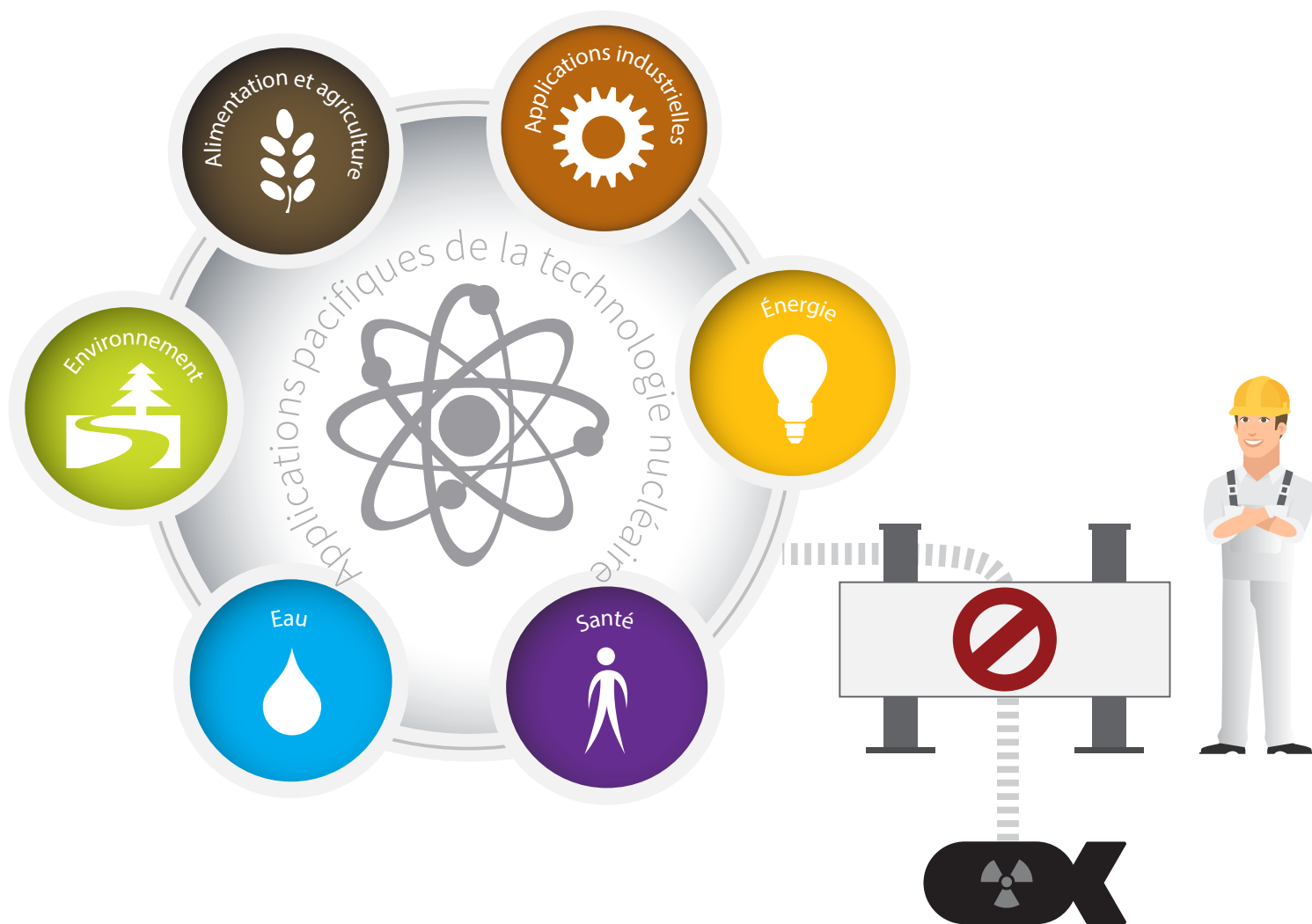


31 Des techniques nucléaires permettent d'améliorer la productivité du bétail et la qualité du lait au Cameroun



32 Vers un traitement optimal du cancer : la nouvelle application mobile de l'AIEA permet de déterminer le stade tumoral

Les garanties de l'AIEA au service



Grâce aux garanties, l'AIEA donne l'assurance crédible que les États n'utilisent de matières et de technologies nucléaires qu'à des fins pacifiques, conformément à leurs obligations internationales.

[Infographie : R. Kenn (IAEA)]

de la non-prolifération nucléaire

L'objectif des garanties de l'AIEA est de prévenir la prolifération des armes nucléaires en détectant à un stade précoce les détournements de matières nucléaires ou les utilisations abusives de la technologie nucléaire et en donnant l'assurance crédible à la communauté internationale que les États n'utilisent qu'à des fins pacifiques les matières nucléaires et autres éléments liés au nucléaire soumis aux garanties, conformément à leurs obligations en la matière.

Le nombre d'installations nucléaires et l'utilisation des matières nucléaires continuent de croître. Du fait de la construction de nouveaux réacteurs nucléaires de puissance et de l'utilisation croissante de la science et de la technologie nucléaires, le volume des matières et le nombre des installations soumises aux garanties de l'AIEA augmentent régulièrement. Ainsi, en 2015, l'AIEA a appliqué des garanties à 1 286 installations nucléaires et emplacements hors installation, tels que des universités et des sites industriels, et ses inspecteurs ont procédé à 2 118 inspections sur le terrain.

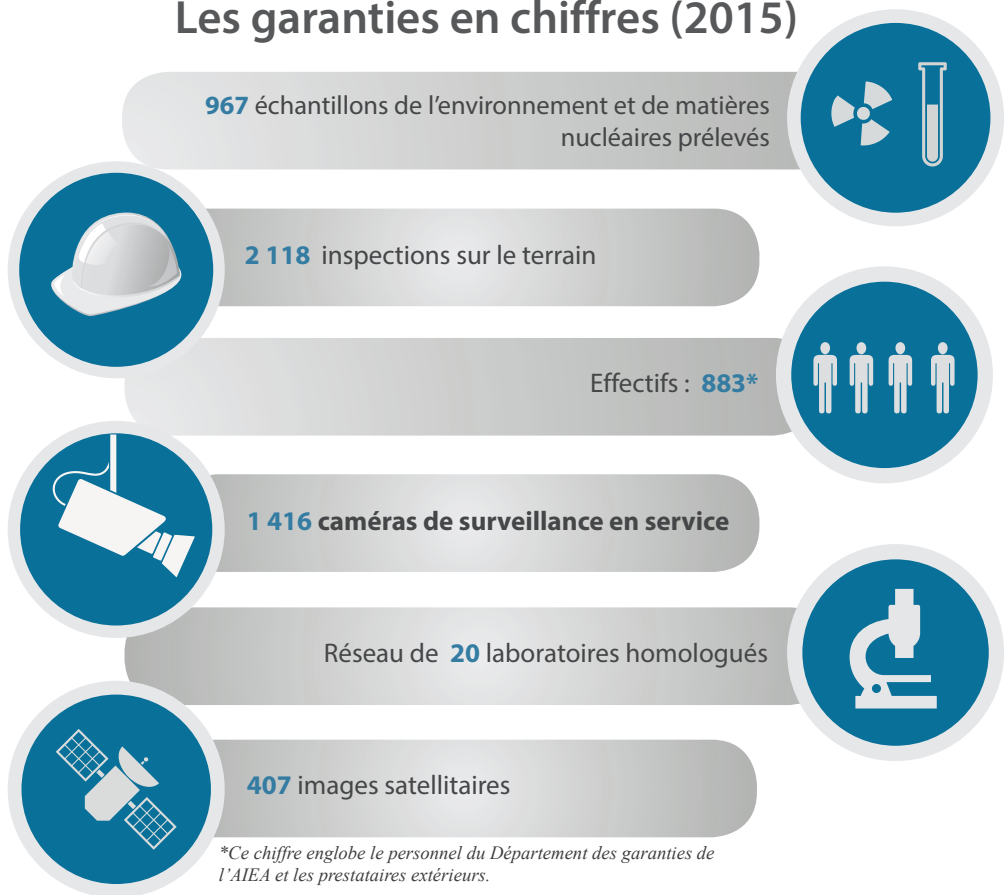
Le présent article donne un aperçu du cadre juridique des garanties de l'AIEA, de leur mise en œuvre et des conclusions que l'AIEA établit en matière de garanties.

Une toile d'accords de garanties

Le Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires (TNP) exige des États non dotés d'armes nucléaires (ENDAN) qui y sont parties qu'ils concluent avec l'AIEA des accords juridiquement contraignants, connus sous le nom d'accords de garanties généralisées (AGG). À l'instar du TNP, les traités régionaux portant création d'une zone exempte d'armes nucléaires exigent également de leurs États parties qu'ils concluent des AGG avec l'AIEA. Dans le cadre d'un AGG, l'État s'engage à accepter que l'AIEA applique des garanties à toutes les matières nucléaires utilisées dans toutes les activités pacifiques exercées sur son territoire, et qu'elle vérifie que ces matières ne sont pas détournées pour servir à l'élaboration d'armes nucléaires ou d'autres dispositifs nucléaires explosifs.

Dans le cadre du TNP, cinq États dotés d'armes nucléaires (EDAN) – Chine, États-Unis, France, Royaume-Uni et Russie – ont conclu des accords de soumission volontaire (ASV) bilatéraux avec l'AIEA. Dans le cadre d'un ASV, l'AIEA applique des garanties aux matières nucléaires présentes dans les

Les garanties en chiffres (2015)



installations qu'elle a sélectionnées parmi celles que l'EDAN l'autorise à inspecter.

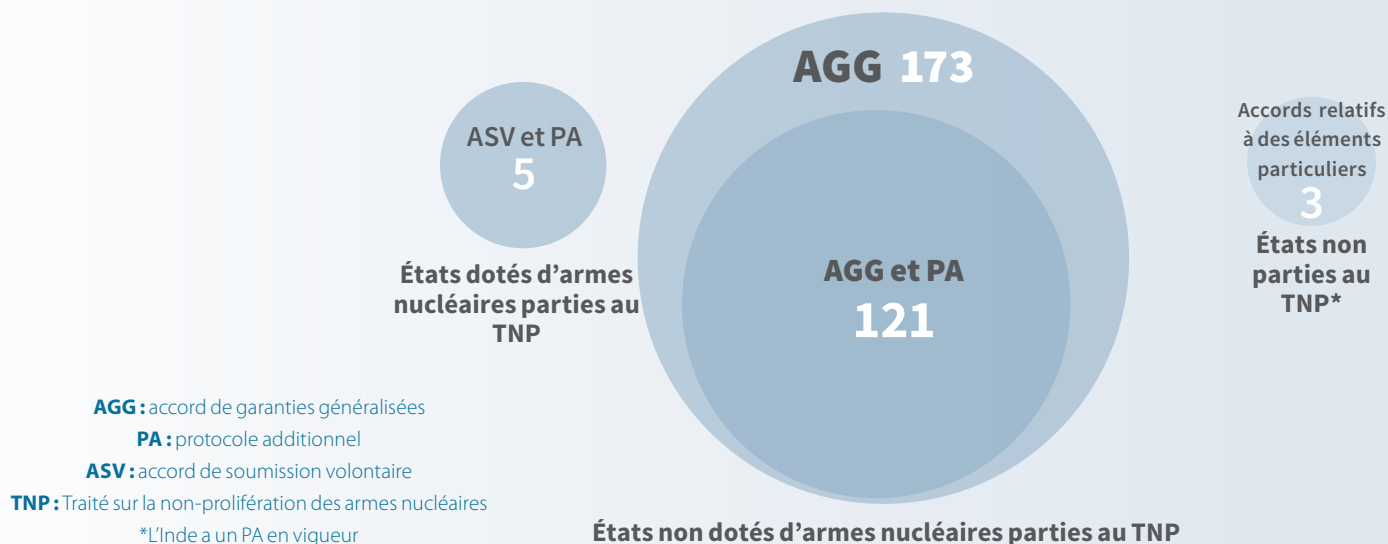
Il existe un troisième type d'accord de garanties, l'accord de garanties relatif à des éléments particuliers, dans le cadre duquel l'AIEA applique des garanties aux matières nucléaires, installations et autres éléments précisés dans l'accord. L'AIEA applique actuellement de tels accords dans trois États, lesquels ne sont pas parties au TNP : l'Inde, Israël et le Pakistan.

La grande majorité des États dans lesquels sont appliquées des garanties de l'AIEA sont des ENDAN parties au TNP. Pour eux, les garanties s'appliquent dans le cadre de leurs AGG. En 2015, 174 ENDAN avaient fait entrer en vigueur l'AGG qu'ils avaient conclu avec l'AIEA, et 12 États parties au TNP ne l'avaient pas encore fait, contrairement à ce qu'impose le Traité (voir l'illustration en page 6).

Parmi les États ayant un AGG en vigueur, 121 ont également en vigueur un protocole additionnel à cet accord. Un protocole additionnel donne à l'AIEA un accès plus large à l'information et aux emplacements d'un État, ce qui lui permet de mieux contrôler l'utilisation pacifique de toutes les matières nucléaires qui s'y trouvent. Un protocole additionnel peut être conclu pour tous les types d'accords de garanties.

Accords de garanties appliqués

(par État, en décembre 2015)



Mise en œuvre des garanties

La mise en œuvre des garanties, qui repose sur les accords de garanties, est un processus continu qui se déroule en quatre étapes :

1. Collecte et évaluation de l'information relative à un État pertinente pour les garanties, le but étant de vérifier qu'elle correspond bien aux déclarations faites par l'État sur son programme nucléaire.
2. Élaboration d'une méthode de contrôle au niveau de l'État consistant à définir de grands objectifs afin de déterminer les moyens qui pourraient permettre d'acquérir des matières nucléaires utilisables dans une arme nucléaire ou un dispositif nucléaire explosif, et à choisir les mesures de contrôle applicables pour atteindre ces objectifs.
3. Planification d'activités de garanties à mener à la fois sur le terrain et au Siège de l'AIEA, et conduite et évaluation de ces activités, dans le cadre d'un plan annuel de mise en œuvre.
4. Établissement d'une conclusion relative aux garanties pour chaque État dans lequel l'AIEA a mis en œuvre des garanties.

Alors que ce que l'on attend des garanties de l'AIEA devient de plus en plus lourd et complexe, le budget dont celle-ci dispose pour financer leur mise en œuvre n'évolue guère. Dans ces conditions, il est essentiel que la mise en œuvre des garanties soit rentable, productive et efficiente et ne compromette pas la crédibilité et la qualité des conclusions relatives aux garanties. À cet égard, l'utilisation de technologies modernes, l'accomplissement d'un travail efficient au Siège et sur le terrain et le renforcement de

l'appui et de la coopération des États à la mise en œuvre des garanties constituent, pour l'AIEA, autant de moyens de maintenir et d'améliorer l'efficacité des garanties.

Conclusions relatives aux garanties

Chaque année, l'AIEA établit, pour chaque État dans lequel des garanties sont appliquées, des conclusions relatives celles-ci, fondées sur les constatations faites à l'issue des activités de vérification menées en toute indépendance. Ces conclusions sont présentées chaque année au Conseil des gouverneurs de l'AIEA dans le rapport sur l'application des garanties.

Le type de conclusion à laquelle peut parvenir l'AIEA concernant un État varie en fonction du type d'accord de garanties qui la lie à cet État, qui définit les engagements de l'État et les droits et obligations de l'AIEA, notamment les limites de l'accès qui lui est donné aux matières et à l'information nucléaires (voir l'illustration en page 7).

États ayant un AGG et un protocole additionnel en vigueur

En 2015, dans 67 des 121 États ayant à la fois un AGG et un protocole additionnel en vigueur, ainsi qu'à Taïwan (Chine), l'AIEA n'a trouvé, sur l'ensemble du territoire, aucune indication ni du détournement de matières nucléaires déclarées de leurs fins pacifiques, ni de la présence de matières ou d'activités nucléaires non déclarées, et en a conclu que dans ces États, toutes les matières nucléaires étaient restées affectées à des activités pacifiques. C'est ce que l'on appelle la « conclusion élargie ». C'est généralement après un certain nombre d'années d'activités de vérification menées dans le cadre de

Conclusions relatives aux garanties

(par État, en décembre 2015)

AGG ET PA
67

CONCLUSION
ÉLARGIE : Toutes les
matières nucléaires
sont restées
affectées à des
activités pacifiques

AGG ET PA
54

Les matières nucléaires
déclarées sont restées
affectées à des activités
pacifiques

AGG SEULS
52

ACCORDS
RELATIFS À
DES ÉLÉMENTS
PARTICULIERS
3

ASV
5

Les matières
nucléaires auxquelles
s'appliquaient les
garanties sont restées
affectées à des activités
pacifiques

Les matières nucléaires
ou autres éléments
auxquels s'appliquaient
les garanties sont restés
affectés à des activités
pacifiques

l'AGG et du PA que l'AIEA peut établir une telle conclusion.

Dans les États pour lesquels l'AIEA a établi une conclusion élargie, elle applique des « garanties intégrées » qui lui permettent d'optimiser son effort de vérification, voire de réduire les activités d'inspection sur le terrain. Cette relation de coopération et de confiance réciproque peut contribuer à faire baisser le coût des inspections et, dans le même temps, à interférer moins avec l'exploitation des installations nucléaires. Sur les 67 États pour lesquels une conclusion élargie a été établie en 2015, 54 plus Taïwan (Chine) étaient déjà soumis à des garanties intégrées.

Dans les 54 États ayant un AGG en vigueur mais pour lesquels une conclusion élargie n'a pas encore été établie, l'AIEA n'a trouvé aucune indication du détournement de matières nucléaires déclarées de leurs fins pacifiques, la vérification de l'absence de matières et d'activités nucléaires non déclarées étant, quant à elle, encore en cours. Pour ces États, l'AIEA a conclu que les matières nucléaires déclarées étaient restées affectées à des activités pacifiques.

États ayant un AGG mais pas de PA

Fin 2015, 52 États avaient un AGG, mais pas de PA en vigueur. Dans ces États, l'AIEA n'a trouvé aucune indication du détournement de matières nucléaires déclarées de leurs fins pacifiques. En effet, c'est seulement dans les États ayant à la fois un AGG et un PA en vigueur que l'AIEA dispose de suffisamment d'outils pour accéder plus largement à l'information et aux emplacements et peut, ainsi, donner l'assurance crédible que toutes les matières nucléaires sont restées affectées à des activités pacifiques.

États parties au TNP n'ayant pas d'AGG

En 2015, l'AIEA n'a pas pu appliquer de garanties ni, par conséquent, établir de conclusions à cet égard dans les 12 États parties au TNP qui n'avaient pas encore fait entrer en vigueur leur AGG.

EDAN et États ayant un accord de garanties relatif à des éléments particuliers

Pour les cinq EDAN, l'AIEA a conclu, en 2015, que les matières nucléaires soumises aux garanties dans les installations sélectionnées avaient continué d'être utilisées à des fins pacifiques ou avaient été retirées des garanties conformément aux dispositions des accords.

Dans les trois États ayant un accord de garanties relatif à des éléments particuliers, l'AIEA n'a trouvé aucune indication du détournement de matières nucléaires ou de l'utilisation abusive des installations ou d'autres éléments soumis aux garanties et, sur la base de ce constat, elle a conclu que ces éléments étaient restés affectés à des activités pacifiques.

Note : Les désignations employées et la présentation des renseignements dans le présent document, y compris les chiffres indiqués, n'impliquent nullement l'expression par l'Agence ou ses États Membres d'une opinion quelconque quant au statut juridique d'un pays ou territoire ou de ses autorités, ni quant au tracé de ses frontières. Le nombre d'États parties au TNP auquel il est fait référence est établi à partir du nombre d'instruments de ratification, d'adhésion ou de succession qui ont été déposés.

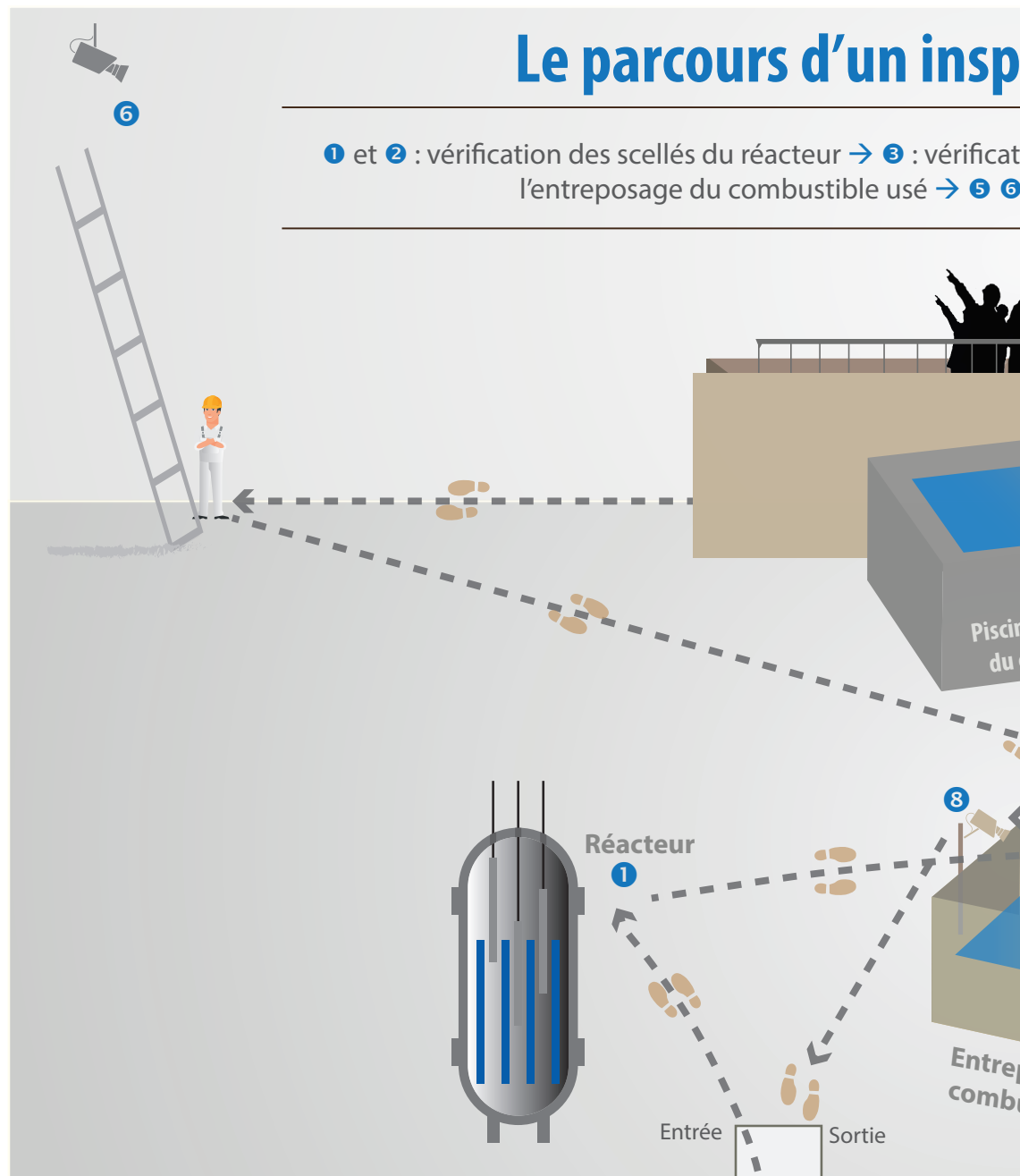
Une journée dans la vie d'un inspecteur des garanties

Par Sasha Henriques

Des kilomètres de couloirs étroits et sinueux à parcourir à pied dans une installation nucléaire, vêtu d'une tenue de protection et lesté d'un équipement pesant, et souvent escorté par un membre du personnel de l'installation : bienvenue dans la vie d'un inspecteur des garanties de l'AIEA !

Les inspecteurs des garanties sont des acteurs essentiels de la mise en œuvre du régime mondial de non-prolifération. En effet, ce sont eux qui mènent les activités de vérification qui permettent à l'AIEA de

donner aux États du monde l'assurance que d'autres pays ne détournent pas de matières nucléaires des fins pacifiques auxquelles elles sont destinées pour les employer à des fins militaires, ou qu'ils ne font pas une utilisation abusive de la technologie nucléaire. Une activité importante est l'inspection des stocks déclarés de matières nucléaires. De fait, l'AIEA est la seule organisation au monde qui ait pour mandat de contrôler l'utilisation des matières et des technologies nucléaires à l'échelle planétaire.



Ainsi, en 2015, 709 installations et 577 emplacements hors installation répartis dans 181 États étaient soumis aux garanties et, donc, sujets au contrôle des inspecteurs de l'AIEA. Ces derniers ont mené 2 118 inspections, passant en tout 13 248 jours calendaires sur le terrain.

En moyenne, les inspecteurs des garanties sont sur la route une centaine de jours par an, mais leurs destinations sont loin d'être touristiques. Les centrales, les mines d'uranium, les usines de fabrication de combustible nucléaire, les installations d'enrichissement, les réacteurs de recherche et les installations de gestion des déchets se trouvent généralement dans des lieux isolés, parfois difficiles d'accès. Dans certains

endroits, les inspecteurs doivent être attentifs aux conditions de sécurité.

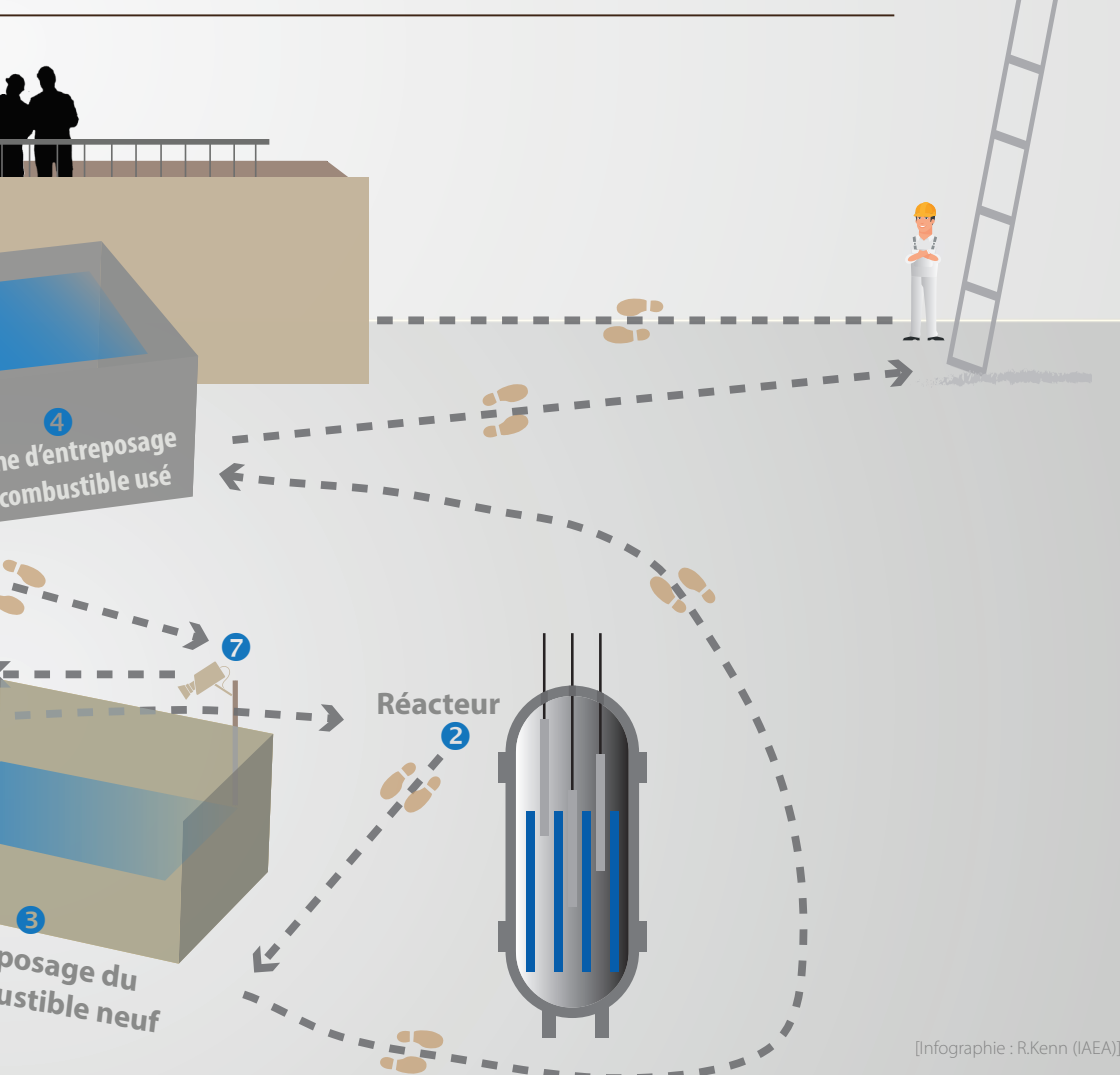
Le parcours du combattant

Pendant une inspection dans une centrale nucléaire classique, un inspecteur parcourt environ cinq kilomètres en marchant et grim pant, chaussé de bottes de sécurité renforcées, coiffé d'un casque et vêtu d'une combinaison de protection. « C'est un travail très physique », explique Abdellah Chahid, qui a été inspecteur pendant 16 ans. « Il faut vraiment être en forme et avoir de l'énergie. »

Pour ajouter à la difficulté physique de ce travail, la météo n'est pas toujours une alliée. M. Chahid se souvient d'une inspection menée au Kazakhstan lors d'un hiver particulièrement rigoureux où, par moins

Inspecteur des garanties

ion de l'entreposage du combustible neuf → ④ : vérification de
⑦ ⑧ : vérification des caméras de surveillance



[Infographie : R.Kenn (IAEA)]



Inspecteurs des garanties au travail.

[Photo : D. Calma (AIEA)]

30 degrés Celsius, il avait dû abriter sous sa veste un appareil de mesure de rayonnements gamma pour le protéger du froid. S'il l'avait laissé à l'air libre, l'écran à cristaux liquides se serait brisé et l'instrument aurait été complètement inutilisable.

L'inspection d'une centrale nucléaire dure normalement entre quatre heures (si tout se passe bien) et dix heures (en cas de problème). L'inspection d'autres types d'installations, comme celles qui sont

utilisées pour la fabrication de combustible, peut nécessiter environ une semaine.

En équilibre précaire

Dans la salle du réacteur d'une centrale, une des principales activités de l'inspecteur des garanties consiste à vérifier le contenu de la piscine d'entreposage du combustible usé. Les inspecteurs utilisent des dispositifs améliorés d'observation de l'effet Tcherenkov pour déterminer la présence d'assemblages de combustible nucléaire usé à l'intérieur de

La journée-type d'un inspecteur de Chronologie d'une inspection régulière menée dans un

Arrivée en avion dans le pays la veille au soir, autour de **19 h**



6 h

le lendemain matin : départ de l'hôtel.
Trois heures de route jusqu'à la centrale, souvent située dans une zone isolée et faiblement peuplée.

9 h

Arrivée à la centrale.
Attente de l'escorte fournie par la centrale.

Entre 30 minutes et 1 heure

de contrôle comptable des matières nucléaires : l'inspecteur vérifie la quantité de combustible nucléaire que l'installation a acquise, entreposée et utilisée, ainsi que la capacité à laquelle l'installation fonctionne pour voir si toutes ces informations concordent.

15 minutes

d'entretien avec le représentant de l'autorité nationale des garanties et l'exploitant de la centrale pour parler de l'inspection et arrêter un « plan d'activité » décrivant en détail les projets de l'exploitant pour l'avenir de l'installation.

la piscine et s'assurer que l'exploitant de la centrale a bien la quantité de combustible qu'il a annoncée. Selon la taille et l'âge du réacteur, le nombre total d'assemblages de combustible utilisé peut atteindre plusieurs milliers. Pour le vérifier, les inspecteurs cherchent à observer le rayonnement de Tcherenkov collimaté, une lueur bleue révélatrice qui émane de l'assemblage de combustible utilisé (voir l'article en page 18). Pour ce faire, ils doivent se pencher au-dessus d'une piscine d'entreposage de 16 mètres de profondeur, le dispositif d'observation à la main. Dans certaines centrales nucléaires, les inspecteurs doivent, par sécurité, être attelés à un rail lorsqu'ils effectuent ce contrôle. Ce travail nécessite une bonne condition physique, de la patience et une capacité d'adaptation.

Devenir inspecteur

Sur les quelque 250 candidatures reçues chaque année, seules 15 à 25 débouchent sur un recrutement. Les nouveaux inspecteurs sont formés et mis à l'essai pendant cinq à six mois avant d'être envoyés dans des installations. En règle générale, leurs premières missions sont supervisées par un inspecteur plus expérimenté, après quoi les nouveaux inspecteurs sont enfin prêts à travailler de manière autonome. La première année, ils ont tous un mentor. L'AIEA emploie environ 385 inspecteurs habilités originaires de quelque 80 pays.

Le métier d'inspecteur nécessitant des compétences spécialisées, la plupart des recrues sont des physiciens, des chimistes et des ingénieurs (qui ont, idéalement, un bagage en physique nucléaire ou dans un domaine connexe). « Les inspecteurs des garanties doivent avoir une bonne capacité d'adaptation et une grande sûreté de jugement. Ils doivent apprendre vite et prêter attention aux détails », explique Hilario Munyaradzi, qui a travaillé sur le terrain pendant huit ans et demi et qui, depuis cinq ans, forme de nouveaux inspecteurs. Ils doivent aussi faire

preuve de discrétion, car une grande partie de leur travail et des échantillons qu'ils prélèvent sont extrêmement confidentiels.

Il existe différents types d'activités de vérification : les inspections prévues ou régulières, les inspections inopinées, l'accès complémentaire, la vérification des renseignements descriptifs (destinée à garantir qu'aucune modification n'a été apportée à l'installation et que celle-ci est utilisée conformément à ce qui a été déclaré) et la vérification du stock physique (destinée à vérifier la présence du stock déclaré de matières nucléaires – de combustible, par exemple – dans l'installation).

Dans les grandes installations, la vérification du stock physique peut être si complexe et si longue qu'elle peut mobiliser jusqu'à 10 inspecteurs pendant 7 à 14 jours. Lors d'une vérification des renseignements descriptifs, l'inspecteur compare les renseignements que l'État a communiqués à l'AIEA sur la conception de l'installation avec les observations qu'il fait sur le terrain, afin de confirmer qu'ils sont exacts et complets et que l'installation n'a pas fait l'objet d'une utilisation abusive.

Une vérification des renseignements descriptifs et une vérification du stock physique sont organisées une fois par an dans la plupart des installations et emplacements hors installation soumis aux garanties de l'AIEA, dont le nombre approche 1 300 dans le monde. Les inspecteurs peuvent aussi être amenés à assister à des activités importantes telles que le rechargement du réacteur en combustible dans une centrale nucléaire, ou à utiliser toutes sortes d'équipements complexes (voir l'article en page 18).

s garanties

e centrale nucléaire classique :



1 heure

d'entretien avec le représentant de l'autorité nationale des garanties et l'exploitant de la centrale pour parler de l'inspection et arrêter un « plan d'activité » décrivant en détail les projets de l'exploitant pour l'avenir de l'installation.

Entre 2 et 4 heures

dans la salle du réacteur pour mener des activités de vérification.

1 heure

de pause-déjeuner. Entretien avec l'autorité nationale des garanties et l'exploitant de la centrale sur les mesures de suivi à prendre.

Entre 2 et 4 heures

Retour dans la salle du réacteur ou activités de vérification menées dans d'autres endroits de la centrale ou poursuite du contrôle comptable des matières nucléaires.

16 h

L'inspecteur quitte la centrale et prend la route du retour.

21 h

Arrivée à l'hôtel.



Que trouve-t-on dans la mallette d'un inspecteur ?

Inventaire du matériel des garanties

Par Vincent Fournier

Les inspections sur le terrain constituant la base des activités de vérification nucléaire menées par l'AIEA, il est essentiel, pour l'efficacité des garanties, que les inspecteurs soient équipés d'outils adaptés. Pour vérifier le type, la composition isotopique et la quantité des matières nucléaires, les inspecteurs de l'AIEA utilisent plus d'une centaine d'équipements différents.

Pour chaque inspection, ils choisissent généralement entre trois et cinq instruments de poche. « Il n'y a pas d'inspection-type », explique Alain Lebrun, Chef de la Section de l'analyse non destructive de l'AIEA, la section qui fournit les outils de contrôle destinés aux inspecteurs. « Les inspecteurs choisissent leur matériel au cas par cas. »

Des techniciens préparent, calibrent et emballent les appareils, que les inspecteurs emportent avec eux ou, s'ils sont trop encombrants, que l'on expédie à l'avance à leur destination. Les équipements de poche les plus utilisés sont les instruments d'analyse non destructive. Ils permettent de détecter la présence de matières nucléaires (uranium, plutonium et thorium) et de définir leurs caractéristiques. Des instruments spécialisés sont utilisés pour évaluer les caractéristiques physiques des matières nucléaires : température, poids, volume, épaisseur et capacité d'émission ou d'absorption de la lumière.

« Le matériel doit faire appel à des technologies de pointe et être polyvalent, résistant et facile à utiliser », explique M. Lebrun. Les experts de l'équipement passent leur temps à étudier et optimiser les instruments, à se tenir informés des innovations technologiques et à simplifier les interfaces utilisateur.

Il peut arriver que du matériel disponible dans le commerce soit utilisé après avoir été à peine adapté, comme il peut arriver, dans d'autres cas, que du matériel soit spécialement mis au point pour et/ou par l'AIEA. « Certains de ces outils coûtent plus cher qu'une voiture de sport », fait remarquer M. Lebrun.

Détecteurs de rayonnements

Un des équipements les plus couramment utilisés est le **HM-5**. C'est un instrument disponible dans le commerce qui a été adapté aux applications de vérification. Les inspecteurs l'utilisent pour détecter la présence de matières radioactives. Si un rayonnement dépasse une certaine intensité, l'appareil émet un « bip » et identifie le nucléide à l'origine du rayonnement. Il permet également de mesurer le taux d'enrichissement de l'uranium. Compte tenu de sa polyvalence, le HM-5 sert dans presque toutes les inspections de l'AIEA.



Questions d'enrichissement

Pour maintenir une réaction nucléaire en chaîne, il faut de l'uranium enrichi en uranium 235. Or, les matières et la technologie nucléaires utilisées dans les usines d'enrichissement peuvent également servir à fabriquer de l'uranium de qualité militaire. Par conséquent, dans les installations où est traité ou stocké de l'uranium, les inspecteurs calculent son poids et son taux d'enrichissement afin d'en déduire la quantité totale de matière fissile qu'il représente.

Pour ce faire, ils utilisent un gros **capteur de force**, une sorte de balance à crochet à laquelle ils suspendent un cylindre contenant les matières à quantifier, comme l'uranium. Cet appareil fonctionne dans deux plages de mesures : jusqu'à 5 000 kilogrammes et jusqu'à 20 000 kilogrammes.

Pour vérifier les taux d'enrichissement, les inspecteurs utilisent souvent des détecteurs de pointe faisant appel à la spectrométrie gamma – une technique qui permet de contrôler et d'évaluer le rayonnement gamma émis par une source – pour prendre des mesures. Le **système de détection au germanium à refroidissement électrique**, par exemple, est un détecteur compact et portable à haute résolution qui fonctionne à l'aide d'un cristal de germanium actif qui, ramené à une température de -140 degrés Celsius, permet de détecter les rayons gamma émis par l'uranium. Il peut être utilisé dans des environnements autres que les laboratoires car, contrairement aux systèmes classiques de détection au germanium, il est refroidi à l'aide de batteries et non à l'azote liquide, qui est difficile à manipuler et qu'on ne trouve pas partout.

Comme on le voit sur la photo, la matière à analyser est parfois contenue dans un gros cylindre. Pour s'assurer que le système de détection au germanium refroidi électriquement – ou un autre outil – pourra évaluer et analyser les données avec précision, les inspecteurs utilisent une **jauge d'épaisseur à ultrasons**, qui ajuste la sensibilité du détecteur aux rayons gamma en fonction de l'épaisseur des parois du cylindre.

Sous l'eau

Les inspecteurs utilisent différents types de détecteurs pour mesurer les attributs du combustible utilisé, des filtres et des déchets qui se trouvent dans les installations nucléaires.





Le **testeur d'attributs des éléments irradiés**, par exemple, est constitué d'un détecteur de rayons gamma, petit (de la taille d'une petite pierre précieuse) mais sensible, enfermé dans un tube de protection. Plongé dans le bassin à combustible usé, il permet de mesurer les éléments qui y sont entreposés. Il est relié par des câbles à un analyseur qui reste sur le bord du bassin.

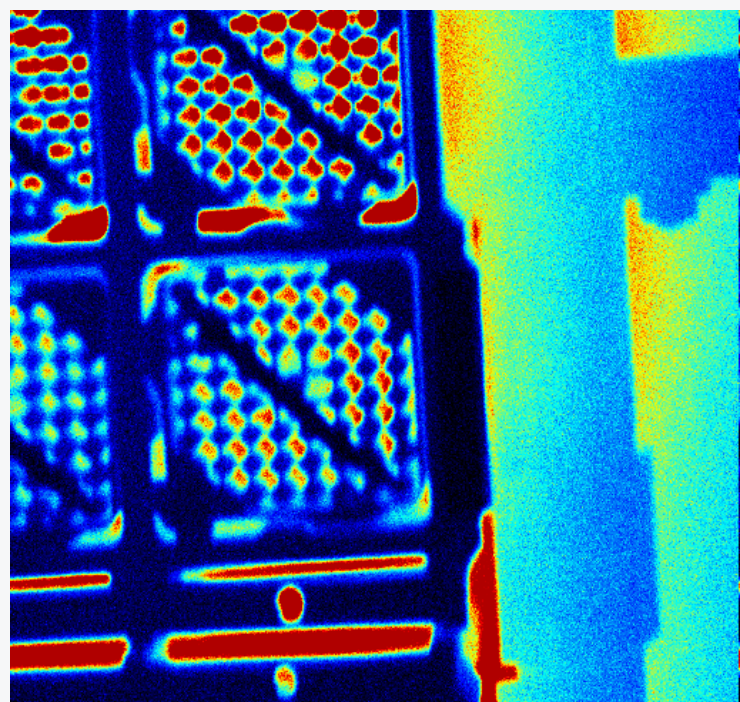
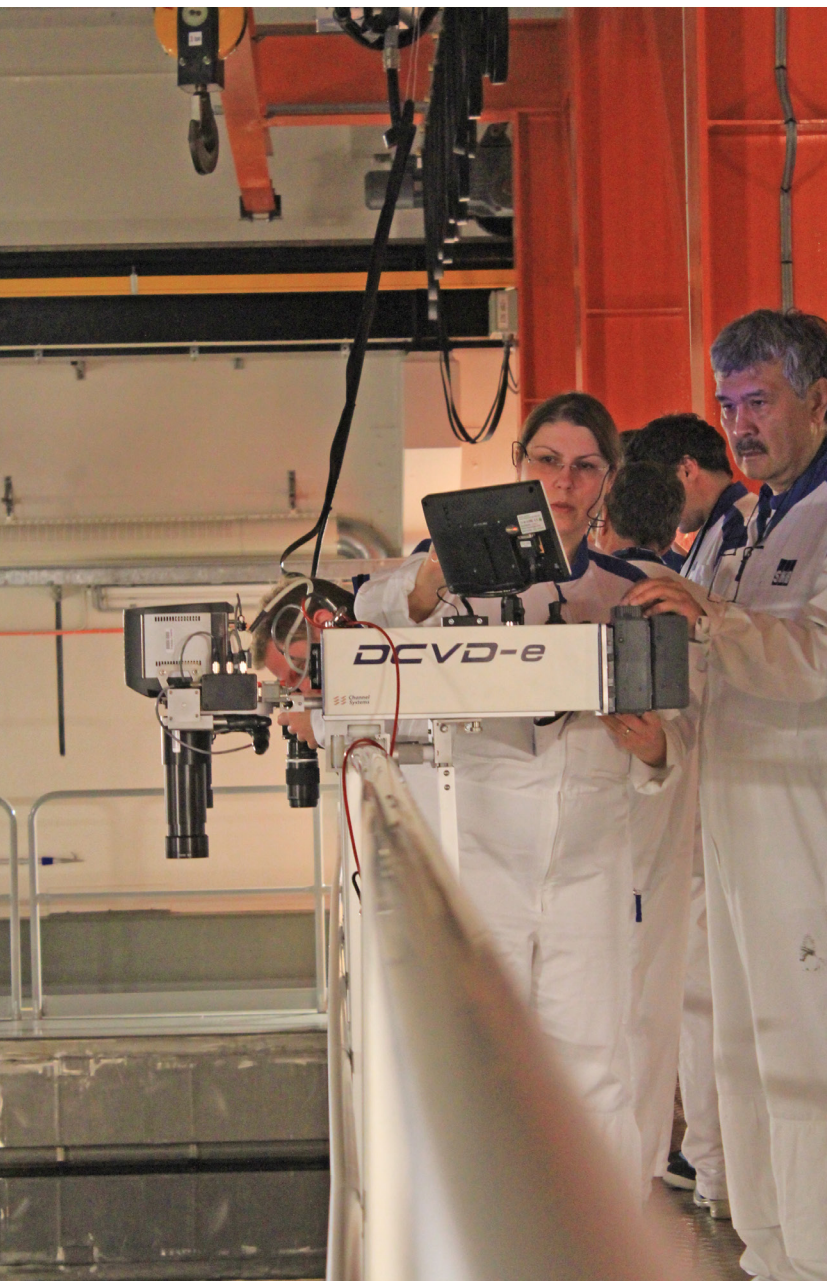
Cet appareil mesure l'intensité du rayonnement gamma à différents niveaux d'énergie. Chaque isotope de chaque atome donnant lieu à une émission de rayons gamma caractéristique, la spectrométrie gamma peut être utilisée pour vérifier la composition des éléments immergés dans le bassin à combustible usé. Si du combustible usé a été retiré ou remplacé, la spectrométrie le révélera à l'inspecteur.

Rester au sec

Il existe un autre moyen que le testeur d'attributs des éléments irradiés pour vérifier le combustible usé. Il s'agit du **dispositif numérique d'observation de l'effet Tcherenkov**, qui fait appel à une caméra ultrasensible capable de détecter les ultraviolets. Cette caméra est reliée à un ordinateur qui analyse l'image à l'aide d'un logiciel spécial. Ce dispositif a été mis au point spécialement pour l'AIEA à partir de matériel d'astronomie. Au lieu d'être braqués sur les étoiles, l'objectif et le capteur spéciaux de cette caméra captent les ultraviolets émis par les assemblages de combustible usé, et la structure des rayons lumineux fournit des informations essentielles sur leurs caractéristiques. Ce dispositif est utilisé pour vérifier que le combustible usé du bassin n'a pas été détourné et remplacé par un assemblage non combustible. Il importe de noter que, n'étant pas immergé dans le bassin, l'appareil n'est pas contaminé par des éléments radioactifs.

Protocole additionnel

En accordant à l'AIEA des droits d'accès plus étendus à l'information et aux emplacements, le protocole additionnel lui permet de donner une assurance plus ferme



quant à l'absence de matières et d'activités nucléaires non déclarées dans les États où des accords de garanties généralisées sont en vigueur (voir l'article en page 4).

Pour déterminer si les déclarations faites par les États au titre du protocole additionnel sont complètes, les inspecteurs peuvent demander un accès complémentaire, qui nécessite une **trousse à outils spéciale**. Celle-ci contient toutes sortes d'instruments destinés à recueillir des informations et à vérifier les déclarations : une caméra, un mètre laser, un GPS, un dictaphone, une lampe de poche, un appareil universel de mesure des rayonnements, tel que le HM-5, et un nécessaire d'échantillonnage de l'environnement (voir l'article en page 14). Ces instruments permettent à l'AIEA de confirmer l'absence de matières et d'activités nucléaires non déclarées dans les États concernés.

Et demain ?

Les progrès de la technologie continuent d'ouvrir des perspectives et de promettre des gains d'efficacité dans le domaine de la surveillance et de la vérification. Le matériel a une durée de vie moyenne d'une dizaine d'années, après quoi il devient moins fiable. Grâce à l'appui essentiel que lui apportent plusieurs États Membres, l'AIEA fait évoluer ses activités au même rythme que les nouvelles technologies.

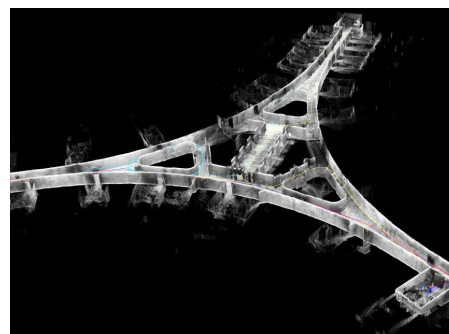
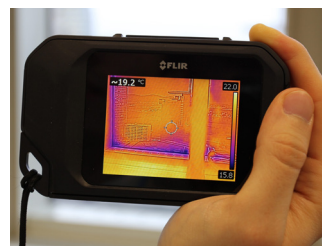
« L'amélioration de l'efficacité des inspections est une priorité pour l'AIEA. Nous aspirons à faire ce que nous faisons aujourd'hui plus vite et mieux, sans perturber le flux de travail », explique Dimitri Finker, spécialiste de la veille technologique à l'AIEA. « Pour y parvenir, nous introduisons les changements de manière progressive et nous adaptons des outils et des technologies qui existent déjà sur le marché. »

Par exemple, les améliorations apportées à la trousse de l'accès complémentaire permettront aux inspecteurs, dans un avenir proche, de travailler plus vite et avec plus de précision et d'établir des rapports plus facilement à leur retour à Vienne.

En effet, ils utiliseront un stylo électronique pour prendre des notes sur le terrain, un **système de localisation autonome** constitué d'une unité fixe attachée à leur pied qui suivra tous leurs déplacements, diverses caméras, notamment des **caméras infrarouges** associées à un **télémètre**, et un nouveau **détecteur de rayonnements miniaturisé** capable de détecter et d'identifier différentes sources de rayonnements. Les données recueillies sur le terrain seront chargées dans un logiciel et organisées pour constituer un rapport extrêmement précis sur l'inspection géolocalisée, dans lequel figureront l'heure, l'intensité des rayonnements, les images et l'emplacement exact de l'échantillonnage relevés tout au long de l'inspection.

« Plutôt que les inspecteurs passent la moitié de leur temps à réunir des informations en vue de leur rapport, nous leur fournissons des solutions technologiques qui leur font gagner beaucoup de temps, qu'ils peuvent consacrer à l'analyse », explique M. Finker.

L'AIEA évalue également l'avantage qu'il y a à appliquer la technologie laser 3D aux activités de vérification, cette technologie permettant à l'inspecteur de cartographier rapidement les bâtiments rien qu'en les traversant, l'outil à la main. Les plans en 3D qui en résultent permettent de vérifier plus facilement que des photographies classiques les déclarations que les États ont faites sur leurs installations.



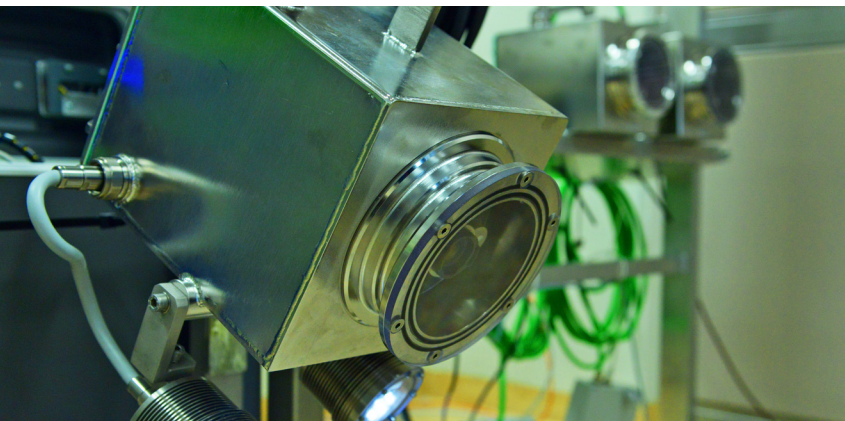
Des matières sous garanties surveillées 24h/24 et 7j/7

Par Vincent Fournier

Si les inspections restent au centre des activités de vérification de l'AIEA, elles bénéficient de l'appui croissant de technologies de surveillance qui fonctionnent 24 heures sur 24 et permettent à l'AIEA de renforcer l'efficacité de ses contrôles tout en gagnant en efficacité.

Cette surveillance des matières et installations nucléaires assure la continuité de l'information, laquelle offre le meilleur gage du non-détournement des matières utilisées à des fins pacifiques. Ne nécessitant pas la présence d'inspecteurs, les caméras et détecteurs de rayonnements enregistrent des opérations de longue durée, telles que le renouvellement du combustible dans un réacteur à eau ordinaire, qui peut prendre des semaines. Soit les données sont transmises en temps réel à l'AIEA via une connexion sécurisée, soit elles sont examinées sur le site par les inspecteurs, qui vérifient pendant l'inspection si les activités ont été réalisées conformément à ce qui avait été déclaré.

Plus d'un million d'ensembles de données chiffrées sont collectés par plus de 1 400 caméras de surveillance et 400 capteurs de rayonnements et autres dans le monde. Le confinement des matières et du matériel est assuré par plus de 23 000 scellés posés dans les installations nucléaires.



Sous un œil attentif

Le **système de surveillance de la prochaine génération** (NGSS) de l'AIEA utilise des caméras qui sont protégées par des boîtiers conçus pour révéler toute tentative de manipulation frauduleuse, et qui sont dotées de batteries longue durée pouvant assurer leur autonomie en cas d'absence d'alimentation externe pendant des périodes prolongées. L'authenticité et la confidentialité des données de surveillance acquises par le NGSS sont maintenues grâce à trois couches distinctes de protection des données par chiffrement et plusieurs couches physiques basées sur des technologies passives et actives d'indication de manipulation frauduleuse. Au cœur de la caméra du NGSS, un composant central de surveillance sécurisé protège les composants électroniques stratégiques et le capteur optique, et les clés de chiffrement sont défendues par un mécanisme actif destiné à révéler toute manipulation frauduleuse.

Les caméras sont installées dans les zones d'entreposage, dans les bassins à combustible usé ou à proximité, et à tous les points par lesquels peuvent transiter les matières nucléaires. Elles sont parfois équipées d'objectifs hypergones qui permettent une prise de vue panoramique. Les images sont prises à intervalles prédéterminés allant d'une seconde à dix minutes, voire plus, selon les besoins de la vérification. Par exemple, dans une installation d'enrichissement, les caméras enregistrent les activités à une fréquence plus élevée que dans une zone d'entreposage. « Quand une grue doit être installée pour déplacer des matières, comme c'est le cas dans les installations d'entreposage, nous pouvons détecter les activités suspectes même si les images sont moins fréquentes », explique Gabor Hadfi, chef de l'équipe de surveillance des garanties de l'AIEA.

Selon lui, il y a plusieurs avantages à prendre des photos plutôt que des films : on économise de la batterie, et les images fixes sont plus faciles à traiter et à analyser que les films.

Les données de surveillance sont prétraitées avec l'aide d'un logiciel spécialisé de détection de mouvements, puis les inspecteurs les examinent et déterminent si elles correspondent aux opérations normales et déclarées de l'installation.

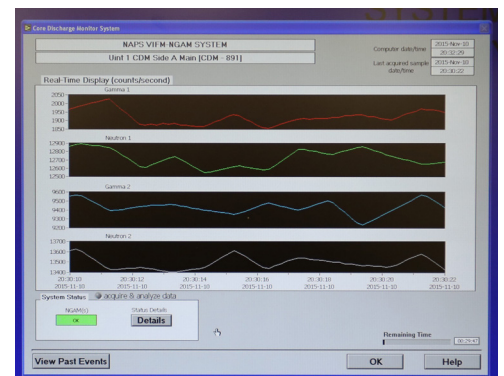
Contrôle radiologique à distance

Les caméras de surveillance permettent de détecter les mouvements mais pas l'intensité des rayonnements. Pour ce type de mesure, l'AIEA fait appel à des systèmes automatiques d'analyse non destructive qui intègrent des détecteurs de neutrons et de rayons gamma, ainsi que divers capteurs mesurant la température, les flux et d'autres paramètres. « Installés à des endroits précis, ces systèmes permettent de caractériser et vérifier les matières nucléaires, de surveiller les déplacements du combustible usé, et de collecter et transmettre des données chiffrées en permanence », explique Thierry Pochet, chef de l'équipe de l'AIEA chargée des systèmes de surveillance automatiques.

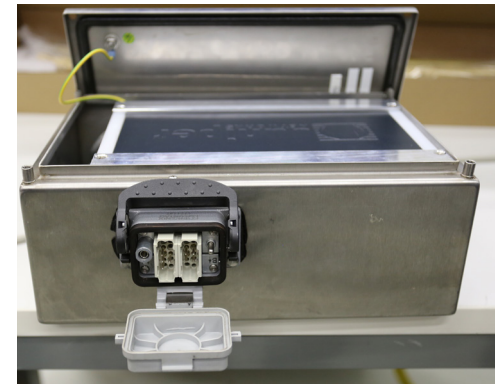
On installe ces systèmes de collecte de données dans des zones où les inspecteurs ne peuvent pas se rendre en raison des doses élevées de rayonnements qui s'y trouvent. Environ 160 systèmes dotés au total de 700 détecteurs et capteurs sont installés dans plus de 40 pays, nous apprend M. Pochet. Par exemple, un réacteur de puissance à eau lourde sous pression CANDU est habituellement équipé d'une vingtaine de capteurs.

On utilise des systèmes automatiques de types différents selon qu'il s'agit d'une installation d'enrichissement, d'un réacteur, d'un site d'entreposage de combustible usé ou d'une usine de retraitement, par exemple. Les données recueillies dans le cadre du contrôle radiologique sont souvent analysées conjointement avec les données de vidéosurveillance pour permettre le suivi des déplacements des matières nucléaires dans l'installation : grâce aux photos, l'inspecteur peut déterminer à distance les causes d'une variation dans l'intensité des rayonnements.

Le **système intégré de surveillance du combustible VXI** a été conçu pour le suivi et le comptage des éléments combustibles déchargés du cœur de réacteurs à eau lourde sous pression tels que les modèles CANDU. Dans les réacteurs de ce type, les grappes de combustible doivent être remplacées plusieurs fois par jour. À l'aide de plusieurs détecteurs de neutrons et de rayons gamma, le système de surveillance permet de procéder au suivi des grappes pendant leur chargement, leur réarrangement dans le cœur et leur déchargement dans le bassin à combustible usé.



Après environ cinq ans de refroidissement dans ce bassin, le combustible usé est prêt à être transporté vers un site d'entreposage – normalement situé à quelques kilomètres du site du réacteur. Pour le transport, le combustible usé est transféré dans des conteneurs appelés châteaux, sur lesquels sont installées des **unités mobiles de détection de neutrons** qui mesurent l'intensité des rayonnements et permettent ainsi de veiller à ce que le contenu ne soit pas modifié pendant le transit. Les batteries de ces unités de détection de neutrons leur permettent de collecter et conserver des données pendant une durée pouvant aller jusqu'à huit semaines sans maintenance.



À l'arrivée sur le site d'entreposage, l'unité est retirée et le contenu du château est transféré dans un silo. Un **moniteur gamma d'introduction dans le silo** est installé préalablement à ce transfert, afin de contrôler l'intensité des rayons gamma pendant le processus de chargement. Le moniteur est relié à une armoire dans laquelle sont stockées les données. Ce système fonctionne en conjonction avec la vidéosurveillance, qui permet d'enregistrer en parallèle chaque mouvement du processus de transfert.

Contrôle de la puissance des réacteurs de recherche

On utilise des systèmes spécifiques pour contrôler la puissance des réacteurs nucléaires de recherche. Le **moniteur de puissance thermohydraulique** avancé surveille la puissance produite par ces réacteurs en mesurant la température et le débit de l'eau de leurs circuits de refroidissement. Quand la puissance calculée à partir des données de contrôle dépasse un certain seuil, l'inspecteur cherche à déterminer si le réacteur fonctionne conformément à ce qui a été déclaré. Si la puissance thermique produite est supérieure à celle qui a été déclarée, il est possible que du plutonium ait été produit, ce qui constitue un risque de prolifération.





Retraitement

Le retraitement nucléaire permet de récupérer du plutonium fissionnable dans le combustible irradié. Ce plutonium retraité est recyclé en combustible nucléaire MOX destiné aux réacteurs à neutrons thermiques. Une fois retraité, l'uranium, qui constitue la matière la plus abondante dans le combustible usé, peut également être réutilisé comme combustible. La présence de plutonium présentant un risque particulier de prolifération, les différents processus à l'œuvre dans le retraitement sont surveillés grâce à des équipements automatiques installés dans les usines. Pour l'usine de retraitement japonaise de Rokkasho, par exemple, plus de 20 systèmes différents utilisant des centaines de détecteurs de neutrons et de rayons gamma ont été mis au point. Cette usine, qui compte parmi les plus grandes au monde, a la capacité de transformer en combustible 800 tonnes d'uranium ou 8 tonnes de plutonium par an. Toutes les données de surveillance recueillies sont transmises en temps réel au Centre d'inspection de l'AIEA situé dans l'enceinte de l'usine, grâce à un réseau sécurisé et réservé à cet usage.



Suivi de l'uranium 235 dans les usines d'enrichissement

En 2015, l'AIEA a mis au point un moniteur d'enrichissement en ligne pour mesurer le taux d'enrichissement dans les installations de centrifugation gazeuse. Ces installations enrichissent l'uranium en augmentant progressivement la proportion d'isotopes d'uranium 235 (^{235}U), qui peuvent supporter une réaction de fission en chaîne.

Le moniteur mesure les caractéristiques de l'uranium gazeux – l'hexafluorure d'uranium (UF_6) – qui traverse les tuyaux de traitement en sortie des cascades de centrifugeuses de l'usine d'enrichissement. Au niveau du principal nœud de connexion, un détecteur gamma contenant un cristal d'iodure de sodium mesure la quantité d'uranium 235 présente dans le tuyau, tandis que des capteurs manométriques et thermiques permettent à la machine de déterminer la quantité totale d'uranium gazeux. En comparant ces deux ensembles de mesures, le moniteur calcule le taux d'enrichissement, pour l'enregistrer ou le transmettre en temps réel au Siège de l'AIEA. On installe ce dispositif dans une configuration permettant de surveiller le taux d'enrichissement des matières qui entrent et sortent des cascades de centrifugeuses.

Tous les composants se trouvent dans des boîtiers scellés reliés par des tubes spéciaux, et toutes les parties fermées sont scellées. Le dispositif est recouvert d'une peinture spéciale qui rend visible toute tentative de manipulation frauduleuse.

Après avoir inauguré le moniteur d'enrichissement en ligne dans l'installation d'enrichissement de combustible iranienne de Natanz, en janvier 2016, l'AIEA entend le déployer progressivement dans les usines d'enrichissement par centrifugation gazeuse d'autres pays. Les nouvelles technologies permettant de prendre des mesures en continu, les activités de prélèvement d'échantillons et d'échantillonnage de l'environnement s'en trouveront réduites, ce qui se traduira par des gains d'efficacité et une réduction des dépenses.



Le sceau de l'AIEA

Les scellés de l'AIEA sont les équipements des garanties les plus connus et les plus utilisés. Malgré leur simplicité, ces dispositifs anti-fraude parviennent à prévenir avec une grande efficacité l'accès non autorisé aux matières sous garanties et aux équipements des garanties de l'AIEA. Ils constituent également la signature unique de chaque conteneur sécurisé. La vérification des scellés consiste à examiner avec soin l'enveloppe d'un élément ainsi que l'identité et l'intégrité du scellé afin de déceler toute trace de manipulation frauduleuse.

L'AIEA utilise plusieurs types de scellés selon les cas. Certains ont été conçus pour être installés sous l'eau ou dans des conditions extrêmes.

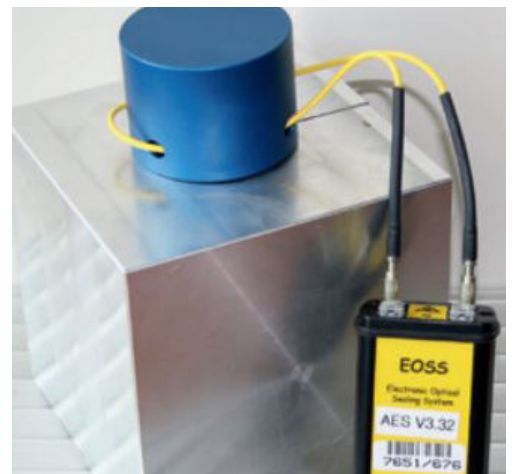
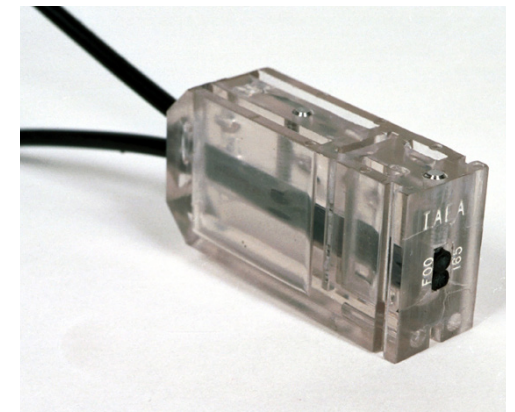
Les scellés à **capsule métallique**, à usage unique, sont utilisés depuis plus de 30 ans et environ 16 000 d'entre eux sont distribués et vérifiés tous les ans. Chaque scellé est identifiable à son numéro et à des marques distinctives situées sur ses parois internes. Ces identifiants sont enregistrés avant que le scellé soit remis aux inspecteurs. Lors des inspections, les scellés sont remplacés et rapportés au Siège de l'AIEA où leur efficacité et leur authenticité sont vérifiées par comparaison des marques avec celles d'origine.

D'autres types de scellés sont contrôlés sur place par les inspecteurs de l'AIEA. Le **scellé COBRA**, par exemple, intègre un câble à fibre optique multicœur dont les extrémités sont protégées par le scellé. Certains des cœurs sont sectionnés de manière aléatoire pendant la fermeture du scellé, afin de créer un profil optique unique. Une lumière est émise à travers le câble et cette signature unique est enregistrée au moyen de caméras. Pendant la vérification, l'image obtenue lors de l'inspection est comparée à celle enregistrée au moment de l'installation du scellé afin de confirmer son identité et son intégrité. Environ 2 000 scellés COBRA sont installés chaque année, en général conjointement avec des scellés à capsule métallique, pour plus de fiabilité encore.

L'AIEA utilise également des scellés électroniques tels que ceux du **système de scellés électro-optiques**, qui peuvent être interrogés à distance par les inspecteurs et sont reliés à des systèmes de vidéosurveillance. Ces scellés consistent en une boucle en fibre optique munie d'un dispositif électronique qui contrôle en permanence l'évolution de la boucle en émettant des impulsions lumineuses à travers la fibre à intervalles rapprochés. L'heure, la date et la durée de chaque ouverture et fermeture de la boucle en fibre optique sont enregistrées dans une mémoire interne chiffrée. Activés, ces scellés électroniques rendent possible la coopération avec les autorités nationales et les organismes d'exploitation, qui sont autorisés à les poser ou à les retirer. Ces modifications sont enregistrées et les inspecteurs peuvent les confronter aux activités déclarées.

Le **système laser de vérification du confinement** est la plus récente des technologies de scellé utilisées. Reposant sur la cartographie de surfaces par laser, le scanner employé par ce système dresse une carte de haute résolution de la soudure d'un conteneur au moment où celui-ci est mis en service. Pour identifier le scellé et révéler des fraudes éventuelles, on scanne à nouveau la soudure afin de comparer la nouvelle carte avec celle de référence.

Photos (sauf indication contraire) : AIEA



Vérification nucléaire : établir des faits grâce à la science

Par Nicole Jawerth

La vérification nucléaire consiste pour une grande part à établir des faits. À partir des centaines d'échantillons qu'il reçoit chaque année, le personnel des laboratoires des garanties de l'AIEA vérifie les données en procédant à des contrôles aléatoires et en analysant la teneur en uranium et en plutonium d'échantillons de matières nucléaires.

« Nous utilisons des instruments très sensibles dont la précision peut être de l'ordre du nanogramme pour analyser les échantillons prélevés par les inspecteurs des garanties », explique Steven Balsley, Chef du Laboratoire des matières nucléaires de l'AIEA. « Il s'agit d'un processus très méticuleux qui joue un rôle important dans les travaux de l'AIEA en vue de vérifier si les matières et installations nucléaires sont utilisées à des fins pacifiques. »

Les scientifiques des laboratoires analysent des échantillons de l'environnement prélevés par frottis et des échantillons de matières nucléaires recueillis à diverses étapes du cycle du combustible nucléaire par les inspecteurs des garanties pendant les inspections physiques des installations nucléaires. Ces échantillons font l'objet d'un tri préliminaire et sont traités avant d'être envoyés aux laboratoires du réseau de laboratoires de l'AIEA, puis analysés et archivés par les scientifiques des laboratoires de Seibersdorf, en Autriche. Ces laboratoires regroupent deux installations modernes : le Laboratoire des matières nucléaires (NML) s'occupe des échantillons de matières nucléaires et le Laboratoire des échantillons de l'environnement reçoit et analyse tous les échantillons de l'environnement prélevés par frottis en vue de détecter d'éventuelles traces de matières nucléaires (voir article en page 14).

Une fois les échantillons répertoriés et répartis entre les laboratoires du réseau de l'AIEA, les scientifiques utilisent des instruments tels que des spectromètres gamma et des spectromètres de masse (voir encadré en page 15) pour déterminer la quantité et le type d'uranium ou de plutonium que contient chaque échantillon.

« L'uranium et le plutonium sont les deux principaux éléments fissionnables employés pour produire de l'électricité dans les réacteurs de puissance, mais ils sont également les plus couramment utilisés pour fabriquer des armes nucléaires », explique M. Balsley. « Notre tâche consiste avant tout à suivre de très près les déplacements des isotopes fissionnables de ces deux éléments dans le cycle du combustible nucléaire. »

En moyenne, plus de 600 échantillons de matières nucléaires sont reçus et analysés chaque année. Ils sont conservés dans de petits conteneurs munis de codes-barres anonymes qui garantissent la confidentialité tout au long du processus d'évaluation. Certains échantillons font la taille d'un cil tandis que d'autres peuvent peser plusieurs grammes.

Les informations qu'ils contiennent peuvent apporter des indications sur les activités passées et présentes menées sur le site d'où ils proviennent.

« Bien que les échantillons prélevés par les inspecteurs des garanties ne représentent qu'une infime partie des tonnes de matière présentes dans une installation, l'examen de certaines caractéristiques des atomes d'un échantillon nous permet d'évaluer sa nature globale, » continue M. Balsley. « En extrapolant les données obtenues grâce à l'analyse d'un petit échantillon, les scientifiques parviennent à déterminer la composition de tonnes de matière – ce qui rend plus précise la comptabilisation des matières nucléaires. »

Des échantillons pour la vérification

Le prélèvement d'échantillons nucléaires a pour principal objectif la vérification des déclarations concernant les quantités et la composition isotopique des matières qui se trouvent dans les installations soumises aux garanties. L'AIEA compare les valeurs déclarées avec celles qu'elle a elle-même mesurées.

« Quel que soit le secteur, qu'il s'agisse de banques, de magasins d'alimentation ou d'installations nucléaires, quand on travaille avec des inventaires importants, il est normal de constater de légers écarts. La comparaison des valeurs consignées dans les registres et des articles physiques révèle soit un excédent, soit un déficit », explique M. Balsley. L'un des principaux objectifs des garanties est de faire en sorte que les écarts restent inférieurs à ce qu'on appelle une quantité significative, qui est la quantité de matière nécessaire à la mise au point d'un dispositif nucléaire explosif, continue-t-il.

En cas de différence marquée entre les valeurs déclarées et celles mesurées indépendamment, on parle de défauts. Ces défauts sont classés en trois catégories : un défaut massif est constaté quand on ne parvient pas à comptabiliser un ou plusieurs articles volumineux de matières nucléaires, un défaut partiel quand une part significative d'un article volumineux est détournée, et un défaut de faible ampleur quand de petites parties d'un article volumineux en sont périodiquement retirées au fil du temps.

Si les défauts massifs et partiels sont facilement détectés par les inspecteurs dans les installations du fait de l'importance des quantités en jeu, il est nécessaire de recourir à des mesures chimiques et physiques de grande précision pour détecter les défauts de faible ampleur et ainsi améliorer le contrôle comptable des matières nucléaires.

Pour des matières en vrac homogènes, comme l'oxyde d'uranium conditionné en fûts, il s'agit en premier lieu de procéder à un pesage consciencieux et précis de l'article d'origine (qui a été sélectionné au hasard) à l'aide d'un

système spécialisé appelé capteur de force (pour en savoir plus au sujet de cet appareil et d'autres instruments, voir en page 18). Ensuite, des échantillons représentatifs d'une grandeur de l'ordre du gramme sont prélevés de cet article par l'exploitant, sous l'étroite supervision d'un inspecteur de l'AIEA. Ces échantillons de petite taille sont ensuite méticuleusement pesés à l'installation.

Après avoir été livrés au NML, les échantillons sont encore une fois pesés, et leur pourcentage d'uranium et leur composition isotopique sont analysés. En mesurant le pourcentage d'uranium de l'échantillon, puis son poids et celui de l'article duquel il provient, les spécialistes de l'AIEA parviennent à calculer la quantité précise d'uranium que renferme l'article dans son ensemble. Ils comparent ensuite leurs résultats avec les informations déclarées par l'installation et avec l'historique des résultats d'analyse d'autres échantillons prélevés sur la zone physique où les quantités de matières nucléaires sont surveillées, qu'on appelle la zone de bilan matières.

Pour vérifier la composition chimique ou isotopique de certains produits difficiles à échantillonner, ou de matières hétérogènes à partir desquelles il n'est pas possible de prélever d'échantillons représentatifs, on emploie d'autres méthodes.

Précision, qualité, confiance

Le contrôle de la qualité est essentiel pour le maintien de la confiance dans les résultats des analyses qui entrent en jeu dans la vérification des garanties. Le personnel des laboratoires qui ont reçu une homologation internationale a recours à des méthodes analytiques validées pour procéder aux analyses. Des matières de référence certifiées sont utilisées pour contrôler la qualité des mesures effectuées dans les laboratoires, et des programmes de comparaisons interlaboratoires permettent de garantir l'exactitude des normes de mesure et de l'étalonnage des instruments. Le personnel des laboratoires forme aussi les inspecteurs des garanties aux procédures de prélèvement et de manipulation des échantillons, en leur montrant par exemple comment éviter la contamination croisée ou obtenir des échantillons représentatifs des matières nucléaires.

Il est également important, pour améliorer l'exactitude et la précision nécessaires au maintien de la qualité, de rester au fait des dernières avancées technologiques.



Les laboratoires suivent ces avancées en consultant fréquemment les experts sur le terrain, en faisant appel au soutien des États Membres, en améliorant leurs méthodes en permanence et en modernisant constamment les instruments.

Des installations modernes

Un important projet de modernisation des laboratoires de Seibersdorf, qui a coûté environ 80 millions d'euros, a été achevé dans les temps et dans les limites budgétaires fin 2015. Le projet de Renforcement des capacités des services d'analyse pour les garanties couvrait notamment l'ajout d'une annexe à la salle blanche du Laboratoire des échantillons de l'environnement et la construction du nouveau Laboratoire des matières nucléaires, en remplacement du Laboratoire d'analyse pour les garanties qui datait des années 1970.

Entre autres choses, ce projet a permis de renforcer les capacités des laboratoires en matière d'échantillons, d'améliorer la précision des méthodes d'analyse, et d'étendre l'infrastructure de formation des inspecteurs et du personnel des laboratoires des États Membres.

« La réussite de ce projet montre clairement que l'AIEA est prête à faire face à la charge de travail croissante dans le domaine des garanties », déclare M. Balsley. « En restant moderne et à la pointe du progrès, elle continuera à répondre aux besoins en matière d'analyse pour les décennies à venir. »

Les experts du Laboratoire des matières nucléaires utilisent des outils spécialisés pour analyser avec précision les échantillons de matières nucléaires dans le cadre du processus de vérification des garanties.

[Photo : D. Calma (AIEA)]

Vérification par frottis : collecte et analyse d'échantillons de l'environnement

Par Aabha Dixit

L'air est pressurisé, soigneusement filtré et contrôlé de près. Scientifiques et techniciens passent dans une cabine de douche d'air avant d'entrer. Bienvenue au Laboratoire des échantillons de l'environnement ou « salle blanche » de l'AIEA à Seibersdorf (Autriche), où plus de 300 échantillons sont analysés chaque année en vue de vérifier que l'utilisation des installations nucléaires est conforme aux déclarations faites.

Les conditions créées dans la salle blanche sont nécessaires pour que puissent être détectées les moindres traces d'uranium et/ou de plutonium présentes dans les échantillons que des inspecteurs prélèvent par frottis dans des réacteurs de recherche, des usines d'enrichissement ou d'autres installations nucléaires en vue de leur analyse. Les appareils utilisés sont si sensibles qu'ils peuvent détecter une quantité d'uranium et de plutonium inférieure à un picogramme dans un échantillon.

« Vous avez beau nettoyer une cuisine, il reste toujours un peu de poussière de matière. Il en est de même dans une installation nucléaire. Par conséquent, l'analyse d'échantillons de l'environnement prélevés par frottis permet de déterminer quels éléments y ont été utilisés », explique Stephan Vogt, Chef du Laboratoire des échantillons de l'environnement de l'AIEA.



Des inspecteurs prélèvent un échantillon par frottis dans une installation nucléaire.

(Photo : Département des garanties de l'AIEA)

Tandis que nombre de méthodes de vérification appliquées au titre des garanties sont censées permettre de contrôler et de confirmer le type et la quantité de matières nucléaires déclarés par un État, les échantillons de l'environnement sont prélevés en vue de vérifier l'absence de matières nucléaires non déclarées.

Comment l'AIEA a commencé à prélever des échantillons par frottis

Dans les années 1990, une installation nucléaire d'Iraq a été bombardée et les inspecteurs de l'AIEA n'avaient aucun moyen de procéder aux activités de vérification classiques sur le site détruit. Ils ont alors innové : ils ont passé des chiffons en coton sur certains équipements de l'installation endommagée et les ont analysés afin de déterminer quels éléments avaient été utilisés dans cette installation avant sa destruction. Tout un éventail de particules d'uranium, allant de l'uranium appauvri à l'uranium hautement enrichi, a été détecté. Les chiffons contaminés ont révélé des informations importantes sur l'histoire de l'installation nucléaire détruite. C'était le début de l'utilisation du frottis dans le cadre des activités de vérification de l'AIEA.

Le prélèvement d'échantillons de l'environnement fait maintenant partie des processus standard de l'AIEA. Les kits pour prélèvement d'échantillons à des fins d'inspection sont tous élaborés dans la « salle blanche » du laboratoire. Les cotons pour frottis ne sont sortis de leur emballage scellé qu'une fois sur la zone d'inspection. Le kit contient deux paires de gants en latex, 6 à 10 cotons, ainsi que des sachets à zip destinés à recevoir les échantillons prélevés. Ces sachets sont ensuite placés dans un autre sachet scellé jusqu'à ce qu'ils parviennent à l'AIEA.

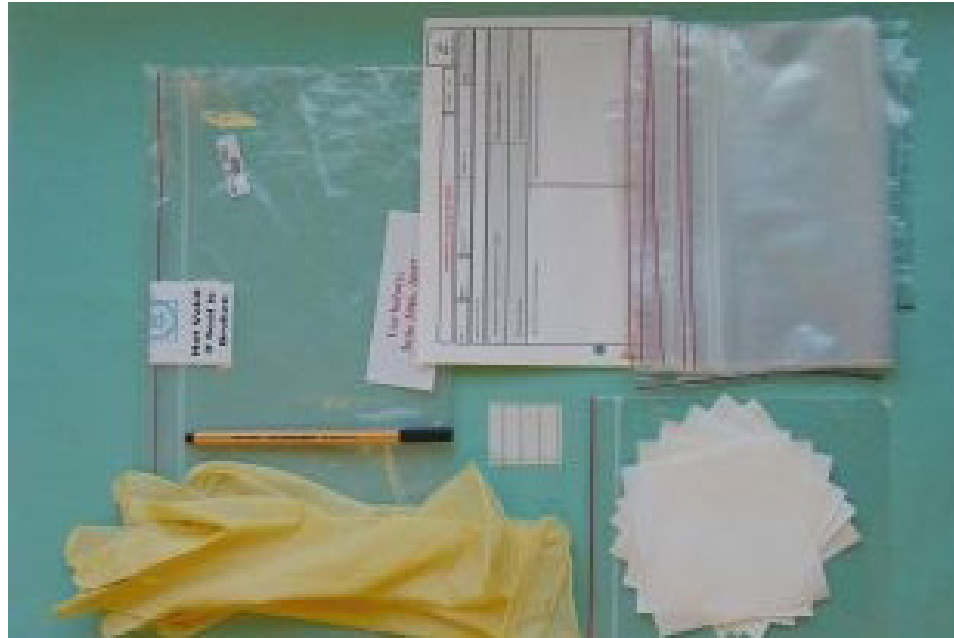
Pour prélever les échantillons, on passe un certain nombre de fois un coton sur diverses surfaces dans une installation nucléaire ou connexe. Une fois au laboratoire, les échantillons sont soumis à des analyses hautement sophistiquées faisant appel à une technologie avancée (voir l'encadré).

Les échantillons sont analysés au laboratoire de l'AIEA ainsi que dans les 19 laboratoires accrédités dans huit États Membres de l'AIEA et à la Communauté européenne de l'énergie atomique (Euratom). Des laboratoires situés en Allemagne, en Australie, au Brésil, en République de Corée, aux États-Unis, en France, au Japon, au Royaume-Uni et en Russie font partie du réseau de laboratoires homologués de l'AIEA.

Pour garantir la confidentialité tout au long du processus, tous les échantillons prélevés par frottis sont étiquetés suivant un système rigoureux grâce auquel ni le pays ni le lieu de prélèvement n'est mentionné. « Les échantillons anonymisés sont soumis à un premier contrôle en vue de déterminer les signatures radioactives et la composition en éléments principaux, et sont ensuite envoyés aux laboratoires désignés dans les États Membres », explique M. Vogt. Les échantillons envoyés par

L'AIEA comprend aussi des « échantillons aveugles » destinés au contrôle de la qualité de manière à pouvoir comparer les mesures aux références établies par l'AIEA et pour maintenir un niveau de qualité élevé.

Le prélèvement soigné et l'analyse poussée des échantillons de l'environnement sont maintenant des composantes essentielles des travaux de l'AIEA en matière de garanties. « Ces activités permettent à l'AIEA de vérifier que l'utilisation faite des installations nucléaires correspond bien aux déclarations soumises et de donner confiance dans l'utilisation de la technologie nucléaire à des fins pacifiques », déclare Tero Varjoranta, Directeur général adjoint chargé des garanties.



Kit pour prélèvement d'échantillons de l'environnement.

(Photo : Département des garanties de l'AIEA)

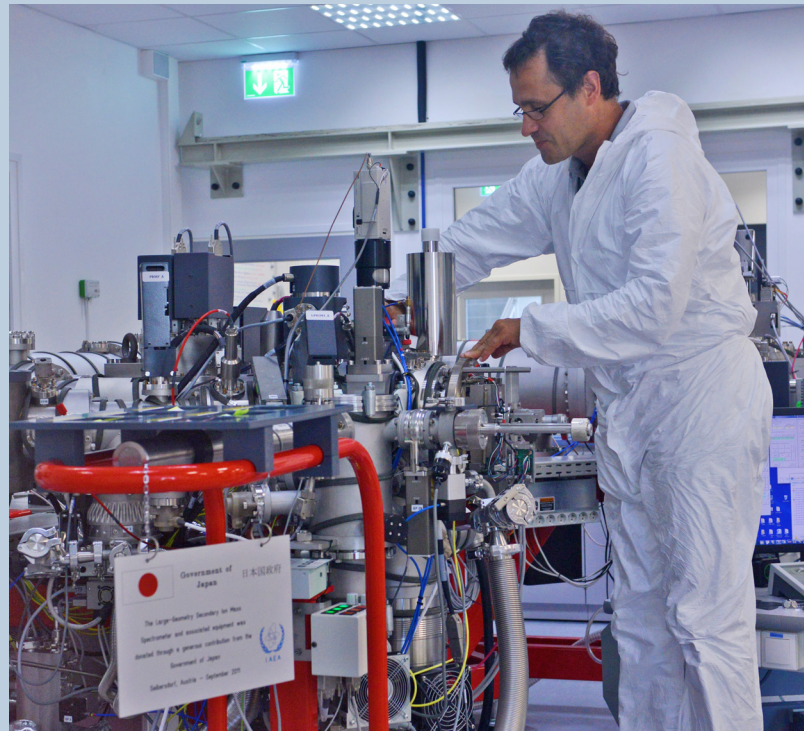
LA SCIENCE

Suivi d'éléments et d'isotopes signatures

Tous les échantillons prélevés par frottis sont examinés par spectrométrie gamma et X, ce qui permet de détecter le type d'éléments et de radio-isotopes qu'ils contiennent. « La méthode utilisée pour analyser les échantillons est non destructive, ce qui signifie que ceux-ci ne sont ni détruits ni décomposés avant d'être analysés et qu'ils ne sont altérés à aucune étape du processus d'examen », explique M. Vogt.

Des spectromètres de masse servent à déterminer la composition isotopique de l'uranium et du plutonium contenus dans les échantillons. La méthode est si sensible qu'elle permet de détecter une particule dont la taille est 100 fois plus petite que l'épaisseur d'un cheveu.

Le spectromètre de masse à émission d'ions secondaires à large géométrie mesure la composition isotopique de l'uranium dans des particules dont la taille est de l'ordre du micromètre. C'est un outil d'analyse puissant pour déterminer l'« empreinte isotopique » de particules d'uranium données. Parmi les autres méthodes d'analyse d'échantillons figure l'analyse globale, qui porte sur la teneur en uranium et en plutonium et la composition isotopique des différentes matières présentes dans un échantillon prélevé par frottis. M. Vogt précise qu'habituellement, les échantillons font à la fois l'objet d'une analyse globale et d'une analyse de particules.



Des échantillons prélevés par frottis sont analysés au Laboratoire des échantillons de l'environnement de l'AIEA à Seibersdorf (Autriche).

[Photo : D. Calma (AIEA)]

L'imagerie satellite à l'appui des capacités de l'AIEA en matière de garanties

Par Rodolfo Quevenco

Les images satellite sont utilisées pour établir les plans des sites, qui fournissent des informations sur les bâtiments et les structures. Sur cette photo, des analystes examinent le plan d'un site.

[Photo : D. Calma (AIEA)]



Dans le cadre de l'application des garanties, l'AIEA recueille et évalue un large éventail d'informations en vue de vérifier que les États n'utilisent bien les matières et la technologie nucléaires qu'à des fins pacifiques, conformément à leurs obligations internationales. Ces informations peuvent provenir de sources librement accessibles, ce qui est notamment le cas des images satellite commerciales.

les États et elle peut jouer un rôle important dans la vérification des déclarations d'un État », explique Karen Steinmaus, Chef de la Section d'analyse de l'infrastructure des États à l'AIEA. « L'imagerie satellite commerciale est devenue une source d'information très importante pour le Département des garanties de l'AIEA, en particulier pour le contrôle d'endroits auxquels l'AIEA n'a pas accès », ajoute Mme Steinmaus.

« L'analyse des images apporte un complément aux informations fournies par

L'imagerie satellite pendant l'accident de Fukushima

Les images satellite ne sont pas seulement utilisées pour vérifier les déclarations des États, planifier et appuyer les activités de vérification, ou détecter des activités non déclarées et mener des enquêtes sur ces activités. Elles jouent également un rôle considérable dans la surveillance des activités du cycle du combustible nucléaire. L'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima en offre un bon exemple.

Le séisme de magnitude 9,0 qui a frappé la côte nord-est du Japon le 11 mars 2011 a déclenché une série d'événements qui ont fini par provoquer un accident nucléaire. Dès l'après-midi du même jour, le Département des garanties de l'AIEA commençait à recueillir des images satellite en vue d'évaluer les dommages qu'avaient pu subir un grand nombre de sites nucléaires japonais.

L'AIEA a été en mesure de recevoir et d'analyser chaque jour de nouvelles images. Entre le 11 mars et la fin du mois de mai 2011, elle a fait l'acquisition de 157 images satellite commerciales du Japon, dont 130 ont été fournies à titre gracieux par le Crisis Event Service.

Une première évaluation des images satellite avait révélé des dommages sur plusieurs sites nucléaires, mais il est rapidement apparu que la crise était concentrée sur la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi. Les images satellite commerciales ont donc joué un rôle déterminant en aidant le Centre des incidents et des urgences de l'AIEA à informer les États Membres, ainsi qu'à communiquer auprès du grand public dans les jours et les mois qui ont suivi l'accident.

L'analyse d'images satellite entre régulièrement en jeu dans les activités de garanties suivantes :

- la vérification de l'exactitude et de l'exhaustivité des informations communiquées par les États ;
- la planification des activités sur le terrain et des activités d'inspection ;
- la détection de modifications sur les sites liés au cycle du combustible nucléaire et la surveillance des activités menées sur ces sites ; et
- la détection d'éventuelles activités non déclarées.

Le rôle des images satellite dans les garanties : le cas de la RPDC

Les images satellite aident l'AIEA à suivre les évolutions du programme nucléaire de la République populaire démocratique de Corée (RPDC), sachant qu'elle n'est pas en mesure de mener d'activités de vérification physique dans ce pays. Il est particulièrement important de surveiller les activités du site de Yongbyon.

Les images satellite permettent à l'AIEA de préparer et d'actualiser un plan détaillé pour la mise en œuvre d'activités de contrôle et de vérification en RPDC, dans la perspective d'un retour des inspecteurs dans ce pays.

Enjeux futurs et nouvelles possibilités

Ces dernières années, les enjeux et les possibilités liés à l'analyse des images satellite ont connu un développement extraordinaire. L'apparition de nouveaux capteurs offrant une résolution spatiale et spectrale supérieure, et le raccourcissement considérable des « intervalles de survol » ouvrent des possibilités sans précédent pour la surveillance des sites et des activités.

En plus de l'imagerie optique, les radars enregistreurs d'images commerciaux, les nouveaux capteurs infrarouges et la vidéo satellitaire offrent des moyens d'améliorer le processus d'analyse. Grâce à ces fonctionnalités, les analystes disposent de nouvelles techniques qui leur permettent d'acquérir des informations supplémentaires en vue de répondre aux besoins opérationnels des activités de vérification de l'AIEA.

L'optimisation des garanties de l'AIEA

Par Tero Varjoranta, Directeur général adjoint chargé des garanties

Les garanties de l'AIEA apportent une contribution essentielle à la sécurité internationale. Grâce à elles, l'AIEA prévient la prolifération des armes nucléaires et donne l'assurance crédible que les États n'utilisent de matières nucléaires qu'à des fins pacifiques, conformément à leurs obligations internationales. Ses travaux de vérification menés en toute indépendance lui permettent de faciliter l'établissement d'un climat de confiance à l'échelle internationale et de renforcer la sécurité collective au bénéfice de tous.

Le domaine de la technologie nucléaire est toujours en mouvement. Au cours des cinq dernières années, sept nouveaux accords de garanties et 23 nouveaux protocoles additionnels sont entrés en vigueur. Les quantités de matières nucléaires soumises aux garanties ont augmenté de 17 % et le nombre d'installations nucléaires soumises aux garanties, de 5 %. Étant donné que les programmes nucléaires civils continuent de se développer, ces tendances devraient se poursuivre.

Si le nombre de demandes dont est saisi le Département des garanties en raison de ses obligations juridiques de vérification continue de croître, notre budget, lui, n'augmente pas de manière proportionnelle. Si nous voulons continuer à renforcer notre efficacité, nous devons devenir plus efficaces, autrement dit, améliorer notre productivité.

Nous le faisons de trois manières. Premièrement, nous tirons pleinement parti des technologies modernes. Deuxièmement, nous rationalisons nos processus internes. Enfin, nous encourageons, si nécessaire, les États à mieux coopérer à l'application des garanties.

En outre, l'accord sur le nucléaire conclu entre l'Iran et les grandes puissances en juillet 2015 a montré qu'il importait que le Département des garanties soit en mesure de répondre efficacement et rapidement aux nouvelles demandes de vérification émanant d'États Membres de l'AIEA.

Je suis optimiste en ce qui concerne l'avenir des garanties de l'AIEA et leur contribution à la sécurité mondiale. Nous avons un mandat juridique solide et disposons d'un appui politique considérable ainsi que des capacités techniques nécessaires pour donner au monde l'assurance que toutes les matières nucléaires sont utilisées à des fins pacifiques.

Ce que je souhaite pour l'avenir, concernant les garanties, c'est que les États et le secteur nucléaire soient conscients de la valeur ajoutée qu'apporte l'AIEA, que nous continuions d'établir des conclusions indépendantes et crédibles en matière de garanties et que toute question préoccupante les concernant continue d'être traitée avec fermeté.



Tero Varjoranta, Directeur général adjoint chargé des garanties

(Photo : AIEA)

L'Iran et l'AIEA : vérification et contrôle au titre du PAGC

Le 16 janvier 2016, le Directeur général de l'AIEA, Yukiya Amano, a annoncé que l'Iran avait mené à bien les mesures préparatoires à la mise en œuvre du Plan d'action global commun (PAGC). Cela inaugurait une nouvelle phase dans les relations entre l'AIEA et l'Iran, et marquait le début du renforcement des activités de vérification et de contrôle menées par l'AIEA dans ce pays.

Le PAGC a été conclu en juillet dernier entre l'Iran et l'Allemagne, la Chine, les États-Unis, la France, le Royaume-Uni, la Russie et l'Union européenne, groupe appelé « E3/UE+3 ». L'AIEA, qui n'est pas partie au PAGC, entreprend actuellement un large éventail d'activités de vérification et de contrôle du respect des engagements en matière nucléaire énoncés dans ce document.

Dans le cadre du PAGC, l'Iran s'est engagé à réduire d'environ deux tiers le nombre de centrifugeuses qu'il utilise pour l'enrichissement et à ne pas enrichir d'uranium à plus de 3,67 % en uranium 235. Il a aussi accepté d'appliquer provisoirement le protocole additionnel, accord juridique donnant à l'AIEA un accès plus large à l'information et aux emplacements d'un État, non limité aux seules installations et matières nucléaires déclarées. La capacité de l'AIEA de vérifier l'utilisation pacifique de toutes les matières nucléaires dans cet État s'en trouve ainsi accrue.

Au titre du PAGC, l'Iran a aussi accepté de mettre en œuvre des engagements volontaires en matière nucléaire, appelés « mesures de transparence », qui consistent à faciliter l'accès des inspecteurs de l'AIEA aux mines et installations de traitement de l'uranium, et à autoriser une surveillance continue de la fabrication de centrifugeuses et des lieux d'entreposage (la figure ci-dessous récapitule les principaux engagements de l'Iran en matière nucléaire et le calendrier de leur mise en œuvre prévu par le PAGC). Ces mesures, qui sortent du cadre du protocole additionnel, aideront l'Agence à mieux comprendre les activités nucléaires de l'Iran.

Un engagement plus fort

En conséquence de la mise en œuvre du PAGC, les ressources de l'AIEA consacrées à la vérification et au contrôle en Iran ont considérablement augmenté (voir le tableau ci-dessus). Par exemple, des systèmes de télésurveillance (voir l'article en page 22) transmettent désormais chaque jour à l'AIEA 25 % d'images et de données nucléaires de plus qu'avant la mise en œuvre du PAGC, et presque deux fois plus qu'avant 2014, année où l'AIEA a commencé la vérification et le contrôle dans le cadre d'un plan provisoire, le Plan d'action conjoint (PAC), conclu entre l'Iran et l'E3+3 en 2013.

PRINCIPAUX ENGAGEMENTS DE L'IRAN AU TITRE DU PAGC

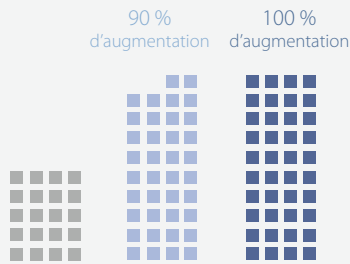
- ▶ Pas d'uranium faiblement enrichi (UFE) enrichi à plus de 3,67 %
- ▶ Stocks d'UFE limités à 300 kg
- ▶ Pas d'enrichissement d'uranium dans l'installation d'enrichissement de combustible de Fordou
- ▶ Pas de nouvelles installations d'enrichissement
- ▶ Pas de nouveaux réacteurs à eau lourde
- ▶ Exportation de l'eau lourde en excès
- ▶ Accès de l'AIEA aux mines et installations de traitement de l'uranium



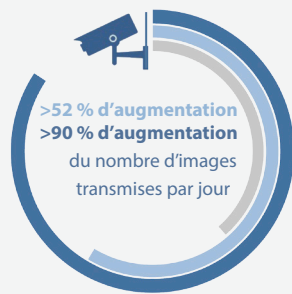
AUGMENTATION DES RESSOURCES REQUISES

AGG AGG + PAC AGG + PA + PAGC

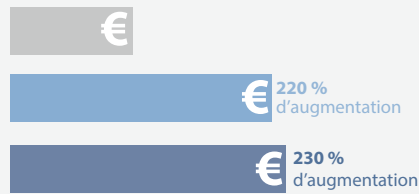
JOURS SUR LE TERRAIN PAR AN



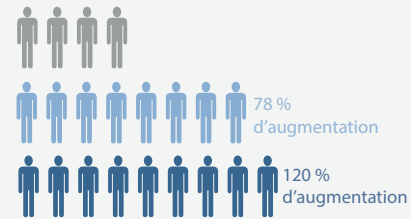
SYSTEMES DE SURVEILLANCE



COÛTS ANNUELS



RESSOURCES HUMAINES

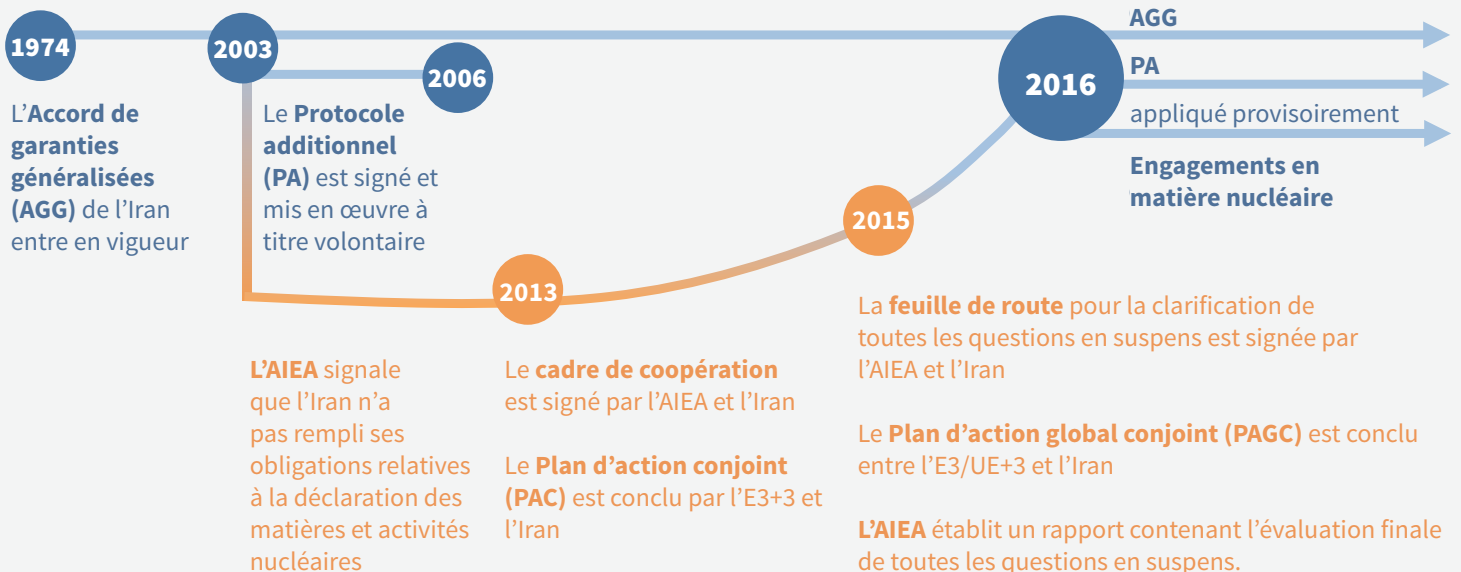


Le nombre de membres du personnel de l'AIEA travaillant à la vérification et au contrôle en Iran a augmenté de près d'un quart depuis l'an dernier et plus que doublé par rapport à ce qu'il était avant 2014.

La mise en œuvre de la vérification et du contrôle par l'AIEA au titre du PAGC entraînera des dépenses additionnelles de 9,2 millions d'euros par an. Le budget de l'AIEA alloué à ces activités est 2,3 fois plus élevé qu'avant la mise en œuvre du PAC.

« S'il reste encore beaucoup à faire, l'AIEA possède les compétences et l'expérience lui permettant d'accomplir les tâches nécessaires », affirme Tero Varjoranta, Directeur général adjoint chargé des garanties. Ensemble, l'accord de garanties généralisées (AGG), le protocole additionnel de l'Iran et les engagements en matière nucléaire pris par ce pays dans le cadre du PAGC ne peuvent que bénéficier aux activités de vérification.

L'IRAN ET LES GARANTIES DE L'AIEA : DATES CLÉS



Comment l'AIEA contribue aux objectifs de développement durable

Par Nicole Jawerth et Miklos Gaspar

Les 17 objectifs de développement durable (ODD) sont une série d'objectifs définis par l'Assemblée générale des Nations Unies en septembre 2015. Ils ont pour but de stimuler l'action qui sera menée au cours des 15 prochaines années dans des domaines ayant une importance cruciale pour l'humanité et la planète. Ils intègrent les trois dimensions du développement durable : économique, sociale et environnementale.

L'AIEA met la technologie nucléaire pacifique à la disposition de ses États Membres dans de nombreux domaines, notamment l'énergie, la santé humaine, la production alimentaire, la gestion de l'eau et la protection de l'environnement, qui sont des domaines importants concernés par les ODD.

Afin de mieux faire connaître le rôle de la science et de la technologie nucléaires ainsi que celui de l'AIEA dans certains domaines couverts par les ODD, le présent article explique comment l'AIEA aide des pays à utiliser des techniques nucléaires et isotopiques. Cette activité de l'AIEA devrait s'intensifier compte tenu des ODD et aidera le monde à tendre vers la réalisation des cibles pertinentes.



La faim et la malnutrition, souvent dues à l'insécurité alimentaire et aux difficultés du secteur agricole, portent atteinte au

bien-être et pèsent sur les économies. Grâce à l'AIEA et à son partenariat avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), plusieurs pays dans le monde améliorent la sécurité alimentaire et l'agriculture en utilisant des techniques nucléaires et isotopiques pour protéger les plantes contre les insectes ravageurs et obtenir de nouvelles variétés qui offrent des rendements de cultures, une résistance aux maladies et/ou une tolérance à la sécheresse améliorés. D'autres utilisent ces techniques pour protéger la santé du bétail et améliorer la reproduction. Par exemple, l'AIEA aide des pays, comme le Sénégal, à utiliser la technique de l'insecte stérile pour éradiquer la mouche tsé-tsé, qui décimait autrefois le bétail.

Au cours de la production de denrées alimentaires, l'irradiation aide à garantir la qualité et la sécurité sanitaire. Grâce à l'aide de l'AIEA, certains pays utilisent l'irradiation pour éliminer des bactéries potentiellement nocives et des insectes ravageurs non désirés, tandis que d'autres s'en servent pour allonger la durée de conservation des aliments.

L'insécurité alimentaire et les difficultés du secteur agricole sont souvent à l'origine de la faim et de la malnutrition. Grâce à des techniques utilisant des isotopes stables, les professionnels de santé peuvent surveiller la composition corporelle ainsi que l'ingestion et l'absorption des aliments pour mieux comprendre le phénomène complexe de la malnutrition et déterminer si les mesures de traitement et de prévention sont efficaces.



Le développement durable n'est pas possible si des maladies et des affections débilitantes portent atteinte à la santé. Dans

l'optique d'atteindre la cible d'un ODD consistant à réduire d'un tiers le nombre de décès dus à des maladies non transmissibles, l'AIEA est en mesure d'aider les pays à concevoir des programmes complets de lutte contre le cancer en créant des installations de médecine nucléaire, de radio-oncologie et de radiologie et en appuyant la formation théorique et pratique de professionnels de santé spécialisés. Les travaux de l'AIEA contribuent à l'amélioration de la prise en charge du cancer et de l'accès aux soins dans le monde.

En outre, l'AIEA s'emploie à améliorer l'utilisation et la fiabilité des installations, y compris les réacteurs de recherche, qui produisent des radio-isotopes pouvant sauver des vies, et à aider les pays à limiter la surexposition des patients aux rayonnements lors d'actes médicaux.

Un meilleur accès aux technologies des rayonnements et aux technologies de médecine nucléaire permet aussi aux pays de diagnostiquer plus précisément et mieux prendre en charge certaines maladies, notamment cardiovasculaires, et de surveiller et d'évaluer des affections, comme la tuberculose et d'autres infections.



(Photo : AIEA)



(Photo : IUCNweb/flickr.com/CC BY 2.0)



(Photo : Philipp P. Egli/CC BY 3.0)

Grâce aux techniques nucléaires, par exemple, des scientifiques et des professionnels de santé du Guatemala sont maintenant en mesure de déterminer les causes et les conséquences de la malnutrition dont souffrent des enfants de ce pays, ce qui permet aux décideurs de concevoir des stratégies de lutte contre l'obésité et le retard de croissance. L'AIEA aide aussi des pays à développer des capacités de détection précoce de maladies transmises de l'animal à l'homme, comme la fièvre Ebola.



L'eau est essentielle à la vie. Compte tenu de la croissance démographique et du développement des économies, l'accès à une eau propre et salubre

est une nécessité impérieuse. Les techniques isotopiques permettent de déterminer l'âge et la qualité de l'eau. Certains pays, comme le Brésil, utilisent cette possibilité pour mettre en œuvre des plans de gestion intégrée des ressources en eau en vue d'utiliser ces ressources de manière durable et de protéger les écosystèmes aquatiques et ceux des zones humides, tandis que d'autres ont recours à ces données pour répondre au manque d'eau et améliorer les ressources d'eau douce.

Dans le cadre de ses activités, l'AIEA aide notamment des agriculteurs d'Afrique à utiliser efficacement leurs ressources en eau limitées grâce à des techniques nucléaires et isotopiques, en créant des laboratoires d'études isotopiques au Moyen-Orient pour étudier les ressources en eaux souterraines et en contribuant à l'élaboration de politiques régissant l'utilisation et la gestion de l'eau dans la région du Sahel.

Étant donné qu'une société laisse son empreinte, la pollution de l'eau

pose aussi un problème. Avec l'aide de l'AIEA, certains pays se tournent maintenant vers la technologie des rayonnements pour traiter les eaux usées industrielles, et ainsi réduire les contaminants et améliorer la qualité de l'eau, rendant sa réutilisation plus sûre.



L'accès à une énergie propre, fiable et abordable est une condition nécessaire à une croissance économique durable et à

l'amélioration du bien-être humain, et a donc une incidence sur la santé, l'éducation et les possibilités d'emploi. L'AIEA favorise une exploitation efficace et sûre de l'électronucléaire en apportant un appui aux programmes nucléaires existants et nouveaux dans le monde entier, en stimulant l'innovation et en renforçant les capacités en matière de planification et d'analyse énergétiques ainsi que de gestion de l'information et des connaissances dans le domaine nucléaire. L'AIEA aide des pays à faire face à l'augmentation de la demande d'énergie pour le développement tout en améliorant la sécurité énergétique, en limitant les répercussions de la consommation énergétique sur l'environnement et la santé et en atténuant les changements climatiques.

L'AIEA aide les pays qui envisagent et prévoient de mettre en place des capacités de production d'énergie d'origine nucléaire, ou de développer leurs capacités existantes, en leur fournissant une assistance et en les guidant dans toutes les étapes du processus menant à l'utilisation sûre et sécurisée de l'électronucléaire.



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

Avec l'aide de l'AIEA, certains pays ont amélioré la compétitivité de leur industrie en utilisant ces technologies pour le contrôle non destructif effectué dans le cadre de tests de sûreté et de qualité, ainsi que des techniques d'irradiation pour améliorer la durabilité des produits, que l'on parle de pneus de voitures, de pipelines, d'appareils médicaux ou de câbles.

Par exemple, les essais industriels mettant en jeu la technologie nucléaire ont contribué à la compétitivité du secteur manufacturier de la Malaisie. Ce pays a exploité un marché de niche en Asie du Sud-Est, offrant aux industriels de pays voisins des services d'essais non destructifs utilisant des dispositifs nucléaires.

De plus, l'irradiation contribue à améliorer la viabilité de l'industrie en limitant son impact environnemental, car elle permet de traiter le gaz de combustion émis par les centrales à charbon et de déterminer les voies empruntées par les polluants dans l'atmosphère.



La science nucléaire, et notamment l'électronucléaire, peuvent jouer un rôle majeur tant



[Photo : A. Nassir Ibrahim (Centre Madani de formation aux END)]



[Photo : FAO/AIEA]



[Photo : PS. Hai (Institut de recherche nucléaire de Dalat)]

dans l'atténuation des changements climatiques que dans l'adaptation à leurs conséquences. Comme l'éolien et l'hydroélectrique, l'électronucléaire est l'une des technologies de production d'électricité avec lesquelles les émissions de carbone sont les plus faibles. L'AIEA s'emploie à mieux faire connaître, à l'échelle mondiale, le rôle de l'électronucléaire face au changement climatique, en veillant en particulier à faire dûment reconnaître que ce type d'énergie peut effectivement aider les pays à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre.

L'électronucléaire constitue un volet important des stratégies d'atténuation des changements climatiques de nombreux pays, et un nombre croissant de pays envisagent de l'inclure dans leur bouquet énergétique national.

La science et la technologie nucléaires peuvent jouer un rôle primordial en aidant les pays à s'adapter aux conséquences du changement climatique. Grâce à l'aide de l'AIEA, l'utilisation de techniques nucléaires a permis de mieux lutter contre les inondations aux Philippines, de mettre au point de nouvelles techniques d'irrigation dans des régions de plus en plus arides au Kenya et de créer en Afghanistan de nouvelles variétés de blé poussant dans des environnements hostiles.



Les océans abritent de vastes écosystèmes où foisonne la vie marine et constituent une ressource vitale pour les personnes qui gagnent leur

vie grâce à la mer ou tirent de celle-ci leur alimentation quotidienne, voire les deux. Pour gérer les océans de manière durable, les protéger et, ce faisant, soutenir les populations des zones côtières, de nombreux pays utilisent, grâce à l'appui de l'AIEA, des techniques nucléaires et isotopiques qui leur permettent de mieux comprendre et surveiller la santé des océans et les phénomènes marins, comme l'acidification et les proliférations d'algues toxiques.

L'AIEA aide des États Membres à utiliser des techniques nucléaires pour mesurer l'acidification des océans et communique des informations objectives aux scientifiques, aux économistes et

aux responsables politiques afin qu'ils prennent des décisions en connaissance de cause.

En outre, des réseaux de laboratoires nationaux, régionaux et internationaux, dont l'AIEA a coordonné la création, offrent à plusieurs pays la possibilité d'établir une collaboration scientifique et constituent des ressources essentielles pour l'analyse et la surveillance des contaminants et des polluants marins.



La désertification, la dégradation des terres et l'érosion du sol peuvent menacer des vies et des moyens d'existence. Les techniques

isotopiques, qui permettent d'effectuer des évaluations précises de l'érosion du sol et aident à repérer et à surveiller les zones d'érosion les plus vulnérables, constituent un outil important pour mettre un terme à la dégradation des terres et restaurer les sols. Il s'agit notamment de l'utilisation de radionucléides provenant des retombées, qui aident à évaluer les taux d'érosion du sol, et de l'analyse de composés spécifiques au moyen d'isotopes stables, qui sert à déterminer l'origine de l'érosion du sol. De plus, l'AIEA aide les États Membres à s'acquitter de leur obligation de lutter contre la désertification.

Grâce à l'appui fourni par l'AIEA dans ces domaines, nombre de pays qui recueillent des informations à l'aide de ces techniques les utilisent pour établir des pratiques agricoles favorisant une exploitation plus durable des terres. Cela contribue à l'augmentation des revenus, tout en améliorant les méthodes de conservation et la protection des ressources, des écosystèmes et de la biodiversité.

Des agriculteurs de pays en développement, comme le Viet Nam, utilisent ces outils pour déterminer la cause de l'érosion du sol qui nuit à leurs plantations, ce qui leur permet de sauver leur exploitation et d'en tirer un supplément de revenu.



L'établissement de partenariats avec des États Membres est au cœur des activités de l'AIEA. Les

liens étroits de collaboration que l'Agence noue avec des organismes de l'ONU, d'autres organisations internationales et des organisations de la société civile contribuent aussi à maximiser l'efficacité des activités qu'elle mène pour aider ses États Membres à respecter leurs priorités en matière de développement.

En 2014, l'AIEA a fourni un appui à 131 pays et territoires dans le cadre de son programme de coopération technique. En coopération avec ses partenaires, notamment un réseau mondial d'organismes régionaux fournisseurs de ressources et de centres collaborateurs, elle favorise une prise de décisions fondée sur la recherche et l'accès à la technologie et à l'innovation.

Des partenariats de longue date, comme ceux établis avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), permettent à des organisations internationales de mettre les compétences et les ressources dont elles disposent dans leurs domaines d'activité respectifs et dans le cadre de leur mandat au service des États Membres.

Pour garantir que l'assistance fournie par l'AIEA est adaptée aux besoins et aux priorités de ses bénéficiaires et peut être maintenue à long terme, les activités sont déterminées sur la base de consultations avec les États Membres. Plus de 90 États Membres ont déjà mis en place, avec l'AIEA, des programmes-cadres nationaux qui recensent des domaines de coopération correspondant à leurs priorités nationales de développement.

En outre, les États Membres de l'AIEA mettent en commun leurs connaissances, leurs technologies et leurs meilleures pratiques dans le cadre de projets de coopération technique régionaux – y compris des accords régionaux ou de coopération –, de projets de recherche coordonnée et de projets auxquels participent les laboratoires spécialisés de l'AIEA. Cette dernière promeut et facilite la collaboration bilatérale, Sud-Sud, sous-régionale et thématique entre les pays, les organismes de réglementation et les institutions.

Des techniques nucléaires permettent d'améliorer la productivité du bétail et la qualité du lait au Cameroun

Par Aabha Dixit

Il est essentiel d'augmenter la production agricole et d'améliorer la qualité du lait et de la viande pour combattre la pauvreté et améliorer la sécurité alimentaire en Afrique. Des pays, comme le Cameroun, se tournent de plus en plus vers des techniques nucléaires innovantes pour lutter contre des maladies du bétail, les prévenir et stimuler la production animale et laitière.

« Les techniques nucléaires jouent un rôle important dans quasiment tous les domaines de la zootechnie lorsqu'il s'agit d'améliorer la productivité et la santé d'animaux domestiques ayant une importance cruciale d'un point de vue économique », observe Abel Wade, Chef du Laboratoire national vétérinaire (LANAVET) du Cameroun. D'après lui, son pays devra faire face à une crise sans précédent de l'approvisionnement en produits d'origine animale si tous les outils scientifiques à disposition ne sont pas mis à profit pour garantir une bonne reproduction et augmenter le nombre de têtes de cheptel en bonne santé. Les vaches constituent la majeure partie du bétail au Cameroun : le pays compte 5,8 millions de bovins, contre 4,6 millions de caprins et 4 millions d'ovins. De plus, les bovins sont considérés comme un signe de richesse.

Depuis le début des années 1990, grâce à son programme de coopération technique, l'AIEA aide le Cameroun à utiliser des techniques nucléaires et dérivées, comme le radio-immunodosage (RIA) et le dosage immuno-enzymatique, le diagnostic moléculaire et le dépistage génétique dans le cadre de programmes de reproduction et d'amélioration génétique des animaux, d'insémination artificielle et de lutte contre des maladies du bétail. Les techniques nucléaires d'insémination artificielle ont été introduites au Cameroun il y a huit ans. « Sans vaches en bonne santé, nous n'aurons pas de bonne viande ni de lait nutritif », explique M. Wade.

Priorité à la productivité

En collaboration avec l'AIEA et l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), le LANAVET et l'Institut camerounais de recherche agricole pour le développement

forment des vétérinaires, des services de vulgarisation vétérinaire et des éleveurs à la lutte contre les maladies et à l'insémination artificielle pour améliorer la productivité bovine, la gestion de la reproduction et le contrôle de la santé animale. « L'insémination artificielle permet aux scientifiques d'améliorer le patrimoine génétique de la descendance et d'obtenir une production de lait par vache jusqu'à cinq fois supérieure », affirme Mario García Podesta, de la Division mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture.

Cette méthodologie aide le personnel technique à améliorer la gestion de la reproduction dans les exploitations bovines et à obtenir plus de veaux, de viande et de lait que par une gestion classique. L'application du radio-immunodosage de la progestérone à l'insémination artificielle permet de recenser entre 20 et 40 % de vaches reproductrices de plus que les méthodes classiques, qui nécessitent d'observer le comportement des animaux. Pour M. García Podesta, cela permet d'augmenter le taux de conception de 5 à 50 %, selon l'efficacité de la méthode et de la gestion classiques précédemment appliquées.

L'amélioration du bétail requiert aussi le suivi et la prévention de maladies comme la péripneumonie contagieuse bovine, la brucellose, la tuberculose, la peste des petits ruminants et la peste porcine africaine. Le LANAVET effectue une surveillance pour détecter des maladies infectieuses dans le nord du Cameroun, où le mouvement saisonnier des populations qui accompagnent leurs animaux des pâturages d'été à ceux d'hiver représente des risques de maladies pour le bétail, explique M. Wade. Des laboratoires mobiles utilisant des techniques isotopiques, nucléaires et dérivées aident aussi à repérer ces risques de manière précoce et rapide, ce qui permet d'y répondre efficacement.

Diffusion de l'information

Pour mieux faire connaître les avantages de l'insémination artificielle aux agriculteurs ruraux, qui utilisent des méthodes classiques d'élevage du



Vaches issues de croisements dans une exploitation laitière au Cameroun.

[Photo : M. García Podesta (AIEA)]

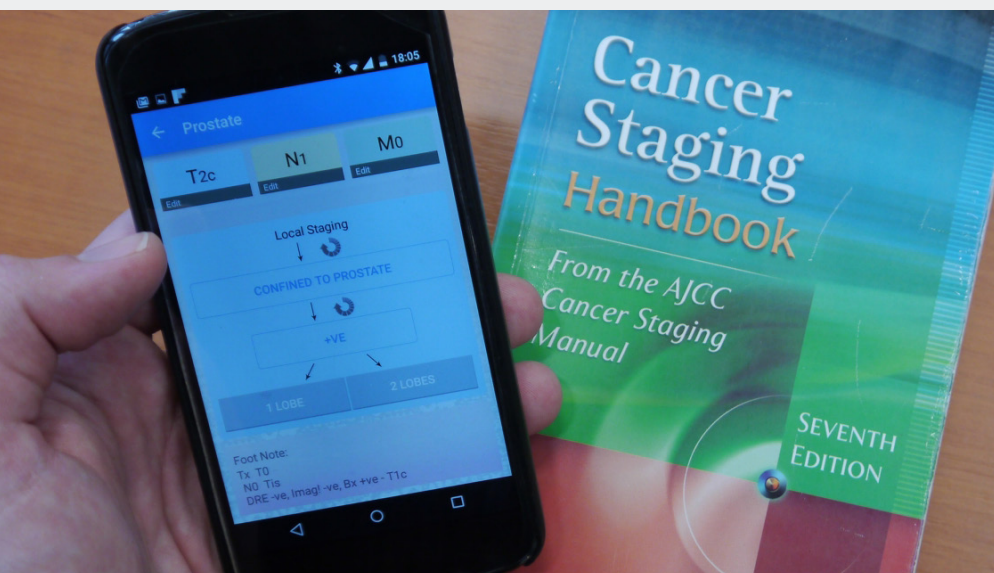
bétail, le centre régional de l'Institut de recherche agricole pour le développement de Bambui travaille directement avec eux pour faire passer le message et leur donne accès aux outils nécessaires à l'insémination artificielle. « Les activités que l'Institut mène en amont pour convaincre nos agriculteurs aideront à répondre à la demande croissante de production de viande et de lait », affirme Victorine Nsongka, Chef de la Section de la production et de la santé animales de l'Institut.

Elle explique qu'un projet connexe, actuellement en phase préparatoire, permettra d'inséminer artificiellement 70 000 vaches au cours des six prochaines années dans le nord-ouest du Cameroun. Cette initiative, parrainée par la Banque islamique de développement, fera appel aux techniques bénéficiant de l'appui de l'AIEA et aboutira à la mise en place d'un réseau d'insémination artificielle et de reproduction dans la région.

Le gouvernement camerounais établit des contacts afin que des centres de reproduction situés au Bénin, au Burkina Faso, en République centrafricaine et au Tchad puissent également se faire aider, le but étant d'augmenter le nombre d'animaux laitiers grâce à une insémination artificielle faisant intervenir de la semence d'animaux génétiquement supérieurs.

Vers un traitement optimal du cancer : la nouvelle application mobile de l'AIEA permet de déterminer le stade tumoral

Par Miklos Gaspar et Omar Yusuf



(Photo: IAEA)

Il va être plus facile pour les professionnels de santé des pays en développement de déterminer rapidement et précisément le stade d'un cancer grâce à une application mobile mise au point par l'AIEA et lancée en septembre 2015, lors de la 59^e Conférence générale de l'AIEA.

La stadification du cancer s'effectue suivant un processus complexe, qui implique de prendre en compte les résultats d'un large éventail de tests. Sur la base du diagnostic établi, les médecins déterminent quel est le traitement le plus approprié : chirurgie, radiothérapie, chimiothérapie ou autre.

Conformément à la volonté de l'AIEA de renforcer les capacités dans le domaine de la santé humaine, la nouvelle application, disponible pour les mobiles iPhone et Android, « rendra la stadification du cancer accessible et sera facile à utiliser et totalement gratuite », a déclaré Najat Mokhtar, Directrice de la Division de l'Asie et du Pacifique au sein du Département de la coopération technique de l'AIEA.

Le système de stadification du cancer, qui définit des stades numérotés de un à quatre et plusieurs stades intermédiaires, fournit aux médecins un langage commun et facilite l'établissement d'un plan de traitement.

Le système de stadification, appelé « TNM », se fonde sur la taille et l'emplacement de la tumeur (T) ainsi que sur le fait que les cellules cancéreuses ont atteint ou non les nœuds lymphoïdes (N) et que la tumeur s'est propagée ou non dans d'autres parties du corps (métastases ou M). Un système complexe permet de déterminer chacune de ces variables, notamment lorsque l'évaluation porte sur la tumeur principale et sa propagation dans l'ensemble du corps.

« L'information sera désormais à portée de doigt, et beaucoup plus facile à utiliser grâce à cette application interactive », commente Ravi Kashyap, radiologue diagnostique à l'AIEA. L'application fonctionnant aussi hors ligne, les médecins pourront l'utiliser dans des endroits reculés sans accès à Internet.

Si, dans les pays développés, les médecins ont accès depuis des années à des manuels et parfois à des outils de stadification informatiques, dans nombre de pays en développement, les professionnels de santé n'ont eu jusqu'à présent qu'un manuel à leur disposition. Cette nouvelle application « est une petite contribution », estime M^{me} Mokhtar, « mais elle représente néanmoins un grand pas en avant vers la réduction de l'écart qui existe au niveau mondial dans l'accès à des soins anticancéreux de qualité ».

Du diagnostic à la planification du traitement en passant par la stadification : le rôle de l'AIEA

L'AIEA contribue à l'amélioration de la prise en charge du cancer dans le monde en aidant les États Membres à élaborer de vastes programmes de lutte contre le cancer et à mettre en place des installations de médecine nucléaire, d'oncologie radiologique et de radiologie, et en appuyant la formation théorique et pratique du personnel médical.

La médecine nucléaire et les techniques d'imagerie radiographique, comme la tomographie à émission de positons (PET) et la tomodensitométrie (CT), permettent d'obtenir des informations précieuses sur l'ampleur de la propagation du cancer. Connaissant le stade du cancer grâce aux résultats obtenus, les médecins peuvent établir le plan de traitement approprié.

D'après May Abdel Wahab, Directrice de la Division de la santé humaine de l'AIEA, la nouvelle application pour la stadification du cancer illustre le fait que la technologie peut être utilisée pour faciliter la diffusion d'informations et renforcer ainsi la prise en charge du cancer dans le monde. L'accès à la médecine radiologique pour la détection précoce, le diagnostic et le traitement est une étape clé de la prise en charge du cancer, domaine dans lequel l'AIEA joue un rôle déterminant.

Cette application mobile a été mise au point par l'AIEA en collaboration avec le Tata Memorial Centre, qui relève du Département de l'énergie atomique du gouvernement indien, et appuyée par le projet de coopération technique de l'AIEA intitulé « Amélioration de la prise en charge du cancer grâce au renforcement du processus de stadification du cancer en tomodensitométrie ».



Android



iPhone

International Conference on **NUCLEAR SECURITY:** *Commitments and Actions*

5–9 December 2016
Vienna, Austria

Ministerial Segment
5 December 2016



Organized by the



IAEA

International Atomic Energy Agency



CN-244