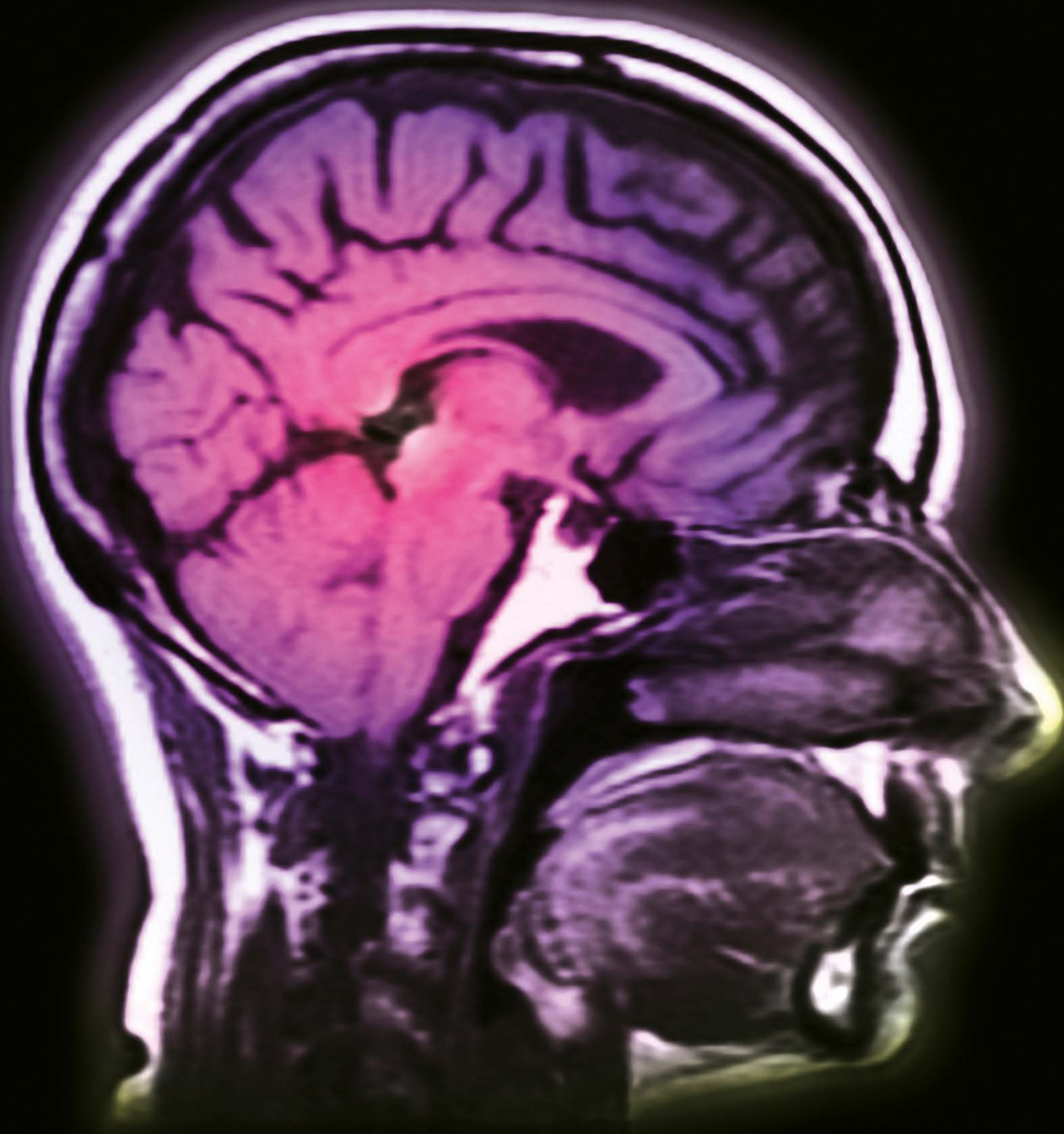


IAEA BULLETIN

AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE

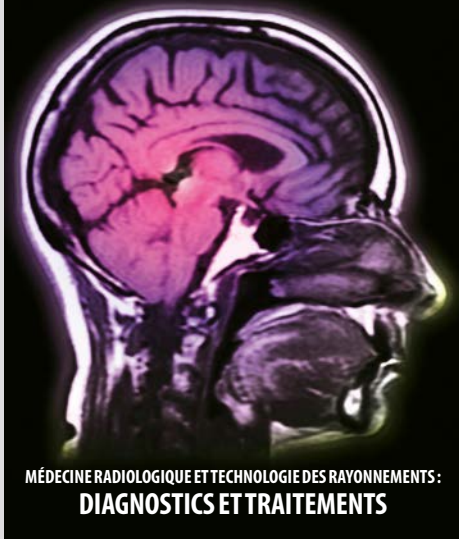
55-4-décembre 2014 • www.iaea.org/bulletin



**MÉDECINE RADIOLOGIQUE ET TECHNOLOGIE DES RAYONNEMENTS :
DIAGNOSTICS ET TRAITEMENTS**



IAEA BULLETIN
INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY
55-4 Décembre 2014 • www.iaea.org/bulletin



MÉDECINE RADIOLOGIQUE ET TECHNOLOGIE DES RAYONNEMENTS :
DIAGNOSTICS ET TRAITEMENTS

LE BULLETIN DE L'AIEA

est produit par le Bureau de l'information et de la communication.

Agence internationale de l'énergie atomique

B.P. 100, 1400 Vienne (Autriche)

Téléphone : (43-1) 2600-21270

Fax : (43-1) 2600-29610

iaeabulletin@iaea.org

Rédacteur : Aabha Dixit

Conception et production : Ritu Kenn

LE BULLETIN DE L'AIEA est disponible

› en ligne : www.iaea.org/bulletin

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

Des extraits des articles du Bulletin peuvent être utilisés

librement à condition que la source 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 :

La médecine radiologique et la technologie des rayonnements contribuent au diagnostic et au traitement de maladies et d'autres affections.

(Image : Photodisc)

Découvrez cette édition sur iPad



IAEA

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 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 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).

TABLE DES MATIÈRES

IAEA Bulletin 55-4 \ décembre 2014

Améliorer la santé publique grâce à la médecine radiologique et à la technologie des rayonnements	3
Yukiya Amano, Directeur général de l'AIEA	
Rayonnements et radionucléides en médecine	
Bref aperçu de la médecine nucléaire et de la radiothérapie	5
Nicole Jawerth, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA	
Sept choses à savoir sur les radio-isotopes	8
Sasha Henriques, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA	
La face cachée du corps humain	
Les radiopharmaceutiques permettent de révéler et de cibler les maladies cachées à l'intérieur du corps humain	10
Nicole Jawerth, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA, en collaboration avec la Section des radio-isotopes et de la technologie des rayonnements, Département des sciences et des applications nucléaires de l'AIEA	
Faites-vous une idée plus nette de l'imagerie médicale	14
Michael Amdi Madsen, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA	
La sûreté et la fiabilité de la médecine radiologique pour mission	
Le rôle des physiciens médicaux	16
Aabha Dixit, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA	
Modernisation du Laboratoire de production de radio-isotopes du Centre nucléaire de La Reina (Chili)	18
Commission chilienne de l'énergie nucléaire (CCHEN)	
Recours aux pharmaceutiques en vue de la prise en charge efficace et économique du cancer	20
Aabha Dixit, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA, en collaboration avec la Section des radio-isotopes et de la technologie des rayonnements, Département des sciences et des applications nucléaires de l'AIEA	
L'imagerie nucléaire, outil de lutte contre les maladies cardio-vasculaires	21
Michael Amdi Madsen, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA	
Sensibilisation, création de partenariats, mobilisation de ressources pour le diagnostic et le traitement du cancer : le rôle de la Division du Programme d'action en faveur de la cancérothérapie de l'AIEA	24
José Otárola-Silesky, Division du Programme d'action en faveur de la cancérothérapie de l'AIEA	
Une bonne médecine pour une bonne santé	
L'AIEA favorise la radioprotection des patients et des professionnels de santé	27
Sasha Henriques, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA	

Réduire les risques liés à l'utilisation des sources radioactives scellées en médecine	29
Tiré de la publication Sealed Radioactive Sources — Information, resources, and advice for key groups about preventing the loss of control over sealed radioactive sources, AIEA, Division de la sûreté radiologique et de la sûreté du transport et des déchets, octobre 2013	
L'AIEA œuvre pour améliorer les capacités des États Membres en ingénierie tissulaire	31
Sasha Henriques, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA	
Améliorer les soins aux patients grâce à des mécanismes d'assurance de la qualité	33
Sasha Henriques, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA	
Formation transcontinentale	
L'AIEA lance DATOL, sa plateforme de formation assistée en ligne	34
Omar Yusuf, Département de la coopération technique de l'AIEA	
Rétrospective – Les temps forts de la 58^e session de la Conférence générale de l'AIEA	36
Nicole Jawerth, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA	

AMÉLIORER LA SANTÉ PUBLIQUE GRÂCE À LA MÉDECINE RADIOLOGIQUE ET À LA TECHNOLOGIE DES RAYONNEMENTS

Les maladies non transmissibles, comme le cancer et les maladies cardiovasculaires, sont de plus en plus fréquentes dans le monde, y compris dans les pays à revenu faible et intermédiaire.

Le nombre croissant de personnes atteintes de ces maladies crée d'énormes contraintes pour les pays en développement, qui, souvent, n'ont pas les ressources nécessaires pour diagnostiquer ces maladies et les traiter efficacement. Nombre de personnes meurent de maladies pour lesquelles un traitement serait possible si elles vivaient dans des pays possédant un système de soins de santé développé. Cette situation est dramatique.



L'AIEA contribue pour une large part au respect des normes de sûreté les plus strictes lors de l'utilisation de techniques radiologiques. Son rôle consiste à protéger le personnel effectuant les procédures radiologiques de l'exposition à la radioactivité et à veiller à ce que les patients reçoivent la dose appropriée.

Le présent numéro du Bulletin de l'AIEA donne un aperçu des activités menées par cette dernière pour améliorer la situation.

En ce qui concerne le cancer, nous aidons les pays à mettre en place des centres d'oncologie et de radiothérapie ou à moderniser les centres existants et à créer des capacités en médecine nucléaire à des fins de diagnostic.

Nous nous attachons à faire en sorte que le personnel médical et technique reçoive la formation dont il a besoin pour effectuer son travail efficacement. Nous collaborons aussi avec les pays afin que les services de radiothérapie soient intégrés dans un programme de lutte contre le cancer de portée générale et s'inscrivant dans la durée.

Ce travail revêt une grande importance. Il est urgent qu'une action soit menée pour lutter contre le cancer. D'ici à 2020, on estime que plus de 10 millions de personnes mourront chaque année de cette maladie.

L'AIEA travaille à la mise en place de programmes de radiothérapie et de médecine nucléaire dans près de 130 pays à revenu faible et intermédiaire. Au cours des seules huit dernières années, nous avons envoyé des équipes de spécialistes chargés d'évaluer les capacités de lutte contre le cancer dans plus de 65 États Membres.

Au cours des dernières décennies, des progrès ont été accomplis dans la lutte contre le cancer dans de nombreux pays en développement. Cependant, les défis à relever restent de taille. Il manque encore près de 5 000 appareils de radiothérapie pour qu'un traitement curatif et palliatif puisse être dispensé à des patients atteints d'un cancer dans les pays à revenu faible et intermédiaire. Un tel traitement est essentiel, tant pour permettre la guérison, lorsqu'elle est possible, que pour soulager la douleur. L'AIEA a mis sur pied des initiatives pour remédier à cette situation.

Pour être sûre que les installations de radiothérapie déjà en place offrent le meilleur traitement et les meilleurs soins possibles, notre Division de la santé humaine effectue des audits complets des pratiques de radiothérapie. Ces audits permettent aux États Membres de s'assurer que leurs installations offrent le meilleur traitement possible. L'AIEA aide aussi les États Membres à prévenir le risque de pénurie d'isotopes médicaux, apparu au cours des dernières années.

Dans le cas d'autres problèmes de santé, comme les maladies cardiaques, la médecine radiologique, et notamment la radiologie et la médecine nucléaire, contribuent dans une très large mesure aux soins aux patients.

La médecine radiologique permet aux médecins de visualiser des fonctions physiologiques et l'activité métabolique à l'intérieur du corps humain et d'en savoir plus sur l'état de certains organes.

L'AIEA contribue pour une large part au respect des normes de sûreté les plus strictes lors de l'utilisation de techniques radiologiques. Son rôle consiste à protéger le personnel effectuant les procédures radiologiques

Ci-dessus : Lors d'une visite officielle au Costa Rica en 2013, les travaux du Centre de radiothérapie de l'hôpital Mexico sont présentés au Directeur général, M. Amano.

(Photo : C. Brady/AIEA)



de l'exposition à la radioactivité et à veiller à ce que les patients reçoivent la dose appropriée.

L'AIEA collabore étroitement avec des partenaires, tels que l'Organisation mondiale de la Santé, en vue de renforcer la capacité des pays en développement à diagnostiquer et à traiter les maladies non transmissibles. Les réseaux de formation et de mentorat, ainsi que des partenariats public-privé innovants, jouent un rôle important dans ce domaine.

Nous appuyons une approche holistique de la santé publique dans le but de donner, notamment aux pays à revenu faible et intermédiaire, la possibilité de mettre

en place des systèmes de soins de santé complets, avec du personnel formé et un équipement adéquat, pour permettre la détection précoce, le diagnostic en temps utile et le traitement efficace des maladies non transmissibles, et offrir des soins palliatifs.

En ma qualité de Directeur général, je considère que le renforcement des activités de l'AIEA dans le domaine de la santé humaine constitue une priorité élevée. L'AIEA reste déterminée à faire tout ce qu'elle peut pour réduire la souffrance due au cancer et à d'autres maladies non transmissibles.

Yukiya Amano, Directeur général de l'AIEA

Ci-dessous : L'équipement du Centre de médecine nucléaire et d'oncologie de l'hôpital Bach Mai (Viet Nam) est présenté au Directeur général, M. Amano, lors d'une visite officielle en 2014.

(Photo : C. Brady/AIEA)



RAYONNEMENTS ET RADIONUCLÉIDES EN MÉDECINE

Bref aperçu de la médecine nucléaire et de la radiothérapie



Grâce à la découverte de rayonnements et de radionucléides pouvant être utilisés en médecine, les médecins peuvent proposer à leurs patients des méthodes de prévention, de diagnostic et de traitement plus nombreuses et plus efficaces.

(Photo : R. Quevenco/AIEA)

Au cours des deux derniers siècles, des progrès sans précédent ont été réalisés en médecine. Parallèlement à des découvertes comme le vaccin contre la variole et les antibiotiques, l'utilisation des rayonnements et des radionucléides en médecine a ouvert la voie à des moyens de prévention, de diagnostic et de traitement plus variés et plus efficaces pour de nombreuses maladies.

Des maladies telles que le cancer, auparavant considérées comme incurables et fatales, peuvent maintenant être diagnostiquées plus tôt et traitées plus efficacement à l'aide de techniques nucléaires, ce qui donne aux patients une chance de combattre la maladie et, pour beaucoup d'entre eux, de grandes chances de la vaincre. Ces méthodes sont d'autant plus importantes que les maladies à forte mortalité, comme le cancer ou les affections cardiovasculaires, sont en augmentation et font partie des principales menaces pour la santé à l'échelle mondiale.

L'AIEA s'emploie depuis plus de 50 ans à promouvoir l'utilisation de techniques nucléaires en médecine en collaborant avec ses États Membres et d'autres organisations dans le cadre de projets, de programmes et d'accords. Elle a pour but d'aider à la création de capacités dans ce domaine dans les États Membres afin d'appuyer la fourniture de soins de santé de grande qualité dans le monde entier, notamment dans les pays en développement. Depuis qu'elle a entrepris ses travaux

dans le domaine de la santé humaine, l'utilisation de techniques nucléaires en médecine est devenue l'une des applications pacifiques de l'énergie atomique les plus répandues.

Le Bulletin de l'AIEA de décembre porte essentiellement sur les activités de l'Agence dans le domaine de la médecine radiologique et de la technologie des rayonnements. Avant d'approfondir le sujet du présent numéro, voici un aperçu des deux principaux thèmes dont il traite : la médecine nucléaire et la radiothérapie.

Médecine nucléaire

La médecine nucléaire utilise en quantités infimes des substances radioactives, appelées radio-isotopes, aux fins de diagnostic et de traitement de nombreuses affections, comme certains types de cancer et des maladies neurologiques et cardiaques.

Les techniques de diagnostic en médecine nucléaire

En médecine nucléaire, les radionucléides servent à obtenir des informations de diagnostic sur l'organisme. Dans ce domaine, on distingue grosso modo deux catégories de techniques : les procédures *in vitro* et *in vivo*.

Une gamma-caméra détecte et suit des radiopharmaceutiques dans l'organisme d'un patient afin de générer des images diagnostiques.

(Photo : E. Estrada Lobato/AIEA)



In vitro

Les procédures de diagnostic in vitro sont effectuées hors de l'organisme, par exemple dans un tube à essai ou une boîte de Petri. En médecine nucléaire, les procédures comme le radio-immunosorinage ou le dosage immunoradiométrique sont principalement axées sur la détermination des prédispositions à certaines maladies et le diagnostic précoce grâce au génotypage et au génotypage moléculaire pour toute une série de maladies. Elles peuvent aller du repérage de changements au niveau de cellules cancéreuses et de marqueurs tumoraux à la mesure et au suivi d'hormones, de vitamines et de médicaments pour détecter des troubles nutritionnels et endocriniens, ainsi que des infections bactériennes et parasitaires, comme la tuberculose et le paludisme.

Un appareil de radiothérapie envoie un faisceau de rayonnements pour traiter un cancer chez un patient.

(Photo : D. Calma/AIEA)



In vivo

Les procédures non invasives in vivo sont effectuées dans l'organisme et constituent la majorité des procédures de médecine nucléaire. Les méthodes reposent sur l'utilisation de radiopharmaceutiques, substances radioactives soigneusement choisies qui sont absorbées par l'organisme du patient et qui, grâce à des propriétés chimiques spécifiques, ciblent des tissus et des organes spécifiques, comme les poumons ou le cœur, sans perturber leur fonctionnement ni les endommager. La substance utilisée est alors suivie à l'aide d'un appareil spécial, par exemple une gamma-caméra, placée à l'extérieur de l'organisme et capable de détecter les petites quantités de rayonnements émis par la substance. À partir des données obtenues, la caméra peut générer des images bi- ou tridimensionnelles du tissu ou de l'organe concerné.

La tomographie à émission de positons (PET) fait partie des techniques les plus connues et dont l'utilisation croît le plus rapidement. Les médecins utilisent des appareils spéciaux, appelés tomographes à émission de positons, pour produire des scanners afin de suivre la chimie de l'organisme et le fonctionnement des organes au niveau moléculaire. Par rapport à nombre d'autres techniques de diagnostic, cela permet de détecter chez un patient des changements plus minimes et à un stade plus précoce. La PET peut être associée à d'autres techniques de scanographie, comme la tomodensitométrie, pour améliorer encore la vitesse, la précision et l'utilité de l'imagerie nucléaire médicale.

À la différence d'une radiographie traditionnelle, qui permet d'observer des détails anatomiques, les techniques de médecine nucléaire comme celles-ci informent sur la manière dont l'organisme fonctionne : elles mettent en lumière des phénomènes physiologiques ou biochimiques dynamiques importants de la partie du corps ciblée. Les informations fournies par de telles procédures de diagnostic viennent souvent compléter celles obtenues grâce à des radiographies statiques et aident le médecin à déterminer l'état et à évaluer le fonctionnement de différents organes, ce qui peut lui être utile pour prendre des décisions critiques et adapter le traitement aux besoins du patient.

Radiothérapie

La radiothérapie est une branche de la médecine qui repose sur l'utilisation des rayonnements pour traiter le cancer. Elle consiste à diriger des rayonnements sur des cellules pour les tuer. Dans le cas d'un cancer, lorsqu'on les dirige sur une tumeur cancéreuse, ou amas de cellules malignes, les cellules visées sont endommagées et tuées, ce qui permet de réduire la taille de la tumeur ou, dans certains cas, de la faire disparaître.

Il existe principalement trois types de traitement possibles par radiothérapie : la radiothérapie externe, la curiethérapie et la thérapie systémique par radio-isotopes.

La **radiothérapie externe** consiste à envoyer un ou plusieurs faisceaux de rayonnements vers des zones cibles données du corps d'un patient. Le faisceau est conçu de telle sorte que l'exposition des cellules saines aux rayonnements est réduite au minimum et que les cellules cancéreuses sont inhibées ou tuées. Les faisceaux peuvent être composés d'électrons et/ou de rayons X ou gamma ou, dans le cas de la radiothérapie par particules, de protons ou d'ions carbone. Dans certains cas, les médecins associent l'utilisation de ces faisceaux à la chirurgie, la procédure chirurgicale servant à faciliter l'accès à la tumeur pour que le faisceau puisse la cibler plus directement. Ce type de procédure est appelé radiothérapie peropératoire.

La **curiethérapie** consiste à placer des sources de rayonnements à l'intérieur ou à proximité de la zone du corps du patient requérant un traitement. Par exemple, dans le cas du cancer du col utérin, les sources radioactives peuvent être placées directement dans l'utérus pour cibler un amas de cellules cervicales. Contrairement à la radiothérapie externe, la curiethérapie permet de traiter une tumeur avec des doses élevées de rayonnements localisés et réduit ainsi le risque que des tissus sains situés à proximité soient exposés inutilement.

La **thérapie systémique par radio-isotopes (également appelée thérapie par radionucléides)** peut être utilisée pour soigner toute une série d'affections comme le cancer, les maladies du sang ou les affections de la glande thyroïde. Elle met en jeu de petites quantités de substances radioactives, comme le lutécium 177 ou l'yttrium 90, qui sont introduites dans l'organisme par une cavité ou par voie intraveineuse, orale ou autre, et qui ciblent différentes parties de l'organisme ou différents organes pour les traiter. La substance radioactive utilisée pour le traitement est choisie en fonction de ses propriétés isotopiques ou chimiques. En effet, certaines parties du corps peuvent absorber certains isotopes de manière beaucoup plus efficace que d'autres, ce qui permet de les cibler lors d'un traitement.

Par exemple, un patient souffrant d'une affection thyroïdienne peut être traité par une thérapie à l'iode radioactif, qui utilise l'iodure (131) de sodium. Le patient doit avaler une petite



Imagerie diagnostique : un scanner par PET-CT indique les concentrations de radiopharmaceutiques chez une patiente et montre qu'une partie de son organisme doit faire l'objet d'un examen plus approfondi par un médecin. (Photo : E. Estrada Lobato/AIEA)

quantité d'iodure (131) de sodium, qui entre dans le système sanguin par le tube digestif et se concentre dans la glande thyroïde, capable d'absorber une quantité d'iode 131 plusieurs milliers de fois supérieure à celle pouvant être absorbée par le reste de l'organisme. Une fois dans la thyroïde, l'iode 131 commence à détruire les cellules cancéreuses, très actives, qui s'y trouvent.

Nicole Jawerth, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA

SEPT CHOSES À SAVOIR SUR LES RADIO-ISOTOPES

1. Qu'est-ce qu'un radio-isotope ?

Tout atome d'un élément doit comporter en son centre (dans le noyau) un nombre de protons et de neutrons bien déterminé pour être stable, c'est-à-dire rester sous sa forme initiale. Les radio-isotopes sont des éléments qui ne possèdent pas le rapport protons/neutrons nécessaire pour demeurer stables. Lorsque son rapport protons/neutrons est déséquilibré, un atome essaie de devenir stable et, ce faisant, libère de l'énergie¹.

Prenons un exemple : un atome de carbone stable possède six protons et six neutrons tandis que le carbone 14, isotope instable, donc radioactif, a six protons et huit neutrons. Le carbone 14, comme tous les autres éléments instables, est un radio-isotope.

On appelle « désintégration radioactive » le processus de stabilisation, au cours duquel de l'énergie est libérée sous forme de rayonnement.

Il est possible de détecter et de mesurer le rayonnement émis, ce qui rend les radio-isotopes très utiles dans l'industrie, en agriculture et en médecine.

2. D'où viennent les radio-isotopes ? Comment sont-ils produits ?

Certains radio-isotopes sont naturels, d'autres artificiels. Seuls ceux produits par les réacteurs nucléaires et les cyclotrons² sont utilisés à des fins médicales, car ils sont faciles à obtenir, présentent les caractéristiques requises en imagerie et ont généralement une demi-vie beaucoup plus courte que les radio-isotopes naturels.

La demi-vie est le temps nécessaire pour que la moitié des radio-isotopes se désintègrent. Elle donne une indication sur la durée de vie d'un radio-isotope. Les radio-isotopes qui ont une demi-vie très longue sont plus stables, donc moins radioactifs. La demi-vie des radio-isotopes utilisés en médecine va de quelques minutes à quelques jours.

Par exemple, le rubidium 82, utilisé en imagerie de perfusion myocardique, a une demi-vie de 1,26 minute, tandis que l'iode 131, utilisé pour diagnostiquer et traiter des affections thyroïdiennes, a une demi-vie de huit jours. Il

existe au total quelque 1 800 radio-isotopes, dont une cinquantaine sont utilisés en médecine.

3. Comment les radio-isotopes sont-ils utilisés en médecine ?

Certains radio-isotopes émettent des rayonnements alpha ou bêta, qui sont utilisés pour traiter des maladies comme le cancer.

D'autres émettent un rayonnement gamma et/ou des positons grâce auxquels des caméras et des scanners médicaux* puissants permettent de générer des images montrant des processus et des structures internes à l'organisme, et de diagnostiquer des maladies. Les radio-isotopes ont différents usages hospitaliers. Ils servent à traiter des maladies thyroïdiennes et l'arthrite, à soulager les douleurs arthritiques et les douleurs liées au cancer des os ainsi qu'à traiter les tumeurs du foie. En curiethérapie, forme de radiothérapie interne, les radio-isotopes sont utilisés pour traiter les cancers de la prostate, du sein, de l'œil et du cerveau. Ils sont aussi utiles pour le diagnostic de maladies coronariennes et de la mort du muscle cardiaque.

Le technétium 99m et l'iode 131 comptent parmi les radio-isotopes les plus utilisés en médecine. Le technetium 99m, qui émet un rayonnement gamma, sert à produire des images du squelette et du muscle cardiaque principalement, mais aussi du cerveau, de la thyroïde, des poumons (perfusion et ventilation), du foie, de la rate, des reins (structure et taux de filtration), de la vésicule biliaire, de la moelle osseuse, des glandes salivaires et lacrymales et du pool sanguin cardiaque. Il permet aussi de visualiser des infections et est utilisé dans nombre d'autres applications médicales spécialisées. L'iode 131 est largement utilisé dans le traitement de l'hyperthyroïdie et des cancers thyroïdiens ainsi qu'en imagerie de la thyroïde. Il émet un rayonnement bêta, qui le rend utile en thérapie³. Les radio-isotopes sont également utilisés dans la recherche médicale pour étudier le fonctionnement normal et pathologique d'organes. Ils peuvent aussi être utiles pour la mise au point de médicaments

**Ces appareils d'imagerie puissants comprennent les caméras de tomographie d'émission monophotonique et de tomographie à émission de positons, souvent utilisées avec des scanners de tomographie par résonance magnétique.*

¹ Il existe des isotopes stables mais il n'en sera pas question dans cet article.

² Un cyclotron est une machine complexe qui accélère des particules chargées dans le vide en les éloignant du centre suivant une trajectoire en spirale. Au cours de l'accélération, les particules chargées acquièrent une grande énergie. Elles percutent alors une cible constituée de substances stables, qui est placée sur leur trajectoire. La collision entraîne la transformation des substances stables en radio-isotopes à usage médical qui serviront à la fabrication de radiopharmaceutiques.

³ Association nucléaire mondiale | Les radio-isotopes en médecine (en anglais) | www.world-nuclear.org/info/Non-Power-Nuclear-Applications/Radioisotopes/Radioisotopes-in-Medicine

4. Pourquoi les radio-isotopes sont-ils utilisés en médecine ? Quelle est leur particularité ?

La particularité des radio-isotopes est liée au fait que certains organes répondent de manière spécifique à certaines substances. La thyroïde, par exemple, absorbe l'iode plus que n'importe quel autre élément chimique, ce qui explique que l'iode 131 soit largement utilisé dans le traitement du cancer de la thyroïde et en imagerie de cette glande. De même, d'autres organes, comme le foie, les reins et le cerveau, absorbent et métabolisent certaines substances radioactives. Cependant, la plupart des radio-isotopes doivent être véhiculés par une autre substance (une molécule biologiquement active) pour atteindre l'organe cible. Par exemple, pour le diagnostic de troubles cardiaques, le technétium 99m est souvent associé à six molécules de méthoxyisobutylisonitrile afin qu'il puisse atteindre les tissus cardiaques.

Des formulations de molécules marquées avec des radio-isotopes, appelées « radiopharmaceutiques » et administrées par inhalation, ingestion ou injection, permettent aux médecins de mesurer la taille d'un organe et d'en évaluer le fonctionnement, de déceler des anomalies et de cibler le traitement sur une zone particulière.

Autre particularité des radio-isotopes : ils offrent aux patients et aux médecins les techniques chirurgicales les moins invasives, épargnant aux patients les interventions chirurgicales lourdes, pratiquées par le passé pour traiter la plupart des affections, qui présentent davantage de risques et dont il est plus difficile de se remettre. Les radio-isotopes permettent de soumettre à un traitement ciblé tous les sites de maladies, qu'ils soient visibles ou non.

5. Les radio-isotopes présentent-ils un danger pour le patient ?

Les radio-isotopes administrés aux patients dans le cadre d'un diagnostic ou d'un traitement se désintègrent, devenant rapidement (en quelques minutes ou quelques heures suivant leur demi-vie) des éléments stables, c'est-à-dire non radioactifs, ou sont rapidement éliminés de l'organisme.

Les médecins choisissent des radio-isotopes qui ont une demi-vie et une énergie appropriées afin de dispenser le meilleur traitement, d'effectuer le meilleur diagnostic ou d'obtenir les meilleures informations possibles sans endommager les tissus sains. Le technétium 99m, par exemple, a une demi-vie de six heures et libère une énergie de 140 keV (kiloélectronvolts), ce qui est assez faible et insuffisant pour nuire aux patients.

De plus, les médecins déterminent avec soin la quantité de radio-isotopes administrée aux patients de manière à réduire au minimum la dose de rayonnements tout en

veillant à ce que les images obtenues soient d'une qualité suffisante.

Afin de réduire encore la dose de rayonnements au patient résultant de l'utilisation de radiopharmaceutiques, on fait appel à des radio-isotopes à courte ou très courte période

6. Les radio-isotopes présents dans l'organisme d'un patient présentent-ils un danger pour le public ?

Le personnel médical suit des règles strictes et est formé afin de garantir que les patients qui reçoivent des doses de radio-isotopes thérapeutiques (utilisés uniquement dans le traitement du cancer et dans d'autres types de thérapies, **jamais** à des fins de diagnostic) restent confinés dans leur chambre d'hôpital jusqu'à ce que les rayonnements émis soient descendus à un niveau sans danger pour le personnel et le public. Les infirmières, les médecins et les porteurs respectent également une distance de sécurité lors des soins et portent des dosimètres individuels mesurant la dose de rayonnements qu'ils reçoivent au travail afin de s'assurer qu'elle ne dépasse pas une valeur déterminée, qui est très inférieure au seuil de sûreté.

Lorsque l'activité des radio-isotopes est tombée à un niveau tel que la radio-exposition est suffisamment faible, les patients peuvent reprendre leur vie normale et leurs occupations habituelles.

7. S'il est conseillé au personnel médical de se tenir à distance, pourquoi ces traitements sont-ils autorisés pour les patients ?

Dans le traitement du cancer, les propriétés des rayonnements sont bénéfiques pour le patient. Si un acte est prescrit, c'est qu'il est justifié. Tout est question de « justification », notion clé en médecine nucléaire. L'utilisation de rayonnements est considérée comme justifiée si les bénéfices qui en résultent sont plus importants que les dommages potentiels. L'utilisation de radio-isotopes à courte période dans le cadre d'un traitement peut guérir un malade du cancer ou allonger son espérance de vie. Les professionnels de la santé sont formés aux pratiques cliniques et peuvent gérer de manière appropriée l'exposition aux rayonnements quand ils dispensent des soins aux patients subissant une radiothérapie. Par conséquent, ces traitements sont souvent justifiés aux yeux à la fois du patient et du médecin.

Sasha Henriques, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA

LA FACE CACHÉE DU CORPS HUMAIN

Les radiopharmaceutiques permettent de révéler et de cibler les maladies cachées à l'intérieur du corps humain



Une employée surveille l'intérieur d'un conteneur blindé pendant la préparation de radiopharmaceutiques en vue de leur conditionnement en fioles de verre.

(Photo : D. Calma/AIEA)

Qui aurait pu penser il y a 100 ans qu'on serait un jour capable de localiser très précisément l'emplacement et la taille d'une masse cancéreuse qui se développe à l'intérieur du corps d'un patient ? Grâce à des substances radioactives appelées radiopharmaceutiques et à des scanners adaptés, les médecins peuvent aujourd'hui voir ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme, et même traiter de nombreuses pathologies. En médecine nucléaire, les radiopharmaceutiques jouent un rôle essentiel car ils permettent de diagnostiquer, traiter et soigner de nombreuses maladies, en particulier le cancer, au moyen de procédures très peu invasives, et de soulager la douleur engendrée par certains cancers.

Les radiopharmaceutiques vus de l'intérieur

Les radiopharmaceutiques sont des produits qui contiennent des substances radioactives appelées radio-isotopes. Il s'agit d'atomes qui émettent des rayonnements sous forme de rayons gamma ou de particules. Dans certains cas, les radio-isotopes contenus dans les radiopharmaceutiques émettent les deux types de rayonnements à la fois.

Pour produire les radio-isotopes utilisés dans les radiopharmaceutiques, on irradie une cible précise à l'intérieur d'un réacteur nucléaire de recherche ou d'un accélérateur de particules, tel qu'un cyclotron¹. Les radio-isotopes ainsi produits sont ajoutés à certaines molécules choisies en fonction de leurs caractéristiques biologiques pour en faire des radiopharmaceutiques.

Fonctionnement des radiopharmaceutiques et applications en médecine

Quand un médecin décide d'utiliser un radiopharmaceutique pour établir le diagnostic d'un patient et/ou le traiter, le produit est généralement

¹Un cyclotron est une machine complexe dans laquelle des particules chargées sont placées à l'intérieur d'une chambre vide et accélérées suivant une trajectoire en forme de spirale en direction de l'extérieur. Pendant le processus d'accélération, les particules chargées emmagasinent une grande quantité d'énergie. Les particules chargées d'énergie entrent alors en interaction avec les matières stables placées sur leur trajectoire. Cette interaction transforme les matières stables en radio-isotopes, lesquels peuvent être utilisés dans le domaine médical pour créer des radiopharmaceutiques.

administré par injection, par voie orale ou introduit dans l'organisme par une cavité. Une fois le radiopharmaceutique dans le corps humain, ses différentes caractéristiques physiques et propriétés biologiques font qu'il entre en interaction ou se combine avec différents sucres ou protéines présents dans l'organisme. Par conséquent, les radiopharmaceutiques se concentrent dans certaines parties du corps plus que dans d'autres en fonction des caractéristiques biologiques de ces zones de l'organisme. Ainsi, en sélectionnant des types spécifiques de radiopharmaceutiques, les médecins sont à même de cibler des zones précises du corps.

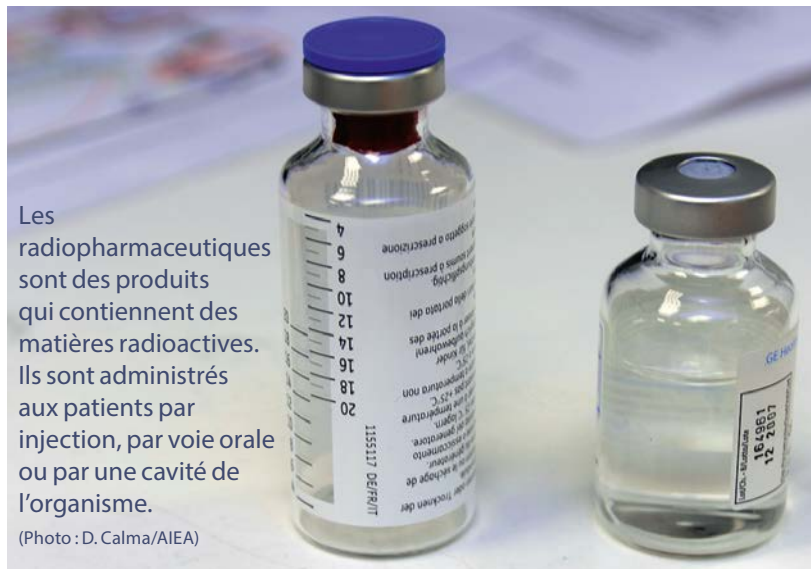
Il existe par exemple à l'heure actuelle plusieurs radiopharmaceutiques qui ont pour particularité de s'accumuler de préférence dans les tissus cancéreux et constituent de ce fait des outils efficaces pour le diagnostic et le traitement de certains types de cancer. C'est également le cas d'autres radiopharmaceutiques.

Au bout de quelques heures, ou de quelques jours, les radiopharmaceutiques se dissipent et atteignent des niveaux indétectables, quand ils ne sont pas entièrement éliminés de l'organisme.

En imagerie diagnostique

Pour l'imagerie diagnostique, les médecins choisissent des radiopharmaceutiques contenant des radio-isotopes qui émettent des rayons gamma ou des particules appelées positons, détectables à l'aide de gamma-caméras ou de scanners. Ces types d'appareils permettent de trouver l'emplacement où se concentrent les radiopharmaceutiques qui émettent des rayonnements, et traduisent les informations obtenues sous forme d'images bidimensionnelles ou tridimensionnelles faisant apparaître la localisation et la taille des organes ou des tissus examinés, notamment des lésions cancéreuses. L'imagerie diagnostique est largement et fréquemment utilisée en cardiologie et pour les troubles de la thyroïde, et de nombreuses autres parties du corps (le foie, les reins, le cerveau, le squelette, etc.), sont aussi examinées à l'aide de radiopharmaceutiques à usage diagnostique.

En plus de fournir de précieuses indications sur la taille, la forme et l'emplacement de divers organes et tumeurs, les radiopharmaceutiques utilisés en imagerie diagnostique permettent d'obtenir des informations sur le fonctionnement de différents systèmes de notre organisme. Grâce à l'imagerie cardiaque, on peut par exemple étudier le fonctionnement du cœur et les capacités cardiaques, visualiser le pompage du sang, et détecter les tissus qui pourraient être nécrosés ou endommagés. Il s'agit de l'examen diagnostique le plus couramment utilisé car il permet d'administrer aux patients souffrant de problèmes cardiaques un traitement approprié en temps voulu et d'assurer le suivi médical périodique de ces patients. Chez les malades du cancer, on recourt périodiquement à



Les radiopharmaceutiques sont des produits qui contiennent des matières radioactives. Ils sont administrés aux patients par injection, par voie orale ou par une cavité de l'organisme.

(Photo : D. Calma/AIEA)

l'imagerie pour étudier l'évolution de la maladie face au traitement et surveiller l'apparition des récives en vue d'administrer à temps le traitement nécessaire pour prévenir toute dégradation.

Les radiopharmaceutiques utilisés en imagerie diagnostique n'émettent que des rayonnements de faible niveau et peuvent donner lieu à une nette amélioration de la santé du patient. Les deux principales technologies d'imagerie qui font appel aux radiopharmaceutiques sont la tomographie d'émission monophotonique (SPECT), pour la détection des rayons gamma, et la tomographie à émission de positons (PET), pour la détection des positons. Utilisés conjointement à la tomodensitométrie classique, qui est un autre type de technologie d'imagerie, les scanners PET et/ou SPECT permettent de détecter avec une précision extrême les rayonnements émis par les radiopharmaceutiques.

Le radiopharmaceutique le plus couramment utilisé pour la SPECT contient du technétium 99m. Il est utilisé dans plus de 80 % des procédures de diagnostic en médecine nucléaire, et le plus souvent pour l'imagerie du cœur et des os. On obtient le technétium 99m à partir du molybdène 99, un radio-isotope parent, à l'aide d'un générateur. Il est possible d'ajouter le technétium 99m à diverses molécules afin de produire différents radiopharmaceutiques conçus pour cibler des maladies ou organes particuliers.

Pour la PET, le radiopharmaceutique le plus largement utilisé est une combinaison du radio-isotope fluor-18 et du fluorodésoxyglucose (FDG), un analogue du glucose que les cellules cancéreuses très actives absorbent en plus grandes quantités que les cellules saines. Pour produire le fluor 18, on bombarde de l'oxygène 18 avec des protons de haute énergie au moyen d'un type d'accélérateur de particules appelé cyclotron. On ajoute ensuite le fluor 18 à diverses molécules afin d'obtenir des radiopharmaceutiques de PET pour cibler certaines maladies et certains organes.

Les médecins administrent au patient un radiopharmaceutique qui sera ensuite détecté au moyen d'un scanner. Les images obtenues grâce au scanner sont ensuite analysées par les médecins, qui peuvent ainsi déterminer quel traitement administrer au patient.

(Photo : E. Estrada Lobato/AIEA)



Dans des applications thérapeutiques

Une fois qu'une maladie a été diagnostiquée, la thérapie radiopharmaceutique constitue dans certains cas la meilleure méthode de traitement. Les médecins font appel aux radiopharmaceutiques thérapeutiques parce qu'ils contiennent des radio-isotopes qui émettent des rayonnements sous forme de particules suffisamment puissants pour détruire les cellules malades. L'efficacité de la thérapie radiopharmaceutique pour la prise en charge et le traitement des maladies repose sur la capacité du produit radiopharmaceutique à pénétrer le tissu ou l'organe à traiter, laquelle dépend elle-même de l'interaction de l'organisme avec ce produit. Une fois choisi, le radiopharmaceutique est administré à plus



Les rayonnements émis par un radiopharmaceutique sont détectés à l'aide d'un appareil spécial qui produit des images semblables à celle-ci. Cette image à usage diagnostique montre les résultats d'un scanner SPECT-CT réalisé sur une patiente souffrant d'une grave inflammation de la hanche gauche due à une sclérose.

(Photo : E. Estrada Lobato/AIEA)

fortes doses afin que les zones à l'intérieur de l'organisme devant être traitées soient irradiées de façon ciblée.

Par exemple, on emploie souvent un radio-isotope à savoir de l'iode radioactif (iodure de sodium 131) pour traiter le cancer de la thyroïde. En effet, les scientifiques ont constaté que pratiquement tout l'iode contenu dans le sang s'accumulait dans la thyroïde. Ainsi, quand un médecin administre une dose d'iodure de sodium 131, la thyroïde absorbe pratiquement tout le produit, de sorte qu'il n'en reste quasiment plus dans l'organisme. Absorbée par la thyroïde, la dose élevée d'iode radioactif émet un rayonnement qui détruit les cellules de la glande, notamment celles qui sont cancéreuses. Aucune méthode classique ne peut remplacer l'iodure de sodium 131 pour le traitement du cancer de la thyroïde ou de l'hyperthyroïdie.

De même, le radium 223, qui émet aussi des rayonnements corpusculaires, est utilisé sous forme de chlorure de radium pour traiter le cancer des os qui se déclare à un stade avancé du cancer de la prostate. Le taux de survie des patients s'en trouve amélioré.

L'AIEA et la radiopharmacie

Dans le cadre de projets, de programmes et d'accords, l'AIEA aide ses États Membres à renforcer leurs capacités dans le domaine radiopharmaceutique. Elle contribue à la mise en valeur des ressources humaines par des moyens tels que les bourses et les visites d'experts, et aide les États en leur fournissant du matériel, en leur transmettant des technologies ou en leur proposant des cours de formation et des outils pédagogiques. L'AIEA a par ailleurs élaboré des documents d'orientation qui présentent en détail les conditions à remplir pour la mise en place d'installations de production de radiopharmaceutiques sûres et fiables.

L'objectif de ces activités est de faire en sorte que les radiopharmaceutiques soient toujours conformes aux normes de qualité requises pour que les pratiques de médecine nucléaire soient fiables et sûres.

Recherche-développement : Les projets de recherche coordonnée (PRC) de l'AIEA visent à aider les États Membres à progresser dans les activités de recherche-développement qu'ils mènent dans le domaine radiopharmaceutique, et à concentrer leurs recherches sur des questions jugées utiles par les experts. Ces projets favorisent les échanges de connaissances scientifiques et techniques, et stimulent le progrès dans le domaine de la radiopharmacie et, plus largement, de la technologie et des applications nucléaires.

Un PRC portant sur l'imagerie du ganglion lymphatique sentinelle a ainsi abouti à la mise au point d'un nouveau radiopharmaceutique qui s'est révélé très efficace pour le suivi de la propagation de cellules cancéreuses dans le système lymphatique. Un autre PRC sur les nouveaux radiopharmaceutiques utilisant le fluor 18 et le gallium 68 a permis de renforcer la collaboration entre des centres d'excellence et des centres s'essayant pour la première fois à la mise au point de ces radiopharmaceutiques. Ces exemples sont représentatifs des résultats auxquels peuvent aboutir les PRC.

Création de capacités : L'une des principales activités de l'AIEA consiste à aider les États Membres à renforcer leurs capacités dans de nombreux domaines liés au nucléaire. Dans le cadre des projets de coopération technique de l'AIEA, les États Membres reçoivent un appui spécialisé grâce auquel ils apprennent à utiliser des outils nucléaires tels que les radiopharmaceutiques. Récemment, un projet de CT qui portait sur la mise en place d'un important programme de formation en ligne à l'intention des radiopharmaciens et des manipulateurs en radiopharmacie a amené des établissements universitaires et des organismes scientifiques professionnels à coordonner leurs efforts.

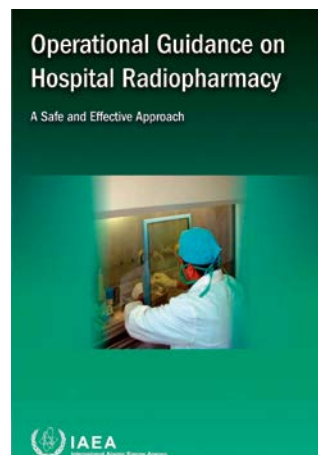
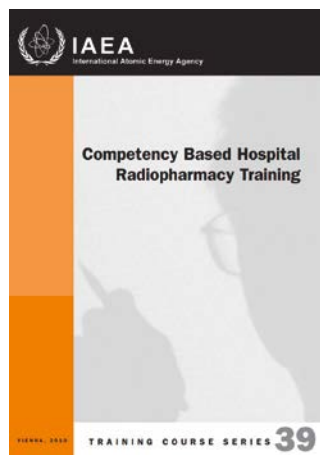
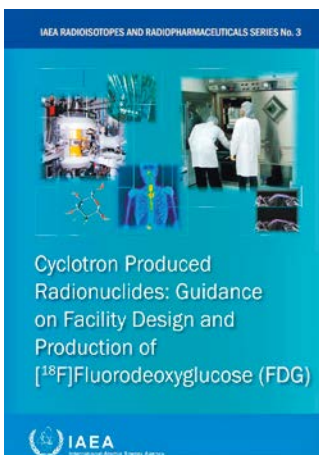


Après administration d'un radiopharmaceutique à un patient, un scanner PET-CT permet de détecter le rayonnement émis par le produit. L'image diagnostique ainsi obtenue indique que le patient atteint d'un cancer du poumon et que des métastases se sont formées près du cœur, au niveau du nœud lymphoïde.

(Photo : E. Estrada Lobato/AIEA)

Normes de sûreté : L'AIEA accorde la plus haute importance à la sûreté des patients, du personnel, du public et de l'environnement. Elle a élaboré plusieurs publications et principes directeurs à l'intention des États Membres qui travaillent dans le domaine radiopharmaceutique. L'objectif est de donner aux États Membres des lignes directrices en matière de normes de sûreté, afin de garantir la sûreté, la qualité et l'efficacité des radiopharmaceutiques.

Nicole Jawerth, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA, en collaboration avec la Section des radio-isotopes et de la technologie des rayonnements, Département des sciences et des applications nucléaires de l'AIEA



L'AIEA élabore des publications et des principes directeurs ayant trait à la radiopharmacie.

FAITES-VOUS UNE IDÉE PLUS NETTE DE L'IMAGERIE MÉDICALE

Les maladies peuvent se présenter sous des formes et des aspects très divers, et certaines sont plus faciles à détecter que d'autres. Si des lésions telles que les éruptions cutanées ou les verrues sont faciles à repérer, de plus amples informations sont nécessaires pour déceler certaines maladies et pathologies. Heureusement, les spécialistes de la médecine nucléaire peuvent aujourd'hui compter sur un large éventail de techniques et de technologies modernes d'imagerie et de diagnostic pour reconnaître les maladies les plus diverses.

SPECT, PET, IRM, CT, échocardiographie, fluoroscopie, la liste des techniques de diagnostic est longue, mais savez-vous exactement en quoi elles consistent ?

Les techniques d'imagerie peuvent être réparties en deux grandes catégories : la radiologie, qui permet simplement d'observer l'anatomie, et l'imagerie fonctionnelle, qui consiste à étudier la physiologie, c'est-à-dire le fonctionnement du corps humain. Cet article présente ces deux disciplines de l'imagerie et décrit le fonctionnement de certaines techniques parmi les plus courantes.

Radiologie

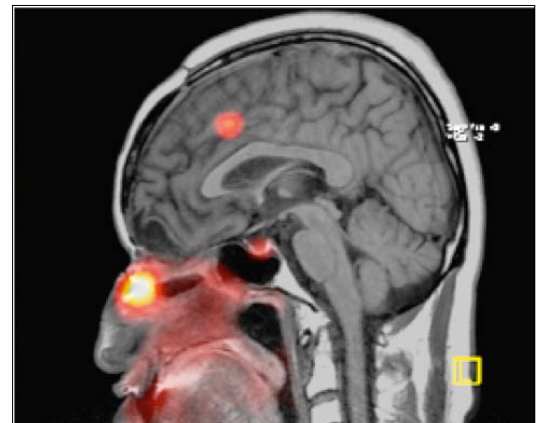
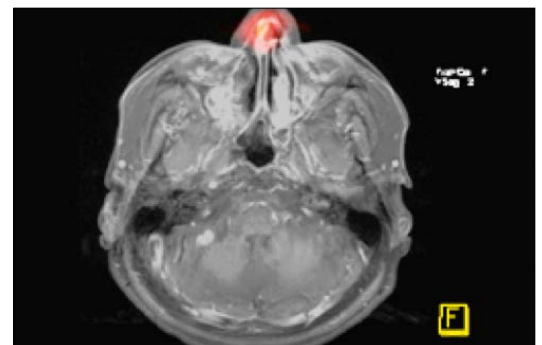
Radiographie par rayons X

Il s'agit probablement de la technologie d'imagerie la plus connue. La radiologie par rayons X fonctionne un peu selon le principe d'une ombre projetée : une partie du corps (un bras cassé, par exemple) est placée devant un détecteur de rayons X et éclairée à l'aide d'un générateur de rayons X. En traversant le patient, les rayons ne sont pas absorbés de la même manière en fonction de la densité et de la composition des différentes parties du corps. Les os et la chair ne laissent pas passer les mêmes doses de rayons X. L'image est obtenue à partir des rayons qui parviennent jusqu'au détecteur. La technique d'imagerie qui fait appel aux rayons X pour créer des images et des vidéos en temps réel est appelée fluoroscopie..



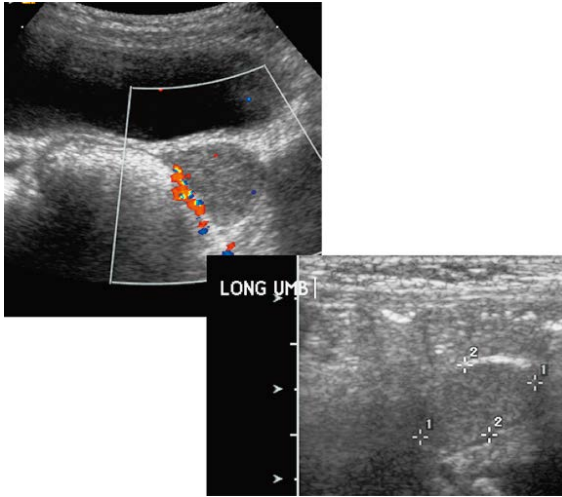
IRM

En imagerie par résonance magnétique, les images sont obtenues à l'aide d'un aimant très puissant. Cet aimant génère une impulsion magnétique qui aligne les molécules d'eau contenues dans le corps du patient. Quand l'impulsion est interrompue, les molécules se relaxent et retrouvent leur état initial, ce qui produit un signal qu'on peut détecter sans recourir à un rayonnement ionisant. Ce signal est mesuré par des instruments très sensibles et les informations ainsi obtenues sont converties en images. En modifiant la puissance et l'angle des champs magnétiques, il est possible de faire apparaître les différences entre les types de tissus, et ainsi de visualiser des tissus généralement trop mous pour être détectés par d'autres moyens.



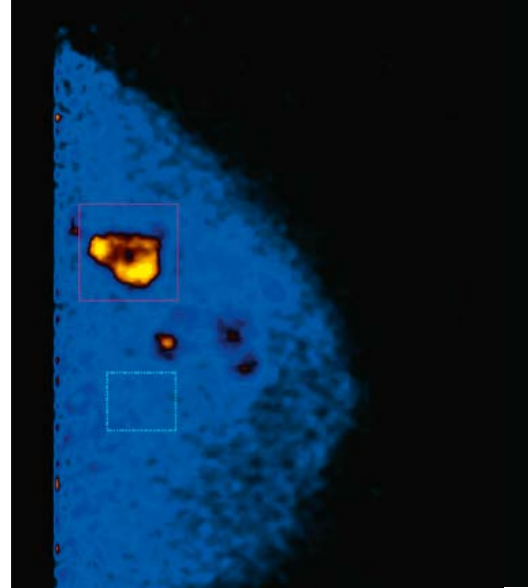
Échocardiographie

Une échocardiographie est une échographie ou un sonogramme du cœur qu'on peut obtenir sans avoir à utiliser de rayonnements ionisants. Le cœur est exposé à un signal ultrason (une onde sonore d'une fréquence supérieure à ce que peut entendre l'oreille humaine) qui rebondit sur les tissus ou les os avant d'être capté par une sonde. En mesurant la fréquence du signal et le temps qu'il met à revenir, on obtient une image du cœur du patient.



PET

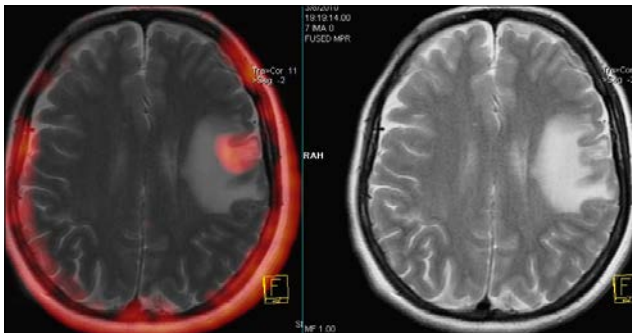
La PET, ou tomographie à émission de positons, fonctionne selon le même principe que la SPECT, si ce n'est que les radio-isotopes utilisés décroissent encore plus rapidement et émettent deux rayons gamma dans des sens opposés. Grâce à cela, on peut obtenir des représentations graphiques sous différents angles et donc visualiser en 3D la zone ou l'organe ciblé.



Imagerie fonctionnelle

SPECT

La SPECT, ou tomographie d'émission monophotonique, est une technique d'imagerie qui consiste à détecter, à l'aide d'une caméra rotative, les rayons gamma émis par un radio-isotope injecté dans les veines du patient. En se concentrant dans des organes ou des parties du corps spécifiques, les différents radio-isotopes révèlent à la caméra la forme ou la fonction de la zone ciblée. Une représentation graphique de cette zone est ensuite reconstituée par ordinateur. Comme les radio isotopes utilisés ont une courte période, ils ne demeurent pas longtemps dans l'organisme.



CT

En CT, ou tomodensitométrie, l'image est obtenue grâce à un émetteur de rayons X qui effectue une rotation autour du patient en même temps que des récepteurs situés en face. En traversant l'organisme, les rayons X sont déviés et modifiés. Ces infimes modifications sont captées par des récepteurs avant d'être converties en images. Les « coupes » transversales de l'organisme ainsi obtenues permettent aux médecins de créer des reconstitutions tridimensionnelles du patient et de son organisme.



Michael Amdi Madsen, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA
(Images : E. Estrada Lobato/AIEA)

LA SÛRETÉ ET LA FIABILITÉ DE LA MÉDECINE RADIOLOGIQUE POUR MISSION

Le rôle des physiciens médicaux

Un physicien prépare un fantôme de tête, c'est-à-dire un modèle de tête, afin de procéder à des mesures de contrôle sur une machine d'imagerie diagnostique.

(Photo: D. Calma/AIEA)



En médecine nucléaire et en radiologie, quels sont les risques engendrés par une procédure quand celle-ci est exécutée en l'absence de physiciens médicaux qualifiés et de directives adéquates ?

- Le patient peut recevoir une dose incorrecte qui risque de nuire au traitement médical ou à la qualité du diagnostic ;
- Le personnel médical et le public pourraient courir un risque de radioexposition ;
- Dans des cas extrêmes, la procédure peut provoquer des accidents graves.

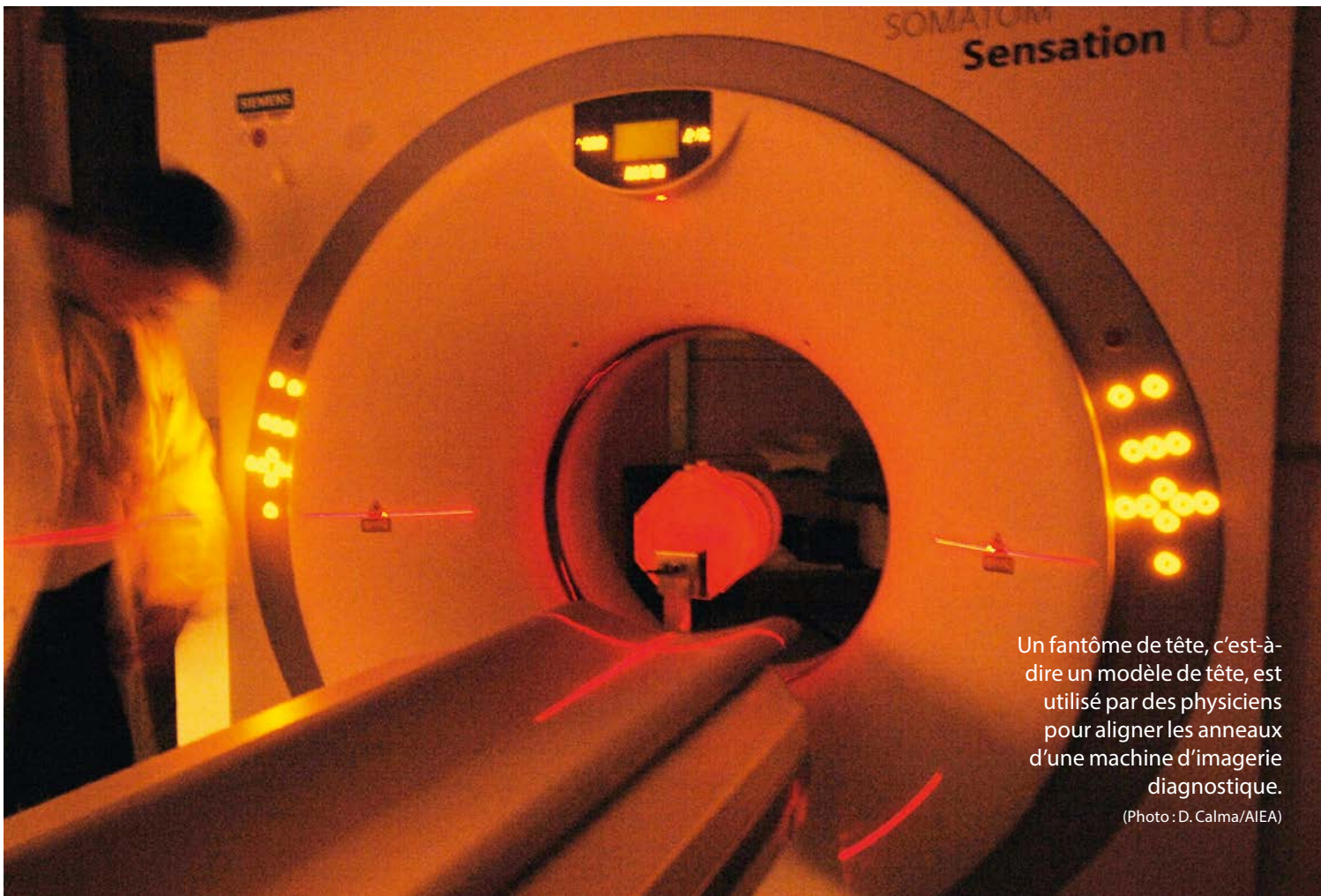
Dans le monde, plus de 10 000 hôpitaux utilisent les radio-isotopes à des fins médicales, dont près de 90 % dans le cadre de procédures de diagnostic. Les technologies de médecine nucléaire, qu'elles soient utilisées pour le traitement ou l'imagerie diagnostique de pathologies telles que le cancer ou les maladies cardio-vasculaires, sont constamment perfectionnées et mises en œuvre dans les systèmes de santé du monde entier.

Des procédures d'imagerie telles que la tomographie à émission de positons/tomodensitométrie (PET/CT), une technique hybride qui associe des technologies de médecine nucléaire et de radiologie, facilitent la détection et la stadification des maladies en fournissant des informations fonctionnelles et anatomiques qui améliorent

la précision des diagnostics et l'efficacité des traitements. Néanmoins, pour que l'utilisation des rayonnements en imagerie et en traitement soit efficace et donne les meilleurs résultats, les systèmes de santé doivent pouvoir compter sur des professionnels qualifiés, qui possèdent les connaissances et les compétences techniques requises pour garantir l'efficacité et la sûreté des applications des rayonnements à des fins médicales, en évitant tout risque de surexposition.

C'est précisément le rôle des physiciens médicaux. Ceux-ci sont des professionnels de santé ayant reçu une formation théorique et pratique spécialisée aux concepts et techniques qui régissent l'application de la physique à des fins diagnostiques et thérapeutiques dans le domaine médical, le tout en parfaite conformité avec les procédures de radioprotection. Dans le même temps, ils veillent à ce que les outils adéquats et les instruments spécialisés soient correctement utilisés dans toutes les disciplines de la médecine radiologique. Ils travaillent au sein d'équipes pluridisciplinaires chargées du diagnostic et du traitement des patients au moyen de rayonnements ionisants et non ionisants, et contribuent à garantir un haut niveau de qualité de service dans les hôpitaux et les centres de soins.

Les physiciens médicaux jouent un rôle clé dans les systèmes de santé. Outre les tâches essentielles liées aux soins aux patients, ils assument des fonctions cruciales



Un fantôme de tête, c'est-à-dire un modèle de tête, est utilisé par des physiciens pour aligner les anneaux d'une machine d'imagerie diagnostique.

(Photo : D. Calma/AIEA)

en lien avec les procédures techniques qui contribuent à garantir la sécurité des patients et du personnel, ainsi que l'exploitation économique des installations d'irradiation. Ces procédures consistent notamment à :

- Veiller à ce que les spécifications techniques des nouveaux équipements soient en adéquation avec les prescriptions cliniques de l'installation et à ce que les équipements nouvellement installés fonctionnent conformément à leurs spécifications tout au long de leur durée de vie prévue ;
 - Garantir la conformité aux prescriptions réglementaires ;
 - Élaborer et mettre en place des systèmes de gestion de la qualité s'appliquant à l'utilisation des sources de rayonnements à des fins thérapeutiques et mettre en œuvre des outils spécialisés de contrôle de la qualité ;
 - Collaborer avec d'autres professionnels de santé en vue de faire appliquer des procédures cliniques nouvelles ou complexes et de superviser leur application ;
- Faire en sorte que le personnel associé aux questions de radioprotection soit formé à la conduite de procédures sûres et appropriées.

Les médecins jouent un rôle important dans le mandat qui découle de l'article II du Statut de l'Agence : « L'Agence s'efforce de hâter et d'accroître la contribution de l'énergie atomique à la paix, la santé et la prospérité dans le monde entier. » L'AIEA soutient depuis longtemps

la physique médicale, de façon indirecte, en publiant des documents d'orientation, et directe, dans le cadre de son programme de coopération technique qui a pour objectifs la sensibilisation à la physique médicale et la création de capacités dans ce domaine au sein des États Membres.

Si les applications des rayonnements ionisants à des fins médicales sont bien établies et se justifient depuis des décennies, elles ne sont pas dénuées de tout risque. Le patient étant au centre de chacune des procédures de diagnostic et de traitement médical, il est essentiel de pouvoir compter sur des professionnels de santé qualifiés, tels que les médecins, pour veiller à ce que les rayonnements soient utilisés de façon sûre et efficace, et permettent un diagnostic et un traitement rapides, contribuant ainsi efficacement au système de santé du pays.

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

MODERNISATION DU LABORATOIRE DE PRODUCTION DE RA

Introduction de concepts avancés de s



1 Un laboratoire de production de radio-isotopes et de radiopharmaceutiques a été établi au Chili dans les années 1960 pour des activités de recherche. De 1967 jusqu'en janvier 2012, il a servi à fabriquer des radio-isotopes et des radiopharmaceutiques à des fins de diagnostic médical et de traitement. En 2012, la modernisation de sa conception et de sa technologie a commencé dans le cadre du projet de coopération technique de l'AIEA « Modernisation du laboratoire de production de radio-isotopes du centre nucléaire de La Reina par l'introduction de concepts avancés de sûreté et de bonnes pratiques de fabrication » (CHI4022).



2 Cette modernisation se justifiait par la nécessité d'améliorer les structures de radioprotection, de promouvoir les normes de propreté pharmaceutique, et de respecter les réglementations nucléaires et sanitaires. Elle comprenait la rénovation des petites vitres blindées, des vieux télémanipulateurs (dispositifs apparentés à une main permettant de manipuler des substances radioactives dangereuses à distance) et des huit cellules chaudes du laboratoire. Les cellules chaudes sont des chambres de confinement conçues pour protéger le personnel lorsqu'il travaille avec des substances radioactives. Il est essentiel qu'elles soient bien construites pour garantir des normes de sûreté élevées.



3 Le bâtiment a été partiellement démolé pour construire de nouveaux murs et des renforcements de blocs capables de supporter le poids des nouvelles cellules chaudes. Une société spécialisée a été recrutée pour construire les piliers en béton. Ce stade des travaux comprenait aussi l'assemblage d'une structure de soutien pour les briques de plomb.



4 La structure de soutien des cellules chaudes était constituée de plaques d'acier soudées et fixées ensemble avec des boulons puis arrimées au sol. Les murs internes et externes des cellules chaudes ont été fabriqués avec des briques de plomb. Le plomb est un matériau prisé pour la construction de cellules chaudes en raison de sa densité élevée et de son aptitude à bloquer les rayonnements nocifs.

RADIO-ISOTOPES DU CENTRE NUCLÉAIRE DE LA REINA (CHILI)

sûreté et de bonnes pratiques de fabrication



5 Les cellules chaudes servant à produire des pharmaceutiques au technétium 99m et à l'iode 131 ont été dotées de vitres blindées et des cadres imbriqués pour le montage des télémanipulateurs. Les fenêtres et les télémanipulateurs ont été fournis par l'AIEA et installés par des techniciens qui travaillaient en même temps que le personnel de la Commission chilienne de l'énergie nucléaire (CCHEN).



6 Des murs de plomb et des portes blindées ont été installés pour assurer la sûreté et la sécurité de la zone chaude de l'installation où seront les matières radioactives. C'est dans cette zone que les matières radioactives brutes sont placées et c'est de là que sortent les produits finis (c'est-à-dire les pharmaceutiques) après la transformation des matières brutes dans les cellules chaudes.



7 Les nouvelles cellules chaudes de production de technétium 99m étaient conformes aux dispositions des bonnes pratiques de fabrication pertinentes. L'extérieur de la cellule était en acier inoxydable et les murs, le plancher et le plafond étaient conformes aux normes de propreté pharmaceutique établies.

Au bout du corridor, un sas de transfert (fenêtre) donne sur un autre laboratoire où est produit l'iode 131.



8 Un système sophistiqué de ventilation avec des préfiltres, des filtres à air à haute efficacité (HEPA) et des filtres de charbon actif a été installé avec les nouvelles cellules chaudes et conçu pour assurer une double filtration afin d'améliorer la sûreté.

Texte : Silvia Lagos Espinoza, CCHEN ; Photos : CCHEN

RECOURS AUX PHARMACEUTIQUES EN VUE DE LA PRISE EN CHARGE EFFICACE ET ÉCONOMIQUE DU CANCER



Le Directeur général adjoint de l'AIEA chargé du Département des sciences et des applications nucléaires, Aldo Malavasi (à gauche), et João Alberto Osso Junior, chef de la Section des radio-isotopes et de la technologie des rayonnements, Division des sciences physiques et chimiques (à droite), à la troisième réunion de coordination de la recherche sur l'élaboration de radiopharmaceutiques TEP au gallium 68 en vue de la prise en charge du cancer et d'autres maladies chroniques

(Photo : C. Gravino/AIEA)

La recherche de procédures scientifiques rapides et précises permettant de cartographier l'organisme humain en vue du diagnostic exact et du traitement rapide de maladies comme le cancer figure depuis longtemps parmi les priorités mondiales. L'une des techniques médicales mises au point est l'application unique de la technologie nucléaire basée sur les radiopharmaceutiques, c'est-à-dire des radiotraceurs utilisés en petites quantités pour produire des images des fonctions des organes et diagnostiquer les maladies. Ils fournissent au patient des radiations très faibles, non invasives et considérées comme sûres. Leurs émissions peuvent être détectées avec précision et produisent des images utiles à des fins diagnostiques.

Les techniques d'imagerie telles que la tomographie informatisée (CT), l'imagerie par résonance magnétique (IRM) et l'imagerie par ultrasons permettent de suivre l'évolution des fonctions physiologiques et de l'activité métabolique. En comparaison, les radiopharmaceutiques permettent de recueillir des informations spécifiques et détaillées sur la fonction et le métabolisme des organes.

Ils sont généralement utilisés avec un dispositif de balayage bien établi, comme la tomographie à émission de positons (PET). Les radiopharmaceutiques classiques de PET sont essentiellement basés sur un radio-isotope appelé fluor 18. Toutefois, il faut un cyclotron¹ et des installations connexes pour produire ce radio-isotope, un matériel assez cher dont la mise en place demande du temps. En revanche, un autre radio-isotope approprié, le gallium 68, peut être facilement obtenu avec des générateurs de germanium 68/gallium 68.

Le gallium 68 est un radio-isotope doté de propriétés physiques utiles et qui est beaucoup moins cher que les radio-isotopes produits dans les cyclotrons.

¹ Un cyclotron est une machine complexe qui accélère les particules chargées dans le vide en les soumettant à une force centripète suivant une trajectoire en forme de spirale. Au cours du processus d'accélération, ces particules acquièrent une grande énergie, et entrent ensuite en interaction avec les matières stables qui se trouvent sur leur trajectoire. Cette interaction transforme celles-ci en radio-isotopes utiles en médecine qui sont utilisés pour fabriquer des radiopharmaceutiques.

L'AIEA est l'un des principaux pionniers qui appuient la mise au point de technologies nucléaires de pointe dans l'utilisation des radiopharmaceutiques. Elle a accueilli une réunion de coordination de la recherche à son Siège, du 1er au 5 septembre 2014, dans le cadre d'un de ses projets de recherche coordonnée portant sur l'élaboration de radiopharmaceutiques au gallium 68. Cette réunion, qui a rassemblé 17 établissements du monde entier travaillant sur la mise au point de ces radiopharmaceutiques, a permis d'analyser les résultats provenant de divers pays et de discuter du plan de travail pour la période suivante du projet. Il a été convenu d'élaborer et de tester « une trousse » de formulations chimiques au gallium 68 prête à être employée avec le gallium 68 produit à partir de générateurs de germanium 68/gallium 68.

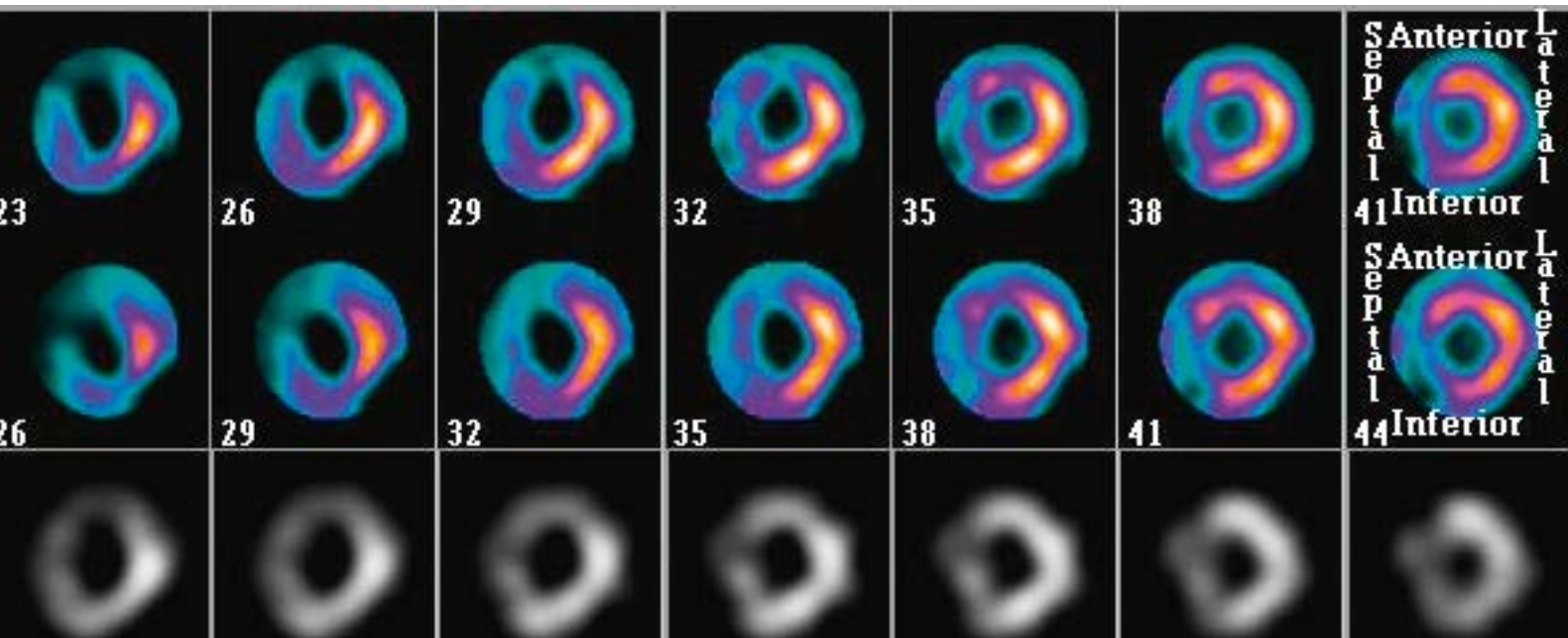
Dans son allocution de bienvenue, le Directeur général adjoint de l'AIEA chargé du Département des sciences et des applications nucléaires, Aldo Malavasi, a souligné l'importance des radiopharmaceutiques au gallium 68 comme outil diagnostique en médecine nucléaire ainsi que l'utilité des travaux de recherche effectués dans ce domaine.

En particulier, la production de trousse prête à être marquée avec ce radio-isotope facilitera son utilisation clinique, a-t-il déclaré, et améliorera encore l'utilité de cette technique nucléaire qui permettra une meilleure prise en charge du cancer et d'autres maladies.

Certains types de cancer, comme les cancers neuroendocriniens, sont plus faciles à diagnostiquer et à surveiller grâce à l'imagerie basée sur les radiopharmaceutiques au gallium 68. Étant donné qu'on n'a pas besoin de cyclotron, la mise en place d'installations de PET/CT utilisant des radiopharmaceutiques au gallium 68 pourrait être un point de départ viable qui permettrait aux pays à revenu intermédiaire ou faible de se lancer dans l'imagerie médicale en ce qui concerne ces types de cancer et d'autres maladies infectieuses.

Aabha Dixit, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA, en collaboration avec la Section des radio-isotopes et de la technologie des rayonnements, Département des sciences et des applications nucléaires de l'AIEA

L'IMAGERIE NUCLÉAIRE, OUTIL DE LUTTE CONTRE LES MALADIES CARDIOVASCULAIRES



L'imagerie de perfusion myocardique montre comment le myocarde est irrigué (ou perfusé) par le sang. (Photo : E. Estrada Lobato/AIEA)

L'AIEA participe à la lutte contre les maladies cardiovasculaires en aidant ses États Membres à utiliser la science et la technologie nucléaires pour les dépister et suivre leur évolution. Les techniques d'imagerie nucléaire permettent aux médecins de voir l'intérieur de l'organisme d'un patient et comment fonctionnent les organes, sans courir le risque d'une chirurgie.

Les maladies cardiovasculaires tuent plus que pratiquement toute autre cause sur la terre. L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) estime qu'elles étaient responsables d'environ 30 % de tous les décès en 2008. Ce chiffre est en hausse et l'OMS indique que les maladies cardiovasculaires tueront plus de 23 millions de personnes chaque année d'ici 2030, soit à peu près l'équivalent de toute la population d'un pays de taille moyenne.

Qu'est-ce qu'une maladie cardiovasculaire?

Les maladies cardiovasculaires sont un groupe de maladies qui peuvent affecter le cœur et les vaisseaux sanguins. Elles vont des maladies touchant des vaisseaux spécifiques de certains organes ou muscles, telles que les affections cardiaques coronaires et les maladies artérielles périphériques, aux caillots sanguins et aux malformations cardiaques congénitales, en passant par les lésions du muscle cardiaque dues à des maladies systémiques comme le rhumatisme articulaire aigu. Leur champ d'action est vaste et elles peuvent affecter des gens de toutes conditions. Alors que les crises cardiaques, les attaques cérébrales et l'hypertension artérielle sont des affections souvent associées à la restauration

rapide prévalente dans les pays riches, ou les pays à la population vieillissante, la vérité est que plus de 80 % des décès dus aux maladies cardiovasculaires surviennent dans les pays à revenu faible et intermédiaire. Ce sont ces pays qui ont le plus besoin d'assistance.

L'imagerie nucléaire et les maladies cardiovasculaires

Les médecins se servent des technologies d'imagerie pour « voir » l'intérieur du cœur d'un patient, savoir comment cet organe fonctionne et vérifier son état général afin de poser un diagnostic. L'une des techniques d'imagerie largement recommandées est l'imagerie de perfusion myocardique. Elle met en jeu l'injection d'un radiotracer (composé dans lequel un isotope stable est remplacé par un radio-isotope que l'on peut suivre à la trace dans l'organisme du patient) qui se retrouve dans le muscle cardiaque en proportion de l'irrigation sanguine. Le radiotracer émet de petites quantités de rayonnements qui sont captés par une caméra sensible et traduits en

L'imagerie de perfusion myocardique est une technique « sentinelle » relativement peu chère, qui ne présente pratiquement aucun risque pour la plupart des gens – elle n'est pas utilisée sur les femmes enceintes – et qui donne beaucoup d'informations sur le cœur et son fonctionnement.

images. Celles-ci montrent comment le muscle cardiaque est irrigué (ou perfusé) par le sang. D'ordinaire, le patient s'exerce sur un tapis de course ou un vélo stationnaire au cours de l'examen pour augmenter l'irrigation sanguine du cœur et permettre au médecin de savoir comment celui-ci se comporte en condition d'effort physique.

Perspectives concernant les maladies cardiovasculaires et le rôle de l'AIEA

En octobre 2014, l'AIEA a accueilli une réunion d'examen de la conception d'un projet régional du programme de coopération technique pour la région Amérique latine. Cette réunion a été pour Fernando Mut, un physicien nucléaire travaillant dans une clinique de Montevideo (Uruguay), et Amalia Peix, directrice adjointe de la recherche à l'Institut de cardiologie de Cuba, l'occasion de partager leurs observations personnelles avec les autres participants.

Uruguay

Fernando Mut a décrit l'important travail effectué par l'Agence qui appuie les cardiologues de son pays et d'autres régions d'Amérique latine non seulement en les sensibilisant davantage aux techniques d'imagerie médicale comme l'imagerie de perfusion myocardique, mais aussi en les formant à l'acquisition et à l'utilisation de ces techniques. Recruté à plusieurs reprises par l'AIEA



Fernando Mut, physicien nucléaire de Montevideo (Uruguay). (Photo : M. Madsen/AIEA)

pour des formations, il a participé à de nombreux cours dans toute la région avec l'appui de l'Agence.

M. Mut a expliqué pourquoi l'imagerie de perfusion myocardique est pratiquée avant d'autres procédures diagnostiques plus complexes et plus importantes, et pourquoi elle est essentielle dans sa clinique. Il a notamment déclaré : « L'imagerie de perfusion myocardique est une technique "sentinelle" relativement peu chère, qui ne présente pratiquement aucun risque pour la plupart des gens – elle n'est pas utilisée sur les femmes enceintes – et qui donne beaucoup

d'informations sur le cœur et son fonctionnement. Il existe d'autres façons de mesurer l'activité cardiaque, comme l'ECG (électrocardiogramme) et l'échographie cardiaque, qui sont des techniques sûres et non invasives fréquemment utilisées. Malheureusement, elles ne donnent pas toujours assez d'informations sur l'état du patient, et ne sont généralement qu'une première étape dans la détermination d'une maladie cardiovasculaire. Des techniques diagnostiques plus exhaustives comme l'angiographie (une technique d'imagerie par rayons X dans laquelle un cathéter est inséré dans une artère) font appel à la chirurgie et présentent un niveau de risque, très faible il est vrai, mais réel, raison pour laquelle nous essayons de ne les utiliser **qu'en cas de nécessité** »

Cuba

Amalia Peix, directrice adjointe de la recherche à l'Institut de cardiologie de Cuba, a indiqué que son pays avait un solide système de santé, mais que certains obstacles l'empêchaient d'accroître l'utilisation de l'imagerie de



Amalia Peix, directrice adjointe de la recherche à l'Institut de cardiologie à Cuba.

(Photos : M. Madsen/AIEA)

perfusion myocardique. Ce sont le coût prohibitif de cette technique et l'embargo économique qui empêche l'importation d'équipements.

M^{me} Peix a décrit l'appui de l'AIEA à son institut et attiré l'attention sur un projet de coopération technique de l'Agence qui, il y a six ans, leur a permis, avec les contributions du Gouvernement cubain, de reconstruire le service de cardiologie nucléaire de leur clinique et de le doter de nouveaux équipements et de personnel formé.

« L'AIEA a organisé deux séminaires et pris des mesures pour nous envoyer des enseignants en cardiologie nucléaire. Leur assistance nous a aidés à former du personnel et à trouver des gamma-caméras de bonne qualité. »

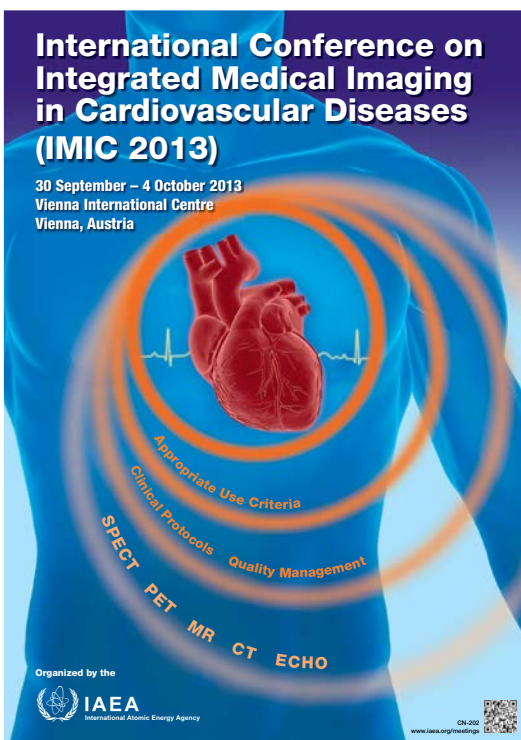
« L'AIEA nous a aussi donné des possibilités de collaboration et de partage de données d'expérience

dans plusieurs activités de cardiologie nucléaire. En travaillant avec l'Agence, nous avons bénéficié d'un appui pour des études impliquant plusieurs établissements, notamment de pays en développement, ainsi que d'une assistance pour propager les avantages des techniques nucléaires en médecine. »

« Les patients de l'Institut sont ouverts à l'idée de la médecine nucléaire », a indiqué M^{me} Peix. « Toutefois, ils n'ont souvent entendu parler que de l'utilisation des rayonnements et de la médecine nucléaire pour le traitement du cancer, et sont un peu inquiets quand nous leur conseillons de se tenir à distance des enfants pendant une période de vingt-quatre heures après une procédure d'imagerie de perfusion myocardique. Nous leur expliquons comment la procédure ne les rend pas radioactifs et comment la quasi-totalité du technétium (le radio-isotope servant à marquer les composés utilisés) aura disparu de leur organisme en l'espace d'un jour. La peur des rayonnements est facilement surmontée avec les explications, ce qui est important, car les techniques nucléaires sont un outil diagnostique important qui nous guide en vue d'interventions appropriées dans le domaine des maladies cardiovasculaires. »

Rôle de la formation théorique

La formation théorique et le partage des connaissances sont essentiels en ce qui concerne ces maladies et des mesures sont prises pour diffuser les dernières recherches dans ce domaine dans le monde. En 2013, l'Agence a tenu sa première Conférence internationale sur l'imagerie médicale intégrée pour les maladies cardiovasculaires (IMIC 2013), une réunion intensive de cinq jours au cours



de laquelle 350 participants de 91 États Membres ont échangé des connaissances, des données d'expérience et des résultats de recherche sur ces affections.

L'importance de la nécessité d'une initiative mondiale de lutte contre ces maladies a été soulignée au cours de cette conférence. Cela passe par une coordination et un partenariat des organisations non gouvernementales internationales avec les gouvernements nationaux pour sensibiliser davantage à ce problème, promouvoir activement la prévention de ces maladies et fournir une assistance efficace, efficace et économique dans leur prise en charge.

La réunion a en outre fourni des informations sur la manière dont l'AIEA répond à ces besoins à travers ses activités de collaboration avec les États Membres et les associations professionnelles. Ces partenariats atteignent leurs objectifs par la fourniture d'informations et de matériel didactique ainsi que des cours en ligne et sur place, par le biais de projets de coopération technique et d'activités de recherche coordonnée.

Outre qu'elle a été accréditée par l'Union européenne des médecins spécialistes et a octroyé des unités de valeur en formation médicale continue aux jeunes professionnels médicaux qui y ont assisté, l'IMIC 2013 a servi de plateforme pour promouvoir les webinaires de formation en ligne de l'AIEA dans les domaines de l'imagerie de perfusion myocardique et de la tomographie informatisée.

Au-delà des cliniques

L'appui de l'AIEA dans le domaine de la technologie et de l'imagerie nucléaires ne suffira pas pour gagner la lutte contre les maladies cardiovasculaires, car la bataille des lignes de front est en fait menée au niveau de chaque patient potentiel. Ces maladies sont peut-être inévitables chez certains sujets, mais la plupart d'entre elles peuvent être prévenues par la lutte contre les facteurs de risque et des campagnes de promotion de la prévention. Les études ont montré que le tabagisme, l'inactivité physique et une alimentation malsaine peuvent tous augmenter le risque de maladie cardiovasculaire, alors que ce sont aussi des facteurs que l'on peut maîtriser par des choix de mode de vie. Mais même si la prévalence des maladies cardiovasculaires est faible au sein de la population d'un pays, il sera toujours important qu'il y ait des options peu chères, efficaces et économiques de dépistage et de surveillance de ces affections et, à cette fin, l'imagerie nucléaire restera un outil précieux.

Michael Amdi Madsen, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA

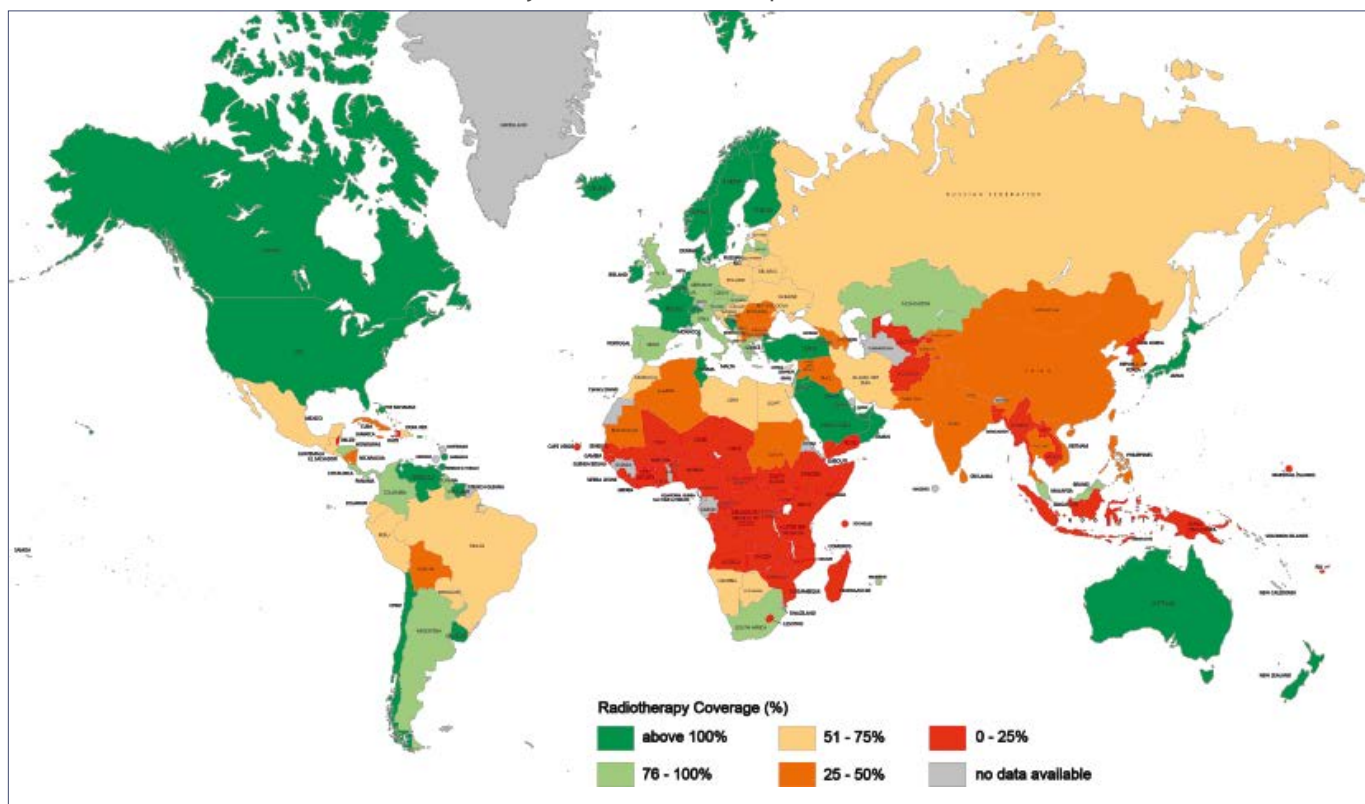
SENSIBILISATION, CRÉATION DE PARTENARIATS, MOBILISATION DE LE RÔLE DE LA DIVISION DU PROGRAMME D'ACTIO



1 L'AIEA s'emploie, par le biais de son Programme d'action en faveur de la cancérothérapie (PACT) et en collaborant avec l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) et d'autres organisations actives dans le domaine du cancer, à apporter une réponse coordonnée à l'échelle mondiale pour appuyer la mise en œuvre de vastes programmes nationaux de lutte contre le cancer dans ses États Membres à revenu faible et intermédiaire.

(Photo: Pact/AIEA)

2 Plus de 30 pays du monde entier ne disposent pas d'appareils de radiothérapie. Avec ses organisations partenaires, le PACT a pour but d'aider les patients à avoir accès à des outils de diagnostic grâce auxquels leur vie pourra être sauvée, à bénéficier d'un traitement et à jouir d'une meilleure qualité de vie.



RESSOURCES POUR LE DIAGNOSTIC ET LE TRAITEMENT DU CANCER: EN FAVEUR DE LA CANCÉROTHÉRAPIE DE L'AIEA



- 3 Le VUCCnet (Université virtuelle et réseau régional de formation à la lutte contre le cancer) est une initiative de l'AIEA, lancée en 2010 dans le cadre du PACT, qui aide à la création de réseaux de formation et de mentorat dans les pays à revenu faible et intermédiaire et entre ces pays. Cette initiative offre une plateforme web facilitant l'accès aux outils de formation pour un coût plus abordable. À l'heure actuelle, au Ghana, en République-Unie de Tanzanie, en Ouganda et en Zambie, la plupart des personnes chez qui un cancer est diagnostiqué perdent la bataille contre la maladie. Afin de pouvoir offrir à leur population des moyens complets de lutte contre le cancer, ces quatre pays entendent former 250 oncologues, plus de 8 000 infirmières, 2 800 agents de santé communautaires et autres professionnels de santé au cours de la prochaine décennie.

(Photo : PACT/AIEA)

- 4 En marge de la 58^e session de la Conférence générale de l'AIEA, le PACT a organisé une activité parallèle sur l'importance des partenariats stratégiques dans la lutte contre l'épidémie mondiale de cancer, à laquelle ont participé le Directeur général de l'AIEA, M. Yukiya Amano, le Directeur général adjoint et chef du Département de la coopération technique de l'AIEA, M. Kwaku Aning, des délégués d'États Membres de l'AIEA et des représentants d'organisations internationales.



Tebogo Seokolo, Représentant permanent de l'Afrique du Sud auprès de l'AIEA (à gauche), Mitsuro Kitano, Représentant permanent du Japon auprès de l'AIEA (au centre, à gauche), Kwaku Aning, Directeur général adjoint et chef du Département de la coopération technique de l'AIEA (au centre, à droite), Yukiya Amano, Directeur général de l'AIEA (à droite). (Photo : O. Yusuf/AIEA)



5 En 2014, le Viet Nam a invité le PACT à effectuer une mission intégrée (mission imPACT). La mission a permis d'évaluer les besoins du pays en matière de lutte contre le cancer et sa capacité d'y répondre. Les missions imPACT sont un point d'entrée qui permet à l'AIEA, par l'intermédiaire du PACT, à l'OMS et au CIRC de déterminer l'aide qu'ils peuvent apporter pour l'élaboration et la mise en œuvre d'un programme complet de lutte contre le cancer.

(Photo : L. Potterton/AIEA)



6 Depuis 2004, plus de 60 pays ont bénéficié d'une mission imPACT. De plus, dix États Membres ont déjà demandé une mission imPACT pour 2015 afin de renforcer leur combat contre le cancer.

(Photo : P. Pavlicek/AIEA)



7 En octobre 2014, le Groupe consultatif sur le développement de l'accès à la technologie de la radiothérapie (AGaRT) s'est réuni au Siège de l'AIEA, à Vienne. L'AGaRT est une plateforme qui met en rapport les utilisateurs finals d'appareils de radiothérapie en Afrique, en Asie-Pacifique, en Europe et en Amérique latine avec les principaux fabricants en vue d'étudier des moyens innovants d'offrir des solutions de radiothérapie abordables, durables et appropriées lorsque les ressources sont rares. L'AGaRT a été créé par le PACT en 2009 avec l'appui technique de la Division de la santé humaine et de la Division de la sûreté radiologique et de la sûreté du transport et des déchets de l'AIEA.

(Photo : N. Falcon Castro/AIEA)



8 La Division du Programme d'action en faveur de la cancérothérapie de l'AIEA sensibilise, crée des partenariats innovants et mobilise les ressources indispensables pour lutter contre le cancer.

Texte : José Otárola-Silesky, Division du Programme d'action en faveur de la cancérothérapie de l'AIEA

UNE BONNE MÉDECINE POUR UNE BONNE SANTÉ

L'AIEA favorise la radioprotection des patients et des professionnels de santé



Patient sous un appareil de tomographie assistée par ordinateur (CT) multidétecteur (à gauche), qui produit des images détaillées de son cœur (à droite).
(Photo : J. Vassileva/AIEA)

L'exposition médicale aux rayonnements dans le cadre d'exams par tomographie assistée par ordinateur, rayons X, radioscopie et tomographie à émission de positons constitue la principale source artificielle d'exposition à des rayonnements ionisants.

D'après le Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR), plus de 10 millions d'actes de radiologie diagnostique et plus de 100 000 actes de médecine nucléaire diagnostique sont effectués chaque jour. De plus, quelque cinq millions de traitements de radiothérapie sont dispensés chaque année.

L'utilisation des rayonnements en médecine est l'une des plus grandes découvertes médicales des 120 dernières années. Elle a permis d'améliorer grandement la compréhension des processus et des fonctions corporelles, ainsi que la capacité de diagnostiquer et de guérir les maladies.

Cependant, à l'exposition médicale aux rayonnements est associé le risque d'une utilisation inappropriée.

L'AIEA s'emploie à promouvoir des stratégies et une planification des prises en charge pour aider à protéger les patients, le personnel et le public contre une exposition superflue et involontaire aux rayonnements ionisants, tout en favorisant une bonne médecine et une bonne santé.

Suivi des activités

En 2012, l'AIEA a lancé Sûreté en radio-oncologie (SAFRON), un système web de notification volontaire conçu pour inciter le personnel des centres médicaux à répertorier les

causes d'accidents et d'événements évités de peu lors de l'utilisation de la radiothérapie pour le traitement du cancer dans leurs centres, aux fins de la prévention de tels accidents et événements. Grâce au regroupement d'informations sur les événements survenus et ceux évités de peu, ainsi que sur la causalité et les actions correctives, un système plus sûr pourra être mis au point dans les installations de radiothérapie pour empêcher qu'un événement se produise ou réduire la probabilité qu'il se produise.

Le système SAFRAD (Sûreté des procédures radiologiques) est un autre système de notification volontaire qui consiste en une base de données internationale dans laquelle sont consignés les rapports de dose et des données pertinentes pour les patients pour lesquels la dose reçue dépasse les seuils établis ou qui subissent des examens de diagnostic et des interventions sous guidage fluoroscopique. Ce système a été créé principalement à des fins de recherche. On estime que le simple fait de l'utiliser améliore la sûreté et la qualité du service.

L'AIEA est aussi le fer de lance du projet Smart Card/ SmartRadTrack, qui consiste à élaborer des méthodologies pour surveiller l'exposition des patients aux rayonnements tout au long de leur vie, quel que soit le centre ou le pays dans lequel ils se rendent pour recevoir des soins médicaux. Ce projet est destiné à sensibiliser à l'exposition tout au long de la vie aux rayonnements résultant des actes médicaux et à aider les médecins traitant un patient à s'assurer de la nécessité de le soumettre à nouveau à un acte, afin d'éviter de le répéter inutilement.

Au titre du Plan d'action international pour la radioprotection des patients, document d'orientation approuvé par les organes directeurs de l'AIEA en 2002, l'Agence fournit des normes et une formation, facilite

l'échange de connaissances, offre une assistance technique directe et sensibilise dans le but d'améliorer les soins aux patients. En 2013 a été publiée la déclaration de position commune de l'AIEA et de l'Organisation mondiale de la Santé sur le renforcement de la radioprotection (l'Appel à l'action de Bonn), qui définit les responsabilités et propose des priorités en matière de radioprotection en médecine pour la prochaine décennie.

La campagne « sensibilisation, adéquation et audit » pour la protection du patient

L'AIEA collabore aussi avec les autorités locales et les ministères de la santé pour changer l'attitude des médecins vis-à-vis de l'utilisation des rayonnements ionisants chez les patients grâce au programme « sensibilisation, adéquation et audit ».

Sensibilisation : Le médecin ou le radiologue doit avoir conscience des risques liés à l'exposition des patients à diverses doses de rayonnements, être capable de déterminer s'il vaut la peine d'exposer le patient au risque compte tenu de son état et des informations et bénéfices que l'acte peut apporter, et être à même d'informer les patients sur les éventuels risques et les bénéfices.

Adéquation : Tout acte mettant en jeu des rayonnements ionisants devrait permettre d'obtenir les informations nécessaires au diagnostic du patient. Les critères d'adéquation, ou lignes directrices relatives à l'imagerie clinique, sont des recommandations qui aident le prestataire de soins de santé à choisir le meilleur test d'imagerie en fonction de l'état du patient et de l'équipement disponible. Il pourra aussi s'agir d'un test ne faisant pas appel aux rayonnements ionisants.

Audit : Il sert à évaluer si les principes de sensibilisation et d'adéquation sont appliqués de manière correcte et cohérente dans le milieu clinique. Les résultats d'un audit doivent être pris en compte dans l'exploitation d'un hôpital ou d'un centre de soins.

Justifier et optimiser

Les principes de justification et d'optimisation sont très importants en matière de radioprotection et de sûreté en médecine.

Aux fins de la justification, on détermine si l'acte peut améliorer le diagnostic ou fournir des informations nécessaires sur le patient, et s'il peut ou non être plus bénéfique que nuisible.

L'optimisation consiste à s'assurer que l'équipement et les procédures utilisés permettent de produire des images de bonne qualité tout en maintenant la dose de rayonnements reçue par le patient le plus bas possible.

Protéger le personnel médical

D'après l'UNSCEAR, plus de 7,4 millions de médecins, techniciens, infirmières et dentistes sont concernés par l'utilisation médicale des rayonnements.

Selon un rapport de l'UNSCEAR, le nombre de travailleurs sous rayonnements en médecine a augmenté rapidement au fil des ans et l'exposition professionnelle des personnes dispensant des soins médicaux est très variable d'un travailleur à un autre. Lors de certains actes, le personnel médical peut recevoir des doses importantes, et la formation des professionnels de santé aux questions de radioprotection pose un problème constant¹.

L'AIEA a lancé le projet Système d'information sur la radioexposition professionnelle en médecine, dans l'industrie et la recherche (ISEMIR-IC), base de données internationale spécialement conçue pour les installations de cardiologie interventionnelle, qui peut servir à déterminer les besoins en matière de radioprotection professionnelle et à optimiser celle-ci. Pour cela, des informations sur la dose reçue par les professionnels et les procédures utilisées sont collectées, puis des informations sur les meilleures pratiques sont partagées en vue d'une optimisation.

L'AIEA fournit aussi, sur son site web (rpop.iaea.org), des informations détaillées sur la cataracte radio-induite qui peuvent intéresser le personnel effectuant des interventions médicales en utilisant des rayons X.

Sasha Henriques, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA

¹ UNITED NATIONS, "Annex B — Exposures of the Public and Workers from Various Sources of Radiation", Sources and Effects of Ionizing Radiation (Report to the General Assembly), Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR 2008), UN, New York (2010).

RÉDUIRE LES RISQUES LIÉS À L'UTILISATION DES SOURCES RADIOACTIVES SCÉLÉES EN MÉDECINE¹

Les sources radioactives scellées sont couramment utilisées en médecine dans diverses applications diagnostiques et thérapeutiques. Ces sources sont habituellement hautement radioactives et peuvent donc être à l'origine de lésions graves, voire mortelles, si elles sont employées de façon impropre ou malveillante, sans parler des risques qu'elles engendrent en cas de perte ou de vol.

Les sources radioactives scellées sont notamment utilisées en téléthérapie pour traiter le cancer : à partir d'une source externe, il s'agit d'administrer des doses précises de rayonnements ciblées sur une zone bien définie de l'organisme du patient. La source généralement utilisée en téléthérapie est le cobalt 60, mais certains équipements plus anciens utilisent le césium 137. Les appareils de téléthérapie permettent de traiter les tumeurs cancéreuses en toute sûreté et avec efficacité, mais il faut pour cela qu'ils soient correctement installés, étalonnés, entretenus et réparés, et qu'ils soient exclusivement manipulés par un personnel qualifié, sous une supervision médicale adéquate. Par ailleurs, les sources au cobalt 60 doivent être régulièrement remplacées, ce qui ne peut être fait que par un fournisseur de sources agréé. La solution privilégiée pour gérer correctement les sources retirées du service consiste à les renvoyer au fournisseur après le remplacement. Quand cela n'est pas possible, les sources retirées du service doivent être évacuées dans le respect des prescriptions réglementaires nationales.

La curiethérapie est une autre discipline médicale dans laquelle des sources radioactives scellées sont couramment utilisées, mais elles sont cette fois placées au contact direct du patient. La source est insérée dans la tumeur, soit manuellement, soit à distance, à l'aide de matériel spécialisé. L'implantation à distance est devenue bien plus fréquente, car cette méthode réduit les risques d'exposition du personnel médical aux rayonnements, ainsi que les risques pour le patient. Les sources utilisées en curiethérapie devant être retirées après leur implantation, il convient de veiller à ce qu'il n'en reste rien à la suite du traitement.

Selon les spécifications des fabricants, certaines sources de curiethérapie doivent être remplacées tous les 10 à 15 ans. Non seulement le remplacement et le transfert des sources retirées nécessitent des procédures appropriées de radioprotection, mais leur stockage définitif requiert également des procédures et des installations adaptées.

Depuis quelques années, les sources radioactives scellées sont également utilisées en radiochirurgie stéréotaxique, grâce à un appareil appelé Gamma Knife®, qui permet un traitement non invasif des tumeurs et autres anomalies du cerveau. Avec seulement 200 appareils installés

dans le monde en 2012, cette technologie n'est pas très répandue. L'appareil contient de nombreuses sources radioactives scellées au cobalt 60 qui sont disposées dans une demi-sphère de manière qu'un grand nombre de faisceaux de rayonnements très fins puissent être dirigés sur un point précis à l'intérieur du cerveau. Ces sources radioactives scellées doivent également être remplacées régulièrement, ce qui ne peut être effectué que par des agents du fabricant ayant été formés et agréés. Après le remplacement, les sources usées qui ont été retirées doivent être renvoyées au fournisseur ou au fabricant, ou stockées définitivement dans des conditions de sûreté et de sécurité.

En médecine, les sources radioactives scellées sont également utilisées pour la stérilisation : les objets sont exposés à un faisceau qui les irradie à un niveau suffisant pour neutraliser ou tuer les micro-organismes présents dans la matière irradiée. Entre autres applications, cette méthode est couramment employée pour stériliser le sang humain avant une transfusion. Les irradiateurs sont constitués d'une cuve blindée d'environ un mètre de diamètre et un mètre et demi de hauteur (ces dimensions pouvant varier d'un fabricant à un autre) qui renferme une source de haute activité au cobalt 60 ou au césium 137.

L'objet à irradier est placé dans une cellule spécialement conçue pour cet usage, cette cellule est fermée et les sources y sont exposées pendant une durée suffisante pour administrer la dose nécessaire à la stérilisation. L'irradiateur peut contenir plusieurs sources individuelles disposées de manière à créer un champ d'irradiation uniforme à l'intérieur de la cellule. Après quelques années, il est généralement nécessaire de remplacer les sources. Les remplacements ne peuvent être effectués que par des agents formés et agréés du fabricant, et les sources retirées sont renvoyées à ce dernier en vue de leur stockage définitif.

Prévention des pertes et des vols de sources

Si le risque d'exposition aux rayonnements lors de l'utilisation des sources radioactives scellées est réduit quand elles sont manipulées par un personnel ayant une formation appropriée et l'expérience adéquate, la grande majorité des accidents graves et des incidents sont dus à la perte ou au vol d'appareils et de leurs sources. De bonnes pratiques et procédures d'utilisation peuvent contribuer à réduire le nombre de problèmes en empêchant la perte ou le vol des sources au départ.

¹ Tiré de la publication Sealed Radioactive Sources — Information, resources, and advice for key groups about preventing the loss of control over sealed radioactive sources, AIEA, octobre 2013.

Il est essentiel pour qu'elles remplissent leur fonction que les sources utilisées en curiethérapie soient de taille réduite et transportables. Cependant, du fait de ces caractéristiques, elles sont également susceptibles d'être perdues, involontairement déplacées ou volées. Les appareils de téléthérapie et les irradiateurs étant nettement plus volumineux, il est improbable qu'ils soient entièrement perdus.

Il est pourtant arrivé que certains appareils, après des années d'inutilisation dans un établissement, aient été vendus à des entrepreneurs de recyclage de métaux sans que les sources radioactives scellées en aient été retirées au préalable. La perte de contrôle dans ces situations est généralement le résultat d'une mauvaise gestion des registres et des équipements, qui a amené le personnel à oublier que l'appareil contenait une source radioactive scellée. Il est obligatoire d'indiquer sur les appareils qu'ils contiennent des matières radioactives. Cependant, il arrive que les étiquettes utilisées à cet effet soient retirées par inadvertance ou qu'elles deviennent illisibles parce que trop usées ou endommagées.

Le moyen le plus efficace de prévenir les accidents ou incidents dus à des sources radioactives scellées est d'adopter des habitudes de travail et de prendre des mesures visant à réduire la probabilité de perte ou de vol de ces sources. Les organisations et sociétés qui utilisent de telles sources ont la responsabilité de prendre les dispositions nécessaires pour protéger le public, l'environnement et elles-mêmes chaque fois qu'elles travaillent avec une source radioactive scellée. Les sources qui ne sont plus utilisées doivent être renvoyées au fabricant, stockées définitivement en tant que déchets radioactifs si possible, ou conditionnées en vue de leur entreposage à long terme dans des conditions de sécurité, avec le consentement de l'organisme de réglementation national.

Les matières radioactives des sources sont scellées à l'intérieur d'un conteneur de protection. Les ondes ou particules énergétiques qu'émettent ces matières sont ce qu'on appelle les rayonnements ionisants. Ceux-ci sont utilisés à des fins précises : par des médecins pour traiter le cancer, par des radiographes pour contrôler les soudures de pipelines ou par des spécialistes pour irradier des aliments afin d'améliorer leur conservation.

Les spécialistes qui travaillent régulièrement avec des sources radioactives peuvent s'en servir en toute sûreté en raison de leurs compétences, de leur formation et de leur bonne connaissance des caractéristiques de sûreté et de conception des équipements qu'ils utilisent.

Toutefois, lorsque ces sources sont perdues ou volées, elles peuvent tomber entre les mains de personnes qui n'ont ni cette formation, ni ces connaissances, ou qui souhaitent les utiliser à des fins malveillantes. Dans ces circonstances, les sources radioactives peuvent représenter de sérieux risques pour tous ceux qui s'en approchent de trop près, les touchent ou les ramassent, en particulier si ces sources sont endommagées.

L'AIEA ŒUVRE POUR AMÉLIORER LES CAPACITÉS DES ÉTATS MEMBRES EN INGÉNIERIE TISSULAIRE

« Tissu : ensemble de cellules généralement d'un type particulier qui, avec leur substance intercellulaire, forment l'un des matériaux structurels d'une plante ou d'un animal. »

La perte de tissus est l'un des résultats les plus débilissants des problèmes de santé comme les brûlures, le cancer, les maladies cardiovasculaires et les accidents traumatiques mettant en jeu la perte totale ou partielle de parties du corps.

La régénération des tissus perdus grâce à des matériaux naturels ou synthétiques est actuellement le traitement le plus prometteur dans ces situations.

L'AIEA aide les États Membres à élaborer et à utiliser la technologie d'ingénierie tissulaire, un domaine relativement nouveau centré sur la mise au point de nouveaux tissus créés à partir de cellules souches ou de biomatériaux produits synthétiquement (y compris des polymères obtenus à partir de matériaux naturels)

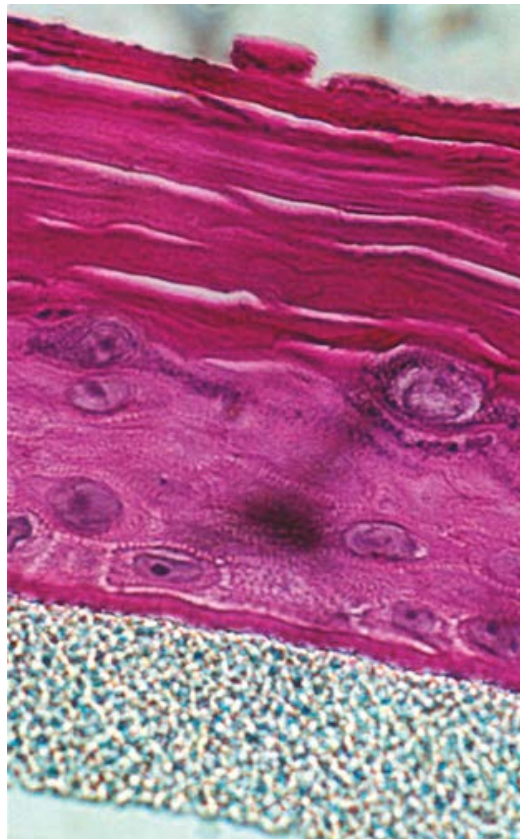
Matériaux de construction

Chaque année, des milliers de personnes perdent des tissus en raison de maladies ou de blessures. La plupart des pays ont créé des banques de tissus où les tissus donnés (provenant de cadavres ou d'autres sources) sont traités et entreposés. Mais ces banques manquent de tissus parce que la plupart des gens ne donnent pas leurs organes ou ceux de leurs parents à la médecine après la mort, pour des raisons religieuses, culturelles ou sociales. En outre, il pourrait ne pas y avoir de programmes nationaux d'enregistrement des donateurs pour faciliter le don ou la récolte de tissus.

En conséquence, les pays considèrent actuellement les tissus artificiels/fabriqués comme la meilleure solution au problème médical persistant des pertes de tissus.

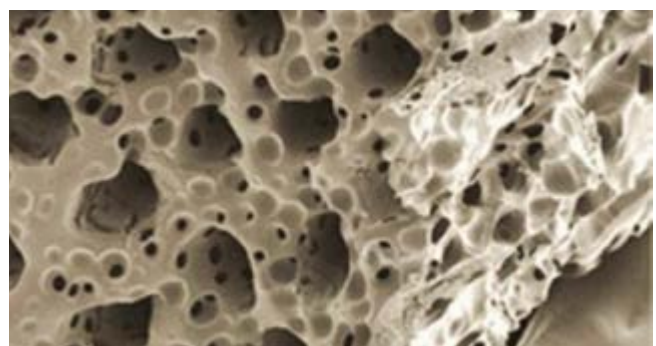
La fabrication de supports de tissus est l'une des premières étapes de la régénération des tissus. Ces supports sont des structures aux surfaces inégales qui facilitent la croissance cellulaire (les cellules ne se développent pas sur des surfaces lisses) et les migrations cellulaires (à l'instar des personnes, les cellules aiment aller et venir et avoir des interactions avec d'autres cellules).

« Dans des conditions appropriées et avec de bonnes informations, les cellules fabriqueront pratiquement n'importe quoi – un nouveau cœur, un nouvel os, quelques mètres d'un nouvel intestin, ou une partie d'un nouveau foie », dit Oleg Belyakov, radiobiologiste à la Section de la radiobiologie appliquée et de la radiothérapie de l'AIEA.



Épiderme, couche externe artificielle de la peau, pouvant être utilisée pour traiter des brûlures. (Photo : MatTek)

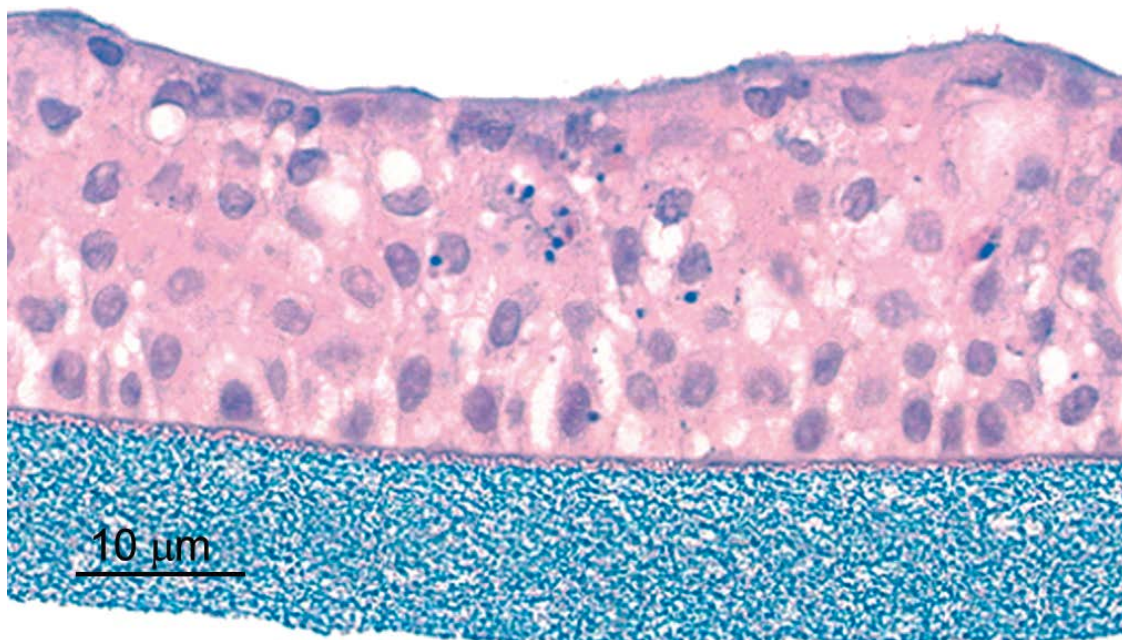
« Les conditions appropriées pour la croissance cellulaire sont des supports, des températures, des micro-environnements et une micro-architecture requis. Les bonnes informations peuvent consister à les pousser doucement dans la bonne direction. Par exemple, les cellules souches utilisées en ingénierie tissulaire ont besoin de signaux d'autres cellules pour comprendre ce qu'elles devraient devenir, comment elles devraient se différencier », dit Agnes Safrany, radiochimiste à la Section des radio-isotopes et de la technologie des rayonnements de l'AIEA.



Support de tissu cardiaque en 3D avec des trous de différentes tailles pour promouvoir la croissance de nerfs, de vaisseaux sanguins, etc. Des tissus cardiaques artificiels/fabriqués peuvent être utilisés pour remplacer des parties du cœur nécrosées. (Photo : PCI F23030 y E31007)

Système artificiel de tissu épithélial trachéen/bronchique humain.

(Photo : MatTek)



Les supports fournissent la charpente dont les cellules ont besoin pour construire les structures nécessaires – vaisseaux sanguins, valves, peau, nerfs, cartilages, etc. Si les supports ne sont pas « parfaitement appropriés », les cellules n'établiront pas les connections requises et le tissu produit mourra.

« Parfaitement appropriés » peut signifier que les supports devront avoir des trous suffisamment grands pour permettre les migrations cellulaires au cours des étapes initiales de la fabrication de tissus, puis des trous beaucoup plus petits quand viendra le moment de fabriquer des nerfs et des vaisseaux sanguins.

On peut changer la forme et la structure des supports ainsi rapidement et efficacement à l'aide de rayonnements, ce qui n'endommage pas le tissu en croissance dans le support.

Les technologies des rayonnements sont aussi importantes dans d'autres domaines de l'ingénierie tissulaire, comme le greffage de surfaces, l'élimination de cellules pour former une « couche nourricière » pour d'autres tissus, et en stérilisation.

L'ingénierie tissulaire, qu'elle soit ou non combinée aux techniques traditionnelles des banques de tissus, peut permettre d'améliorer le résultat des traitements médicaux et réduire la nécessité de stériliser des matériaux donnés à l'avenir.

Recherche-développement

Le projet de recherche coordonnée (PRC) de l'AIEA sur les surfaces instructives et les supports en vue de l'ingénierie tissulaire à l'aide de la technologie des rayonnements a démarré cette année et devrait se terminer en 2018. Il est exécuté à la fois par la Division de la santé humaine et la Division des sciences physiques et chimiques.

Sur les 14 États Membres participants, l'Argentine, le Bangladesh, le Brésil, l'Égypte, la Malaisie, le Mexique, le Portugal, la Slovaquie, la Turquie et l'Uruguay ont tous des capacités limitées dans ce domaine alors que la Chine, la Pologne, le Royaume-Uni et les États-Unis ont des connaissances et une infrastructure avancées en ingénierie tissulaire.

« Le PRC est organisé ainsi afin que nous puissions, et par extension que les États Membres en développement puissent, tirer parti du savoir-faire des pays qui sont en pointe dans ce domaine », dit Balyakov, responsable de ce projet. « Notre but est de fournir un cadre pour le transfert de connaissances et de technologies entre les établissements participants, de faciliter la formation d'un réseau entre les spécialistes de diverses disciplines (comme les chimistes, les biologistes, les physiciens médicaux, les ingénieurs médicaux et les spécialistes des sciences des matières), et de promouvoir la participation rapide des États Membres à revenu faible et intermédiaire dans ce domaine en développement rapide ».

Sasha Henriques, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA

AMÉLIORER LES SOINS AUX PATIENTS GRÂCE À DES MÉCANISMES D'ASSURANCE DE LA QUALITÉ

Avec les avancées technologiques, les machines servant au diagnostic et au traitement des maladies, y compris les dispositifs utilisant des rayonnements ionisants, continuent d'être de plus en plus complexes, permettant d'obtenir des images plus claires et plus détaillées des organes et de traiter plus efficacement des maladies comme le cancer.

Ainsi, grâce à des dispositifs ultramodernes de radiothérapie, les professionnels médicaux peuvent mieux façonner les faisceaux de rayonnements pour les adapter aux tumeurs cancéreuses, et ainsi améliorer le traitement des patients en radiothérapie.

Toutefois, si ces dispositifs complexes sont mal étalonnés ou mal utilisés, les patients peuvent recevoir des doses inappropriées de rayonnements ionisants, ce qui peut être nocif pour eux et pour le personnel médical, et causer des préjudices là où il ne devrait en avoir aucun.

L'objectif et le but devraient être de fournir les quantités de rayonnements appropriés pour produire des images diagnostiques ou traiter le cancer. Dans les deux cas, si la quantité de rayonnements est trop élevée, cela peut nuire au patient et, si elle est insuffisante, les informations des images diagnostiques seront aussi insuffisantes pour le médecin. En thérapie, une trop faible quantité de rayonnements empêchera de détruire toutes les cellules malignes, ce qui entraînera une réapparition du cancer.

Pour aider à résoudre les problèmes de la surexposition et de la sous-exposition aux rayonnements au cours des procédures médicales, l'AIEA aide les États Membres à atteindre et à maintenir des normes élevées de pratique professionnelle grâce à la formation théorique et pratique ainsi qu'à l'établissement et à la mise en œuvre de programmes d'assurance de la qualité. Fournis par le biais de son programme de coopération technique, les services de gestion de la qualité de l'Agence lui permettent d'appuyer des installations médicales dans le monde entier avec des outils qu'elles peuvent utiliser pour améliorer la pratique de la médecine radiologique.

L'Agence a élaboré des principes directeurs exhaustifs pouvant appuyer le processus d'audit dans toutes les disciplines de la médecine radiologique, à savoir la médecine nucléaire (assurance de la qualité en médecine nucléaire – QUANUM), la radio-oncologie (assurance de la qualité en radio-oncologie – QUATRO) et la radiologie diagnostique (assurance de la qualité en radiologie diagnostique – QUADRIL).

L'outil QUANUM appuie les audits cliniques internes et externes en médecine nucléaire et encourage les installations médicales à adopter une culture d'examen



Légende de la photo : Des physiciens discutent de mesures de rayonnements effectuées au cours d'une mission QUATRO à Rijeka (Croatie).
(Photo : E. Izewski/AIEA)

en vertu de laquelle les pratiques et les procédures sont régulièrement contrôlées.

Les évaluations externes de la radio-oncologie effectuées par les missions QUATRO visent principalement à améliorer la qualité grâce à un examen complet des procédures, de la structure et des processus de radiothérapie.

L'outil QUADRIL soutient les audits cliniques externes des pratiques de radiologie diagnostique et se concentre sur l'amélioration de la qualité des soins aux patients ainsi que sur l'offre et l'organisation des services cliniques.

Ces principes directeurs des audits pourraient varier en ce qui concerne le détail de leur contenu, mais ils ont les mêmes caractéristiques fondamentales, sont effectués par des équipes multidisciplinaires d'experts expérimentés dans le domaine correspondant de la médecine radiologique et visent à améliorer la qualité. Pour aider les vérificateurs au cours du processus d'audit et en même temps faciliter un processus d'audit indépendant, des normes, des questionnaires détaillés et des formulaires de rapport d'audit ont été élaborés et inclus dans ces principes directeurs de l'AIEA.

Le processus d'audit est entièrement volontaire. Toutefois, c'est seulement grâce à un audit clinique exhaustif que les pratiques actuelles d'une installation peuvent être examinées de manière systématique et que les domaines nécessitant une amélioration peuvent être déterminés.

Sasha Henriques, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA

FORMATION TRANSCONTINENTALE : L'AIEA LANCE DATOL, SA PLATEFORME DE FORMATION ASSISTÉE EN LIGNE



Lors de la manifestation consacrée à DATOL en marge de la 58^e session de la Conférence générale de l'AIEA, les États Membres ont pu se renseigner sur ce programme de formation en ligne destiné aux professionnels de la médecine nucléaire.

(Photo : C. Hofilena/AIEA)

La médecine nucléaire a connu des évolutions remarquables au cours des dernières années. Des techniques d'imagerie hybrides, des méthodes d'analyse innovantes et des procédures de tomodensitométrie ont été largement adoptées par des établissements médicaux du monde entier. De même, il est de plus en plus couramment admis que la gestion et l'utilisation sûres des rayonnements en médecine exigent des professionnels de santé bien formés.

Bien que les États Membres de l'AIEA aient fait des investissements appréciables dans la médecine nucléaire, des lacunes subsistent en matière de compétences techniques, en particulier dans les pays à revenu faible et intermédiaire. Dans certaines régions, cette discipline n'est pas encore suffisamment développée pour justifier la mise en place de programmes de formation ciblés. Dans d'autres, les programmes de formation proposés ne répondent pas à l'évolution des besoins dans ce domaine.

En septembre 2014, l'Agence a officiellement lancé sa plateforme de formation assistée en ligne DATOL (Distance Assisted Training Online Learning). Conçue pour combler les déficits de compétences, cette plateforme est accessible via le site Human Health Campus, centre de ressources créé par l'AIEA pour mettre à la disposition des professionnels de santé des outils pédagogiques spécialisés, fiables et présentés de façon organisée.

DATOL sert de source d'informations et permet d'accéder à des formations structurées. Cette plateforme de formation professionnelle en ligne doit permettre aux spécialistes de la médecine nucléaire de développer les connaissances et les compétences qui leur seront nécessaires pour effectuer des examens de grande qualité et proposer des services médicaux sûrs et adaptés.

Le programme interactif approfondi de DATOL couvre actuellement 39 thèmes, demandant environ 900 heures d'étude, et il porte autant sur des connaissances fondamentales (théorie) que sur des connaissances appliquées (pratique). Quand il est suivi à temps partiel, à raison de 5 à 6 heures par semaine, le programme de DATOL peut être couvert en 2 à 3 ans.

Pour le contrôle des compétences acquises par les participants, la plateforme de formation assistée en ligne intègre des procédures d'évaluation standardisées aux niveaux à la fois régional et interrégional. Chacun des quelque 40 thèmes couverts comporte des exercices dont les résultats sont enregistrés afin de mesurer la progression dans le cours.

La genèse de DATOL

La formation assistée à distance dans ce domaine a d'abord pris la forme d'une présentation de la technologie médicale nucléaire proposée sur support papier.

Les origines de DATOL remontent à un programme mis en place par l'Université de Sydney et l'Organisation australienne pour la science et la technologie nucléaires (ANSTO) il y a plus de 20 ans. Ces institutions ont conjointement élaboré une formation assistée à distance visant à initier les hôpitaux des États Membres de l'AIEA aux méthodes d'utilisation de la médecine nucléaire à des fins diagnostiques et thérapeutiques. À la suite du succès de cette initiative, la formation a été développée et transformée en un module d'apprentissage sur CD, qui a lui-même servi de base pour élaborer la version en ligne actuelle de DATOL.

Aujourd'hui, DATOL est devenue un programme harmonisé de développement professionnel continu en ligne, spécialement prévu pour permettre aux professionnels de la médecine nucléaire de se former individuellement. Cette plateforme donne accès via internet à des ressources de formation approfondie qui couvrent aussi bien des concepts fondamentaux que des applications pratiques. L'accent est mis en particulier sur les innovations techniques récentes dans le domaine de la tomographie d'émission, notamment de la tomographie d'émission monophotonique et de la tomographie à émission de positons. Les utilisateurs de DATOL, qui pratiquent déjà la médecine nucléaire — c'est là une condition d'admission au programme — peuvent élargir leurs connaissances en la matière grâce à des outils de formation interactive, à des démonstrations visuelles et à des capacités de soutien aux étudiants.

Dans le domaine médical, les techniques nucléaires et radiologiques sont couramment mises en œuvre pour prendre en charge tout un ensemble de pathologies allant des troubles infectieux à des maladies non transmissibles telles que le cancer ou les problèmes cardiovasculaires. DATOL a déjà permis à environ 800 professionnels de se former à la détection et au traitement de ces maladies, en particulier en Amérique latine et dans la région Asie et Pacifique.

Un retour d'expérience positif

Bien que DATOL n'ait été lancée que récemment, de nombreux retours d'expérience soulignent déjà l'utilité de telles plateformes de formation assistée en ligne. Il a été prouvé que DATOL avait amélioré les pratiques de médecine nucléaire, en particulier quand les directives de mise en œuvre recommandées avaient été suivies (notamment les calendriers et les échéances strictes). À l'occasion des ateliers interactifs organisés à l'appui de DATOL, l'AIEA a recueilli des retours d'expérience faisant état d'un élargissement considérable des connaissances, d'une évolution positive des mentalités et de l'adoption de nouvelles pratiques essentielles. La disponibilité du programme de médecine nucléaire en langue espagnole a largement contribué au succès des efforts déployés pour promouvoir ce service en ligne innovant en Amérique latine.

Le lancement de la plateforme DATOL marque une étape unique et cruciale car il représente l'aboutissement d'un effort et d'une planification étendus, appuyés par toute une série de projets de coopération technique (CT) mis en œuvre au cours des deux dernières décennies. Ces projets de CT visaient à développer et harmoniser progressivement le programme de formation et les ressources pédagogiques, à améliorer les moyens d'accès au module de formation en ligne, et à adapter le cours aux programmes de développement professionnel de tous les spécialistes de la médecine nucléaire. L'apprentissage dans le cadre des cours en ligne du site Human Health Campus

suit la méthode de la Cyberplateforme d'apprentissage pour la formation théorique et pratique dans le domaine nucléaire (CLP4NET) de l'AIEA, laquelle permet d'accéder librement, à partir d'un site unique, à des modules d'information spécialisés et à des formations portant sur un domaine scientifique particulier.

DATOL est également le fruit d'un partenariat efficace entre les États Membres, le Département des sciences et des applications nucléaires et le Département de la coopération technique de l'AIEA. Ce partenariat a bénéficié du soutien de l'Université de Sydney, de l'University College de Londres et de l'ANSTO.

Peu après le lancement de ce programme en ligne en marge de la 58e session de la Conférence générale de l'AIEA, plusieurs questions ont été adressées par les États Membres à son propos. La République islamique de Mauritanie et le Bénin ont récemment demandé de plus amples détails au sujet de DATOL afin de mieux comprendre en quoi consiste la plateforme.

Appui du mandat de l'AIEA

Dans le domaine de la santé humaine, les besoins techniques et infrastructurels associés à la prévention, au diagnostic et au traitement sont souvent complexes et coûteux. L'AIEA s'emploie à soutenir les efforts déployés par les États Membres pour proposer des services de médecine nucléaire, en conformité avec l'article II de son statut, selon lequel elle doit s'efforcer de hâter et d'accroître la contribution de l'énergie atomique à la santé. La mise au point de programmes de formation appropriés à l'intention de toute la communauté de la médecine nucléaire répond ainsi à un objectif fondamental de l'AIEA.

DATOL est une expression de ce mandat. La plateforme constitue une source d'informations exactes, qui font autorité et auxquelles les professionnels de la médecine nucléaire des États Membres de l'AIEA peuvent se fier pour leur formation et le développement de leurs compétences.

DATOL offre une plateforme d'apprentissage aux pays ayant besoin d'informations et de formations médicales de source sûre qui peuvent aider à sauver des vies. Dans une démarche à la fois dynamique et économique, cette plateforme favorise le renforcement des capacités des professionnels de la médecine nucléaire. Elle représente pour ceux qui travaillent dans cette spécialité et dans le domaine éducatif un formidable moyen de se former aux nouveaux concepts et aux technologies disponibles dans le secteur de la médecine nucléaire.

Omar Yusuf, Département de la coopération technique de l'AIEA



Rétrospective

Les temps forts de la 58^e session de la Conférence générale de l'AIEA

22 - 26 septembre 2014



Plus de 3 000 participants se sont réunis du 22 au 26 septembre 2014 au Siège de l'AIEA à l'occasion de la 58^e session de la Conférence générale (CG) de l'Agence.

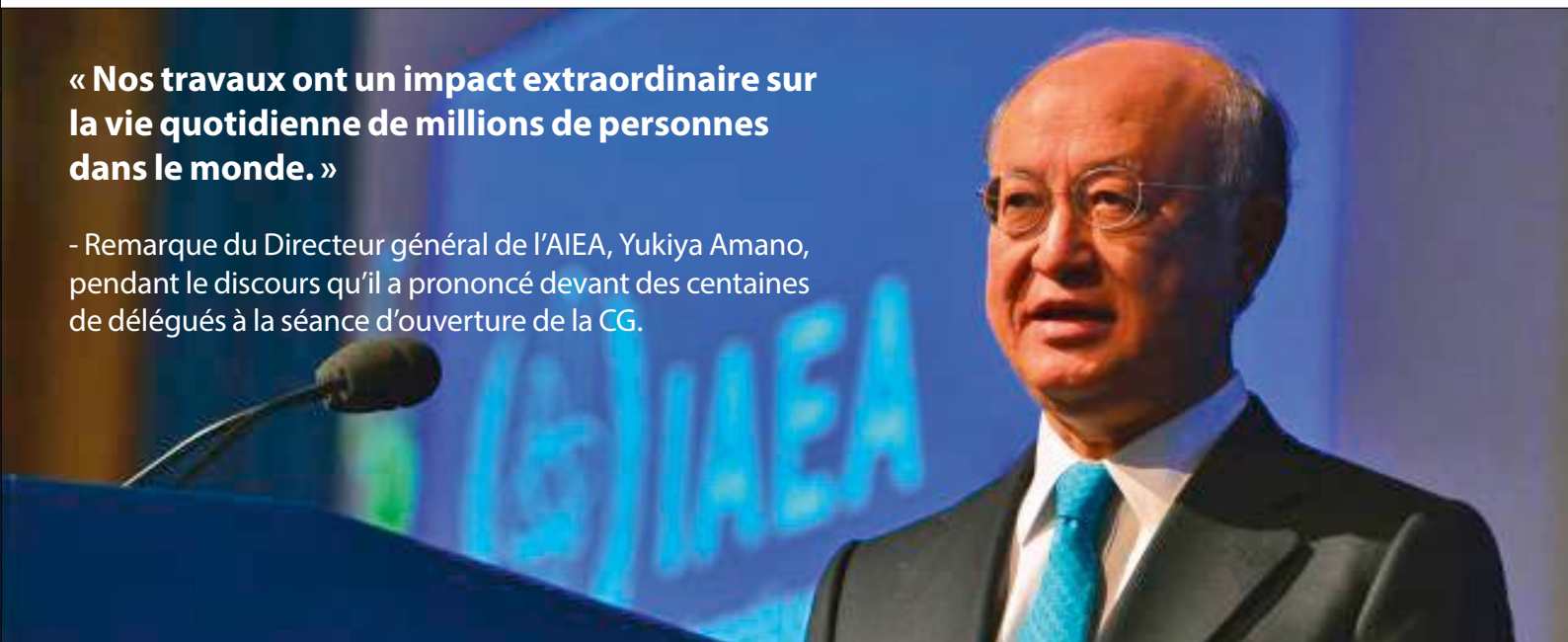
Cette réunion de cinq jours a rassemblé de hauts responsables gouvernementaux et d'autres participants venus des 162 États Membres de l'AIEA, ainsi que des représentants d'organisations internationales, des médias et d'organisations non gouvernementales.

Elle a été l'occasion d'examiner le programme et les activités de l'AIEA et d'approuver son budget pour l'année à venir. Chaque année, les participants à la Conférence générale ont en outre la possibilité d'assister à des manifestations parallèles organisées tout au long de la semaine.



« Nos travaux ont un impact extraordinaire sur la vie quotidienne de millions de personnes dans le monde. »

- Remarque du Directeur général de l'AIEA, Yukiya Amano, pendant le discours qu'il a prononcé devant des centaines de délégués à la séance d'ouverture de la CG.



Manifestations parallèles à la CG sur la médecine radiologique et la technologie des rayonnements

23 septembre 2014

Réduire les expositions superflues aux rayonnements en médecine : une manifestation parallèle préconise l'adoption des principes de sensibilisation, d'adéquation et d'audit pour renforcer la radioprotection et la sûreté radiologique des patients

Afin de réduire les risques d'exposition des patients à des doses nocives de rayonnements ionisants, des experts ont énoncé les principes de sensibilisation, d'adéquation et d'audit qui, s'ils sont suivis, permettront de réduire le nombre d'actes radiologiques effectués chaque année et de faire en sorte que ceux qui le sont soient le plus salubre possible pour les patients.



(Photo : S. Henriques/AIEA)

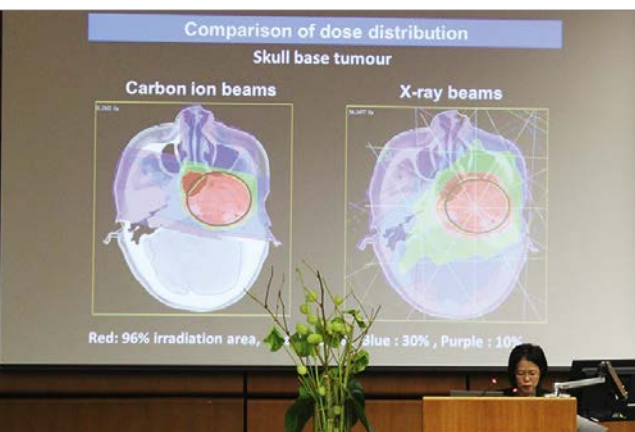
25 septembre 2014



(Photo : O. Yusuf/AIEA)

Formation transcontinentale : l'AIEA lance sa plateforme de formation assistée en ligne DATOL (Distance Assisted Training Online Platform)

Proposé sur le site Human Health Campus de l'AIEA, le programme de formation assistée en ligne DATOL a été lancé pendant une manifestation parallèle à la CG. Cette plateforme élaborée par l'AIEA met des outils pédagogiques à la disposition des professionnels de la médecine nucléaire en vue de combler les déficits de compétence dans ce domaine et de favoriser l'acquisition des connaissances et qualifications nécessaires pour garantir des examens de grande qualité et des services médicaux sûrs et appropriés.



(Photo : N.Jawerth/AIEA)

L'AIEA accueille une manifestation sur la radiothérapie par particules pour l'amélioration du traitement du cancer

Une nouvelle méthode de radiothérapie consistant à bombarder les lésions cancéreuses avec des particules chargées (des protons ou des ions carbone) offre la possibilité de mieux maîtriser la croissance des tumeurs tout en exigeant des doses de rayonnements moindres. Une manifestation parallèle intitulée « Radiothérapie par particules pour le traitement du cancer : biologie et technologie » y a été consacrée durant la CG.



Éviter une pénurie de radio-isotopes médicaux : difficultés d’approvisionnement, mesures d’atténuation de la crise et solutions envisagées pour remplacer le radio-isotope médical molybdène 99

La pénurie de ce radio-isotope clé qui se profile aura des effets préjudiciables sur les diagnostics d’imagerie médicale nucléaire si l’on ne trouve pas de méthodes de remplacement ou de radio-isotopes de substitution. Le molybdène 99 est généralement produit dans des réacteurs de recherche. Il s’agit du précurseur du technétium 99m, isotope très utilisé en médecine nucléaire. La situation actuelle de la production de molybdène 99 et les options possibles pour atténuer la crise ont fait l’objet de trois exposés lors d’une manifestation parallèle à la CG intitulée « Le radio-isotope médical molybdène 99 : difficultés d’approvisionnement, efforts d’atténuation de la crise et solutions de remplacement ».



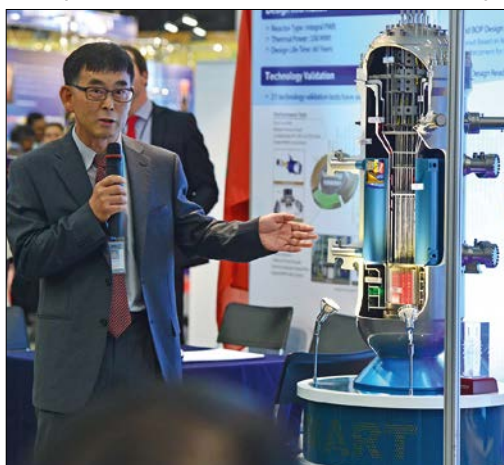
(Photos : C. Hofilena/AIEA)



Toucher des vies : nouer des partenariats pour lutter contre le cancer

Lors des discussions tenues à l’occasion de la manifestation parallèle sur l’établissement de partenariats stratégiques pour lutter contre l’épidémie de cancer dans les pays à revenu faible et intermédiaire, les participants ont appelé à faire davantage pour combattre une des plus graves menaces qui pèsent sur la santé dans le monde. Nelly Enwerem-Bromson, Directrice de la Division du Programme d’action en faveur de la cancérothérapie de l’AIEA et animatrice de cette manifestation, a souligné qu’une action globale dynamique, stratégique, durable et orientée vers l’avenir visant à combattre et traiter le cancer dans le monde était indispensable pour sauver des vies.

Outre les manifestations parallèles relatives à la médecine radiologique et à la technologie des rayonnements, les douzaines d’expositions et autres manifestations programmées pendant toute la semaine ont mis en lumière les activités et les programmes spéciaux menés par les principaux départements du Secrétariat de l’AIEA et par plusieurs États Membres.



Dernier jour – 26 septembre 2014



Lors des dernières séances de la Conférence générale, les délégués des États Membres ont eu l'occasion de voter sur divers thèmes en lien avec l'AIEA, notamment sur des résolutions destinées à renforcer ses travaux dans de nombreux domaines, tels que la science et la technologie nucléaires, la sûreté, la sécurité, les garanties et la coopération technique.



De nombreux délégués souhaitent vivement participer à l'examen des décisions envisagées et aux votes importants. Après d'intenses séances de vote et de débat, la Conférence générale s'est close tard dans la soirée du 26 septembre 2014.

La 59^e session de la Conférence générale se tiendra du 14 au 18 septembre 2015.

Compilation des textes : Nicole Jawerth, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA
Photos (sauf indication contraire) : D. Calma/AIEA

CONTRIBUTEURS

Yukiya Amano

Oleg Belyakov

Uday Bhonsle

Commission chilienne de l'énergie nucléaire

Eleanor Cody

Harry Delis

Aabha Dixit

Silvia Lagos Espinoza

Enrique Estrada Lobato

Sasha Henriques

Ola Holmberg

Nicole Jawerth

Ralf Kaiser

Ravi Kashyap

Michael Kiza

José Antonio Lozada

Michael Amdi Madsen

Ahmed Meghzifene

Fernando Mut

João Alberto Osso Junior

José Otárola-Silesky

Thomas Pascual

Amalia Peix

Gian Luca Poli

Raja Abdul Aziz Raja Adnan

Eduardo Rosenblatt

Dana Sacchetti

Agnes Safrany

Omar Yusuf

International
Conference on

Clinical PET/CT and Molecular Imaging (IPET 2015)

PET/CT in the era of
multimodality imaging and
image-guided therapy

ORGANIZED BY
THE INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY

Vienna, Austria
5–9 October 2015

