

Que peut attendre l'homme des radioisotopes?

Médecine et Biologie

Par Ralph M. Kniseley

Cette année marque le 40ème anniversaire de la première utilisation des radioisotopes artificiels à des fins médicales. En 1934, le premier cyclotron qui ait fonctionné à l'Université de Californie avait produit de petites quantités de phosphore, d'iode et de sodium radioactifs, mais les radioisotopes n'ont été largement utilisés qu'après la deuxième guerre mondiale, lorsque les réacteurs nucléaires ont commencé à les fabriquer en grande quantité et que de nouveaux détecteurs et appareils électroniques ont été mis au point pour mesurer le rayonnement qu'ils émettent.

Pour exploiter les isotopes en biologie et en médecine, les travailleurs utilisent les propriétés, uniques, de la décroissance radioactive, phénomène qui libère de l'énergie sous forme de particules nucléaires comme les électrons ou de rayonnements électromagnétiques du genre rayons gamma. Etant donné que l'énergie émise peut être détectée avec une grande sensibilité et mesurée avec précision, il est possible d'administrer sans danger de petites quantités de substances radioactives pour déterminer le contour d'organes ou de tumeurs ou pour mesurer une fonction corporelle ou des processus métaboliques au niveau cellulaire. Il faut toujours tenir compte du potentiel destructif de l'énergie émise et n'administrer que de faibles doses, excluant tout danger. Il n'empêche que cette même énergie peut être exploitée à des fins destructives.

Aux termes de son Statut, l'Agence internationale de l'énergie atomique a pour mission, entre autres, «de hâter et d'accroître la contribution de l'énergie atomique à la paix, la santé et la prospérité dans le monde entier». L'Agence comporte une Division des sciences biologiques chargée d'encourager les progrès des applications médicales, qui, lorsqu'elles atteignent le stade de la pratique courante, sont transférées dans la mesure du possible à l'Organisation mondiale de la Santé, qui fait également partie de la famille des Nations Unies. Entre autres activités, l'Agence attribue des contrats de recherches d'un montant peu élevé et des bourses pour les spécialistes des Etats Membres en voie de développement. En outre, elle organise des cours sur des sujets en rapport avec les applications médicales des radioisotopes et fournit sur demande des services d'experts techniques aux Etats Membres en voie de développement.

APPLICATIONS DES INDICATEURS EN BIOLOGIE

Pour le biologiste comme pour le médecin d'aujourd'hui, les radioéléments constituent un instrument indispensable, d'un usage presque aussi courant dans leurs laboratoires qu'un microscope ou une balance.

Le biologiste utilise les composés marqués pour des expériences qui permettront de comprendre comment et pourquoi la cellule et ses constituants sub-microscopiques fonctionnent ou comment les acides aminés, graisses, hydrates de carbone, vitamines, hormones etc. sont utilisés dans l'organisme. Il peut les utiliser pour apprendre comment les médicaments luttent contre l'infection, corrigent le mauvais fonctionnement d'un organe ou atténuent la douleur. Faute de place, nous ne pouvons donner ici que quelques exemples.

Considérons par exemple l'augmentation mondiale du taux de mercure qui s'est produite au cours des dernières années dans notre milieu — dans l'air, l'eau et le sol. Ce métal est utilisé pour la fabrication du papier, des fongicides, des médicaments et sans oublier de nombreuses autres applications. A quel point, si on le compare à l'adulte, l'enfant avant sa naissance ou le fœtus de l'animal domestique est-il sensible à ses effets toxiques? Un groupe de chercheurs a récemment fourni quelques réponses à cette question. Après injection d'un radioisotope du mercure (mercure 203) à des rates pleines, on a constaté que le cerveau des fœtus fixait le mercure à des concentrations sensiblement supérieures à celles du cerveau de la mère. Le mercure traverse donc la barrière du placenta et le risque de lésion du cerveau est plus élevé chez le fœtus que chez l'adulte.

Ou encore prenons le tritium (hydrogène 3), forme radioactive de l'hydrogène, largement utilisé comme indicateur dans des études biologiques. Par exemple, dans la synthèse de l'ADN, qui est l'un des processus chimiques les plus importants de la réplication cellulaire, on dose la quantité utilisée de thymidine, précurseur de l'ADN, marquée au tritium. Il est à la fois courant et commode d'utiliser des acides aminés radioactifs marqués au tritium ou au carbone 14 pour mesurer la synthèse des protéines.

On pourrait citer comme autre exemple de l'emploi des radioisotopes au laboratoire de biologie, le dosage de l'érythropoïétine. Cette substance, qui stimule la production des hématies peut être extraite de l'urine car elle se forme dans le rein. On ne peut pas encore la mesurer par des méthodes chimiques, mais on pratique couramment maintenant un dosage biologique chez la souris à l'aide du radioisotope fer 59. Une dose expérimentale de fer 59 administrée à des souris ayant reçu l'échantillon à doser donne la mesure de son contenu en érythropoïétine d'après la quantité de fer 59 incorporée aux hématies.

Le fer radioactif est aussi largement utilisé dans la recherche clinique. L'AIEA, en collaboration avec l'OMS, achève une étude utilisant le fer 59 pour résoudre un problème de nutrition qui se pose dans le monde entier, celui de la carence en fer. On a donné du fer radioactif pendant leur croissance à des animaux et des végétaux destinés à la consommation de manière à marquer cette source de denrées alimentaires; celles-ci sont administrées à des volontaires soumis à des régimes alimentaires différents. L'étude a montré qu'apparemment l'homme peut absorber plus facilement le fer contenu dans certains aliments que dans d'autres. Il faut maintenant parvenir à augmenter la proportion du fer absorbable dans le régime alimentaire.

On s'est récemment efforcé de découvrir pourquoi certaines femmes qui prennent des contraceptifs combinés par voie orale présentent une diminution de la tolérance au glucose, autrement dit des signes de diabète. En donnant à des rats du glucose marqué au carbone 14 après les avoir soumis à un traitement au noréthindrol ou au mestranol, on a constaté que des deux médicaments, c'est le noréthindrol qui semble provoquer une réduction de tolérance au glucose et une réduction de l'utilisation du glucose par les tissus.

Ces exemples ne donnent qu'une idée des nombreuses manières dont les radioisotopes aident le biologiste à résoudre d'importantes questions touchant les processus vitaux.

L'emploi en biologie de l'analyse par activation mérite également qu'on s'y arrête. On peut mesurer plusieurs éléments en les bombardant par neutrons dans un réacteur puis en mesurant les émissions des radioisotopes ainsi produits. Par exemple, les laboratoires de l'AIEA à Seibersdorf disposent d'un réacteur et sont donc en mesure de fournir grâce à celui-ci des services d'analyse par activation. Il est utilisé actuellement dans le cadre d'un programme de recherches coordonnées OMS/AIEA sur les oligo-éléments dans les maladies cardiovasculaires pour résoudre ce problème de santé publique qui se pose partout.

UTILISATIONS DANS LE DIAGNOSTIC CLINIQUE

Dans presque toutes les branches de la médecine, c'est aux produits radiopharmaceutiques que l'on recourt pour résoudre tel ou tel problème de diagnostic. Parfois, ils sont utilisés pour des dépistages presque aussi courants qu'une numération globulaire; dans d'autres cas, ils peuvent jouer un rôle complémentaire et on notera qu'alors, c'est généralement le composé marqué et non pas l'élément radioactif qui sert à le marquer qui est intéressant. Par exemple, lorsqu'on utilise de la cyanocobalamine (vitamine B-12) marquée avec un radioisotope du cobalt, c'est le comportement de la vitamine qu'on souhaite étudier et non pas celui du cobalt métallique.

TESTS IN VITRO

En chimie clinique, l'apparition de tests *in vitro* au moyen de radioisotopes est particulièrement importante car elle a modifié sensiblement la nature de cette sous-discipline de laboratoire. L'intérêt spécial de ces tests tient non seulement à leur précision et à leur sensibilité mais aussi à l'absence de toute exposition du malade lui-même aux rayonnements. La méthode générale, qui comporte de nombreuses variations, reçoit diverses dénominations. On prélève un échantillon de sang du malade dans une veine et on sépare le plasma ou sérum des cellules sanguines. Le test consiste à en faire réagir une quantité mesurée avec un agent fixateur spécifique susceptible de fixer une quantité connue de la substance à doser et marqué avec un radioisotope approprié. Suivant la substance à doser, l'agent fixateur spécifique utilisé peut être une protéine naturelle, un anticorps, un antigène, une enzyme ou un réactif artificiel. Le rapport entre la radioactivité du fixateur libre et du fixateur associé permet alors de mesurer la quantité de la substance présente dans le plasma du sang du malade.

Par conséquent, pour une grande diversité de composés qui n'existent qu'en petites quantités et dont l'analyse comportait autrefois de grands frais et beaucoup de difficultés, celle-ci est maintenant à la portée d'un nombre beaucoup plus élevé de médecins (fig.1). Cette méthode permet maintenant de doser les hormones de la glande thyroïde, de la glande pituitaire, de la glande surrénale et des gonades, ainsi que des vitamines, des oligo-éléments et certains médicaments, comme la digitoxine. Parce qu'elles sont peu coûteuses, ces méthodes offrent de grandes possibilités aux pays en voie de développement qui autrefois ne pouvaient prétendre utiliser les plus complexes d'entre elles. A ce propos, l'AIEA, par son programme de contrats de recherche, encourage l'exécution de projets dans quinze pays, en mettant l'accent sur la comparaison et la normalisation des techniques.

TESTS IN VIVO

Les radioisotopes se sont aussi imposés pour de nombreuses méthodes *in vivo* qui consistent à mesurer le produit radiopharmaceutique administré par injection dans le corps du malade à l'aide de divers détecteurs, ou dans des échantillons de fluides et de tissus du corps. En général, ces méthodes se répartissent entre les trois grandes catégories suivantes: a) méthodes de visualisation, b) études dynamiques, c) mesure des compartiments et espaces. Ces catégories sont naturellement parfois artificielles et en fait s'interpénètrent.

METHODES DE VISUALISATION

On trouve dans le commerce des dispositifs modernes et coûteux qui permettent de tracer le contour des organes ou tissus du corps avec différents produits radiopharmaceutiques. Il est possible de visualiser presque tous les organes ou tissus bien que l'image obtenue n'ait pas, il faut bien l'admettre, la précision d'une étude radiologique. Même la minuscule

FIGURE 1. LISTE PARTIELLE DES SUBSTANCES ACTUELLEMENT MESUREES PAR RID*

Hormones peptidiques	Hormones non peptidiques	Substances non hormonales
Insuline	Aldostérone	Facteur intrinsèque
Hormone de croissance (GH)	Testostérone	Digoxine/Digitoxine
Hormone adrénocorticotrophique (ACTH)	Dihydrotestostérone	Morphine
Hormone parathyroïdienne (PTH)	Oestradiol	Adénosine monophosphate cyclique (cAMP)
Glucagon	Oestrone	Guanosine monophosphate cyclique (cGMP)
Hormone thyroïdienne (TSH)	Oestriol	Inosine 5' phosphate cyclique (cIMP)
Gonadotropine chorionique humaine	2-Hydroxy-oestrone	Uridine monophosphate cyclique (cUMP)
Hormone folliculostimulante (FSH)	Prostaglandines	Antigène de l'hépatite B (antigène Australie, HBA)
Somatomammotropine chorionique humaine (HCS)	Tri-iodothyronine (T3)	Esterase C ₁
Prolactine	Thyroxine (T4)	Fructose 1,6 diphosphatase
Sécrétine	Progestérone	Antigène carcinoembryonique (CEA)
Hormone lutéinisante	Medroxyprogestérone	Facteur rhumatismal
Vasopressine	17-Hydroxyprogestérone	Immunoglobuline humaine IgH
Angiotensine		Acide folique
Oxytocine		Neurophysine
Bradykinine		Globuline de liaison des thyroxines (TBG)
Thyroglobuline		
Hormone mélanostimulante α (α -MSH)		
Hormone mélanostimulante β (β -MSH)		
Gastrine		
Calcitonine		
Hormone peptidique C		
Pancréozymin cholécystokinine (PZ-CCK)		

* Liste partielle des méthodes de radioimmunos dosage in vitro extraite de «Standardization of Radioimmunos dosage Procedures», Rapport d'un Groupe d'experts de l'AIEA dans: J. Applied Radiation & Isotopes 25 1974, p. 147.

parathyroïde et la petite glande surrénale bien dissimulée ont été visualisées à l'aide d'agents spéciaux, qui ne sont toutefois pas encore utilisés couramment.

L'une des principales applications de la visualisation a été la localisation des tumeurs. Suivant l'organe considéré, on dispose d'un ou plusieurs produits radiopharmaceutiques qui donnent dans certains cas une image négative ou «froide» entourée par la radioactivité de l'organe ou une image «chaude» par concentration de la radioactivité dans la tumeur. La visualisation du cerveau est pratiquée presque couramment dans tous les services de neurologie et celle du cancer qui s'est étendu au foie et au squelette est aussi appliquée quotidiennement dans tous les laboratoires de médecine nucléaire. On fonde de grands espoirs sur l'apparition de nouveaux agents qui sont absorbés de manière préférentielle dans différents cancers. Le gallium 67 sous forme de citrate présente une affinité remarquable pour certaines tumeurs lymphomatiques, en particulier dans la maladie de Hodgkin et le cancer du poumon (fig.2). De meilleurs agents et des instruments perfectionnés restent nécessaires et feront très probablement leur apparition au cours des prochaines années.

Dans les méthodes de visualisation, l'intérêt et les travaux se portent beaucoup sur l'utilisation des ordinateurs, pour le rassemblement et le stockage des données ainsi que sur la façon de les traiter pour d'obtenir une image optimale. Un certain nombre d'établissements ont conclu avec l'Agence des accords de recherche pour la comparaison des méthodes de scintigraphie utilisant l'ordinateur, l'Agence jouant un rôle de coordination.

ETUDES DYNAMIQUES

Cette catégorie de méthodes contient des études très diverses portant toutes sur le mécanisme dans le temps de la fixation, du métabolisme, de l'élimination ou de l'excrétion des produits radiopharmaceutiques administrés. La fonction d'un organe, l'irrigation sanguine d'une région ou la conversion métabolique d'un composé témoin marqué sont quantifiées en secondes, minutes ou même jours. Ainsi la circulation sanguine dans le cœur ou les poumons se calcule en secondes, la fonction rénale ou hépatique est évaluée en minutes tandis que l'analyse du taux de renouvellement du calcium dans les troubles osseux s'étend sur plusieurs jours. Ici, comme dans les méthodes de visualisation, l'aide de l'ordinateur devient indispensable pour le stockage, l'analyse et la présentation des données.

Suivant une tendance récente, la greffe du rein est de plus en plus courante pour les personnes atteintes d'une insuffisance rénale irréversible. Malheureusement, le malade est exposé à diverses complications comme la thrombose d'un vaisseau transplanté, la perte d'urine ou le rejet du tissu étranger par le système d'immunisation de l'hôte. L'injection d'un produit radiopharmaceutique marqué au technétium 99m ou à l'iode 131 nous permet de surveiller sans danger et à peu de frais la fonction du nouveau rein, non seulement au cours de la période post-opératoire mais dans les mois qui suivent. Dans ce cas, une chambre à scintillation est à même de fournir une série d'images dont l'interprétation peut également se faire par rapprochement avec les données numériques recueillies au cours des 30 à 45 minutes que dure l'étude (fig. 3).

En juillet, l'Agence a organisé son deuxième colloque sur les études dynamiques au moyen de radioisotopes dans la médecine et la recherche cliniques qui a eu lieu à Knoxville (Etats-Unis d'Amérique) et a rassemblé des chercheurs du monde entier. (Il n'a pas été possible de rendre compte de cette réunion dans le présent bulletin.) Le premier colloque a eu lieu en 1970 à Rotterdam (Pays-Bas).

COMPARTIMENTS ET ESPACES

L'emploi des radioisotopes a permis de beaucoup mieux connaître ce qu'on appelle les compartiments, pools ou espaces du corps. Ces mots correspondent à des concepts plutôt

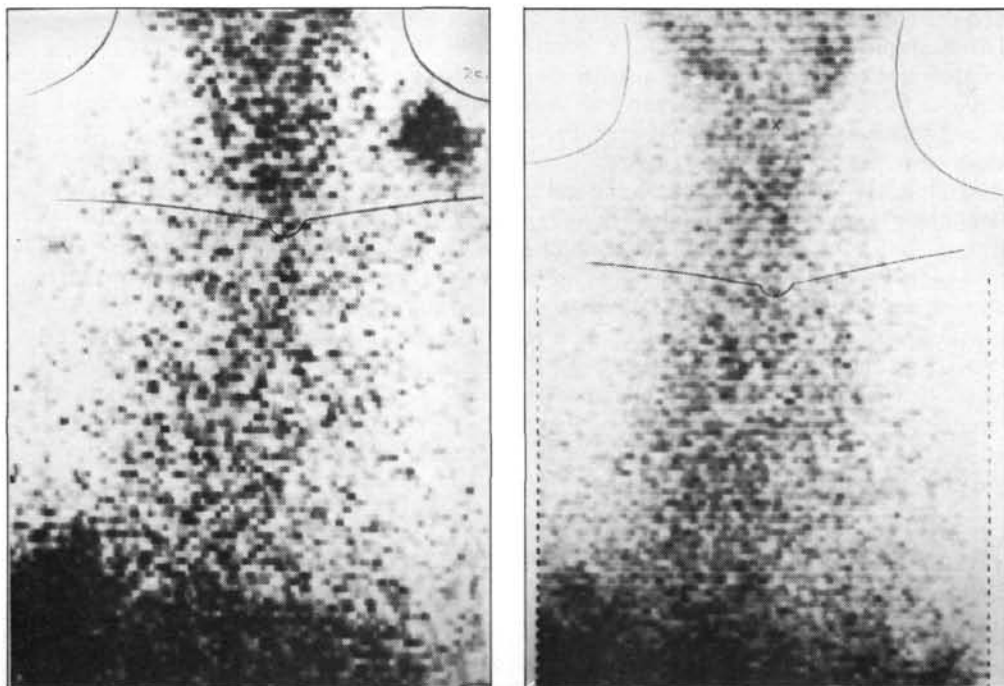
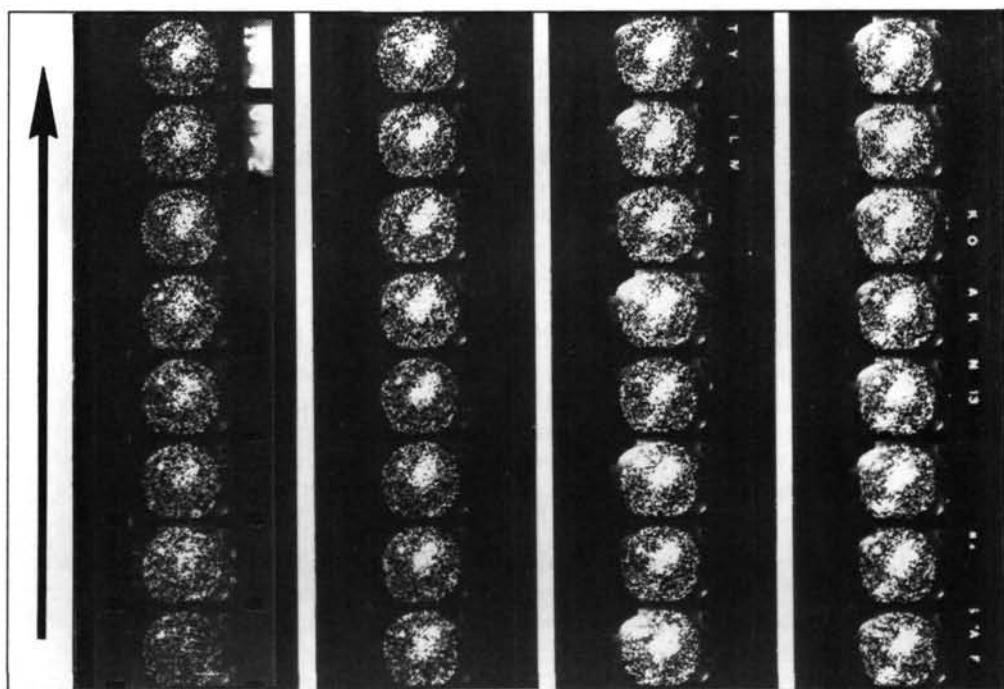


Fig.2. Scintigramme au gallium 67 avant (gauche) et après (droite) l'application d'un traitement aux rayons X en profondeur de la région gauche du cou d'un sujet atteint de la maladie de Hodgkin.

Fig.3. Etude fonctionnelle d'une greffe du rein enregistrée sur une pellicule photographique en mouvement.



qu'à des entités anatomiques bien définies. Ils permettent de décrire la quantité d'eau, d'électrolytes, de protéine et d'autres substances qui s'équilibrent dans les espaces intra-vasculaire, extra-vasculaire et intra-cellulaire du corps. En utilisant des radioisotopes naturels ainsi que des composés marqués, on peut mesurer les dimensions de ces «espaces» en faisant appel au principe de la dilution. Par exemple si un malade a perdu une quantité importante de sang par hémorragie ou s'il est mis en condition de subir une intervention chirurgicale grave, il peut être beaucoup plus facile de le soigner de manière scientifique si on connaît le volume des hématies. Les valeurs habituelles du taux d'hémoglobine dans le sang, de la numération globulaire et de l'hématocrite peuvent donner une estimation erronée de la quantité totale d'hématies contenue dans l'appareil circulatoire d'un malade. Un petit échantillon des hématies du malade est marqué au chrome 51 et une certaine quantité mesurée avec précision en est réintroduite dans son organisme par injection. Le médecin peut alors, connaissant la radioactivité du sang quelques minutes après que les cellules marquées ont été complètement mélangées, calculer la dimension total de l'ensemble des hématies en circulation. Partant du même principe de dilution, les médecins peuvent mesurer les espaces du sodium et du potassium, la quantité d'eau intra-cellulaire et d'autres substances.

UTILISATION DE SOURCES DE RAYONNEMENTS INTENSES DANS LA PRATIQUE BIOMEDICALE

L'effet destructif ou annihilant de doses de rayonnements intenses est extrêmement utile pour la thérapie du cancer. Les radioisotopes fournissent des moyens de lutte essentiels largement utilisés concurremment aux appareils à rayons X et aux sources de radium de type plus classique. Le cobalt 60, élément à longue période, qui émet des rayons gamma de haute énergie, est le radioisotope le plus courant pour la thérapie de faisceau. Des sources intenses d'une activité de plusieurs milliers de curies peuvent être placées dans une enceinte de plomb. Pour obtenir un faisceau adapté par sa forme et ses dimensions à une tumeur donnée, le radiothérapeute choisit un collimateur approprié et le braque sur la tumeur du malade pendant le nombre de minutes calculé pour fournir la fraction quotidienne exacte de la dose totale nécessaire au traitement. Etant donné que la précision des doses est une question de vie ou de mort, l'AIEA a entrepris plusieurs projets pour aider les établissements des Etats Membres à pratiquer cette forme de radiothérapie (figure 4). En coopération avec l'OMS, elle offre un service de comparaison chargé de vérifier et d'améliorer la précision de la radiodosimétrie, et partant d'augmenter l'efficacité de la radiothérapie. Pour prolonger cet effort, des laboratoires d'étalonnage secondaire pour la dosimétrie sont maintenant créés par régions ou pays qui un jour prendront cette tâche à leur compte. On espère toujours d'ailleurs améliorer encore le traitement du cancer par les rayonnements; des recherches en radiobiologie donnent à penser que la radiosensibilité du cancer peut être augmentée de diverses manières.

Des aiguilles ou capsules radioactives, dits dispositifs de brachythérapie, peuvent être insérées directement dans les tumeurs pendant des périodes déterminées pour détruire ou limiter certains cancers, par exemple le cancer du col de l'utérus ou le cancer de la tête et du cou. Dans certains cas, elles sont préférables à la thérapie par faisceau externe, car elles épargnent les tissus normaux sensibles qui se trouveraient sur le parcours du faisceau.

On pensait autrefois que l'absorption de médicaments radioactifs par voie d'ingestion ou d'injection offrait de grandes possibilités pour la thérapie du cancer. Les médecins espéraient que l'on pourrait trouver de nombreuses substances radioactives qui se fixeraient dans des tumeurs déterminées sans séjourner dans d'autres tissus normaux essentiels. L'enthousiasme suscité par les effets bénéfiques de l'iode 131 -- qui a permis de maîtriser

FIGURE 4
PROJETS REGIONAUX ET INTERREGIONAUX DE FORMATION DE COURTE DUREE*

Projet	Lieu et dates	Nombre total de participants	Origine des fonds
Cours interrégional sur l'emploi des radioisotopes et des rayonnements en entomologie	Gainesville (Floride, Etats-Unis) 2 juillet – 24 août 1973	18	Programme ordinaire et Etats-Unis
Cours interrégional sur l'emploi des indicateurs dans l'industrie et dans l'étude de la pollution du milieu	Raleigh (Caroline du Nord, Etats-Unis) 9 juillet – 3 août 1973	21	Programme ordinaire et Etats-Unis
Cours international sur les principes théoriques et les méthodes pratiques de l'hydrologie isotopique	Heidelberg (Allemagne, Rép. féd. d') 14 août – 14 décembre 1973	8	Programme ordinaire et Allemagne (Rép. féd. d')
Voyage d'études sur la radiodosimétrie en médecine et en biologie	Union soviétique 20 août – 14 septembre 1973	28	Programme ordinaire
Stage interrégional sur l'entretien et la réparation du matériel électronique nucléaire	Turin (Italie) 3 septembre – 30 novembre 1973	15	PNUD
Cours interrégional sur l'application des méthodes nucléaires en parasitologie et immunologie animales	Zémun (Yougoslavie) 1 ^{er} – 26 octobre 1973	20	SIDA
Séminaire régional sur l'emploi des techniques isotopiques pour inventorier les ressources hydrauliques et planifier leur mise en valeur	Mexico 12 – 23 novembre 1973	27	PNUD

* Figure 4: extraite du rapport annuel de la Division des sciences biologiques de l'AIEA pour 1973-4.

FIGURE 4 (suite)

Projet	Lieu et dates	Nombre total de participants	Origine des fonds
Stage d'information et d'étude sur les aspects techniques et économiques des projets relatifs à l'énergie d'origine nucléaire	Bangkok 3 – 18 décembre 1973	37	PNUD
Cours interrégional sur l'emploi des isotopes et des rayonnements dans la recherche en phytopédologie	New Delhi 4 mars – 26 avril 1974	13	SIDA
Voyage d'études sur l'utilisation des réacteurs de recherche	République démocratique d'Allemagne et Union soviétique 13 mai – 11 juin 1974		Programme ordinaire

l'hyperactivité de la glande thyroïde et de lutter contre certains cancers de la thyroïde — s'est révélé illusoire. Dans des cas spéciaux, le phosphore 32 a été efficace, notamment pour le traitement de la polycythemia vera et de certaines leucémies; pendant un certain temps, on a injecté de l'or 198 dans les cavités du corps ou dans certains cancers à titre de mesure palliative. Mais aucun autre progrès important n'a été encore enregistré dans la thérapie du cancer par les médicaments radioactifs.

L'effet destructif des rayonnements ionisants est maintenant utilisé dans d'autres domaines de la médecine, qui concernent indirectement le malade.

Par exemple, de nombreux produits médicaux peuvent être stérilisés par irradiation dans des dispositifs spécialement conçus à cette fin et non dans un autoclave ou par le gaz.

L'AIEA a contribué à encourager la mise au point de ce procédé, elle a élaboré des directives et publié un manuel sur la question.

De même, les rayonnements fournissent un nouveau moyen d'atténuer la virulence de certains micro-organismes pathogènes, notamment les parasites. L'emploi de la chaleur ou de certains produits chimiques modifie la capacité d'immunisation de certains microbes, ce qui n'est pas le cas des rayonnements. L'OMS et l'AIEA apportent leur soutien commun à des travaux de recherche sur les infections parasitiques de grande importance, dans l'espoir de fabriquer des vaccins efficaces protégeant les individus contre ces infections débilitantes et parfois fatales.

Une autre application possible, qui n'a été que superficiellement explorée jusqu'à maintenant, consisterait à soumettre les eaux usées, polluées par des agents pathogènes, à des rayonnements fortement ionisants, de manière à les rendre suffisamment «propres» pour leur réutilisation dans l'irrigation des cultures. Il faudra résoudre de nombreux problèmes techniques avant que cette idée nouvelle soit réalisable.

En résumé, les radioisotopes ont été un apport précieux pour de nombreuses branches de la médecine et de la biologie. Ils ont permis de répondre à un grand nombre de questions essentielles sur la nature de la vie et de la pathologie humaines. Les progrès techniques de l'informatique et de l'électronique, joints à la découverte de nouvelles substances radioactives, modifient l'aspect du diagnostic médical moderne. Avec l'accroissement du nombre d'appareils de radiothérapie, un plus grand nombre de victimes du cancer bénéficient de méthodes thérapeutiques meilleures. On a des raisons d'espérer que la recherche en radiobiologie entraînera des progrès importants en radiothérapie, l'augmentation de la radiosensibilité par exemple, mais la mise au point d'un «cocktail atomique» qui tuerait le cancer semble lointaine. Elle est utopique pour le moment.

Références

Fig. 2. Extrait de McCready et ses collaborateurs dans Vol. II, Medical Radioisotopes Scintigraphy (1973) page 578. Compte rendu d'un colloque de l'AIEA.

Fig. 3. Extrait de Rejali et ses collaborateurs dans Dynamic Studies with Radioisotopes in Medicine (1970), page 116. Compte rendu d'un colloque de l'AIEA.

Le contrôle de la qualité des analyses: une nécessité toujours plus impérative

par O. Suschny et D.M. Richman

Le progrès des techniques à l'échelon national dépend directement des moyens d'analyse chimique ou de mesure dont dispose le pays intéressé; il est impossible en effet d'atteindre un niveau quelconque de perfectionnement des techniques si l'on ne peut procéder à des mesures. Il faut pouvoir mesurer pour déterminer à la fois l'efficacité des techniques et les conséquences de leur application. Mais la mesure en elle-même est insuffisante. Des normes ou des références sont indispensables pour établir des comparaisons. Dans le domaine complexe de la chimie, le progrès de la technologie entraîne une exigence toujours accrue de moyens de référence.

Depuis le début des années soixante, l'Agence internationale de l'énergie atomique distribue des solutions étalonnées de radioisotopes, des matières de référence normalisées et

des matières conçues pour permettre des comparaisons d'analyses. Cette activité a pour but d'aider les laboratoires des Etats Membres de l'Agence à évaluer la fiabilité de leurs travaux d'analyse et, le cas échéant, à prendre des mesures pour l'améliorer. La valeur et la nécessité constante d'un tel service sont mis en lumière par les résultats d'un grand nombre de comparaisons dont il ressort que sans un contrôle systématique de la qualité des analyses la parfaite fiabilité des données résultant de ces analyses ne peut être tenue pour avérée.

La chimie analytique, dénuée de prestige par rapport à d'autres aspects des sciences physiques, n'attire pas l'attention autant qu'elle le mérite, mais si l'on considère son importance sur le plan pratique, il faut lui accorder une haute priorité dans tout plan de développement de la technologie, car sans