

# Profil de la coopération technique en Amérique latine

*Les techniques nucléaires toujours au service du développement économique et social et de la protection de l'environnement*

par F. Muñoz-Ribadeneira et E. Villarreal

Depuis le Rio Grande, au nord du Mexique, jusqu'au Cap Horn, l'Amérique latine n'est qu'une suite de contrastes: grandes cités modernes entourées de bidonvilles; vastes forêts vierges et déserts à perte de vue; grands centres médicaux modernes et pourtant peu de moyens pour soigner la population; luxueuses automobiles côtoyant des carrioles tirées par des ânes.

Les problèmes communs au développement sont bien abordés, mais l'intégration régionale pleine et entière en vue de leur solution est encore loin. Bien que l'on constate toujours parmi les nations une tendance à se grouper, chaque pays a ses problèmes, ses possibilités, ses ambitions et son climat politique.

Ces circonstances ont influé sur les programmes d'assistance et de coopération techniques en Amérique latine, y compris celui de l'AIEA. Ce dernier fonctionne maintenant très bien dans la plupart des pays avancés de la région, mais dans les autres pays, qui sont la majorité, les activités n'ont commencé qu'en 1976, près de 20 ans après la création de l'Agence.

De grands pas ont été faits depuis lors. En 1989, l'Amérique latine a reçu pour la première fois la plus grande part de l'assistance technique parmi toutes les régions dont s'occupe l'AIEA, en dépit des difficultés économiques qui continuent d'entraver la fourniture de l'assistance prévue. Des missions d'experts ont été différées, des retards sont intervenus dans la construction de l'infrastructure et des laboratoires, et des problèmes de personnel se sont posés lorsque des homologues quittèrent leurs établissements pour chercher ailleurs une meilleure rémunération. En outre, deux pays ont suspendu les activités à cause de troubles politiques.

Néanmoins, les résultats obtenus témoignent clairement de l'intérêt constant que suscitent la mise au point et l'application des techniques nucléaires en vue du progrès social et économique.

Le programme de l'Agence est présent en Amérique latine sous deux formes: les projets nationaux et les activités régionales. Nous donnerons ci-après un aperçu

général nécessairement sélectif des projets exécutés dans divers domaines nucléaires et associés.

---

### Coopération régionale

Depuis quelques années, les activités régionales acquièrent une importance croissante en Amérique latine surtout dans les domaines où les besoins sont communs à plusieurs pays, tels que l'information nucléaire, la radioprotection et la maintenance des instruments utilisés dans la recherche nucléaire et les spécialités connexes. La formation fait l'objet d'une attention particulière dans le cadre de ces projets qui utilisent l'infrastructure mise en place principalement grâce à l'assistance technique par pays fournie par l'Agence.

Ces activités régionales sont particulièrement intéressantes en ce qu'elles permettent de tirer meilleur parti des ressources: au cours d'une même mission, les experts peuvent conseiller leurs homologues dans plusieurs pays, les achats de matériel peuvent être faits en grande quantité pour plusieurs laboratoires, donc à meilleur compte, et la formation peut être organisée à l'échelon régional à moindre coût et dans la langue maternelle des participants. Ces programmes régionaux présentent aussi le grand avantage de donner lieu à une coopération technique entre les pays en développement de la région. En général, ce sont les pays participants eux-mêmes qui décident des activités à entreprendre.

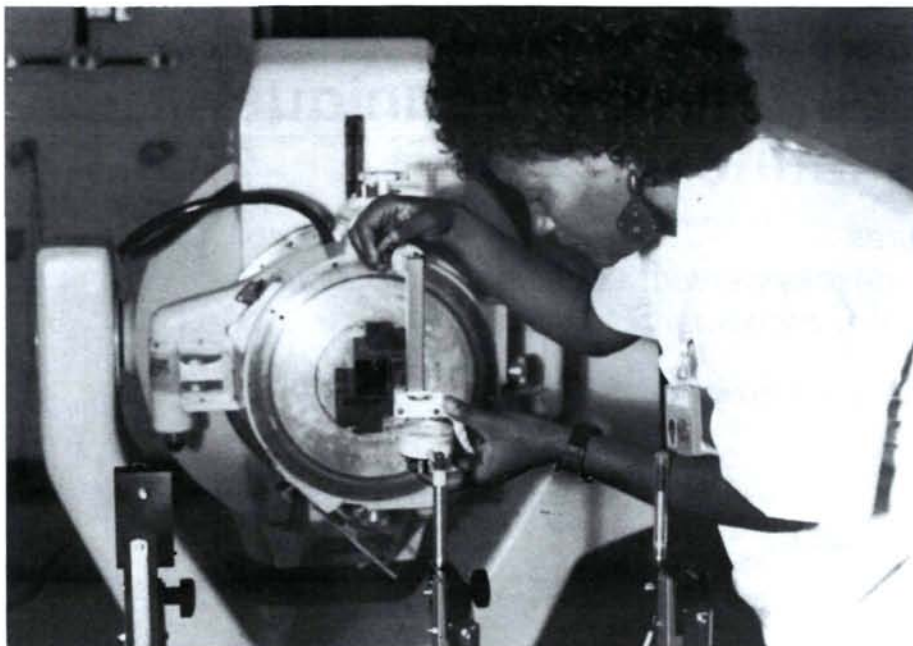
La plupart des projets régionaux de l'AIEA s'inscrivent dans le cadre d'un programme dénommé ARCAL (arrangements régionaux de coopération pour la promotion des sciences et techniques nucléaires en Amérique latine), auxquels 15 pays participent actuellement, à savoir: Argentine, Bolivie, Brésil, Chili, Colombie, Costa Rica, Cuba, Equateur, Guatemala, Mexique, Panama, Paraguay, Pérou, Uruguay et Venezuela.

Le programme vient d'aborder sa deuxième tranche quinquennale qui durera jusqu'en 1994; il est financé dans une large mesure par les Etats d'Amérique latine eux-mêmes. Des contributions en monnaie forte sont venues de différentes sources internes de l'Agence et de fonds extrabudgétaires de plusieurs pays et organisations. Les principaux donateurs ont été la République fédérale d'Allemagne, l'Italie, les Etats-Unis, la Communauté économique européenne, le Canada et la France.

---

M. Villarreal est chef par intérim de la Section de l'Amérique latine, et M. Muñoz-Ribadeneira est membre du Département de la coopération technique, à l'AIEA.





Etalonnage d'instruments de mesure des rayonnements à l'Institut de radioprotection et de dosimétrie de Rio de Janeiro. (Photo: CNEN)

### Les projets et leurs résultats

Grâce au programme ARCAL, à d'autres initiatives régionales et à divers projets nationaux, les pays d'Amérique latine ont fait de grands progrès dans l'application des techniques nucléaires à de nombreux domaines:

● **Recherche nucléaire fondamentale, éducation et développement.** Des centres de documentation nucléaire ont été créés au Chili, en Colombie et au Guatemala par l'intermédiaire d'ARCAL. On envisage d'en créer d'autres ailleurs dans l'intention de constituer un réseau régional. Ces activités comportent la formation de bibliothécaires et de documentalistes scientifiques aux techniques modernes de traitement de l'information, notamment l'automatisation de l'acquisition et de la diffusion.

Divers projets financés par l'AIEA et le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) ont donné de bons résultats en matière d'éducation. En Argentine, au Brésil et au Mexique, des centres de documentation nucléaire sont maintenant bien en place. En Argentine, un programme d'enseignement avancé mis en œuvre au Centre atomique de Bariloche et à l'Institut Balseiro permet de former des ingénieurs nucléaires depuis 1979. C'est là qu'ont été formés la plupart des techniciens de l'équipement nucléo-électrique d'Argentine, ainsi que de nombreux spécialistes d'autres pays d'Amérique latine comme le Pérou et l'Uruguay. En Bolivie, un programme général de développement nucléaire a été lancé par le Centre d'études nucléaires de Viacha, où fonctionnent déjà un service de radioprotection du personnel technique, un laboratoire de pédologie et un laboratoire d'analyse. Au Paraguay, l'assistance sert à installer un Centre de développement de la recherche nucléaire en complément de l'accélérateur dont dispose un laboratoire de l'Université d'Asunción; un centre d'études nucléaires a récemment été inauguré au Guatemala.

Parmi les projets nationaux qui ont le plus d'impact, il y en a un qui a déjà servi les intérêts de la région; c'est le projet brésilien d'application des techniques nucléaires à la recherche agricole et environnementale dans le bassin amazonien. Grâce à l'assistance fournie par l'AIEA et par le PNUD, le Brésil a mis en chantier, en 1972, son Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) qui est devenu l'un des premiers centres de recherche agricole et de formation du monde entier. Plus de 100 spécialistes du Brésil et d'autres pays d'Amérique latine y ont obtenu leurs diplômes. Les moyens dont dispose ce centre, et ses réalisations, ont permis d'entreprendre une étude écologique générale du bassin amazonien qui, une fois terminée, contribuera à la conservation et à la prospérité de cette région.

● **Physique nucléaire et dosimétrie des rayonnements.** Des laboratoires secondaires d'étalonnage pour la dosimétrie, qui ont pour tâche de vérifier la justesse des instruments de mesure utilisés auprès des sources de rayonnements utilisées en médecine et dans d'autres domaines, ont été créés avec l'assistance de l'AIEA, au Brésil, en Colombie, en Equateur et au Venezuela, et des dispositions sont prises pour en créer d'autres à Cuba, au Guatemala et au Mexique. Cette initiative vient à point nommé car la radiothérapie du cancer se développe en Equateur, au Guatemala, au Nicaragua et au Venezuela avec l'introduction de nouveaux matériels médicaux. Pour contribuer à la formation des radioprotectionnistes désormais nécessaires aux hôpitaux, l'Equateur a organisé des cours de niveau supérieur auxquels peuvent s'inscrire des étudiants de toute la région.

L'Agence assiste également des projets nationaux concernant certaines techniques et instruments d'analyse spécifiques utilisés pour la recherche et les études scientifiques. Par exemple, des laboratoires de spectroscopie Moessbauer sont en cours d'installation en République Dominicaine et en Equateur; le Brésil, le Chili, le Mexique et le Venezuela sont déjà dotés de tels



laboratoires. Au Brésil, l'Institut pour la science et la recherche nucléaires (IPEN) a entrepris des études en vue de la production de cristaux de silicium, semi-conducteurs utilisés dans les circuits électroniques et actuellement importés.

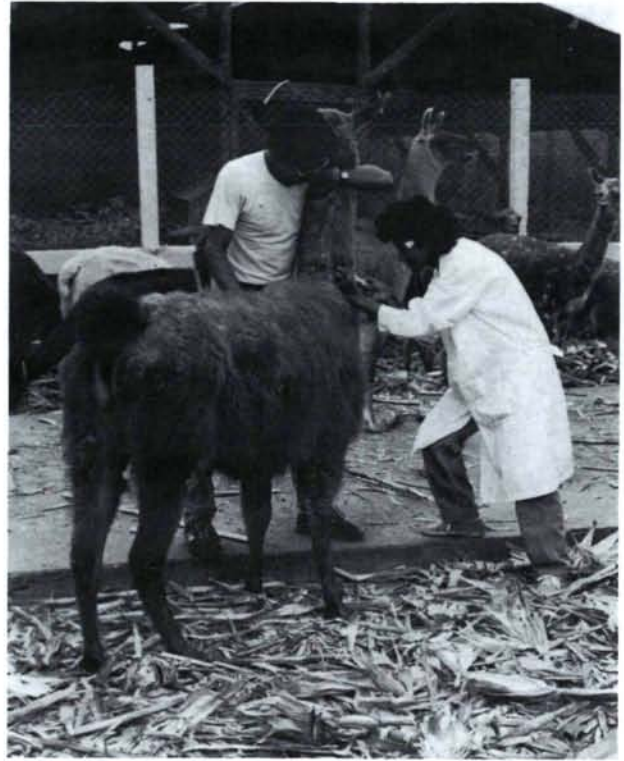
Un projet du programme ARCAL sur l'application des techniques analytiques nucléaires vise à améliorer les méthodes d'analyse utilisées dans les laboratoires, en formant du personnel aux diverses techniques utilisées principalement pour l'analyse des denrées alimentaires et des produits agro-industriels. Certains pays souhaitent maintenant travailler dans le même sens pour l'environnement et les ressources minières.

● **Réacteurs de recherche et chimie nucléaire.** Un autre projet ARCAL, sur l'exploitation des réacteurs de recherche, celui-là, porte principalement sur l'étude du cœur, y compris la physique et la thermohydraulique; il est complété par des cours d'exploitation des réacteurs de recherche. Les problèmes du passage au combustible à l'uranium faiblement enrichi et de la sûreté des réacteurs sont également étudiés, de même que l'emploi des réacteurs de recherche pour produire des radio-isotopes et pour analyser les éléments traces présents par exemple dans les aérosols particuliers ou les denrées alimentaires. En Colombie, la sûreté du réacteur de recherche très sollicité de Bogota, en service depuis plus de 20 ans, est examinée avec l'aide de l'Agence en vue de son amélioration. A la Jamaïque, un réacteur de recherche de faible puissance rend de grands services en chimie analytique et dans d'autres domaines, à l'appui de la recherche sur la fertilité des sols, les terres rares et les ressources minières.

En tout, huit pays d'Amérique latine — Argentine, Brésil, Chili, Colombie, Jamaïque, Mexique, Pérou et Venezuela — possèdent des réacteurs de recherche et les laboratoires d'analyse annexes existent déjà ou sont en projet.

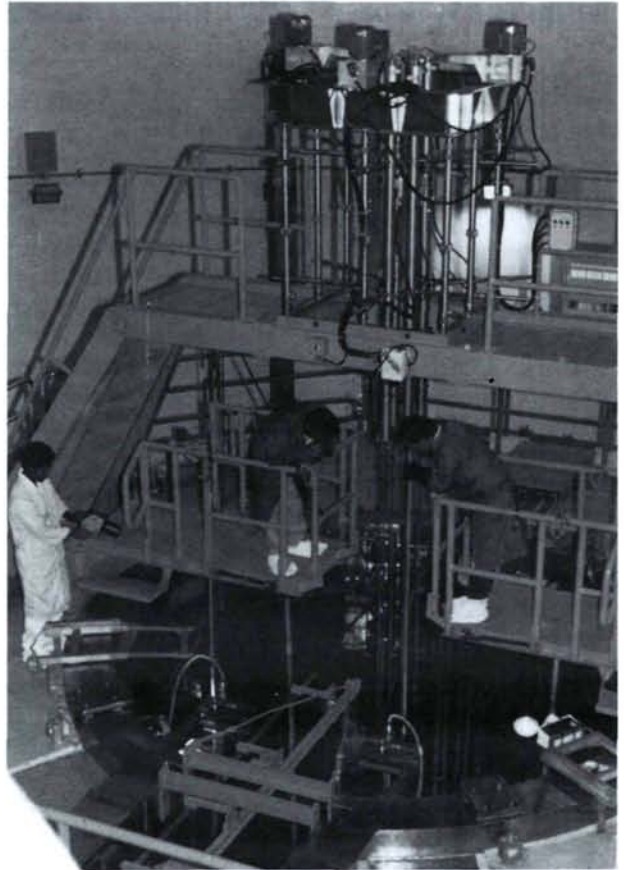
● **Médecine nucléaire et santé.** Les moyens dont disposent les services de médecine nucléaire en Amérique latine varient considérablement d'un pays à l'autre. Dans certains pays, les médecins utilisent couramment les méthodes nucléaires de diagnostic comportant l'emploi d'appareils et de techniques très perfectionnés, alors que dans d'autres pays ils commencent tout juste à se préparer en vue du marquage de composés avec l'iode 131 ou le technétium <sup>99m</sup>Tc, par exemple. Nombre de pays, dont la Bolivie, le Chili et le Panama, ont largement utilisé l'assistance de l'Agence pour organiser des services de médecine nucléaire spécialisés dans le diagnostic, impliquant l'emploi de caméras gamma modernes. D'autres ont entrepris la production de produits radiopharmaceutiques; c'est le cas du Brésil et du Mexique, tandis que la Colombie et l'Equateur se préparent à faire de même. Plusieurs pays prennent part à une étude de faisabilité de la production de trousseaux pour l'analyse *in vitro* d'hormones thyroïdiennes à des fins de diagnostic, impliquant l'importation de composants en bloc.

Dans plusieurs pays, la recherche porte sur le traitement de certaines maladies et sur des problèmes de santé particuliers. A Cuba, des chercheurs font un stage sur l'emploi des radio-isotopes en biologie en vue de travaux de pointe sur l'artériosclérose. Au Brésil, on étudie l'application des techniques isotopiques au diagnostic

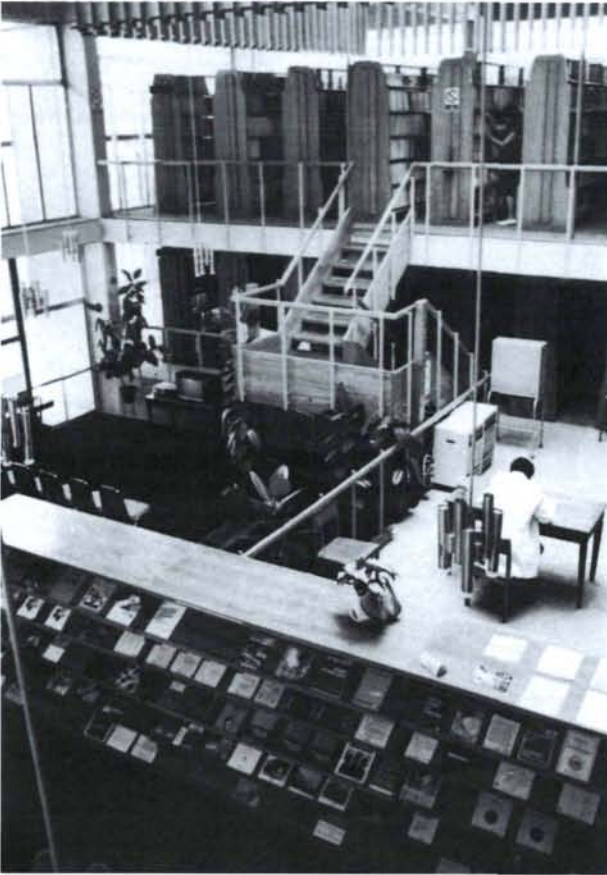


L'Institut vétérinaire de l'Université nationale supérieure de San Marcos, à Lima (Pérou), étudie la prophylaxie et la fécondité animales. (Photo: IPEN)

Le réacteur de recherche du Centre d'études nucléaires RACSO de Lima (Pérou). (Photo: IPEN)







Le Centre de documentation nucléaire du Chili. (Photo: CCHEN)

des maladies contagieuses, tandis que, en Colombie et au Panama, des travaux sur le paludisme ont été entrepris avec l'aide de l'Agence.

Un projet régional fait une place importante au contrôle de la qualité en médecine nucléaire et comporte des cours pour les médecins utilisant des instruments perfectionnés.

● **Ingénierie, instrumentation et technologie nucléaires.** Seuls l'Argentine, le Brésil et le Mexique exploitent des centrales nucléo-électriques en Amérique latine. De nouvelles centrales sont en construction dans ces mêmes pays, ainsi qu'à Cuba. L'Agence fournit une assistance à ces pays pour ce qui est de la construction et de la sûreté d'exploitation, par l'intermédiaire de divers programmes, dont celui de coopération technique. Au titre de ce dernier, le Mexique, par exemple, a reçu une aide importante pour le démarrage de la fabrication d'éléments combustibles destinés à sa centrale de Laguna Verde. De leur côté, la Compagnie d'électricité et l'autorité de l'énergie atomique du Pérou ont bénéficié d'une assistance pour étudier la possibilité de doter le pays d'une centrale nucléaire; plusieurs sites sont à l'étude.

Un projet ARCAL sur l'instrumentation nucléaire a permis de former des techniciens à différents aspects de la maintenance de certains appareils et aux nouvelles techniques électroniques. Par exemple, des pièces de rechange et des services d'experts ont été fournis pour les ateliers de réparation. Par ailleurs, une banque de données, actuellement en préparation, contiendra les

instructions sur l'emploi et la maintenance du matériel utilisé dans la région. On envisage tout spécialement de créer des laboratoires nationaux et régionaux qui pourront assurer des services de maintenance.

● **L'eau et autres ressources naturelles.** Le projet intéressant le bassin amazonien fait grand usage des isotopes pour l'étude des précipitations, de l'humidité atmosphérique et de l'état des eaux de surface; les résultats obtenus seront utiles pour évaluer les effets de la reconversion des terres sur l'écologie. L'Agence contribue aussi à des études d'hydrologie isotopique au Chili, en Colombie, à Cuba, en Equateur, au Guatemala, au Nicaragua, au Pérou, en République Dominicaine, en Uruguay et au Venezuela. Toute une série de problèmes sont à l'étude, dont les effets de la pollution des eaux au Venezuela, la détermination des caractéristiques de l'eau utilisée pour le développement agro-industriel du Nicaragua, et la reconnaissance des ressources d'eau disponibles pour les plans d'irrigation du Pérou. Un autre projet du programme ARCAL, relatif à l'application des techniques isotopiques en hydrologie, vise à aider collectivement plusieurs pays à résoudre les problèmes scientifiques et pratiques que pose l'évaluation des ressources en eaux souterraines et de leur contamination.

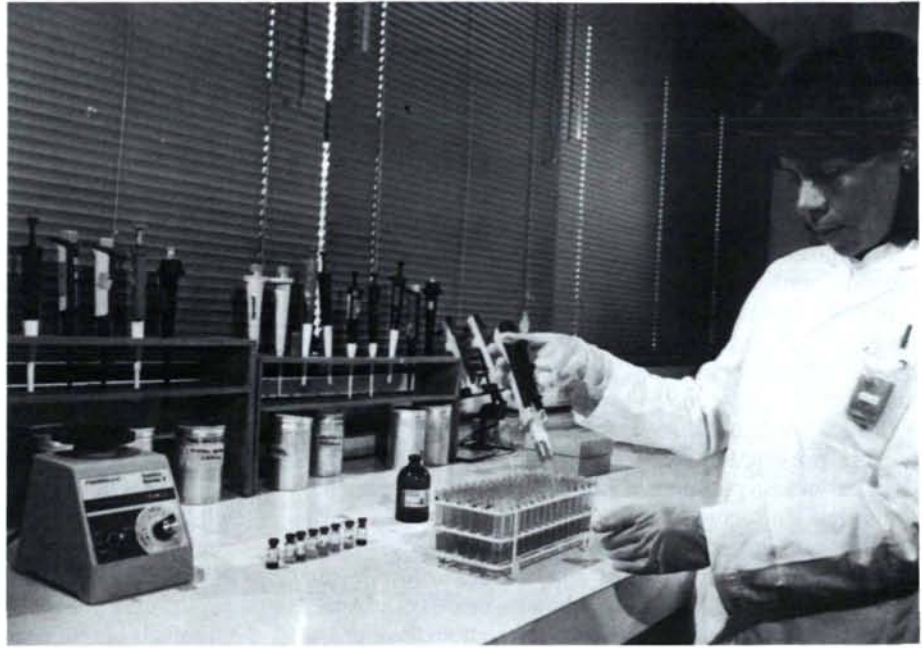
L'application des isotopes à l'étude de l'énergie géothermique retient aussi l'attention. Au Salvador, par exemple, cette forme d'énergie assure environ la moitié de la production d'électricité du pays et des études sont en cours pour en évaluer les réserves. Des travaux se poursuivent également au Mexique, où l'énergie géothermique est déjà exploitée depuis longtemps, ainsi qu'au Nicaragua. A l'échelon régional, un projet ARCAL sur l'application des techniques isotopiques et géochimiques à la prospection des ressources géothermiques aide les divers pays intéressés à reconnaître les régions où cette énergie peut être captée.

Les pays de la région s'intéressent aussi beaucoup à l'évaluation de leurs gisements d'uranium. Il en existe en Argentine, au Brésil, au Chili, au Mexique et au Pérou, et l'AIEA contribue à de nombreuses opérations de prospection. Bien qu'un certain nombre des projets nationaux aient été quelque peu délaissés au cours des dernières années, les pays continuent de s'intéresser à l'exploitation industrielle des ressources disponibles. Le Pérou, par exemple, envisage de lancer un appel d'offres international pour l'exploitation de gisements découverts lors d'opérations menées avec l'assistance de l'AIEA et du PNUD. La Bolivie, la Colombie, le Costa Rica, l'Equateur, le Guatemala, le Nicaragua, l'Uruguay et le Venezuela ont également reçu une aide de l'AIEA pour évaluer leurs ressources d'uranium.

● **L'irradiation dans l'alimentation et l'industrie.** Des irradiateurs expérimentaux ont été mis en service en Argentine, au Brésil, au Chili, en Colombie, en Equateur, au Pérou et au Venezuela pour faciliter la recherche sur les applications des rayonnements ionisants dans l'industrie; l'Equateur dispose même d'un accélérateur à faisceaux d'électrons. Les techniques étudiées sont la stérilisation des fournitures médicales et le surfacage des panneaux de bois par polymérisation.

La conservation des denrées alimentaires est une autre application possible. Des essais ont été faits, dans les pays qui disposent d'irradiateurs expérimentaux, sur





La radio-immunoanalyse est utilisée en Colombie pour étudier la fécondité animale. (Photo: IAN)

les fruits tropicaux et certaines denrées essentielles comme les oignons et les pommes de terre. Des essais de commercialisation de pommes de terre irradiées ont été faits en Argentine et en Uruguay. A Cuba, l'installation pilote d'irradiation construite avec l'aide de l'AIEA est un centre de recherches intensives. A l'échelon régional et dans le cadre du programme ARCAL, plusieurs études de préfaisabilité ont été faites dans divers pays pour déterminer les possibilités d'utilisation de grands irradiateurs industriels pour le traitement de denrées alimentaires.

En dehors du programme ARCAL, un très important projet d'essais non destructifs a été lancé en 1982; il concerne plus particulièrement la radiographie et l'emploi des radio-indicateurs dans l'industrie. Ce projet, auquel participent 18 pays, est plus spécialement orienté vers la formation et la création de moyens technologiques autonomes nationaux et régionaux; près de 80 cours et stages sont prévus pour 1990. Un grand effort est fait pour former des techniciens au niveau élémentaire et au niveau supérieur. Près de 25 000 techniciens ont été formés depuis 1982. Une fédération régionale de cette spécialité a été créée en 1989 et il est bien possible qu'elle devienne un jour l'organe exécutif du projet. L'admission en 1989 de 11 nouveaux pays d'Amérique latine au Comité international des essais non destructifs est aussi un indice de progrès. Les pays de cette région comptent désormais pour près d'un tiers dans la composition de ce comité.

● **Agronomie et zootechnie.** Presque tous les pays exécutent activement des projets agricoles, dont un bon nombre portent plus particulièrement sur l'application des engrais et ses effets, et sur l'assimilation par les plantes des éléments nutritifs du sol, notamment le potassium et l'azote. Un excellent exemple est le projet en cours dans le bassin amazonien, qui comporte des études approfondies sur le sort des produits agrochimiques.

Dans le domaine de la sélection des plantes par mutations et de la phytogénétique, les travaux ont abouti à des variétés améliorées de sorgho, au Venezuela par exemple, et de blé et d'orge, au Pérou, qui présentent une meilleure résistance aux conditions qui règnent sur les hauts-plateaux andins, permettant ainsi d'accroître la production de ces céréales et d'en réduire les importations. Un projet ARCAL de sélection par mutations visant à créer de nouvelles variétés de céréales permet d'améliorer les moyens dont disposent les laboratoires de la région pour travailler sur des cultures de tissus et de perfectionner les connaissances des spécialistes actuellement formés aux divers aspects de la sélection par mutations.

Quant à la lutte contre les ravageurs, plusieurs pays, dont le Guatemala, le Mexique et le Pérou, utilisent déjà la technique de l'insecte stérile pour combattre ou détruire les insectes qui causent des dommages aux récoltes ou provoquent des maladies du bétail. Le Guatemala et le Mexique disposent d'ailleurs d'installations d'élevage en masse d'insectes stériles en vue des campagnes d'éradication. Au Pérou, il existe une installation expérimentale pour l'élevage d'insectes stérilisés d'une espèce qui s'attaque à l'olive. Le Chili s'intéresse à ces recherches, car un insecte analogue lui cause les mêmes problèmes.

En zootechnie, l'analyse radio-immunologique conserve la vedette pour l'étude des facteurs qui influencent la santé et la productivité du bétail. Un projet ARCAL utilisant cette technique pour étudier la production animale aborde sa deuxième période quinquennale, plus spécialement orientée vers l'élaboration de stratégies alimentaires destinées à améliorer la productivité des ruminants. Le diagnostic des maladies du bétail est un autre volet de ces activités. Un projet fondé sur la radio-immunoanalyse a aidé des scientifiques chiliens et péruviens, à l'échelon national, à étudier le cycle de reproduction des camélidés importants pour



l'économie agricole de la région andine. Les résultats de ces études ont permis d'améliorer considérablement la fécondité et l'on a signalé une augmentation de 75% de la natalité annuelle.

● **Sûreté nucléaire et radioprotection.** D'une manière générale, toutes les activités assistées par l'Agence ne manquent jamais de souligner toute l'importance de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, mais quelques projets sont plus spécialement orientés vers certains aspects précis de ces deux domaines. Un projet ARCAL sur la radioprotection vise à déterminer les besoins d'intervention immédiate dans la région. Le personnel est formé à l'échelon national et à l'échelon régional, et le programme des cours et des ateliers prévoit l'étude des besoins de radioprotection dans certaines conditions d'utilisation des rayonnements ionisants. Un recueil d'instructions qui pourra servir de modèle dans la région est en préparation.

Outre qu'ils sont exposés aux sources naturelles de rayonnement, la plupart des habitants des pays d'Amérique latine peuvent aussi subir des radioexpositions à l'occasion de traitements médicaux. C'est pourquoi l'AIEA et l'Organisation mondiale de la santé colla-

borent avec les diverses autorités nationales en vue d'assurer une réglementation et un contrôle judicieux des sources de rayonnement. En Equateur, par exemple, le Gouvernement a ouvert des bureaux régionaux chargés de renforcer les contrôles, et tous les établissements médicaux privés et publics, ainsi que les cabinets dentaires, sont soumis à des inspections. La conscience de la nécessité d'une radioprotection s'est beaucoup éveillée dans la région à la suite des accidents causés par des sources de rayonnement au Brésil et au Salvador.

L'AIEA offre aussi des services d'évaluation de la sûreté des réacteurs de recherche, et des missions à cette fin se sont déjà rendues au Pérou, au Chili et au Venezuela, notamment. En outre, les services consultatifs de l'AIEA fournis dans le cadre de la coopération technique assistent les autorités dans les domaines de la radioprotection et de la gestion des déchets radioactifs; telle est la mission des équipes RAPAT et WAMAP bien connues. De cette façon, et par d'autres moyens encore, les pays sont en mesure d'améliorer leurs pratiques, leurs procédures et leurs infrastructures nationales pour garantir la sûreté des applications de l'énergie nucléaire, et du stockage et de l'évacuation des déchets radioactifs, afin de protéger la population et l'environnement.



## Bibliographie

**Catalogue of Standard and Reference Materials for Marine Science (deuxième édition).** *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).* Cette publication a été préparée sous la direction du Groupe d'experts des étalons et des matières de référence (GESREM). Les préparateurs ou les sources de ces matières de référence sont l'AIEA et des organismes, établissements et laboratoires de dix pays. On peut se procurer le catalogue en s'adressant à NOAA, NOS/OOMA, N/OMA32, Rockville, MD/20852, Etats-Unis d'Amérique.

**Résumé du séminaire sur la base scientifique pour le stockage définitif du combustible nucléaire irradié.** *Comité consultatif pour la gestion des déchets nucléaires (KASAM).* Le rapport contient les résultats d'un séminaire sur cette question tenu à Stockholm en septembre 1989. Organisé conjointement par le KASAM et le Conseil national suédois pour le combustible irradié (SKN), le séminaire a porté sur les différentes barrières du système de protection de l'homme contre les effets nuisibles des rayonnements provenant du combustible irradié, ainsi que sur le problème des relations entre les âges glaciaires en Suède et la sûreté du stockage. Le rapport, en anglais, peut être obtenu auprès de M. Lars Persson, Secretary, Consultative Committee for Nuclear Waste Management, Box 60204, S-104 01 Stockholm (Suède).

