

Les techniques nucléaires au service de l'alimentation et de l'agriculture: 1964-1994

*Quelques belles réalisations de la Division FAO/AIEA
qui marqueront son anniversaire en octobre prochain*

Du laboratoire de recherche à la ferme, les techniques nucléaires jouent un rôle de plus en plus important, et bien souvent irremplaçable, dans la recherche agronomique. Elles se prêtent à de multiples applications qui intéressent aussi bien la conservation des denrées que la production agricole ou les études zootechniques.

La collaboration de deux organisations mondiales — l'AIEA et l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) — a beaucoup contribué au progrès dans ce domaine. Il y a trente ans, en octobre 1964, ces deux organisations ont joint leurs efforts et créé une division mixte des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture qui regroupait le service de la FAO chargé de l'énergie atomique et la Section d'agronomie de l'AIEA, en lui confiant une mission qui évitait les chevauchements et les doubles emplois.

Au cours de ces trente années, cette division mixte a aidé les pays à résoudre de manière pratique et économique nombre de problèmes: fertilité des sols, irrigation et production agricole, sélection et phytogénétique, production et santé animales, lutte contre les insectes et les ravageurs, produits agrochimiques et résidus, et conservation des denrées. Globalement, la Division s'est fixé pour objectifs d'exploiter les possibilités d'application des techniques isotopiques et nucléaires aux travaux de recherche et développement en agronomie, d'accroître et de stabiliser les rendements agricoles, de réduire les coûts de la production, d'améliorer la qualité des denrées alimentaires, d'éviter la détérioration et la perte de produits agricoles, et de combattre la pollution des denrées et de l'environnement agricole. La Division aura trente ans cette année et nous tenons à cette occasion à donner un

aperçu de ses principales réalisations au cours de trois décennies*.

Fertilité des sols et fixation de l'azote

Les chercheurs soupçonnent depuis longtemps qu'une forte proportion des engrais se perd à cause de mauvaises méthodes d'application et que, par conséquent, les cultures n'en profitent pas. Ce problème a retenu l'attention des experts de la Division dès les années 60, mais ils comprirent que les solutions possibles risquaient de coûter cher. Les premiers programmes de recherche coordonnée de la Division sur le riz et le maïs ont néanmoins montré que des études à l'échelle mondiale à l'aide du phosphore 32 et de l'azote 15 étaient économiquement réalisables. Cette constatation a encouragé l'emploi généralisé de l'azote 15 dans la recherche agronomique et a beaucoup contribué à l'adoption des techniques isotopiques par nombre de pays en développement.

Par la suite, des essais de fertilisation du riz en Extrême-Orient, en Hongrie et en Egypte, assistés par la Division mixte, ont contribué à la solution des problèmes critiques de l'application des engrais phosphatés et azotés. On a constaté que l'azote devait être épandu en surface, alors que ce serait la plus mauvaise méthode en ce qui concerne le phosphore qu'il faut enfouir, car il ne serait pas absorbé par les plantes. On s'en doutait bien depuis des années, d'après l'expérimentation traditionnelle, mais la preuve n'en avait pas encore été faite.

Un programme de recherche coordonnée sur le maïs a montré en outre que les plantes absorbaient mieux le phosphore lorsqu'on le mélangeait avec de

par Björn
Sigurbjörnsson
et Peter Vose

M. Sigurbjörnsson est directeur de la Division mixte FAO/AIEA et M. Vose est un ancien membre de cette division, dont il furent deux des fondateurs en 1964.

* On trouvera un exposé plus complet sur la Division mixte FAO/AIEA et ses activités dans l'annuaire de l'AIEA pour 1994.

l'azote et qu'un engrais azoté appliqué avec modération au moment de la floraison était très bien assimilé et améliorerait la récolte. Les recommandations fondées sur ces résultats ont été reprises par le programme de fertilisation de la FAO et suivies dans de nombreux pays, ce qui a permis de faire des économies d'engrais se chiffrant par millions de dollars.

De même en arboriculture, les travaux de la Division mixte ont montré que l'application judicieuse de l'engrais pouvait faire faire des économies à long terme. S'il est vrai que les expériences classiques de fertilisation des arbres demandent des années avant que l'on puisse apprécier les résultats, le marquage isotopique des engrais peut aider les chercheurs à déterminer l'activité des racines. Il est apparu que la méthode traditionnelle d'application des engrais n'était pas la meilleure dans bien des cas.

Plus récemment, les chercheurs se sont beaucoup occupés de la fixation biologique de l'azote atmosphérique. La raison en est le coût élevé et souvent la rareté des engrais azotés dans les pays en voie de développement, ainsi que la nécessité de limiter l'emploi des engrais dans les pays avancés. Il est très difficile de mesurer la quantité d'azote que peut fixer une plante, mais la Division mixte est parmi les promoteurs des méthodes fondées sur l'azote 15. Celles-ci donnent de bons résultats et ont servi dans le cadre d'importants programmes de recherche coordonnée à déterminer la capacité de fixation de l'azote par le haricot et autres légumineuses, par les pâturages, par les légumineuses arborescentes et par *Azolla*, cette algue des eaux stagnantes qui est la source d'azote des rizières.

Humidité du sol et irrigation

Pour utiliser rationnellement les eaux d'irrigation, il faut mesurer constamment le degré d'humidité des sols et interpréter les résultats. Les techniques nucléaires utilisées à cette fin ont permis aux pédologues de réformer les pratiques d'irrigation et de mieux planifier l'usage des faibles ressources en eau. Ce faisant, la productivité de la terre peut être maintenue, sinon améliorée.

De fait, les programmes FAO de recherche coordonnée ont montré que l'amélioration des méthodes traditionnelles d'irrigation permet d'économiser jusqu'à 40% du volume total utilisé, l'eau ainsi récupérée pouvant servir à irriguer d'autres secteurs. Dans plusieurs pays, les chercheurs ont mis à l'essai différents moyens d'améliorer la conservation de l'eau dans les régions pluvieuses, dont les résultats ont mené à des applications pratiques immédiates.

Sélection par mutation

En 1964, la sélection par mutation n'était pas prise au sérieux. Les sélectionneurs traditionnels

avaient peine à croire que l'induction de mutants par irradiation, apparemment aléatoire, avait un rapport quelconque avec leur méthode classique consistant à faire d'habiles croisements entre différents précurseurs pour ensuite sélectionner et resélectionner leur descendance. L'attitude est désormais très différente, en grande partie grâce aux programmes de la Division mixte. En vérité, la sélection par mutation est une des grandes vedettes — 1800 variétés nouvelles ont été mises sur le marché — et son effet est tel que nous n'essaierons même pas d'en calculer la valeur monétaire.

Une conférence internationale réunie par la FAO et l'AIEA à Rome, au printemps de 1964, semble avoir marqué un tournant décisif. A l'époque, on comptait sur le marché moins de 50 cultivars mutants connus. La conférence conclut qu'un effort commun était nécessaire pour résoudre les problèmes qui se posaient notamment au niveau des conditions nécessaires à un traitement mutagène efficace, et ultérieurement en ce qui concerne le tri, la sélection et l'exploitation des mutants.

On ne savait vraiment pas comment faire démarrer un programme de sélection par mutation ni comment incorporer un caractère utile dans les meilleures variétés existantes. La nouvelle division a relevé le défi et sa réponse a été un manuel de sélection par mutation. Cette publication a connu un grand succès et devint le breviaire des sélectionneurs. Sur le plan pratique, le grand événement fut la réalisation d'un irradiateur neutronique type qui offrait aux sélectionneurs une source pure de neutrons rapides dans des réacteurs piscines.

Un des premiers programmes de la Division mixte consistait à mettre à l'essai des variétés mutantes de blé dur dans la région méditerranéenne et au Proche-Orient. Ces variétés sont désormais parmi celles qui donnent les meilleurs résultats à tel point que presque 70% des terres à blé d'Italie sont ensemencées avec ces variétés.

Ces premiers essais de sélection par mutation ont également porté sur l'orge, de sorte qu'aujourd'hui pratiquement toutes les variétés cultivées en Europe du Nord et en Europe centrale ont des ancêtres artificiellement mutés, aboutissement d'un processus en «cascade».

La sélection du riz par mutation a également donné d'excellents résultats. En grande partie grâce à la conférence de 1964, un important programme de recherche coordonnée sur le riz à l'aide de techniques de mutation a été parrainé par la FAO et l'AIEA. Ces travaux ont permis d'obtenir de nombreuses variétés améliorées. Il existait auparavant quatre variétés mutantes de riz sur le marché. Aujourd'hui, on en compte plus de 200. Dans le monde entier, ces variétés mutantes sont semées sur des millions d'hectares. C'est une magnifique réussite.

La Division mixte s'est également attaquée à d'autres problèmes, dont la résistance des plantes à la maladie et la teneur en protéines des céréales à

grains. Après les céréales annuelles comme l'orge, le blé et le riz, ce fut le tour des légumineuses, des fruits, des plantes racines et des tubercules. Les programmes sur les légumineuses à graine ont permis d'obtenir plus de 100 variétés améliorées.

Les espèces à multiplication végétative présentent des problèmes beaucoup plus sérieux à l'exception des plantes d'intérieur, dont le marché se chiffre en millions de dollars et qui n'appellent aucune intervention car les mutants s'obtiennent très facilement. La solution semble être le recours aux techniques de culture *in vitro* et la Division mixte, en particulier son laboratoire d'agronomie installé dans les laboratoires de l'AIEA à Seibersdorf, s'est occupée très activement de certaines méthodes originales de sélection visant l'amélioration des cultures tropicales. Il s'agit en particulier des palmiers, des fruits tropicaux, du manioc, de l'igname et du cacaoyer. Par exemple, la culture de tissus de bananiers rend les traitements mutagènes beaucoup plus efficaces. Des cultivars de bananiers dont on veut améliorer la résistance à la maladie sont mis à l'essai. Une de ces variétés, le «Novaria» mis au point à Seibersdorf, vient d'être livrée en Malaisie.

Production et santé animales

Le bétail est un élément important de la plupart des régimes agricoles. Les parasitoses internes causent d'énormes pertes au cheptel du monde entier, soit que la bête ne se développe pas soit qu'elle meure inutilement. Les toutes premières recherches ont montré que certains parasites internes des animaux pouvaient être «atténués» par irradiation, c'est-à-dire rendus inoffensifs, de façon à produire des vaccins. Le premier programme FAO/AIEA de recherche coordonnée en zootechnie date de 1966 et visait la lutte contre les parasitoses internes des animaux domestiques.

La reproduction aussi a fait l'objet de recherche. On peut déterminer l'aptitude des femelles à la reproduction en mesurant la concentration de progestérone dans leur sang ou dans leur lait par radio-immunoanalyse (RIA) avec marquage à l'iode 125. Le laboratoire de Seibersdorf a réalisé des trousseaux de RIA spécialement étudiés pour les conditions difficiles. Grâce à cette méthode, d'excellents résultats ont été obtenus par les programmes FAO/AIEA avec le buffle en Asie, le mouton et la chèvre en Afrique, et le lama et l'alpaga en Amérique latine; ils ont fourni des renseignements que l'on n'aurait pu obtenir autrement sur la reproduction des espèces autochtones et du genre de bétail qu'élevaient généralement les petits fermiers. Ces campagnes ont permis d'identifier les animaux les plus performants et de faire adopter de nouvelles méthodes d'élevage qui améliorent la fécondité.

Les sondes à l'ADN marquées au phosphore 32 ou à l'iode 131 et les méthodes d'immunoanalyse, analogues dans leur principe, servent au diagnostic

des maladies, au dépistage et au suivi des mesures prophylactiques. Le dosage immuno-enzymologique (ELISA) sert à détecter et à mesurer les anticorps de certaines infections et peut donc être utilisé pour déterminer l'incidence des principales maladies, telles la peste bovine, la babésiose et la brucellose. Il sert également à apprécier les effets des médicaments ou des vaccins.

ELISA a donné de très bons résultats. Des trousseaux spécialement conçus par le laboratoire de Seibersdorf ont été livrés par milliers dans le monde entier pour différents projets. Le grand succès d'ELISA fut la campagne de vaccination contre la peste bovine au Nigéria et, plus récemment, la campagne menée dans toute l'Afrique qui a permis d'éliminer cette maladie de 14 pays (*voir l'article suivant*).

Les problèmes de nutrition continuent également de retenir l'attention. Les déficiences ou déséquilibres en minéraux chez le bétail sont souvent un problème qu'il est difficile de déceler avant que l'animal soit sérieusement atteint. Les méthodes isotopiques de diagnostic des déficiences en cuivre, sélénium, zinc et phosphore ont permis de déterminer plus rapidement les concentrations de ces éléments essentiels; elles ont été employées dès le début des activités de la Division mixte.

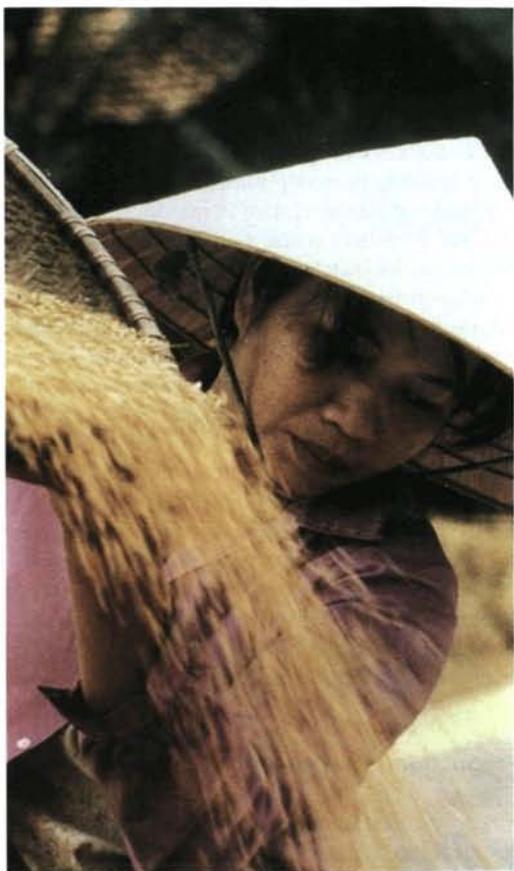
Un programme coordonné a eu recours à l'azote 15 pour étudier les sources d'azote non protéique, telle l'urée, en vue d'une alimentation d'appoint pour les ruminants. On peut ainsi recourir à l'azote non protéique pour répondre aux besoins des ruminants, ceux-ci pouvant convertir l'azote non organique en protéine.

Dans les années 80, la Division mixte a spécialement étudié les moyens d'utiliser au mieux les fourrages fibreux comme la paille, les résidus de récolte, et des sous-produits de l'industrie alimentaire tels que la bagasse, pour nourrir buffles, moutons et chèvres. Un rumen artificiel, dénommé Rusitec, a été réalisé pour l'étude de la dégradation bactérienne des aliments pour animaux, à l'aide d'indicateurs isotopiques. Les résultats ont permis de formuler de nouveaux régimes alimentaires à base de produits locaux pour les ruminants de pays en développement.

Ces programmes de portée mondiale auront aidé à déterminer la valeur nutritive des aliments et les besoins du bétail, et à diffuser ces connaissances parmi les éleveurs.

Lutte contre les insectes

Certaines infestations des récoltes, du bétail et des humains ont un effet tel que le développement social et les économies de régions entières peuvent être compromis. C'est le cas de la lucilie bouchère qui attaque les humains et les animaux à sang chaud (surtout le bétail), de la mouche méditerranéenne des





Ci-contre: En Afrique, les animaux travaillent au champ; vannage du riz, dont quelque 200 variétés mutantes ont été créées; un marché au Guatemala; préparation d'une expérience au laboratoire d'agronomie de Seibersdorf; des formules d'herbicide retard sont étudiées au laboratoire de Seibersdorf.

Sur cette page: un mutant d'orge; pièges à mouche des fruits en Amérique centrale.

(Photo: FAO; M. Maluszynski, AIEA; J. Marshall, AIEA)



fruits et de la mouche tsé-tsé qui pique aussi bien le bétail que les humains.

Au fil des ans, la FAO et l'AIEA ont organisé en commun huit grands colloques sur l'emploi des techniques nucléaires pour lutter contre les insectes, qui ont aidé, en particulier, à mettre au point la méthode de l'insecte stérile. Cette technique consiste à élever des insectes mâles qui sont ensuite stérilisés par irradiation puis lâchés dans les régions infestées. Les femelles n'ont donc pas de progéniture et, en répétant l'opération, on parvient à réduire la population jusqu'à l'éliminer entièrement.

La mouche méditerranéenne, *Ceratitis capitata*, existe pratiquement partout où l'on récolte des agrumes et des fruits à pulpe. L'économie en souffre beaucoup car le fruit est très endommagé et les exportations s'en trouvent considérablement réduites. Les équipes des laboratoires de Seibersdorf ont mis au point des régimes alimentaires artificiels et des méthodes très efficaces d'élevage de cette mouche qui permettent d'en obtenir des millions d'exemplaires à peu de frais. Apparemment simple, cette méthode a néanmoins demandé un gros effort de recherche.

Deux réalisations remarquables sont à l'actif de Seibersdorf. La première est la création d'une souche génétiquement sexuée de sorte que les pupes femelles sont blanches et les pupes mâles marron, ce qui facilite le tri en vue de ne lâcher que des mâles. Une trouvaille supplémentaire des chercheurs consiste à insérer dans le chromosome Y qui détermine le sexe un gène différencié sensibilisé à la chaleur par un mutagène chimique, en provoquant une translocation chromosomique sous irradiation. Techniquement, c'est un tour de force. Avec la souche obtenue, il est possible de séparer très tôt les sexes — les œufs sont chauffés à 35°C, température qui tue les œufs femelles et laisse survivre les mâles. Il s'ensuit qu'il ne reste plus qu'à élever la moitié des larves, ce qui réduit également de moitié les frais de nourriture, coût principal de l'opération. En outre, grâce au lâcher de mâles seuls, les fruits ne sont pas piqués par des femelles pondueuses d'œufs stériles.

Un des grands succès de la méthode qui a défrayé la chronique a été la campagne du Mexique à qui la Division mixte a fourni conseils, formation et assistance pour préparer l'opération et installer une «usine» d'élevage en masse qui finit par produire 500 millions d'insectes stériles par semaine. Cette campagne, financée par le Mexique et les Etats-Unis, a eu raison de l'insecte dans la zone infestée, épargnant ainsi des pertes énormes à l'économie mexicaine.

La lucilie bouchère américaine est un parasite pernicieux et agressif de tous les animaux à sang chaud. L'insecte pond ses œufs sur l'échine des animaux et les larves qui en naissent percent la peau et pénètrent dans la chair. Lorsqu'on eut découvert, en 1988, que l'insecte s'était établi en Libye, une action nationale et internationale, coordonnée par la FAO et assistée par l'AIEA, a été entreprise

d'urgence pour éviter que le fléau ne s'étende au bétail et à la faune sauvage d'Afrique du Nord, du sud du Sahara et du bassin méditerranéen. En 1992, l'insecte était totalement éliminé de la région, évitant les pertes considérables qu'aurait causé son expansion.

La mouche tsé-tsé, *Glossina spp.*, «stérilise» littéralement près des deux tiers de l'Afrique sud-saharienne. Elle se nourrit du sang des animaux et transmet le trypanosome responsable de la maladie du sommeil chez les humains et du «Ngana» parmi le bétail. Environ 50 millions d'habitants y sont exposés sur une superficie égale à toute la zone agricole des Etats-Unis.

Les chercheurs des laboratoires de Seibersdorf ont travaillé sans relâche pour adapter la méthode du mâle stérile à la mouche tsé-tsé, en mettant au point les moyens d'élever l'insecte sur des membranes artificielles et de le nourrir de sang. On ignorait, au début, si des colonies auto-entretenuës pourraient subsister longtemps en laboratoire et avoir néanmoins une progéniture qui serait encore viable dans le milieu naturel. Or, c'est maintenant chose faite.

Au Nigéria, une opération connue sous le nom de projet pilote BICOT a été menée par la FAO et l'AIEA en 1984-1986. Elle est parvenue à éliminer la mouche d'une zone de 1500 kilomètres carrés. Actuellement, plusieurs projets pilotes sont en cours pour développer l'expérience acquise au Nigéria.

Produits agrochimiques et environnement

L'inquiétude que suscite dans le grand public la contamination possible des denrées alimentaires n'est pas nouvelle. Avant même 1964, la FAO avait recueilli des renseignements sur la radioactivité provenant de retombées et présente dans le sol, dans les végétaux et dans les denrées alimentaires. Cette information fut communiquée au Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR). En 1969, les données ont été placées dans leur contexte lors d'un séminaire sur les conséquences pour l'agriculture et la santé publique de la contamination du milieu par des matières radioactives, qui était parrainé conjointement par la FAO, l'AIEA et l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

L'accident de Tchernobyl a ravivé les inquiétudes que la communauté internationale avait éprouvées sur la contamination du milieu par les retombées radioactives. Elles amenèrent la FAO et l'AIEA à publier conjointement, en 1989, un important rapport sur les retombées radioactives dans les sols, les récoltes et les denrées alimentaires. La même année, la FAO, l'AIEA, l'OMS et le Programme des Nations Unies pour l'environnement organisèrent un colloque international sur les conséquences d'un accident nucléaire grave pour l'environnement.

Il existe toute une documentation qui permet d'évaluer l'étendue et l'importance d'une contamination future de l'environnement par les radionucléides. Une publication de 1994 donnant des directives sur les mesures à prendre dans le domaine agricole à la suite d'un dégagement accidentel de radionucléides facilitera l'étude de méthodes permettant de surveiller et de limiter à court terme et à long terme les effets de cette contamination sur l'agriculture, les denrées alimentaires et la santé de l'être humain.

La présence de nitrates dans les sources d'eau potable à des concentrations proches ou même supérieures aux limites fixées par l'OMS est aussi devenue une question politique. Dans les années 70, un programme de la Division mixte a montré, à l'aide d'indicateurs à l'azote 15, que les nitrates présents dans la nappe phréatique provenaient sans aucun doute presque exclusivement des apports d'engrais. Les résultats ont été repris dans une série de publications (1974, 1975, 1984) qui sont désormais des ouvrages de référence en la matière.

Le rejet de résidus de mercure dans les cours d'eau et les estuaires a provoqué localement des empoisonnements chez les consommateurs de poissons. En outre, l'emploi de composés organiques au mercure en agriculture pour protéger les semences contre les maladies cryptogamiques dont elles sont porteuses a causé la mort de quantités d'oiseaux et provoqué des accidents dans la population. En collaboration avec l'OMS et l'Organisation internationale du Travail (OIT), la Division mixte a évalué l'impact du mercure sur l'environnement et publié une monographie, devenue la principale source d'information, qui a amené à imposer de sévères restrictions à l'emploi et au rejet de cet élément.

En ce qui concerne les pesticides, le marquage radio-isotopique a permis non seulement de doser d'infimes quantités de résidus de pesticides avec une précision exceptionnelle (en parties par milliards), mais aussi de déterminer les voies métaboliques de ces composés et leur sort dans le milieu naturel. Rappelons en outre qu'une importante fraction de ces résidus présents dans les sols et les denrées végétales ne peut être extraite à l'aide des solvants classiques et ne peut donc être décelée que par un marquage isotopique.

Le comportement de ces résidus est un facteur déterminant quand il s'agit de décider comment un pesticide doit être utilisé, ou s'il faut interdire l'emploi de certains composés reconnus écologiquement dangereux, ou encore déterminer si le produit est potentiellement dangereux dans certains cas et parfaitement utilisable dans d'autres.

Par exemple, l'emploi du DDT et du lindane est largement limité et même interdit dans les climats tempérés à cause de la persistance de ces composés dans l'environnement. En revanche, une vaste étude entreprise par la Division mixte a montré que ces mêmes substances se dissipent beaucoup plus rapi-

dement dans les environnements tropicaux très chauds et très humides, ce qui évite l'accumulation locale de leurs résidus.

Une des solutions que propose la Division mixte pour rendre les herbicides et les pesticides plus efficaces et plus doux pour l'environnement consiste à prolonger leur action, mais à plus faible concentration, en utilisant des composés retard. Ceux-ci durent plus longtemps et libèrent la substance active sur une plus longue période. Les indicateurs radio-isotopiques sont irremplaçables pour la recherche, la mise au point et l'essai de ces formules.

Radioconservation des aliments

Jusqu'à un tiers de la production agricole mondiale peut être perdu du fait que les denrées se détériorent ou sont infestées avant d'atteindre le consommateur. L'irradiation est un moyen sûr et fiable de limiter ce gâchis. Des décennies de recherche montrent de façon concluante que la consommation d'aliments irradiés ne comporte aucun risque. Les denrées ne deviennent pas radioactives et l'irradiation ne laisse aucun résidu nuisible.

Le procédé est utile à plusieurs fins: désinfestation de produits entreposés, tels que grains, épices, fruits et légumes déshydratés; inhibition de la germination des pommes de terre et des oignons, ce qui évite l'emploi d'inhibiteurs chimiques de sûreté douteuse; élimination de micro-organismes pathogènes, notamment de *Salmonella* présente dans le poulet, la viande rouge, les crustacés et fruits de mer; traitement efficace et sans résidu des fruits tropicaux pour éliminer la mouche des fruits et autres ravageurs; prolongation de la durée de conservation des champignons, fraises et fruits tropicaux.

Le Colloque FAO/AIEA sur l'irradiation des aliments, réuni à Karlsruhe en 1966, a marqué une étape dans la dynamique de cette technologie. Sur le plan strictement économique, la radioconservation des aliments n'a cependant eu qu'un modeste impact, jusqu'à présent, malgré ses avantages. La mise au point d'une technologie et d'une législation bien adaptées a néanmoins beaucoup progressé au cours des trente dernières années, grâce en grande partie aux activités de la Division mixte.

En dépit des obstacles économiques et de la réticence de certains groupes de consommateurs, le nombre d'irradiateurs n'a pas cessé d'augmenter dans le monde et l'on en compte maintenant 65 dont on peut dire qu'une cinquantaine sont exploités commercialement.

Entre 1971 et 1981, la FAO, l'AIEA et l'OMS ont réuni des groupes d'experts pour évaluer les études sur la comestibilité des aliments irradiés. Grâce à l'impulsion et à la collaboration de la Division mixte, la Commission du Codex Alimentarius a pu adopter et publier en 1983 une norme internationale pour l'irradiation des denrées alimentaires.

A l'heure actuelle, un groupe consultatif international sur l'irradiation des denrées alimentaires (ICGFI) patronné par la FAO, l'AIEA et l'OMS, dont la FAO et l'AIEA assurent le secrétariat, étudie l'évolution de la situation dans le monde et donne des avis aux Etats Membres. La formation a toujours été à l'ordre du jour et le premier cours FAO/AIEA dans ce domaine a été organisé dans le Michigan (Etats-Unis), en 1967. Par la suite, plusieurs centaines de stagiaires ont été formés pendant les dix années qu'a duré un projet international d'irradiation des aliments, à Wageningen (Pays-Bas). Aujourd'hui, c'est l'ICGFI qui prend la relève en organisant des stages de conduite du processus d'irradiation et délivre des certificats aux opérateurs qui se sont qualifiés. Le programme du stage est agréé par un nombre croissant de services d'hygiène alimentaire.

Formation et recherche pour le développement

La formation et la recherche appliquée dans le cadre des programmes coordonnés et du laboratoire de Seibersdorf ont toujours figuré au premier rang des activités de la Division mixte. Au cours des trente dernières années, 2200 stagiaires ont participé à 122 cours interrégionaux. Par ailleurs, 2609 bourses de perfectionnement de l'AIEA ont été accordées en agriculture et 380 de ces boursiers ont travaillé à Seibersdorf même. Dès sa création, le laboratoire d'agronomie de Seibersdorf a été au cœur de l'activité et de l'influence de la Division mixte. Sans lui, la plupart des programmes les mieux réussis n'auraient pu être exécutés, car il a fait une œuvre de pionnier unique en son genre. Il avait pour mission d'étudier des méthodes et de les mettre à l'essai, de chercher de nouvelles orientations et de fournir l'appui indispensable aux programmes de recherche coordonnée et autres activités hors siège.

Installé à l'origine dans un bâtiment préfabriqué acquis avec les 25 000 dollars qu'avait rapportés un contrat (un local peut-il coûter si peu?), il est devenu une annexe utile, bien que trop exiguë encore, du laboratoire principal.

Telle est la raison pour laquelle les stages organisés par la Division mixte à Seibersdorf ont toujours créé des problèmes internes à cause du manque de place. Le nouveau centre de formation a beaucoup amélioré la situation pour les participants aux cours, les boursiers et le personnel du laboratoire. Ce fut un excellent investissement pour l'avenir.

La FAO et l'AIEA organisent conjointement un colloque sur l'emploi des techniques nucléaires et apparentées dans les études sur les relations sol-plantes dans le cadre d'une agriculture écologiquement viable et de la protection de l'environnement, qui se réunira à Vienne du 17 au 21 octobre 1994.