

Les techniques nucléaires et le développement agricole durable

Les Laboratoires de l'AIEA de Seibersdorf proposent des techniques pratiques et douces pour l'environnement

par Pier Roberto Danesi

Depuis quelques années, l'expression «développement durable» se rencontre si souvent dans les textes qu'elle n'est plus guère qu'une sorte d'épithète que l'on applique indifféremment à diverses modalités nouvelles de développement, sans autre commentaire. Elle exprime généralement le souci de rendre de nouveaux projets technologiques plus attrayants et plus acceptables, pour autant qu'ils prétendent favoriser la croissance matérielle sans nuire à l'environnement.

Il serait bon, néanmoins, de préciser.

Le développement durable tel que l'a défini la Commission mondiale pour l'environnement et le développement (voir le rapport Brundtland) consiste à répondre aux besoins du moment sans nuire à la capacité des générations futures de répondre à leurs propres besoins. Cette définition n'est d'ailleurs pas nouvelle, comme l'ont fait remarquer certains commentateurs, mais elle est imprécise, ambiguë et très incomplète. On a fait observer en particulier que l'adjectif «durable» ne signifie pas «entretenu» et que le terme «développement» ne comporte pas nécessairement l'idée de «croissance économique à l'échelle planétaire». On a également fait observer que l'expression «développement durable» implique une contradiction dans les termes car «durable, c'est-à-dire viable, sous-entend une limitation alors que le développement désigne une croissance physique»*.

En dépit de ces critiques — dont la plupart s'inspirent du principe malthusien selon lequel les terres et les ressources naturelles imposent une limite tant au développement économique qu'à la croissance démographique — l'idée d'un «développement durable» impliquant une augmentation illimitée de la consommation est extrêmement attrayante. L'engouement qu'elle suscite procède peut-être de la constatation que l'expérience récente remet en question la théorie de Malthus car elle semble indiquer qu'il est possible d'exploiter plus rationnelle-

ment les ressources naturelles qui se font rares et de mettre au point des produits de remplacement peu coûteux.

La croissance économique est cependant la cause d'une dégradation constante de notre environnement, au point que les conditions écologiques de notre planète sur lesquelles repose la vie se trouvent sérieusement menacées. Une différence fondamentale apparaît alors entre la terre et les ressources utilisées comme matières premières pour la production, d'une part, et les ressources environnementales, d'autre part, lorsqu'il s'agit d'obéir aux forces du marché. La plupart des ressources environnementales, comme l'air et l'eau, sont en fait généralement traitées comme des éléments non commercialisés. Par ailleurs, il semble très difficile d'appliquer des directives de protection de l'environnement à l'échelle mondiale. Dans ce climat, l'optimisme que suscitent la science et la technologie, qui ne semblent pas vraiment capables de résoudre les problèmes, paraît moins justifié.

Elaborer une stratégie de développement qui concilie la conservation de la nature et la croissance, réponde aux besoins fondamentaux de l'être humain et préserve l'intégrité écologique est une œuvre gigantesque. Les démographes prévoient que la population mondiale, actuellement de 5,3 milliards d'habitants environ, s'établira à plus de 10 milliards au cours des 100 prochaines années. Plus de 90% de cet accroissement se produira dans des pays où le revenu moyen par habitant est à peu près le dixième de ce qu'il est dans les pays industrialisés. En d'autres termes, pour que les régions en développement — qui sont les moins capables de combattre les effets d'une explosion démographique sur les ressources et sur l'environnement — puissent s'assurer un revenu par habitant représentant tout juste un tiers de celui des pays développés, il faudrait que l'activité économique mondiale soit multipliée par 30 en 100 ans.

M. Danesi est directeur des Laboratoires de l'AIEA de Seibersdorf et de Vienne. Plusieurs membres du personnel de ces laboratoires ont également contribué à la rédaction du présent article: MM. Gingrich, Hussain, Novak et Zapata. L'auteur tient aussi à remercier de leurs pertinentes observations MM. Danso, Hance, Klassen, Offori et Stich, tous membres de la Division FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture.

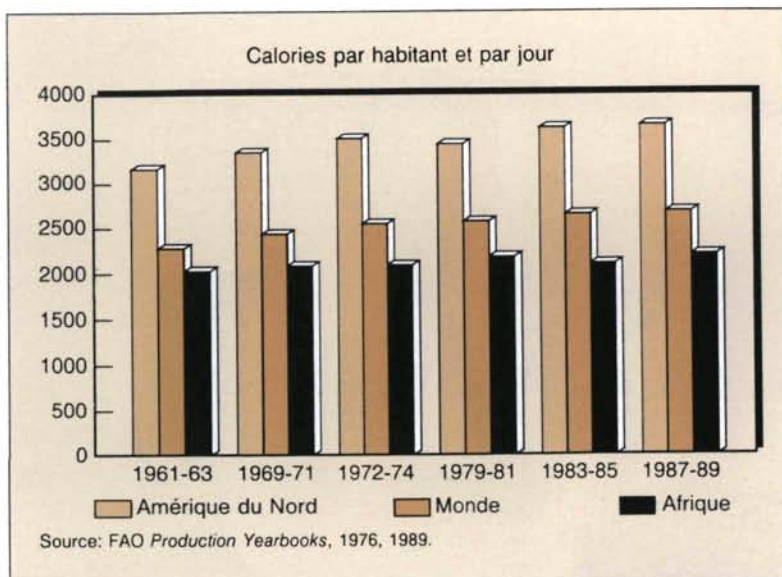
* Voir les commentaires critiques de D. Brooks dans *IAALD Quarterly Bulletin* XXXVI, 4 (1991). Le rapport de la Commission Brundtland a été publié sous le titre *Our Common Future, Report of the World Commission on Environment and Development*, Oxford University Press, Oxford (1987).

On perçoit mieux l'immensité de la tâche lorsqu'on se reporte aux conditions fixées dans le rapport Brundtland, à savoir:

- il faut considérer l'environnement et ses ressources naturelles comme le fondement essentiel de toutes les activités humaines, et leur protection est la condition préalable du développement;
- le flux des matières, depuis le stade de la matière première en passant par la transformation, la production et la consommation jusqu'à celui du déchet, devrait être autant que possible cyclique;
- la production et la consommation d'énergie devraient être rationalisées.

Cette présentation succincte du problème devrait permettre d'envisager le rôle de la technologie — en particulier des techniques nucléaires et de leurs applications — dans sa vraie perspective. Leur rôle dans un «développement durable» peut être considéré comme une contribution à un effort multiple, effort qui tend à compenser dans la mesure du possible les limitations qu'impose notre environnement, afin de permettre la croissance dans les régions du monde où elle est possible et nécessaire, et au moins l'amélioration de la qualité de la vie là où la consommation des biens matériels et de l'énergie est bien supérieure.

Nous allons voir en quoi les diverses techniques et méthodes nucléaires étudiées et recommandées par les Laboratoires de l'AIEA, de Seibersdorf et de Vienne, peuvent contribuer au développement agricole durable. Dans un second article qui paraîtra dans le prochain numéro de ce bulletin, nous présenterons des activités de ces laboratoires dans divers autres secteurs du développement environnemental durable.



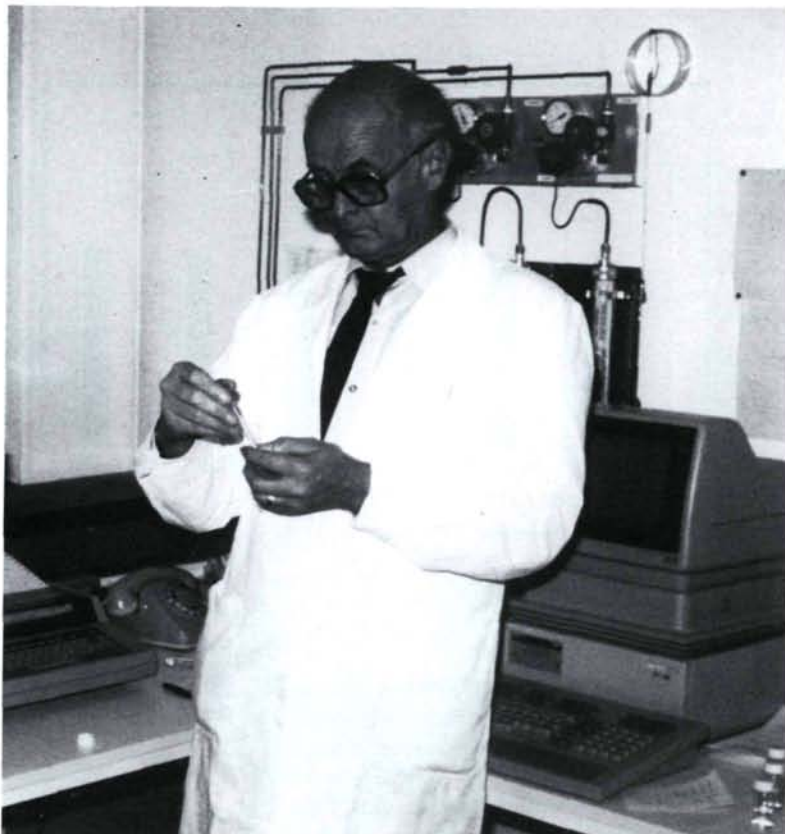
Aperçu des activités

Les Laboratoires de l'AIEA assistent de nombreux programmes expérimentaux de physique, chimie, pédologie, biologie et agronomie. Dans ce dernier domaine, le développement durable bénéficie largement des travaux sur la fertilité des sols, l'irrigation et le rendement des cultures, la lutte phytosanitaire, la sélection et la génétique, les produits agrochimiques et les résidus. A noter, par exemple, la recherche sur l'emploi des techniques isotopiques pour réduire au minimum l'application des engrais azotés, et le recours à une technique d'irradiation pour éliminer ou neutraliser les popula-

Ressources alimentaires du monde



Au marché, en Inde.
(Photo: J. Marshall, AIEA)



Analyse des pesticides
aux Laboratoires
de Seibersdorf.

tions d'insectes nuisibles par un procédé qui permet de limiter l'emploi des pesticides.

D'une façon générale, les techniques et méthodes nucléaires étudiées expérimentalement par les Laboratoires intéressent les trois domaines suivants:

- **Surveillance et mesure de la pollution de l'environnement.** Techniques nucléaires d'analyse des contaminants non radioactifs et radioactifs; surveillance des résidus de pesticides dans les denrées alimentaires et l'environnement; études du climat à l'aide des isotopes présents dans les précipitations.

- **Réduction de l'impact environnemental de l'accroissement de la productivité.** Méthode de l'insecte stérile pour la lutte contre les insectes nuisibles; étude de la fixation de l'azote par les végétaux en vue d'optimiser l'application des engrais et de freiner la désertification; emploi d'indicateurs pour optimiser l'application des engrais; techniques nucléaires pour améliorer la gestion des eaux.

- **Développement des ressources.** Emploi des isotopes pour étudier l'origine et l'écoulement des eaux; mutations radio-induites pour améliorer les plantes cultivées.

Dans tous ces domaines, les Laboratoires de Seibersdorf facilitent le transfert des techniques et des technologies choisies aux établissements nationaux de pays en développement, pour la plupart, et cela selon trois formules : formation de scientifiques; appui technique et services scientifiques

destinés aux projets de coopération technique de l'AIEA; recherche et développement dans le cadre des programmes de recherche coordonnée de l'AIEA.

Les techniques nucléaires en agriculture

Avant de parler des travaux des Laboratoires de Seibersdorf relatifs à l'application des techniques nucléaires en agriculture, il serait bon de rappeler brièvement en quoi consiste essentiellement le développement agricole mondial.

La production de céréales — qui fournit environ la moitié des calories consommées dans le monde — est passée de quelque 700 millions de tonnes en 1950 à plus de 1,8 milliard de tonnes en 1986, ce qui représente une augmentation d'environ 3% par an. Parallèlement, la production des primeurs, légumineuses et fruits a augmenté de 2,5% par an entre 1965 et 1986. Or, pour obtenir ce remarquable résultat, il faut malheureusement utiliser neuf fois plus d'engrais chimiques et 32 fois plus de pesticides.

Cette production pourrait théoriquement alimenter environ 6 milliards d'habitants si elle se répartissait également parmi la population de toute la planète, mais il est peu probable que les différences considérables que l'on constate tant dans la production que dans la consommation soient radicalement réduites au cours de la prochaine décennie. En moyenne, la population des pays les plus riches, soit environ 20% de la population mondiale, consomme actuellement de 30 à 40% plus de calories qu'elle n'en a besoin. Les habitants des pays les plus pauvres, par contre, en consomment 10% de moins que le minimum essentiel, et plus de 1 milliard d'entre eux n'ont pas une alimentation suffisante pour mener une vie normalement active.

En outre, après avoir augmenté pendant 40 ans, la production agricole mondiale a eu tendance à se stabiliser au cours des sept dernières années. La production de céréales par habitant, qui était de 345 kg en 1984, est même tombée à 296 kg en 1988. Ce déclin, que l'on peut qualifier de désastreux vu la démographie galopante, est attribué en partie à la dégradation continue des terres agricoles, à leur surexploitation et à leur épuisement, à l'érosion des sols et à la désertification.

Chaque année, l'agriculture mondiale perd environ 24 milliards de tonnes de terres végétales, ce qui équivaut à la totalité des terres céréalières d'Australie. Selon les estimations de l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), 65% de toutes les terres pluviales du tiers monde seront inutilisables à la fin du siècle. De surcroît, 1,5 million d'hectares sont perdus chaque année à cause de la salinisation. Et n'oublions pas que près de 40% des terres de la planète sont arides et semi-arides et peuplées d'environ 700 millions d'individus, et que quelque 60% de ces terres sont situées dans des pays en développement.

Deux exemples pris au Proche-Orient et en Inde permettront de se faire une idée de la gravité de la situation. Au Proche-Orient, environ 75% de la production agricole provient de terres arides ou pluviales, alors que, selon les estimations, plus de 70% des besoins supplémentaires en denrées pour l'alimentation humaine et animale prévus pour l'an 2000 ne pourront être couverts que par une augmentation des rendements des cultures établies. Une situation analogue se retrouve en Inde, où 45% de la production agricole totale vient de terres arides. Dans ce pays, la production doit augmenter de 60% d'ici à l'an 2000 pour assurer un ravitaillement suffisant à une population dont on prévoit qu'elle atteindra le milliard.

On peut dire que, dans la plupart des cas, les récents progrès spectaculaires de la productivité agricole sont dus directement à l'emploi croissant de produits agrochimiques et à l'irrigation, avec cet inconvénient, néanmoins, que les terres marginales et les ressources hydrauliques ont été surexploitées et que la pollution de l'environnement résultant d'un usage excessif des pesticides et des engrais s'est considérablement aggravée. L'accroissement de la production agricole ne peut donc plus se fonder sur ce recours excessif aux produits agrochimiques. Il serait peu réaliste, néanmoins, de penser que l'on pourra répondre aux besoins en denrées alimentaires tout en évitant d'employer ces produits: la population mondiale approchera les 6,3 milliards d'habitants en l'an 2000 alors que la superficie cultivée par habitant passera, selon les prévisions, de 3000 à 2000 m².

Ce que l'on peut tenter de faire, c'est d'intégrer judicieusement l'emploi des produits chimiques dans un développement durable qui veillera à ce que la production soit maintenue à un niveau compatible avec les besoins de la population. La mise au point de régimes agricoles viables dépendra donc en particulier des facteurs critiques que sont l'amélioration des plantes cultivées, la gestion rationnelle des sols et des eaux de façon à arrêter et, de préférence, à inverser le phénomène de désertification, et l'emploi judicieux des engrais et des pesticides.

Les travaux agronomiques que mènent les Laboratoires de Seibersdorf à l'appui du programme FAO/AIEA d'alimentation et d'agriculture portent sur maints aspects des pratiques à retenir pour un régime agricole durable. Voyons maintenant sommairement en quoi consistent ces travaux.

Fertilité des sols, irrigation et production agricole

Les isotopes stables et radioactifs servent à détecter, suivre et mesurer le comportement des engrais épandus, à déterminer la disponibilité des éléments nutritifs dans le sol et leur assimilation par les végétaux. On applique également des techniques



nucléaires pour déterminer l'humidité des sols tandis que les isotopes stables servent à mesurer la fixation de l'azote et à améliorer ce processus.

On étudie en outre les problèmes que posent inévitablement l'intensification de la culture et la pression accrue sur les ressources limitées en terres agricoles et forestières. Il est maintenant évident que l'azote est un élément vital permettant de répondre dans l'avenir immédiat aux besoins mondiaux en denrées alimentaires pour l'homme et les animaux, en combustible et en fibres. Il s'ensuit qu'il est souvent indispensable de recourir aux engrais azotés pour obtenir les rendements agricoles souhaités.

On s'est aperçu, toutefois, qu'une fraction seulement de l'engrais épandu est absorbée par la plante et qu'une proportion croissante de l'azote du sol et des engrais se diffuse dans l'environnement qu'il pollue, selon les pratiques de fertilisation adoptées. La pénétration des composés azotés dans le sol et les eaux de surface contamine des eaux autrement potables et provoque l'eutrophisation des masses d'eau terrestres. D'autres effets nuisibles sur l'environnement résultent du dégagement de composés gazeux de l'azote dû à des processus chimiques et microbiologiques telles la volatilisation de l'ammoniac, la formation d'oxyde d'azote et la dénitrification. Aussi faut-il s'efforcer d'employer les engrais de façon rationnelle, en particulier les engrais azotés, afin de réduire au minimum leurs effets dans l'environnement.

Un spécialiste des Laboratoires de Seibersdorf examine Azolla, petite fougère aquatique biofertilisante des rizières.

L'azote 15, isotope stable, s'est avéré extrêmement utile pour étudier quantitativement le comportement et les transformations des engrais azotés dans l'environnement ainsi que le sort de leurs résidus dans les écosystèmes agricoles. Les Laboratoires de Seibersdorf ont joué un rôle essentiel dans l'exécution des programmes de recherche coordonnée sur l'application rationnelle des engrais aux cultures de graminées, en mettant au point des techniques isotopiques appropriées, en offrant des services d'analyse et en transférant la technologie par l'enseignement.

Les méthodes améliorées de fertilisation permettent d'utiliser moins d'engrais pour un même rendement à la récolte. Dans certains pays, il en est résulté des économies se chiffrant par millions de dollars chaque année et une réduction de la charge nitrique de l'environnement.

En pédologie, les Laboratoires étudient également deux domaines qui se complètent. Il s'agit de déterminer quelles sont les meilleures pratiques de gestion de l'engrais — époque, méthodes d'épandage et source de l'engrais — et choisir les végétaux dont le génotype assure la meilleure assimilation de l'élément nutritif, c'est-à-dire donne un même rendement avec moins d'apport au sol.

Les techniques fondées sur l'azote 15 se sont également avérées indispensables pour déterminer les variations de l'azote disponible dans le sol, mesurer les pertes par dénitrification ainsi que la fixation biologique de l'azote au champ.

La méthodologie de la quantification par l'azote 15 de la fixation biologique de l'azote par les légumineuses est en grande partie le résultat des travaux des Laboratoires de Seibersdorf. Elle a été adaptée par la suite à d'autres systèmes fixateurs d'azote. Les travaux en cours visent à généraliser le recours à cette source d'azote supplémentaire dans plusieurs activités agricoles, dont l'agroforesterie. Les végétaux qui ont la faculté de fixer l'azote exploitent l'abondance de ce gaz dans l'atmosphère selon un processus indirectement entretenu par l'énergie solaire. Le phénomène ménage l'environnement et ne présente pas les risques de pollution associés à l'emploi indiscriminé des engrais chimiques.

Les arbres fixateurs d'azote sont jugés capables de jouer un rôle important dans l'application de pratiques culturales viables par les cultivateurs des pays en développement. Ces essences, outre qu'elles sont une source de bois de chauffage, de fourrages, de pâte à papier et de bois d'œuvre, contribuent au rétablissement ou à l'entretien de la fertilité des sols. Pour exploiter cette source naturelle et peu onéreuse d'azote, il faut disposer d'évaluations précises de la faculté de fixation biologique d'espèces adaptées à tel ou tel écosystème agricole. Aussi les Laboratoires de l'Agence utilisent-ils des techniques isotopiques pour quantifier la fixation d'azote par certaines espèces (par exemple *Gliciridia*, *Leucaena*, *Acacia* et *Casuarina*) couramment utilisées en agroforesterie,

et pour étudier les facteurs qui influent sur le processus de fixation. Il est prévu d'utiliser aussi les techniques isotopiques pour étudier le cycle des éléments nutritifs (en particulier l'azote et le phosphore) dans certains systèmes agroforestiers.

Produits agrochimiques et résidus

Le sort des produits agrochimiques et de leurs résidus est étudié à l'aide d'indicateurs radioactifs, en vue d'améliorer les méthodes d'application des pesticides et de réduire ou supprimer leurs effets secondaires nuisibles. Des composés radiomarqués sont également utilisés pour mettre au point des formules de pesticides retard.

Ces travaux de recherche-développement des Laboratoires s'accordent bien avec le concept de viabilité de l'agriculture puisqu'ils cherchent l'efficacité et la sûreté d'emploi des pesticides. Par exemple, les pesticides retard pourraient être employés en moindre quantité, à moindre risque pour l'utilisateur et les organismes non visés, être moins polluants pour l'environnement (notamment les eaux souterraines) et s'avérer plus efficaces et économiques.

A titre d'exemple, mentionnons l'étude d'une cible imprégnée d'insecticide contre la mouche tsé-tsé. Il s'agit de limiter ou d'éviter le recours à l'ancienne méthode de pulvérisation de pesticides sans discrimination. Le positionnement sélectif de ces cibles imprégnées et la possibilité de les récupérer et de les éliminer après usage est une technique de ce fait non contaminante et plus sûre pour l'écosystème en général. Les Laboratoires étudient également les effets nuisibles éventuels des pesticides organochlorés sur la flore et la faune africaines.

La lutte contre les insectes

Les insecticides restent l'arme essentielle contre les insectes et le seront toujours dans l'avenir prévisible. Cela dit, ces produits chimiques continuent de poser des problèmes dans l'environnement et les insectes de se faire de plus en plus résistants. En outre, l'étude de nouveaux produits présentant moins de risques éventuels pour la santé et l'évaluation nécessaire de leur comportement dans l'environnement sont très onéreuses, ce qui ne facilite pas la mise au point de ces produits. Ces considérations ont stimulé la recherche de nouvelles méthodes de lutte contre les insectes. L'une d'elles, la technique de l'insecte stérile, se fonde sur la génétique et vise à limiter la prolifération.

Les Laboratoires de Seibersdorf travaillent plus particulièrement sur cette méthode. La plus spécifique quant à la cible et la plus inoffensive pour l'environnement, cette technique consiste à produire et à lâcher des insectes qui ont été sexuellement stérilisés sous irradiation gamma. Lorsque les mâles

ainsi traités s'accouplent avec les femelles de la population naturelle, il n'y a pas de progéniture de sorte que plusieurs lâchers successifs d'un nombre suffisant de ces mâles stérilisés finissent par éliminer toute une population. Vu la spécificité du procédé, aucun autre organisme vivant présent dans le secteur du lâcher n'est touché. C'est en cela que la méthode est inoffensive pour l'environnement. Comme les avantages économiques de la désinfestation s'accumulent dans le temps, l'emploi de la méthode peut être extrêmement intéressant. Les Laboratoires ont perfectionné le procédé d'élevage en masse des insectes et ont mis au point la technique de stérilisation, ce qui a permis d'améliorer le rendement et l'efficacité de la méthode pour lutter contre la mouche méditerranéenne des fruits et la mouche tsé-tsé. Les Laboratoires travaillent actuellement sur l'élevage d'autres insectes en vue de leur élimination par la même méthode.

La plupart des lots d'insectes stériles lâchés dans le milieu contiennent des mâles et des femelles car il est difficile de séparer les sexes. S'il n'y a que des mâles, le rendement est généralement meilleur car il n'y a pas concurrence entre les femelles stériles et celles du milieu naturel. En éliminant les femelles au stade de l'œuf ou de la jeune larve, l'élevage revient moins cher. C'est pourquoi le Laboratoire étudie des méthodes génétiques permettant de séparer les sexes ou de ne produire que des mâles. Des souches mutantes de la mouche des fruits ont été récemment obtenues, dont les femelles peuvent être sélectivement éliminées au cours de l'élevage simplement en augmentant la température. De cette façon, on ne produit que des mâles et, comme ils sont l'élément actif de l'opération, la méthode devient beaucoup plus économique.

Des travaux sont également en cours pour mettre au point des insecticides pathogènes permettant de réduire les populations naturelles des insectes que l'on veut éliminer par la méthode du mâle stérile. Cette première offensive permet de réduire les lâchers de mâles stériles et d'éliminer l'insecte plus rapidement. C'est ainsi que l'on a trouvé et cultivé une bactérie entomopathogène, *Bacillus thuringiensis*, qui tue la mouche méditerranéenne des fruits. On recherche des souches de cette bactérie produisant des agents actifs ciblés afin de ne léser aucun autre organisme de l'environnement. On étudie actuellement des méthodes intégrées de lutte contre les insectes nuisibles combinant l'attaque par des bactéries pathogènes et les lâchers de mâles stériles, méthodes qui seront parfaitement ciblées, économiques, efficaces et moins agressives envers l'environnement.

Sélection des plantes

La domestication des espèces sauvages a été la première démarche de l'agriculture, puis est venue la

sélection pour en améliorer la productivité. Par la suite, d'autres facteurs sont intervenus à mesure que les monocultures s'installaient. Ce furent les insectes ravageurs et les maladies, la réponse des végétaux à l'eau et aux engrais, puis la mécanisation, la transformation et la conservation.

De nos jours, la qualité de la production agricole mondiale est fortement dépendante des ressources génétiques. Trois céréales — le blé, le riz et le maïs — assurent à elles seules la moitié de l'alimentation mondiale. Quatre autres espèces — la pomme de terre, l'orge, la patate douce et le manioc — fournissent la moitié du reste. Il est dangereux d'être ainsi tributaire de quelques denrées seulement. Des épiphyties peuvent envahir rapidement des monocultures, comme celle qui a ravagé les champs de pommes de terre d'Irlande dans les années 1840, causant la mort d'un cinquième de la population du pays. Dans les années 60, une rouille du blé sévit aux Etats-Unis, entraînant la perte d'un tiers de la récolte dans le Montana. Les sauveteurs, dans ce cas, furent les gènes d'un blé sauvage de Turquie qui transmettent leur résistance à cette maladie et à 50 autres. Le maïs a également subi de semblables ravages car l'autofécondation a pratiquement uniformisé son patrimoine génétique. Grâce aux gènes de deux variétés sauvages, on a pu néanmoins lui conférer une résistance à sept maladies.

S'il est vrai que le croisement avec des variétés sauvages peut augmenter les rendements et la résistance aux maladies, les mutations induites que l'on pratique depuis quelques années ont beaucoup contribué à accroître la production agricole. Au cours des 20 dernières années (1970-1990), le nombre de cultivars obtenus par mutations induites est passé de 117 à 1500. Dans 90% des cas, il s'agissait de mutations radio-induites.

Les nouvelles variétés mutantes, toutes officiellement agréées et mises à l'essai, ont été distribuées dans une cinquantaine de pays. Les sélectionneurs ont eu ainsi à leur disposition un précieux plasma germinatif pour procéder à des hybridations et multiplier les caractères favorables recherchés par les agriculteurs, l'industrie alimentaire, les négociants et les consommateurs.

Au cours des 50 dernières années, plusieurs programmes de sélection des plantes exécutés dans le monde ont eu recours aux rayons X, aux rayons gamma et aux neutrons pour induire des mutations. Les mutants souhaitables sont alors choisis parmi la descendance des sujets traités.

Les principaux caractères favorables au développement agricole durable, et que la mutagenèse permet d'obtenir, sont les suivants:

- meilleure résistance aux maladies afin de réduire l'usage des pesticides chimiques et de contribuer ainsi à la protection de l'environnement;
- caractéristiques agronomiques améliorées, par exemple meilleure tolérance des sols pauvres, de la sécheresse, de la chaleur ou du froid, permettant la culture sur les terres marginales;

- période de maturation abrégée pour éviter les gelées et les attaques des ravageurs et faciliter la rotation avec d'autres cultures, meilleure résistance à la verse (tiges plus courtes et plus rigides) en cas de fortes pluies ou d'orages;
- rendement amélioré grâce à une plus grande capacité de fixation de l'azote, par exemple.

En matière de sélection, les Laboratoires de Seibersdorf assistent des projets visant à améliorer par mutations radio-induites la résistance aux ravageurs et aux maladies de diverses plantes tropicales dont le bananier et le plantain, le manioc, l'igname et le cacaoyer.

Les ressources génétiques nécessaires à la sélection se sont améliorées dans le monde entier grâce aux méthodes de micropropagation combinées à une mutagenèse *in vitro*. De nouvelles variétés résistant aux ravageurs ont été créées et devraient permettre de réduire l'emploi des pesticides. Les Laboratoires de Seibersdorf travaillent actuellement sur le bananier et le plantain pour en augmenter la résistance à *Fusarium* et à la maladie de Panama.

Analystes au travail,
à Seibersdorf.
(Photo: Katholitsky,
AIEA)



Des clones mutants à haut rendement provenant de Seibersdorf sont testés en plantation au Honduras, en Egypte et en Australie.

Des techniques de mutagenèse pollinique et d'embryogenèse somatique sont utilisées au Ghana pour obtenir des cacaoyers résistant aux virus.

Quant à la cassave, denrée importante dans les pays tropicaux, les Laboratoires recherchent en particulier à optimiser les méthodes de mutation appliquées à des cultures de tissus et à fournir du matériel biologique pour des essais aux champs en Colombie. Le but est d'obtenir par mutagenèse *in vitro* un lot de gènes permettant de sélectionner une cassave résistant mieux aux contraintes de l'environnement.

Les mutations radio-induites sont également étudiées sur *Azolla-Anabaena*, fougère aquatique symbiotique, pour améliorer sa tolérance en milieux rendus abiotiques par la salinité ou le niveau toxique de contamination par l'aluminium et par l'herbicide Propanil. *Azolla-Anabaena* est très intéressante comme fixateur d'azote, agissant comme bio-fertilisant dans les rizières. Les clones obtenus sous irradiation gamma par les Laboratoires ont été mis à l'épreuve dans le milieu aux Philippines, en Chine et en Thaïlande. On a constaté qu'ils résistaient à des degrés très élevés de salinité et pouvaient croître en milieu très acide et très contaminé par l'aluminium.

Les spécialistes du Laboratoire appliquent aussi les nouvelles méthodes de biologie moléculaire pour sélectionner les mutants souhaitables. Par exemple, la technique de la lecture de l'ADN chez *Musa* est actuellement utilisée pour déterminer le génome des principaux cultivars de plantain et de bananier. Elle permettra de sélectionner plus facilement les caractères agronomiquement importants de ces plantes tropicales.

Le second article de cette série, à paraître dans le prochain numéro du Bulletin de l'AIEA, étudiera les aspects environnementaux du développement durable.