

Vingt ans de collaboration dans la recherche et le développement pour le progrès de l'alimentation et de l'agriculture

par Björn Sigurbjörnsson et Carl G. Lamm*

Le programme mixte FAO/AIEA pour l'application de l'énergie atomique au progrès de l'agriculture et de l'alimentation célébrera le 1er octobre 1984 son vingtième anniversaire.

Avant 1964, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'AIEA avaient mené des programmes limités d'application de l'«énergie atomique» à l'alimentation et l'agriculture: la FAO dans la branche Energie atomique de son Département de l'agriculture, et l'AIEA dans une unité de l'agriculture au Département de la recherche et des isotopes. Les chevauchements et doubles emplois étaient inévitables et la FAO et l'AIEA se sont l'une et l'autre rendu compte de la nécessité de coordonner leurs efforts. Le Directeur général de la FAO et celui de l'AIEA sont entrés en négociations et, le 1er octobre 1964, ont conclu des arrangements spéciaux pour la création d'une Division mixte FAO/AIEA de l'énergie atomique dans l'agriculture.

Les «arrangements» prévoyaient que la Division mixte serait installée au Siège de l'AIEA à Vienne au Département de la recherche et des isotopes, des installations de laboratoire étant disponibles à proximité. La FAO était chargée de désigner un Directeur, et l'AIEA un Directeur adjoint. Les autres fonctionnaires de la Division mixte font partie du personnel de l'une ou de l'autre des organisations mères. Le Directeur relève, en ce qui concerne la FAO, du Directeur général adjoint chargé du Département de l'agriculture, et en ce qui concerne l'AIEA du Directeur général adjoint chargé du Département de la recherche et des isotopes.

La Division mixte FAO/AIEA de l'application de l'énergie atomique (isotopes et rayonnements) au progrès de l'agriculture et à l'alimentation (telle est son appellation actuelle) associe les objectifs des deux

organisations encore que leur mandat, leur philosophie et leur perspective présentent quelques différences. La FAO s'intéresse avant tout au transfert des technologies connues propres à faciliter les progrès de l'agriculture et la production alimentaire, et à l'encouragement de la recherche dans les établissements nationaux. Une des missions de l'AIEA est d'encourager et appuyer la recherche, le développement et l'utilisation pratique de l'énergie atomique à des fins pacifiques dans le monde entier. Le domaine de l'alimentation et de l'agriculture est, en fait, un de ceux où l'application de l'«énergie atomique» rencontre les plus grands succès.

M. Maurice Fried (Etats-Unis) a été depuis sa création Directeur de la Division mixte FAO/AIEA, jusqu'à sa retraite en avril 1982. C'est en grande partie grâce à sa hauteur de vues et à son inspiration que la Division mixte a pu, au cours des années, trouver sa place et se faire un nom dans la recherche et le développement agricole international.

La Division mixte FAO/AIEA

La Division mixte FAO/AIEA a pour objectif d'exploiter le potentiel de l'application des techniques des isotopes et des rayonnements à la recherche et au développement, d'augmenter et de stabiliser la production agricole, de réduire les coûts de production, d'améliorer la qualité des aliments, de protéger les produits agricoles contre la détérioration et les pertes et de réduire au minimum la pollution des aliments et de l'environnement agricole. Le programme complète et appuie celles des activités prioritaires de la FAO et de l'AIEA où les isotopes et les rayonnements paraissent avoir des applications particulièrement prometteuses.

Les activités de la Division mixte sont réparties entre six sections:

- Fertilité des sols, irrigation et production agricole;
- Amélioration des plantes et génétique;
- Production et santé animales;
- Lutte contre les insectes et autres ravageurs;
- Agrochimie et résidus;
- Conservation des denrées alimentaires.

* M. Sigurbjörnsson est Directeur de la Division mixte FAO/AIEA de l'application de l'énergie atomique (isotopes et rayonnements) au progrès de l'agriculture et à l'alimentation. M. Lamm, après avoir été Directeur adjoint de la même Division, a été nommé Directeur par intérim de la Division de l'assistance et de la coopération techniques.



Répartition des contrats et accords de recherche et des projets de coopération technique du programme commun FAO/AIEA

Nombre de contrats et accords de recherche: 372 Nombre de projets de coopération technique: 133

Pourquoi utiliser les techniques nucléaires dans la recherche sur l'alimentation et l'agriculture?

Les techniques nucléaires ont fait leurs preuves dans une large gamme d'applications à l'agriculture: création de nouvelles variétés de plantes, accroissement de l'efficacité des engrais, optimisation de la nutrition des animaux, ainsi que dans la lutte biologique contre les insectes, la conservation des denrées alimentaires et la mise au point de formules de pesticides plus inoffensifs et plus efficaces.

On dispose d'une large gamme de techniques. Par exemple, il existe dans la nature des isotopes de pratiquement tous les éléments connus, et l'homme en a créé d'autres. Certains sont stables, d'autres au contraire se désintègrent en émettant des rayonnements ionisants. Stables ou radioactifs, les isotopes sont faciles à détecter et à mesurer, même en quantités infimes.

On peut fabriquer des produits destinés à l'agriculture tels que des engrais, des aliments pour le bétail et des pesticides contenant une quantité plus forte d'un isotope donné que celle qui existe dans la nature. Cet isotope peut alors servir de «marque» ou de «traceur» pour déterminer la quantité de principes fertilisants d'un engrais qui est effectivement utilisée par la plante à laquelle on l'applique, ce qui en reste dans le sol pour les récoltes suivantes, et ce qui s'en perd et peut devenir un agent polluant. On se sert de pesticides marqués aux isotopes pour savoir quelle est la part du produit qui atteint le nuisible visé, la part qui se perd — et, chose plus importante encore, où elle va. En marquant des insectes aux isotopes on peut suivre leurs migrations; en marquant des hormones aux isotopes on peut mesurer leur taux dans les

tissus afin d'évaluer l'état reproductif d'un animal. Les composés marqués trouvent aujourd'hui leur emploi dans presque toutes les branches de la recherche agronomique.

Un autre groupe important de techniques nucléaires repose sur l'emploi des rayonnements ionisants émis par les isotopes instables au cours de leur décroissance. On se sert des rayonnements ionisants pour induire des mutants destinés à améliorer les plantes, pour atténuer les vaccins contre les maladies parasitaires des animaux, pour surveiller directement sur les lieux la teneur en eau des sols sans compromettre les cultures, pour stériliser les insectes afin de lutter contre les nuisibles par des procédés biologiques, pour conserver les denrées alimentaires et réduire les pertes.

L'emploi des techniques nucléaires pour la solution des problèmes de l'alimentation et de l'agriculture s'est développé lorsque, au milieu des années 1950, on a pu disposer d'isotopes artificiels de nombreux éléments importants. Depuis peu les scientifiques ont aussi à des prix abordables des isotopes stables d'éléments importants pour l'agriculture tels que l'hydrogène, l'oxygène, le carbone, l'azote et le soufre. A l'heure actuelle, l'emploi des isotopes et des rayonnements pour l'alimentation et l'agriculture permet de résoudre rapidement un certain nombre de problèmes pratiques, et d'en aborder d'autres plus directement. Dans certains cas, les techniques nucléaires offrent la seule solution à tel ou tel problème de science fondamentale ou appliquée.

Le Laboratoire

Le Laboratoire FAO/AIEA de biotechnologie agricole du Centre de recherche de l'AIEA à Seibersdorf, près de Vienne, appuie activement les programmes communs FAO/AIEA en matière d'étude des sols, d'amélioration des plantes, de production animale, d'entomologie et d'agrochimie. Les travaux de recherche et développement faisant appel aux techniques nucléaires et connexes se font dans les Etats Membres, et le Laboratoire assure la formation et divers services tels qu'analyses chimiques et isotopiques, traitements mutagènes, recherches complémentaires et expériences modèles. Les activités en matière de conservation des denrées alimentaires reçoivent l'appui du Centre international des techniques d'irradiation des aliments (IFFIT) de Wageningen, soutenu par la FAO et l'AIEA ainsi que par le Ministère de l'agriculture et des pêcheries des Pays-Bas.

La Division mixte FAO/AIEA et son laboratoire disposent d'un personnel de plus de 30 chercheurs venant de 23 pays. Tous sont titulaires de diplômes universitaires dans des domaines relatifs à l'alimentation et à l'agriculture et ont plusieurs années d'expérience de l'emploi des techniques nucléaires dans leur spécialité. La plupart d'entre eux ont des contrats de durée déterminée et doivent regagner leurs universités ou instituts de recherche d'origine après deux à quatre ans de service dans les organisations. Cette rotation du personnel confère au système une souplesse très désirable et assure un afflux permanent d'idées techniques à la Division mixte, ce qui lui permet de répondre efficacement aux demandes d'assistance des Etats Membres. La continuité est assurée par un personnel permanent qui représente à peu près le quart des effectifs.

La Division mixte FAO/AIEA tire ses ressources financières des budgets ordinaires mis en commun de la FAO et de l'AIEA. Les ressources extrabudgétaires apportées individuellement par des Etats Membres lui permettent d'entreprendre des activités supplémentaires dans plusieurs Etats Membres en développement. La Division mixte assume également la responsabilité technique des projets d'assistance hors siège de l'AIEA en matière d'alimentation et d'agriculture, qui absorbent quelque 20% des ressources dont l'AIEA dispose pour les programmes de coopération technique.

Les activités

On peut distinguer trois grands groupes d'activités de la Division mixte FAO/AIEA, à savoir:

- coordination et appui à la recherche;
- assistance technique et formation;
- échange d'informations.

Plus de 360 établissements de recherche ou stations agronomiques coopèrent actuellement dans les Etats Membres à quelque 33 programmes de recherche coordonnée. Chacun de ces programmes s'efforce de résoudre un problème agricole pratique présentant une importance économique pour les pays en développement. Les établissements des pays en développement se voient normalement accorder des contrats de recherche assortis

d'un soutien financier symbolique, alors que ceux des pays avancés participent à titre gracieux. Les participants de ces programmes se réunissent périodiquement pour examiner les résultats et discuter et décider de la suite à y donner. Chaque programme rassemble d'ordinaire une quinzaine de titulaires de contrats et d'accords de recherche, et sa durée peut atteindre cinq ans. La carte montre la répartition des contrats et accords de recherche et des projets de coopération technique du programme commun FAO/AIEA en avril 1984. Les tableaux 1 et 2 donnent ces activités par sujet et par pays.

La Division mixte FAO/AIEA a actuellement la responsabilité technique de 129 projets de coopération de l'AIEA, dont quatre régionaux, dans 53 Etats Membres en développement, et fournit à ce titre des services de formation, des conseils techniques et du matériel spécialisé. Il y a sur ce nombre de grands projets exécutés en Indonésie et au Pérou (PNUD), ainsi qu'en Egypte et au Nigéria (projets multilatéraux). Outre les bourses d'études, il y a de cinq à sept cours internationaux par an. La Division mixte FAO/AIEA a depuis ses débuts aidé à organiser ou superviser, ou participé directement à 100 cours de formation ou voyages d'études. Dix de ces cours ont eu lieu au Laboratoire de l'AIEA, où ont également été accueillis depuis 1969 une bonne partie des plus de 1000 bénéficiaires de bourses en agriculture. La répartition géographique de ces bénéficiaires depuis 1980 est la suivante: 37% sont venus d'Afrique, 36% de l'Asie et du Pacifique, 13,3% d'Amérique latine et 13,7% du Moyen Orient et d'Europe.

Les réunions scientifiques jouent un rôle important car elles donnent aux chercheurs des Etats Membres l'occasion d'échanger des vues et de tenir à jour leurs

L'emploi des techniques nucléaires pour l'alimentation et l'agriculture est-il quelque chose de nouveau?

L'histoire de la recherche en science nucléaire remonte au siècle dernier. Les noms de *Roentgen*, de *Becquerel* et de *Curie* sont bien connus; leurs travaux ont ouvert la voie aux applications dans l'alimentation et l'agriculture. En voici quelques exemples:

G. V. Hevesy a été un des pionniers de l'emploi des isotopes comme marqueurs dans l'étude des parcours chimiques et biochimiques. L'expérience classique qu'il a faite en 1923 à Copenhague sur des plantes vivantes a donné le départ aux applications des isotopes dans la recherche sur les sols, les plantes et les animaux.

H. J. Muller et *L. J. Stadler*, grâce à leurs travaux des années 1920, peuvent revendiquer la paternité des mutations induites. En 1937, *E. F. Knipping* a avancé qu'il serait possible, avec de petites populations d'insectes, d'élever, de stériliser et de lâcher des mâles comme moyen de lutte ou d'éradication biologique.

En 1898, on a démontré l'effet mortel des rayons X sur les bactéries pathogènes, et cette découverte a ouvert la voie à des applications pratiques importantes, entre autres dans le domaine de la conservation des denrées alimentaires.

Au-delà de ce stade embryonnaire, les progrès et l'application pratique des méthodes nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture ont fait des pas de géant.

Tableau 1. Contrats et accords de recherche sur l'alimentation et l'agriculture en vigueur en avril 1984

Etat Membre *	Sujet						Total
	Sciences des sols	Amélioration des plantes	Zoo-technique	Entomologie	Agrochimie et résidus	Conservation des denrées alimentaires	
Allemagne, Rép. féd. de		4	1	1	2		8
Argentine			1	1	1		4
Australie		2	8			1	11
Autriche	1			1			2
Bangladesh	2	4	1			4	11
Belgique		2		1	1		4
Bésil	2	2	1		2		7
Bulgarie		2				1	3
Canada			4		3		7
Chili		1	1			2	4
Chine, Rép. pop. de			1				1
Chypre	1		3				4
Colombie			2				2
Corée, Rép. de		4	1	1		1	7
Costa Rica			1		2		3
Danemark		1			1		2
Egypte		3	8		6	2	19
Equateur					1	1	2
Espagne	1						1
Etats-Unis	3	6	3	4	6	4	26
Ethiopie			1				1
France		1		1			2
Ghana	1	2		1	1	1	6
Grèce	2	2		1	1		6
Guatemala		1					1
Hongrie	1	2		1		3	7
Inde	1	7			3	2	13
Indonésie	1	4	2	2	1	3	13
Irak						1	1
Irlande		2					2
Islande	1		1				2
Israël		1	2	1			4
Italie		3		2	1		6
Japon		3				1	4
Kenya	1	2	2	4	1		10
Malaysia	1	2	5		1	1	10
Malte	1						1
Maroc			4				4
Mexique	1		2	2			5
Niger			2				2
Nigeria			3	6			9
Nouvelle Zélande	2						2
Ouganda		1		1			2
Pakistan	1	6		1	4	2	14
Panama	2				1		3
Pays-Bas			1	1	1	1	4
Pérou	1	3	3				7
Philippines	2	5			4	4	15
Pologne		1	1		1	2	5
Portugal			1				1
Rép. Unie de Tanzanie	1			1			2
Roumanie			1				1
Royaume-Uni	1	2	4	4	2		13
Singapour						1	1
Soudan	2		3		3		8
Sri Lanka	1	1	3		1	1	7
Suède		1					1
Suisse	1						1
Tchécoslovaquie				1			1
Thaïlande	3	7	2		1	6	19
Trinité	1						1
Turquie	1	1	1		2	1	6
Uruguay	1		1				2
Venezuela			1				1
Yougoslavie			3		3	3	9
Zambie	1		1	1			3
Zimbabwe			1	1			2
Total 67 Etats Membres	42	91	87	41	57	50	368

Les accords de recherche passés avec des établissements d'Etats Membres développés ne comportent normalement pas d'appui financier.

* Etat Membre de l'AIEA et/ou de la FAO.

Tableau 2. Projets d'assistance technique pour l'alimentation et l'agriculture en cours en avril 1984

Etat Membre	Sujet							Total
	Général	Sciences des sols	Amélioration des plantes	Zoo-technique	Entomologie	Agrochimie et résidus	Conservation des denrées alimentaires	
Algérie							1	1
Bangladesh	1	1					2	4
Birmanie			1					1
Bolivie		1						1
Brésil	3	1	1	1	1			7
Chili		1					1	2
Chypre				1		1		2
Colombie		2		1				3
Corée, Rép. de		1	1			1		3
Costa Rica				1		1		2
Côte d'Ivoire		3	1					4
Cuba							1	1
Egypte		2		2	1			5
El Salvador	1							1
Equateur				2				2
Ethiopie				1				1
Ghana	1				1			2
Grèce		1						1
Guatemala	1							1
Hongrie						1		1
Inde	1							1
Indonésie	1							1
Islande				1				1
Jamahiriya arabe lib.			1					1
Kenya		1						1
Liban						1		1
Madagascar				1				1
Malaysia		1	1	2			1	5
Mali		2	2					4
Maroc		1		1				2
Maurice		1						1
Mexique			1	1	1		1	4
Mongolie			1					1
Niger		1		1				2
Nigeria					2			2
Ouganda				1				1
Pakistan		1			1		1	3
Panama		1	1					2
Pérou	1				1			2
Philippines						1		1
Rép. Unie de Tanzanie		2			1	1		4
Roumanie		1						1
Sénégal		4						4
Soudan			1	3		1		5
Sri Lanka		2		2	1			5
Thaïlande		1		1		2	1	5
Tunisie		2						2
Turquie				2				2
Uruguay		1		1				2
Venezuela	1	1	2					4
Vietnam			1				1	2
Yougoslavie			1					1
Zaire		1	1				1	3
Zambie		1		1	1			3
Total 54 Etats Membres	11	38	17	27	11	10	11	125

connaissances dans les diverses spécialités. Environ un colloque et deux séminaires sont organisés chaque année dans le cadre du programme commun FAO/AIEA. On encourage également la publication des résultats scientifiques présentant une importance pratique obtenus grâce au programme; quelque 100 publications dans des domaines relevant du programme commun FAO/AIEA ont paru depuis 1964. Dans bien des cas, ce sont les seules publications dont puissent disposer sur ces sujets

les chercheurs des pays en développement. Les diverses sections de la Division mixte FAO/AIEA entretiennent aussi un contact régulier avec les Etats Membres en publiant des bulletins périodiques.

On trouvera dans le présent numéro du *Bulletin* d'autres articles décrivant de façon plus détaillée les activités de la Division mixte FAO/AIEA et leur impact sur les progrès de l'agriculture.

Tendances actuelles et perspectives d'avenir

On constate dans l'évolution des programmes des établissements nucléaires des Etats Membres une tendance à la diversification des intérêts et des activités, l'accent se déplaçant des applications strictement et exclusivement nucléaires vers une approche plus ouverte et plus intégrée. C'est une évolution naturelle. Le développement rapide des techniques nucléaires a produit des retombées et des développements parallèles dans les domaines voisins, comme dans l'instrumentation et dans les méthodes: par exemple en ce qui concerne les mutagènes chimiques, les isotopes stables, l'absorption atomique, la résonance magnétique nucléaire, le dosage radioimmunologique d'enzymes, les phéromones des insectes, et l'étude des parasites et prédateurs naturels des insectes nuisibles.

L'adoption de ces approches complémentaires ou supplémentaires a considérablement renforcé le programme et l'aptitude de la Division mixte FAO/AIEA à contribuer efficacement sur le plan international à résoudre les problèmes concrets et pratiques qui se posent dans le domaine de l'alimentation et de l'agriculture, ce qui est son principal objectif.

Un vent de changement souffle actuellement sur tout le domaine de la biotechnologie, y compris la biologie moléculaire et le génie génétique. L'emploi dans ces domaines de techniques nucléaires et connexes ouvre des perspectives nouvelles et passionnantes que la

Division explore activement. La plupart des programmes et presque toutes les activités de laboratoire au Centre de recherche de Seibersdorf ont en fait un caractère biotechnique, au sens large du terme. C'est pourquoi les administrations de la FAO et de l'AIEA ont donné à la partie agricole du Laboratoire de Seibersdorf de l'AIEA l'appellation de Laboratoire de biotechnologie agricole FAO/AIEA.

Les programmes et les activités de la Division visent à résoudre des problèmes plus qu'ils ne sont guidés par des considérations de technique et d'appareillage. La Division ne s'intéresse pas aux applications élégantes des instruments et des techniques nucléaires si l'agriculture n'en a pas un besoin réel et pratique.

Bien que les travaux s'inscrivent dans le cadre général de la technologie nucléaire, les perspectives du programme ne s'y limitent pas. La Division mixte FAO/AIEA recourt à toute approche scientifique connexe qui paraît prometteuse, et nécessaire pour progresser de manière satisfaisante. Ces approches apparentées relèvent essentiellement du domaine de la biotechnologie. La Division a l'intention de suivre de près les développements de la biotechnologie au sens le plus large du terme, avant tout pour aider les chercheurs des Etats Membres en développement et pour promouvoir la coopération et la coordination internationales dans l'emploi des techniques nucléaires et connexes en vue d'augmenter, de stabiliser et de protéger la production alimentaire et agricole.

Points essentiels du programme commun FAO/AIEA

Le programme commun FAO/AIEA vise avant tout à aider les Etats Membres et à promouvoir la coopération entre eux dans l'emploi des techniques nucléaires pour l'amélioration de l'alimentation et de la production agricole. Le programme met l'accent sur les activités de recherche et développement relatives aux pratiques agricoles qui exigent un minimum de matières et d'énergie et affectent le moins possible l'environnement agricole.

Les principaux objectifs du programme sont les suivants:

Fertilité des sols, irrigation et production agricole: Optimisation des pratiques de gestion des engrais et de l'eau et la fixation biologique de l'azote atmosphérique dans divers régimes de culture au moyen de recherches effectuées à l'aide des isotopes et des rayonnements.

Amélioration des plantes et génétique: Amélioration génétique des plantes afin d'obtenir grâce à la sélection par mutation des rendements plus élevés, une maturité plus précoce, une meilleure résistance à la verse et une résistance aux agents pathogènes et aux ravageurs.

Production et santé animales: Amélioration de la production et de la santé animales au moyen de recherches à l'aide des isotopes sur les maladies des animaux, leur reproduction, leur nutrition et la physiologie environnementale.

Lutte contre les insectes et autres ravageurs: Lutte contre les principaux ravageurs des récoltes et vecteurs de maladies, ou leur éradication, plus particulièrement par l'emploi de la technique de l'insecte stérile dans le cadre des méthodes de lutte intégrée.

Agrochimie et résidus: L'amélioration de la protection des récoltes et des produits animaux contre les nuisibles au moyen de recherches isotopiques en vue d'accroître l'efficacité et l'innocuité et de réduire au minimum les atteintes portées à l'environnement par les produits agrochimiques.

Conservation des denrées alimentaires: Réduction des pertes après récolte et promotion d'un approvisionnement alimentaire sain par le recours à l'irradiation des aliments.