

Insectes, isotopes et rayonnements

*Offensive nucléaire
contre
les insectes nuisibles*

par Donald A. Lindquist

Notre planète héberge plus d'un million d'espèces d'insectes, soit plus que toutes les autres espèces animales et toutes les espèces végétales réunies. Fort heureusement pour l'homme, la plupart de ces insectes sont utiles ou, pour le moins, inoffensifs. A peine 15 000 espèces, c'est-à-dire relativement peu, sont nuisibles et responsables de la perte de 15 à 20% de la production animale et végétale mondiale. Ces pertes sont dues soit aux dommages directs infligés aux plantes et aux animaux, soit aux maladies qui leur sont transmises par les insectes. Les insectes endommagent en outre les produits agricoles entreposés. D'autres pertes encore sont dues à diverses maladies — le paludisme, la fièvre jaune, la dengue et l'onchocercose — que les insectes transmettent à l'homme.

Lorsque la Terre était moins peuplée, la destruction d'une partie des ressources alimentaires par les insectes n'avait pas la même importance qu'aujourd'hui, car il y avait suffisamment à manger pour tout le monde, bien que les ressources fussent limitées pour d'autres raisons. Cependant, les insectes ont pris de l'importance à mesure que la population humaine augmentait et que plantes et animaux étaient domestiqués pour assurer l'alimentation de cette population croissante. Lorsque les animaux d'élevage ou les plantes cultivées sont concentrés (monocultures) ils offrent un véritable festin aux insectes, lesquels prolifèrent rapidement. Or, la production alimentaire intensive est nécessaire à la subsistance d'une humanité toujours plus nombreuse; aussi faut-il que les denrées agricoles, tant au stade de la production qu'à celui de l'entreposage, soient protégées contre l'agression des insectes (et aussi contre les maladies, les mauvaises herbes, les nématodes, les rats et les oiseaux). Si l'on considère les quelque 5 milliards d'habitants de la planète et la totalité des terres exploitées pour assurer leur subsistance, la superficie qui revient à chacun pour se nourrir est sensiblement inférieure à l'hectare.

Après la seconde guerre mondiale, de nouveaux insecticides ont été produits en quantité et ont offert aux



Mise en place de pièges à mouches tsé-tsé au Nigéria, où le projet BICOT visant à détruire cet insecte a déjà donné des résultats encourageants. (Photo: E. Offori)

agriculteurs et aux éleveurs un puissant moyen de lutte contre les insectes. Ils sont en fait le moyen essentiel de destruction des insectes, mais leur action n'est pas entièrement satisfaisante, de sorte qu'il a fallu mettre en œuvre d'autres moyens: augmentation de la résistance de l'hôte, substances attractives, pièges, lâchers en masse de parasites et de prédateurs, insecticides biologiques et technique du mâle stérile, que nous examinerons plus loin.

Lutte intégrée contre les parasites

Cette méthode mise au point et appliquée un peu partout dans le monde consiste à appliquer simultanément plusieurs moyens de lutte de façon à améliorer le rendement et à ne pas utiliser à l'excès les insecticides. Se fondant le plus possible sur des agents naturels, la méthode consiste dans une large mesure à observer et dénombrer les insectes nuisibles et à ne les combattre (la plupart du temps à l'aide d'insecticides) que lorsque leur population atteint un niveau critique (le seuil économique). Cette lutte intégrée se pratique généralement au niveau du champ ou de la ferme, ce qui permet le plus souvent de réduire les quantités d'insecticides appliquées et de retarder la résistance de l'insecte.

Action par secteur

Tandis que la lutte intégrée s'adresse au champ ou à la ferme, une action peut aussi être menée sur de grandes superficies, sans tenir compte des limites des propriétés,

M. Lindquist est chef de la Section de la lutte contre les insectes et autres ravageurs, Division mixte FAO/AIEA de l'application de l'énergie atomique (isotopes et rayonnements) au progrès de l'agriculture et à l'alimentation.

et que les terres soient en culture ou non. Dans la plupart des cas, cette méthode a un caractère préventif en ce sens que l'insecte nuisible est détruit à sa source, avant qu'il n'envahisse les champs cultivés. Pour certains insectes tels les criquets, la mouche tsé-tsé, le moustique et certains lépidoptères nuisibles (qui s'attaquent à de nombreuses graines comestibles), cette méthode secteur par secteur est plus commode et moins onéreuse que la méthode champ par champ. Il arrive parfois que l'insecte à détruire soit présent dans un périmètre très limité et, bien souvent, on ne le trouve que sur des plantes sauvages, avant son émigration vers les cultures. Attaquer l'insecte lorsqu'il est concentré sur une petite superficie est un excellent moyen de réduire les coûts de la lutte pendant la saison qui suit. Malheureusement, les mesures phytosanitaires préventives n'ont pas reçu toute l'attention qu'elles méritent.

L'élimination d'un insecte d'une zone déterminée se fait toujours d'une façon globale. Cette opération n'est réalisable que dans certaines circonstances relativement peu fréquentes, mais elle est économiquement intéressante. A noter que la méthode du mâle stérile qui consiste à lâcher des insectes sexuellement radiostérilisés donne en l'occurrence d'excellents résultats.

Des recherches sont en cours pour mettre au point diverses autres méthodes, dont la plupart ne sont applicables que sur une zone assez étendue. A part la méthode du mâle stérile, on peut citer les phéromones (substances attractives sexuelles) qui égarent l'insecte de sorte que les mâles et les femelles ne peuvent pas se rencontrer et, par conséquent, ne s'accouplent pas; d'autres substances attractives chimiques; les pièges et le lâcher massif de parasites et de prédateurs. L'amélioration de la résistance de la plante hôte est également un moyen très efficace lorsqu'on l'applique à toute une zone.

Les petits exploitants éprouvent beaucoup plus de difficultés à lutter contre les insectes que les gros exploitants. En effet, le petit fermier manque souvent des ressources nécessaires pour mener cette lutte et il est aussi, dans une large mesure, à la merci de ce que font ou ne font pas ses voisins. En effet, si ceux-ci ne prennent pas des mesures énergiques, il risque d'être envahi par les insectes.

Isotopes et rayonnements

La Division mixte FAO/AIEA s'est occupée, dès 1964, de l'application des isotopes et des rayonnements à la lutte contre les insectes. Les isotopes sont utilisés notamment pour marquer des molécules, des insectes ou des plantes. Ces indicateurs permettent par exemple de suivre le cheminement des insecticides dans l'insecte et dans l'environnement, l'assimilation des éléments nutritifs par l'insecte, ainsi que les mouvements de l'insecte lui-même dans les champs. Ils servent aussi à marquer les plantes dont se nourrissent les insectes, ce qui permet de mesurer les quantités consommées et de les rapporter directement à la résistance de la plante. Ils permettent également de surveiller par exemple les mouvements et l'effectif des parasites et des prédateurs, ainsi que leur aptitude à détruire les insectes.

La méthode de l'insecte stérile dont nous allons parler occupe la première place dans le programme de la

Section de la lutte contre les insectes et autres ravageurs. Les rayonnements sont également utilisés dans la recherche sur la génétique, le génie génétique, la prophylaxie et les traitements de quarantaine appliqués aux produits agricoles, et servent aussi à provoquer des mutations chez les plantes en vue d'obtenir des variétés plus résistantes.

La méthode de l'insecte stérile

Au cours de ses recherches, dans les années 1920, H.J. Muller a découvert que les rayons X ou gamma pouvaient endommager l'appareil reproducteur d'un insecte dans une mesure suffisante pour le rendre stérile. Le prix Nobel lui a d'ailleurs été décerné pour ses travaux sur les effets génétiques de l'irradiation des insectes. Ce pouvoir stérilisant des rayonnements a également été constaté par des scientifiques du Département de l'agriculture des Etats-Unis, au cours des longues recherches qu'ils ont faites pour mettre au point une méthode de stérilisation des insectes. Ces chercheurs prétendaient que si l'on élevait, stérilisait et lâchait en masse dans les champs des spécimens de l'insecte à détruire, ceux-ci s'accoupleraient avec les femelles de la population naturelle, sans donner de progéniture, de sorte que cette population déclinerait. Ils ont calculé que si les mâles stérilisés étaient lâchés en nombre suffisant, le taux de fécondité de la population naturelle diminuerait rapidement jusqu'à devenir nul. Il s'agissait en somme d'un contrôle de la natalité par radiostérilisation.

La première démonstration de cette technique a été l'élimination de la lucilie bouchère de l'île hollandaise de Curaçao, en 1954. La campagne a été menée par les spécialistes du Département de l'agriculture des Etats-Unis, en collaboration avec le Gouvernement néerlandais. Ainsi, la première opération menée par cette méthode avait déjà un caractère international, comme toutes les opérations de cette nature entreprises par la suite.

A l'heure actuelle, la méthode est utilisée pour lutter contre une dizaine d'espèces. Des études sont en cours pour l'appliquer à d'autres espèces et on pense que son emploi se généralisera dans l'avenir. Elle est indiquée

Colloque FAO/AIEA en novembre 1987

L'AIEA et la FAO vont organiser conjointement un grand colloque international sur les méthodes modernes de lutte contre les insectes faisant intervenir les techniques nucléaires et la biotechnologie. On attend des participants un exposé des méthodes récemment mises au point et des renseignements sur l'évolution du problème des insectes dans les pays en développement. Les échanges de vues et de données scientifiques mèneront certainement à l'identification de nouveaux problèmes et à la recherche de solutions et de possibilités de transfert de technologies orientées vers une production agricole rationnelle et plus économique.

Ce colloque aura lieu à Vienne (Autriche) du 16 au 20 novembre 1987. Pour de plus amples renseignements, s'adresser au Service des conférences de l'AIEA, ou écrire à la Section de la lutte contre les insectes et autres ravageurs, Division mixte FAO/AIEA, A-1400 Vienne (Autriche).

pour les grandes opérations, pour les quarantaines et, dans certains cas, pour limiter la prolifération. Elle ne peut pas être utilisée isolément sur de petites surfaces. Il s'ensuit que les programmes d'élimination par cette méthode sont généralement de grande envergure et sont jugés onéreux, lorsqu'on fait le compte de toute l'opération. Cela dit, s'il s'agit d'un insecte très nuisible dispersé dans un vaste périmètre, le coût par unité de superficie exploitée et productive est souvent moindre que celui du traitement isolé par d'autres moyens, et l'on peut dire que l'opération est rentable dans bon nombre de cas.

La méthode étant spécifique de l'insecte considéré, le choix de l'espèce ou du groupe d'espèces à traiter est de toute première importance. L'insecte à éliminer doit être très destructeur et il faut que l'opération rapporte en fin de compte aux fermiers. Lorsqu'on décide de s'attaquer à plusieurs insectes à la fois, on choisit généralement des espèces très voisines afin de simplifier l'élevage en masse.

La pratique se généralisera à mesure qu'on améliorera son efficacité et son prix de revient, ce qui prouve une fois encore qu'elle est plus rentable que les autres techniques si on l'utilise pour un insecte ou plusieurs insectes bien choisis. Elle présente en outre l'avantage de résoudre le problème de la résistance des insectes aux insecticides et des dommages que l'usage répété de ces produits contre une espèce déterminée peut causer à l'environnement.

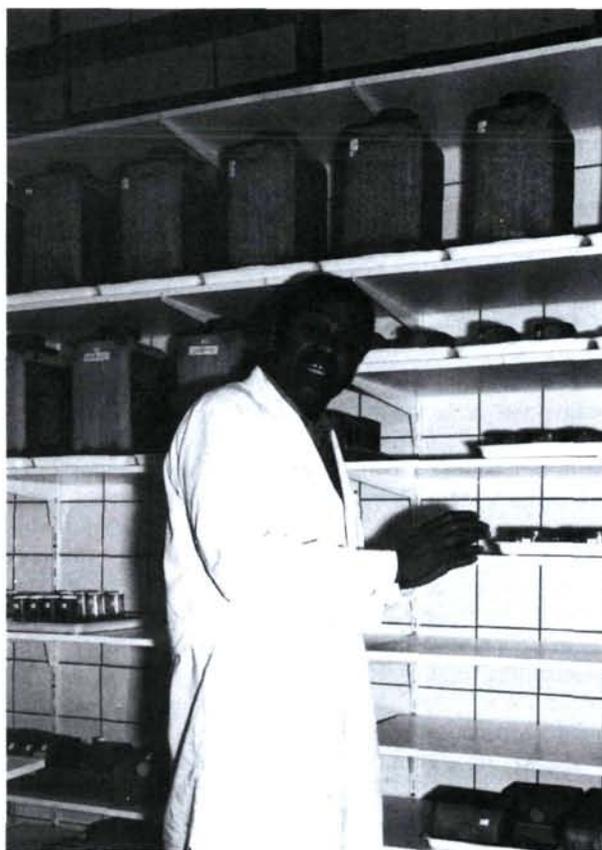
Programme commun FAO/AIEA de lutte contre les ravageurs

Il importe tout d'abord de bien choisir l'insecte cible; aussi les modalités de ce choix et les mesures que l'AIEA et la FAO doivent prendre par la suite font-elles appel à tous les moyens dont ces organisations disposent pour aider leurs Etats Membres. C'est seulement au sein d'une section technique que l'on peut grouper tous ces moyens et coordonner leur mise en œuvre en vue de transférer la technologie nécessaire pour résoudre un problème particulier dans un Etat Membre. En plus des compétences techniques propres à cette section, il existe toute une série de moyens*, depuis les groupes consultatifs jusqu'aux programmes de formation à l'appui des contrats de recherche.

La Division mixte a également accès à quelques-uns des moyens qu'offre la FAO, notamment son programme de spécialistes associés et ses projets de coopération technique. De plus, la consultation du personnel compétent des divisions techniques de la FAO et la coopération avec ces divisions sont une aide précieuse.

La plupart de ces moyens ne relèvent pas directement de la section technique, de sorte que celle-ci doit planifier plusieurs années à l'avance et tenir ses nombreux

* Consultants à titre individuel, groupes de consultants, groupes consultatifs, personnel en congé sabbatique, formation (boursiers en stage individuel de spécialisation), cours de formation, voyages d'études individuels et collectifs, contrats de recherche, accords de recherche, contrats techniques, réunions de coordination de la recherche, colloques, séminaires, projets de coopération technique (services d'experts, consultants et matériel), services d'experts à titre gratuit et services d'appui fournis par le Laboratoire de l'Agence, à Seibersdorf (Autriche).



Le laboratoire d'entomologie de l'AIEA, à Seibersdorf, contribue aux travaux de recherche-développement sur la méthode de l'insecte stérile utilisée pour éliminer les insectes ravageurs. Sur notre photo, un scientifique zambien en stage observe des mouches tsé-tsé destinées aux expériences.

collaborateurs informés des progrès, des besoins et des problèmes de chaque projet. Dans le cas de la Division mixte, tant l'AIEA que la FAO participent à cette activité.

Projet au Nigéria

Un projet coopératif AIEA/FAO/Nigéria, dénommé BICOT, vise à adapter la méthode du mâle stérile en vue de la destruction de *Glossina palpalis palpalis*, variété de la mouche tsé-tsé vecteur de la trypanosomiase des animaux, ou nagana. Cette maladie est un des principaux obstacles au développement agricole d'une grande partie de l'Afrique et la destruction du vecteur est un excellent moyen de la combattre. Grâce à cette opération de recherche-développement de grande envergure, l'insecte cible a été pratiquement éliminé dans une zone de 1500 km² de la région centre-nord du Nigéria.

Tous les moyens dont nous avons parlé, y compris ceux dont disposent la FAO, ont été mis à contribution pour élaborer et mettre en œuvre ce projet. La formation y a joué un grand rôle et, au moins en partie grâce à elle et aussi du fait qu'il a confiance dans le personnel national formé pour le projet, le Gouvernement du Nigéria a demandé que l'opération soit étendue à l'ensemble du plan de développement agricole et d'élevage du Plateau State, qui couvre une superficie de 12 000 km². Ce projet BICOT II devra, lui aussi, compter pour son exécution sur les moyens offerts par l'Agence et la FAO.

Contribution du Laboratoire de Seibersdorf

Les travaux de recherche-développement de la section d'entomologie du Laboratoire de l'Agence, à Seibersdorf, apporte une aide sans prix aux projets sur le terrain et aux programmes de recherche coordonnée. En outre, cette section assure en permanence une formation essentielle qui ne peut être offerte par d'autres établissements, grâce aux installations mises en place par l'AIEA et par la FAO à l'appui de la lutte contre les insectes et des applications des isotopes en entomologie.

Dans le cadre du projet BICOT, sept Nigériens ont été formés à Seibersdorf et plusieurs autres ont fait des stages ailleurs. Un équipement spécialisé conçu et réalisé par le laboratoire a été envoyé au Nigéria. En particulier, des méthodes très perfectionnées d'élevage de la mouche tsé-tsé mises au point dans ce laboratoire ont permis de réduire considérablement le coût des opérations au Nigéria. Un système d'évaluation biologique du progrès de la destruction de l'insecte cible mis au point par ce même laboratoire est actuellement appliqué au projet BICOT et à d'autres opérations sur le terrain. Une réserve de mouches tsé-tsé est entretenue à Seibersdorf et un surplus de plusieurs centaines de milliers d'insectes a été envoyé au Nigéria pour compléter la production locale.

La section d'entomologie contribue aussi activement aux programmes d'élimination de la mouche méditerranéenne des fruits par la méthode de l'insecte stérile. Ces opérations exigent une production massive d'insectes stérilisés. La station d'élevage de Tapachula, au Mexique, produit plus de 500 millions de mouches méditerranéennes des fruits par semaine, dont environ 50% sont des mâles. La méthode a été utilisée au Mexique et une opération analogue est maintenant en cours au Guatemala. Les coûts de l'élevage (régime alimentaire, matières, salaires) sont d'environ 100 dollars des Etats-Unis par million de mouches.

A Seibersdorf, les chercheurs s'efforcent en particulier d'obtenir une souche génétiquement modifiée de cette mouche dont les femelles peuvent être tuées sélectivement dans l'œuf ou tout au début du stade larvaire. Les femelles, en effet, ne contribuent pratiquement en rien au rendement du procédé. Avec cette nouvelle souche, la station de Tapachula pourrait élever 500 millions de mâles plus ou moins pour le même prix que les 250 millions actuellement produits, ce qui permettrait de réaliser une économie substantielle de quelque 40%. De plus, le lâcher de colonies composées exclusivement de mâles, au lieu d'un mélange des deux sexes comme c'est actuellement le cas, améliorera l'efficacité de la méthode et permettra de réduire le coût des lâchers par avion.

Pour abaisser encore les coûts, on étudie actuellement la possibilité de réutiliser l'aliment des larves (ce qui semble réalisable sans réduction de la quantité ou de la qualité de la production d'insectes). A Tapachula, l'alimentation des larves coûte environ 25 dollars des Etats-Unis par million d'insectes et sa réutilisation, ne

serait-ce qu'une fois, permettrait d'économiser environ 40% sur ce poste de dépenses, soit quelque 260 000 dollars par an.

Dans le cas de la mouche méditerranéenne des fruits, il convient généralement, pour des raisons économiques, de commencer par réduire la population naturelle avant de procéder au lâcher des mâles stériles. A cette fin, on procède normalement à une ou deux applications par avion d'un appât insecticide pulvérisé. Le malathion, utilisé en l'occurrence, ne présente aucun danger, mais il affecte légèrement l'environnement de façon transitoire. Quant on le pulvérise sur de vastes zones il donne lieu à certaines difficultés qui se traduisent parfois par de graves perturbations dans l'exécution du programme. Le Laboratoire de Seibersdorf étudie actuellement la possibilité de remplacer le malathion, dans l'insecticide, par un agent biologique, en l'occurrence une variété de *Bacillus thuringiensis*. Les résultats sont très encourageants et il y a de bonnes chances d'obtenir une variété de cet agent spécialement adaptée à cette fin.

Des résultats, mais aussi des problèmes à résoudre

Les efforts de l'AIEA et de la FAO pour transférer la méthode du mâle stérile aux pays en développement ont donné d'assez bons résultats. Sur le plan technique, c'est un succès. Un des principaux avantages de projets du genre BICOT est que les structures et le personnel local sont mieux équipés pour lancer de grandes campagnes. C'est là un facteur très important, non seulement pour la lutte contre les insectes sur le territoire d'un pays, mais aussi pour la solution des problèmes de quarantaine associés à l'exportation des produits agricoles. Il arrive fréquemment que la présence d'insectes compromette l'exportation de certains produits du fait des mesures de quarantaine appliquées dans les pays de destination. L'élimination d'insectes ravageurs qui risqueraient de faire leur apparition là où ils n'existaient pas auparavant devient une considération très importante à mesure que le commerce des denrées agricoles s'intensifie. L'expérience que les services locaux ont pu acquérir avec la méthode de l'insecte stérile est d'une utilité immédiate.

Les capacités de gestion nécessaires au transfert de la technologie sont encore trop insuffisantes. L'expérience et les possibilités de formation en matière de gestion de programmes d'élimination des insectes par la méthode du mâle stérile sont très réduites, voire non existantes, dans les pays en développement, alors que, précisément pour ce genre d'opérations, la qualité de la gestion est aussi importante que les connaissances techniques.

Il faudrait aussi se préoccuper davantage des cours de recyclage destinés à ceux qui ont déjà reçu une formation par les soins de l'Agence. Ces cours devraient être envisagés comme une prestation permanente dont le coût, certes, peut paraître élevé, mais dont l'absence coûterait encore plus cher.

