

chets faiblement radioactifs dans le milieu ambiant - dépend dans une certaine mesure des caractéristiques particulières de l'emplacement; aussi le système de gestion des déchets ne doit-il être mis au point qu'après une étude de ces caractéristiques.

Dans le discours de clôture qu'il a prononcé à la dernière séance, M. Balligand, a déclaré que la réunion avait confirmé l'impression que la sécurité des sites nucléaires, au point de vue de la santé publique, est actuellement bien assurée dans le monde entier. Le colloque a permis non seulement de confronter les leçons de l'expérience et les pratiques actuelles, mais également d'échanger des idées en vue

de formuler des critères d'une application plus générale. Lorsque les comptes rendus du colloque auront été soigneusement étudiés, l'Agence pourra formuler des recommandations qui seront soumises à un petit groupe d'experts et ensuite publiées en tant que document de l'Agence. M. Balligand a toutefois souligné qu'avant de pouvoir élaborer des règles universelles, il faudra rassembler le plus grand volume possible de documentation et étudier des cas précis avec l'aide de petits groupes de spécialistes. L'Agence a déjà réuni de tels groupes d'experts pour donner des avis sur des problèmes particuliers que lui avaient soumis des Etats Membres.

L'ENERGIE ATOMIQUE ET LA LUTTE CONTRE LES INSECTES NUISIBLES

En l'espace de deux ans et demi, l'Agence internationale de l'énergie atomique a réuni deux colloques scientifiques sur l'emploi de l'énergie atomique dans la lutte contre les insectes nuisibles. Le second colloque - sur l'emploi des radioisotopes et des rayonnements dans la lutte contre les insectes nuisibles aux animaux et aux végétaux - organisé à Athènes, en avril dernier, conjointement par l'AIEA et la FAO avec la coopération du Gouvernement hellénique, a confirmé plus nettement encore que le premier (Bombay, décembre 1960) que l'énergie atomique est maintenant couramment utilisée dans la lutte pour assurer la protection des ressources alimentaires de l'homme.

Dans cette lutte, l'énergie atomique, provenant en l'occurrence de radioisotopes, joue plusieurs rôles différents mais essentiellement complémentaires.

On ne peut lutter efficacement contre les insectes nuisibles, et éventuellement les détruire, que si l'on est renseigné sur leur écologie, leurs modes de reproduction et leurs habitudes alimentaires, leur dispersion et leur migration, et sur les rapports insecte-plante. Les techniques radioisotopiques, en particulier le marquage, se sont révélées très utiles pour ces études.

C. Courtois et J. Lecomte (France), notamment, ont donné des exemples frappants de l'utilité du marquage. Ils ont expliqué que l'on était parvenu, grâce à l'échange de nourriture pratiqué par les abeilles, à marquer, en moins de 48 heures, à l'or-198 de courte période, les 40 000 abeilles d'une ruche. Quatre à cinq jours après le début du marquage, on pouvait déjà observer le mouvement des abeilles marquées.

Voici quelques-uns des résultats de cette expérience. Les ouvrières s'éloignent rarement à plus d'un kilomètre de leur ruche; en fait, la majorité des abeilles marquées ont été capturées dans un rayon de 600 mètres de la ruche. Elles ne butinent pas au hasard, mais suivent des itinéraires bien précis déterminés par la topographie, la végétation et d'autres fac-

A la séance d'ouverture du colloque d'Athènes: (de gauche à droite) M. C. Logothetis (FAO); M. D. Vourdoubas, Ministre de l'agriculture de Grèce; M. A.N. Rylov, Directeur général adjoint de l'AIEA chargé de la formation et de la documentation technique; M. G. Tantazis, Vice-président de la Commission de l'énergie atomique de Grèce et M. M. Fried (AIEA)



teurs. Quand elles reviennent chargées de nourriture, elles l'apportent de préférence au centre de la ruche, où se tient la reine. La nourriture est ensuite distribuée aux autres occupants de la ruche se trouvant vers la périphérie. Des recherches faites à l'aide de radiophosphore-32 ont établi que les mâles, tout en étant capables dans une certaine mesure de se nourrir eux-mêmes, préfèrent être nourris par les ouvrières lorsqu'elles sont là. La reine nourrit des ouvrières, mais il ne s'agit que d'un petit groupe - une vingtaine environ - d'ouvrières spécialisées.

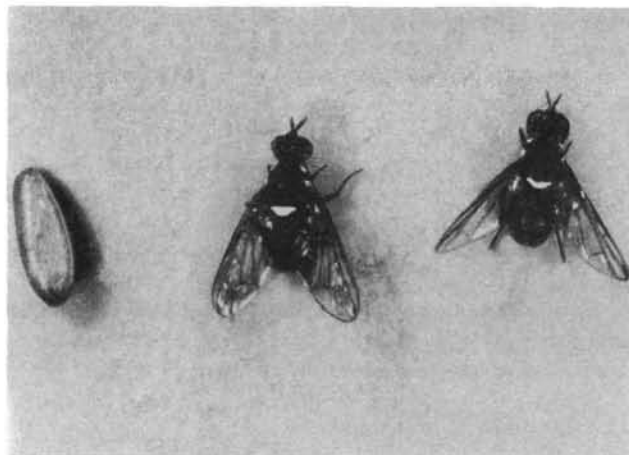
On a également utilisé l'or-198 lors de recherches sur les moeurs des fourmis. Le résultat le plus intéressant d'une première étude mentionnée à Athènes a été la découverte d'échanges de nourriture entre fourmilières distantes de plus de 50 mètres et peuplées d'espèces différentes. Une étude ultérieure a mis en évidence une division du travail à l'intérieur des fourmilières : les fourmis marquées prospectaient toujours le même parcours et avaient peu de rapports avec les autres individus de la même colonie. Au cours de cette expérience, on a constaté, avant tout marquage, une radioactivité anormale des fourmis, ce qui semblerait indiquer, d'après les auteurs, une accumulation de retombées radioactives dans les fourmilières.

Le phosphore-32 et l'iode-131 ont également été utilisés par un groupe de spécialistes allemands pour étudier les habitudes alimentaires des fourmis et des termites. D'après le rapport présenté par W. Kloft (République fédérale d'Allemagne), il y a échange de nourriture entre fourmilières situées dans un certain périmètre, et il semble que les insectes appartenant à des groupes bien organisés sont capables de faire un meilleur usage de leur nourriture, vivant ainsi plus longtemps que les individus isolés. Par ailleurs, on a constaté qu'au cours de l'hiver, les fourmis constituent des réserves alimentaires dans le corps d'un certain nombre d'individus, spécialement engraisés à cet effet.

Une autre expérience faite avec le phosphore-32 par M. S. Quraishi (Iran) a révélé que la femelle d'une espèce de moustiques s'accouple plus d'une fois et que l'insecte peut évoluer jusqu'à une distance de 4,5 km du point de lâcher. L'auteur a également obtenu des indications sur la longévité des moustiques. Il a, en outre, décrit les résultats obtenus par la même méthode de marquage en étudiant le comportement d'un insecte nuisible au blé qui cause de grands dégâts au Pakistan et au Moyen-Orient.

Méthode de la stérilisation des mâles

La campagne de destruction entreprise dans l'île de Curaçao contre la lucilie bouchère, insecte qui cause des pertes importantes parmi le cheptel et les cervidés, a consisté à lâcher des mouches stéri-



Mouche Dacus: pupa, femelle et mâle. Cette photo ainsi que les deux suivantes ont été prises au cours des études effectuées en Grèce par un expert de l'AIEA sur la mise au point d'une méthode d'élevage massif de la mouche

lisées par les rayons gamma ; elle a provoqué dans le monde entier une série d'études destinées à mettre au point d'autres applications de cette méthode. Le succès de l'entreprise dépend surtout de la possibilité de pratiquer l'élevage en masse des insectes et de les stériliser sans que le potentiel d'accouplement des insectes irradiés se trouve nettement diminué par rapport à celui des autres, et de la possibilité de lâcher de façon régulière des mâles élevés et stérilisés en laboratoire, en quantités telles qu'ils puissent réduire à zéro la capacité de reproduction des populations naturelles.

Surface supérieure du dôme de paraffine montrant une mouche Dacus en train de pondre. On emploie des dômes de paraffine minces pour obtenir des oeufs dans des conditions permettant les mesures





Des oeufs de mouches Dacus sur de l'organdi de nylon. On utilise le tissu pour recueillir des oeufs après les avoir fait passer par un entonnoir

W. E. Stone (Etats-Unis) a parlé des progrès réalisés dans la recherche sur la stérilisation par irradiation, qui est actuellement en cours dans des laboratoires du Ministère de l'agriculture des Etats-Unis et dans quelques autres centres. Il a décrit en particulier des expériences portant sur des mouches des fruits, sur une espèce de moustiques et sur divers autres insectes.

M. Stone a également décrit les mesures prises aux Etats-Unis pour détruire la lucilie bouchère par la méthode de la stérilisation des mâles ; il a précisé que, dans le cadre d'un programme commun entrepris en 1958, on a élevé, stérilisé et lâché une moyenne de 50 millions de lucilies bouchères par semaine ; c'est ainsi que l'on a pu, en moins de deux ans, détruire cette espèce dans le Sud des Etats-Unis à l'est du Mississippi, évitant aux fermiers une perte évaluée à 20 millions de dollars par an.

Un programme analogue a été mis en oeuvre au début de 1962, pour détruire la lucilie bouchère dans le Sud-Ouest des Etats-Unis et faire obstacle à un retour éventuel du fléau en provenance du Mexique. Au début de février 1963, on lâchait jusqu'à 113 millions de mouches stérilisées par semaine dans certaines régions du Texas.

Commentant les effets de l'irradiation sur divers insectes, à des stades différents de leur cycle de vie, M. Stone a souligné que les doses de rayonnement nécessaires pour provoquer la stérilité varient très sensiblement. Toutefois, il n'est pas possible d'appliquer cette méthode dans la lutte contre certains insectes du fait des dommages qu'elle leur cause. D'autre part, certaines populations d'insectes sont si nombreuses qu'il peut être nécessaire, avant de recourir à cette méthode, de détruire une partie de la population à l'aide d'insecticides chimiques.

M. Stone estime qu'en dépit de ces difficultés, peu de méthodes peuvent donner d'aussi bons résultats, lorsque les conditions sont favorables.

On pense également que la méthode de la stérilisation des mâles produira des résultats positifs assez prochainement dans le cadre d'une campagne d'éradication de la mouche Dacus, ou mouche de l'olive, lancée en Grèce avec l'assistance de l'AIEA. K. S. Hagen, expert de l'Agence chargé du projet, a exposé en détail les difficultés que présente l'élevage de cet insecte qui cause d'importants dommages aux récoltes d'olives dans les pays méditerranéens. Il a indiqué qu'un régime alimentaire spécial, la destruction de micro-organismes susceptibles d'être nuisibles et la présence, semble-t-il, d'autres organismes, étaient nécessaires pour procéder à l'élevage en masse de mouches Dacus. Au cours d'expériences récentes, de la streptomycine fut ajoutée à la nourriture des mouches adultes en vue de prévenir l'infection bactérienne des oeufs.

Ces expériences, réalisées à l'Ecole d'agriculture d'Athènes, sont étroitement liées aux recherches en cours au Centre d'études nucléaires Démocrite de la Commission grecque de l'énergie atomique et à l'Institut phytopathologique Bekani, tous deux situés à Athènes. Mme H. Thomou a décrit des travaux sur les doses de rayonnement gamma nécessaires pour stériliser la mouche de l'olive. La radiosensibilité varierait, d'après elle, entre insectes provenant de différentes régions du pays. Des études préliminaires sur les déplacements et la migration des mouches de l'olive, faites par C. E. D. Palekassis en utilisant le phosphore-32 comme produit de marquage, ont révélé que ces mouches ne s'éloignent jamais au-delà de 4,3 km. B. Baccetti et R. De Dominicis (Italie) ont présenté un mémoire relatant les études au microscope, dont certaines au microscope électronique, des dommages causés par les rayons gamma à la structure des ovaires de la mouche Dacus.

Un autre rapport sur des recherches entreprises avec l'assistance de l'AIEA a été présenté par F. Soria (Tunisié). Il a rendu compte de travaux effectués, à l'aide de marquage au radiophosphore, sur la propagation de la mouche méditerranéenne des fruits qui empêche la culture des fruits d'été en Tunisie et dont la destruction exige des mesures onéreuses. Ces recherches ont été faites en vue de l'application de la méthode de la stérilisation des mâles.

E. Horber (Suisse) a indiqué que la méthode de la stérilisation des mâles avait été appliquée avec succès dans la lutte contre les vers blancs dans une région agricole du Nord-Ouest de la Suisse. Il a montré que cette méthode peut également être appliquée, dans une région qui n'est pas strictement isolée du point de vue géographique, contre des insectes dont l'élevage artificiel en masse est impossible.

Autres applications

Une bonne partie des travaux du colloque d'Athènes a porté sur les expériences réalisées à l'aide de radioindicateurs en vue de déterminer l'absorption, la translocation, le métabolisme et l'excrétion des insecticides chez l'animal, l'insecte et la plante ainsi que la quantité de résidus susceptible de présenter des risques particuliers. Un certain nombre d'expériences faites avec divers insecticides courants, marqués au radioisotope approprié, ont été décrites par différents orateurs. L'emploi des procédés radioisotopiques a permis de déterminer les effets de ces insecticides, aussi bien quantitativement que qualitativement.

David L. Joffes (Etats-Unis) a décrit une méthode particulièrement sensible pour étudier ces processus : l'autoradiographie. On place sur une pellicule photographique des plantes ou des insectes, indiciers ou non, auxquels on a administré des radioindicateurs ; lorsque le rayonnement émanant de l'indicateur a impressionné la pellicule, on peut déterminer les parties de l'insecte ou de la plante dans lesquelles l'insecticide s'accumule.

S. Andréev (URSS) a fait un exposé sur l'emploi, en Union soviétique, des radioisotopes dans la lutte contre les insectes nuisibles aux plantes. Enumérant les principaux domaines d'application, il a indiqué que les radioisotopes ont été utilisés pour marquer certains insectes nuisibles aux récoltes et leurs parasites, et pour déterminer la propagation des doryphores. De même, l'étendue de la zone de déprédation des rongeurs des champs a pu être évaluée à l'aide d'appâts radioactifs.

M. Andréev a également expliqué comment les indicateurs sont utilisés en vue d'obtenir des taux optimaux de pulvérisation des insecticides chimiques. Il a ajouté que l'irradiation pouvait accroître la virulence de certains micro-organismes et, partant, leur efficacité dans la lutte contre les insectes nuisibles.

Le spécialiste soviétique a décrit une expérience de désinsection des céréales, consistant à faire passer du grain devant une source au cobalt-60, à la cadence de 30 tonnes par heure. Il a précisé que si l'expérience était menée à une certaine vitesse, les insectes présents dans les céréales pouvaient être détruits par cette source de rayonnement intense.

Un certain nombre d'autres participants ont également parlé du traitement des produits agricoles par les rayonnements. W. E. Stone (Etats-Unis) a dit que cette méthode pourrait être appliquée comme mesure de quarantaine, car elle est plus efficace et moins désagréable que la fumigation et autres procédés.

C. B. Papadopoudou (Grèce) a présenté des résultats préliminaires indiquant que l'on pouvait irradier des figues sèches pour détruire les insectes, sans réellement abîmer le fruit. Toutefois, le procédé doit être étudié longtemps encore avant de recevoir une application pratique.

Selon H. Huque (Pakistan), une dizaine d'insectes particulièrement nuisibles détruisent au minimum de 3 à 5 % des céréales de base du Pakistan, dont le pays a le plus grand besoin. Les dommages causés chaque année par les insectes aux céréales conservées dans les seuls entrepôts de l'Etat sont de l'ordre d'un million de roupies.

G. V. Viado (Philippines) a expliqué que depuis plusieurs dizaines d'années les insectes nuisibles compromettaient l'économie de son pays. Il a notamment mentionné les insectes qui s'attaquent aux stocks de céréales et de copra. Le maïs, qui constitue l'aliment de base dans certaines régions des Philippines, ne peut être emmagasiné pendant plus de deux à trois mois sans être grandement endommagé par des insectes nuisibles et la qualité inférieure du copra des Philippines sur le marché mondial est due aux détériorations que cause l'insecte du copra au produit emmagasiné.

Progrès réalisés et perspectives d'avenir

Le colloque d'Athènes a montré, non seulement que de grands progrès ont été faits depuis la réunion de Bombay en 1960, mais aussi que des pays avancés, de même que maints pays en voie de développement, s'intéressent de plus en plus aux applications des nouvelles méthodes atomiques à la recherche entomologique et à la lutte contre les insectes nuisibles. Toutefois, ainsi que A. N. Rylov, Directeur général adjoint de l'AIEA chargé de la formation et de la documentation technique, l'a indiqué dans son discours d'ouverture à Athènes, l'énergie atomique n'est pas une panacée. Il a précisé que "c'était seulement par l'emploi judicieux de toutes les techniques existantes que l'homme pouvait espérer réussir dans la lutte sans merci qu'il devait mener contre cet ennemi insidieux qu'est, pour lui, l'insecte".

D. A. Crossley, Jr. (Etats-Unis) a exprimé la même idée. D'après lui, les techniques modernes de lutte contre les insectes combinant à la fois des procédés chimiques, biologiques, de culture et autres méthodes manuelles deviennent l'arme idéale pour combattre les déprédations causées par les insectes nuisibles et les acariens. La théorie ancienne de la lutte biologique a été supplantée par des théories modernes d'après lesquelles les insectes sont considérés comme appartenant à des systèmes écologiques plus vastes. M. Crossley a énoncé les principes d'une méthode intégrée, à savoir : 1) les récoltes, les insectes nuisibles, les autres organismes et le