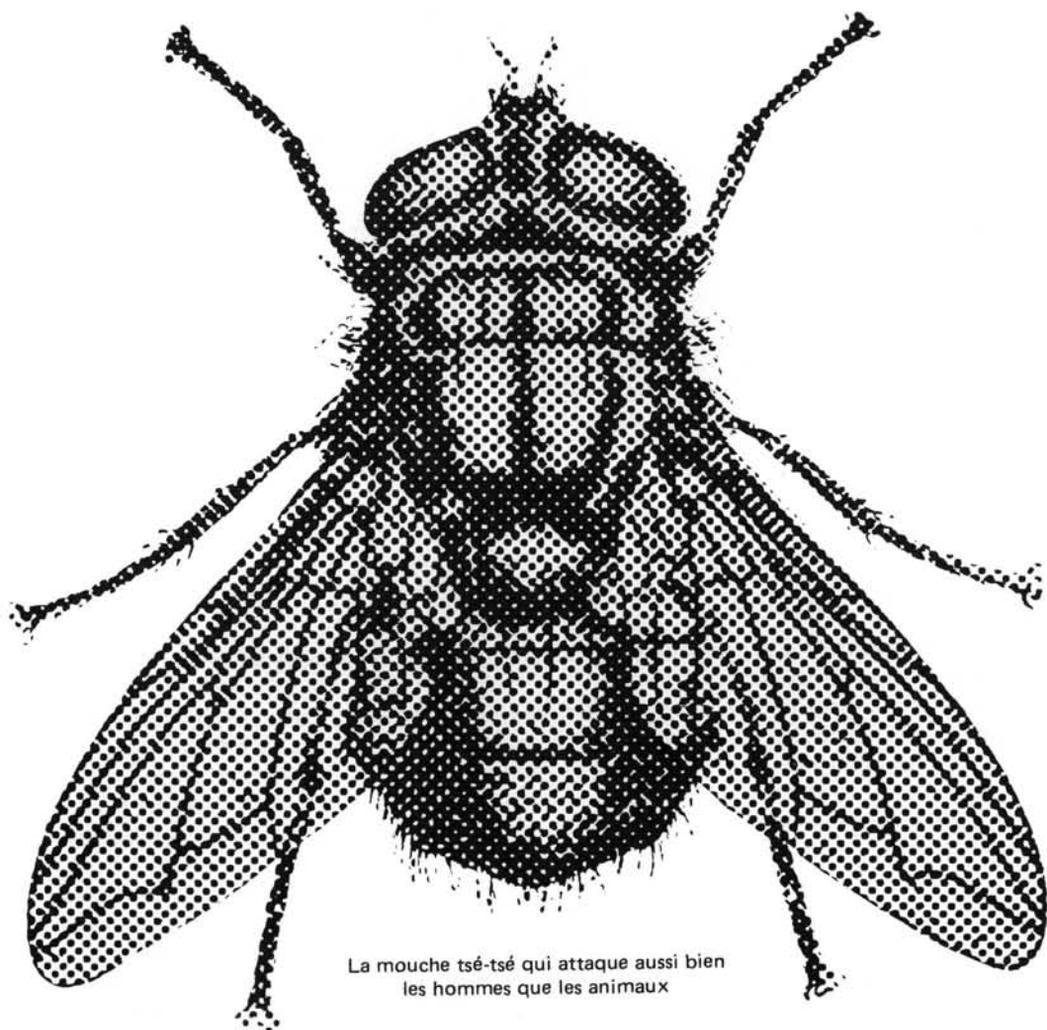


# Radiovaccins contre des maladies parasitaires de l'homme

par M.L. Sztanyik, Division des sciences biologiques



La mouche tsé-tsé qui attaque aussi bien  
les hommes que les animaux

Parmi les applications pratiques des techniques radiobiologiques susceptibles de jouer un rôle très important dans la médecine humaine et la santé publique, il convient de citer l'emploi des rayonnements ionisants et des isotopes radioactifs dans la préparation des vaccins.

Périodiquement, des revues scientifiques rapportent les essais de production de vaccins par exposition à des rayonnements ionisants de toutes sortes de microorganismes dont les virus, les bactéries et les mycètes, ainsi que des parasites animaux unicellulaires et multicellulaires. Il a été prouvé que les vaccins radioatténués constituent un moyen efficace de lutte contre certaines helminthiases des animaux domestiques et des animaux de ferme et un petit nombre de ces vaccins sont déjà commercialisés tels le vaccin contre le dictyocaulose du bœuf (DICTOL), le vaccin contre la dictyocaulose du mouton (DIFIL), et un vaccin contre l'ankylostome du chien qui sera prochainement lancé sur le marché américain. Quoique l'on sache fort bien que de nombreuses helminthiases chez les animaux domestiques produisent une forte immunité, laquelle demeure acquise, il a été impossible jusqu'ici de reproduire cette immunité en recourant à des vaccins préparés artificiellement, sauf dans le cas spectaculaire des vaccins radioatténués.

On pourra utiliser efficacement les larves d'helminthe irradiées comme vaccin, à condition de trouver une dose de rayonnement qui réduira de façon sensible l'effet pathogène des larves sans trop affaiblir leur pouvoir immunogène.

Depuis 1966, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) met en œuvre, en collaboration avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) un programme de recherche coordonné sur l'application des techniques nucléaires à la parasitologie vétérinaire. Il est vite devenu évident que la similitude de certaines infections parasitaires chez l'homme et chez l'animal ainsi que l'existence de zoonoses ne permettraient guère de maintenir des barrières rigoureuses et artificielles entre les espèces. Par exemple, l'analogie apparente entre les parasites de l'homme et de l'animal tels que *Trypanosoma* et *Plasmodium* montre clairement qu'il y aurait lieu d'englober dans cette étude les maladies parasitaires de l'homme.

Cette suggestion a recueilli l'approbation unanime des participants aux deux réunions de consultants organisées sous les auspices de l'AIEA et de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), il y a près d'un an. Les experts ont prié instamment les deux organismes internationaux d'entreprendre un programme de recherche coordonné sur l'utilisation des techniques nucléaires dans la préparation de vaccins destinés à lutter contre les parasitoses humaines, la plus haute priorité étant donnée au paludisme et à la trypanosomiase africaine (sans pour autant exclure d'autres infections protozoaires et helminthiques intéressant la santé publique dans de nombreux Etats Membres en voie de développement).

Le *paludisme* était la maladie humaine la plus importante dans le monde avant le lancement par l'OMS du programme global d'éradication de cette affection en 1957. Un peu plus d'un tiers de la population mondiale était exposé au paludisme et au moins la moitié des personnes dont le décès était attribué à toutes sortes de cause devaient mourir, directement ou indirectement, des suites du paludisme. On a prétendu que l'ancien empire grec s'était effondré sous l'action non pas des peuples conquérants mais des petits organismes parasitaires.

Les répercussions du paludisme sur la santé publique en Afrique tropicale se traduisent par les taux de mortalité et de morbidité exceptionnellement élevés des zones rurales. En Afrique occidentale, au moins 10% des décès survenus parmi les enfants de moins de cinq ans sont dus au paludisme et le taux de mortalité chez le nourrisson dû à toutes les causes, dont le paludisme en tout premier lieu, peut atteindre 50% dans les collectivités rurales non protégées. Dans les régions montagneuses de l'Afrique tropicale, on relève de

graves épidémies de paludisme, auxquelles on attribue parfois jusqu'à 25% de la mortalité.

Exception faite de l'Afrique tropicale, la maladie est encore endémique dans de vastes régions du monde, y compris le bassin de l'Amazonie en Amérique du Sud, en Indochine et dans certaines villes d'Asie du sud-est et de l'Océanie.

C'est au moment où, par suite du développement rapide de l'industrie chimique après la deuxième guerre mondiale, on a assisté à la production à une grande échelle de plusieurs hydrocarbures chlorés qui ont été les premiers insecticides synthétiques très actifs et à la fabrication d'agents chimiothérapeutiques efficaces y compris les sulfamides, les antibiotiques et les médicaments antiparasitaires, que l'on a lancé les programmes globaux de prophylaxie.

Une nouvelle formule a été adoptée pour le lancement de programmes intensifs d'éradication du paludisme par l'interruption de la transmission par l'hôte définitif, le moustique, qui, s'ajoutant à une chimiothérapie efficace, a produit certains résultats remarquables.

Cependant, tant le moustique que le parasite ont fait preuve, après une période où ils ont réagi comme on le prévoyait, d'un manque d'empressement, soudain et inquiétant, à se conformer au programme visant à les éliminer. Le danger éventuel d'une résistance généralisée du vecteur aux insecticides et de la résistance aux médicaments des plasmodiums qui infectent l'homme ne cesse de croître et a été signalé à maintes reprises. Ces mises en garde ont contribué à appeler à nouveau l'attention sur l'étude des méthodes possibles de protection contre la maladie, dont l'immunisation de la population exposée. En outre, les méthodes de diagnostic fondées sur le dépistage des parasites dans le sang n'étant pas absolument sûres, on a mis l'accent ces dernières années sur la recherche visant à mettre au point des tests immunobiologiques et à les évaluer dans des cas particuliers ainsi que dans le cadre d'études épidémiologiques, et à déterminer les effets du programme antipaludique et du traitement.

La *trypanosomiase* est un autre problème mondial dont les incidences médicales et économiques sont importantes. La trypanosomiase africaine, ou maladie du sommeil, qui est particulièrement fatale pour l'homme et les animaux domestiques, est très répandue sur le continent africain depuis les confins du sud du Sahara jusqu'à environ 20° de latitude sud (frontière entre la Rhodésie et l'Afrique du Sud). La maladie atteint plusieurs millions de personnes de manière directe et indirecte. Dans certaines zones d'Afrique centrale et orientale, jusqu'à 10% de la population examinée ont été signalés comme étant contaminés. Outre les souffrances et l'état de santé précaire que cause cette affection, il faut signaler les pertes de viande, de lait, de travail animal et de fumier qui en résultent. L'agriculture et l'élevage étant ainsi pratiquement impossibles sur plus de 10 millions de kilomètres carrés de terres fertiles, la trypanosomiase est, de nos jours, l'un des facteurs qui entravent le plus le développement économique de l'Afrique.

Les flagellés microscopiques, appelés trypanosomes, qui provoquent la maladie du sommeil africaine sont transmis par la mouche tsé-tsé. Presque tous les animaux sauvages d'Afrique ont des trypanosomes dans le sang et si la mouche tsé-tsé suce le sang d'un animal ou d'un homme infecté, elle absorbe des trypanosomes qui se logent dans son intestin. De l'intestin, ces parasites envahissent les glandes salivaires et se reproduisent. Si une mouche ainsi infectée pique un homme, les trypanosomes passeront dans le sang de la victime avec la salive de la mouche.

Le traitement de la maladie du sommeil africaine consiste essentiellement à administrer divers médicaments qui sont très efficaces, surtout aux premiers stades de la maladie.

Cependant, si la dose injectée n'est pas suffisante pour tuer les parasites, ces derniers peuvent devenir résistants aux médicaments et rester alors insensibles à des doses assez fortes pour tuer le patient. Comme dans le cas du paludisme, on s'intéresse à nouveau à la lutte contre cette maladie par des méthodes immunologiques.

La thèse selon laquelle l'immunisation active pourrait être un moyen de protéger la population contre certaines maladies parasitaires, dont le paludisme et la trypanosomiase, n'est pas nouvelle et s'inspire essentiellement de l'histoire naturelle de ces affections.

Pendant de nombreuses années, on a estimé que chez les personnes vivant dans des zones impaludées à forte endémicité, qui sont exposées à des infections fréquentes, la virulence de la maladie pouvait être considérablement atténuée, mais qu'il était habituellement impossible d'obtenir une véritable immunité stérilisante. Récemment, des études sur le terrain ayant permis de conclure au transfert passif de l'immunité à l'homme ont démontré l'existence, dans le sang de personnes immunisées, d'un facteur humoral (ou de plusieurs) capable de diminuer spectaculairement la parasitémie. Il y a tout lieu de croire que l'immunité naturellement acquise n'agit que contre les formes érythrocytaires des plasmodiums et qu'il n'y a pas d'effet décelable sur les sporozoïtes.

Les ongulés sauvages et certaines espèces de bovins peuvent soutenir d'incessantes attaques de la mouche tsé-tsé infectée sans manifester de symptôme clinique de trypanosomiase. Toutefois, leur immunité n'est pas une immunité stérile (c'est-à-dire que les trypanosomes ne sont pas éliminés) et il s'agit simplement d'un équilibre entre l'hôte et le parasite. Plusieurs observateurs ont également parlé d'une immunité partielle chez l'homme. Les renseignements tirés des études in situ sont peu convaincants et confus, probablement à cause de la multiplicité des types antigènes de trypanosomes auxquels sont exposés les divers animaux et l'homme.

Pourtant les expériences en laboratoire prouvent clairement que non seulement il y a une immunité contre le paludisme et la trypanosomiase, mais que cette immunité, du moins dans les classes inférieures d'animaux, peut être produite artificiellement avec des vaccins préparés à partir d'organismes tués ou, ce qui est préférable, à virulence atténuée.

Il ressort de données fiables qui ont été recueillies au cours de ces dernières années que des nombres relativement faibles de sporozoïtes (*P. berghei*), irradiés avec des rayons X ou gamma, produisent un antigène efficace qui permet d'assurer une réaction immunisante, chez les souris et chez les rats, contre des infections ultérieures par des sporozoïtes, mais non contre les infections transmises par les formes érythrocytaires du parasite. Pour la protection des animaux contre une dose infectieuse de formes érythrocytaires, il est nécessaire de procéder à une vaccination avec des érythrocytes parasités qui ont été exposés auparavant à des rayonnements ionisants. Selon des études préliminaires effectuées sur des singes, les résultats obtenus avec les parasites chez les rongeurs ne peuvent pas être extrapolés aux plasmodiums des primates bien que, dans une des expériences pratiquées, une protection véritable ait été obtenue à l'aide de quatre inoculations intraveineuses d'érythrocytes infectés et irradiés.

D'autres recherches sur *P. knowlesi* ont permis de conclure que l'une des raisons pour lesquelles les parasites irradiés constituent de meilleurs antigènes que les parasites tués est que, même s'ils ne sont pas infectieux, ils continuent à être métaboliquement actifs, comme l'indique la synthèse continue de protéines et d'acides nucléiques.

Des études sur les effets des rayonnements ionisants sur différentes espèces de trypanosomes sont publiées depuis le début du siècle. Il est devenu manifeste que la reproduction et la contagiosité normales des trypanosomes peuvent être supprimées par une

petite fraction de la dose létale. Ainsi, l'irradiation peut permettre de tirer parti des propriétés immunologiques spéciales des parasites vivants. D'autre part, les effets pathogènes d'un vaccin préparé à partir de parasites dont la reproductivité n'est pas affaiblie seraient évités. En dépit de cette hypothèse encourageante, la recherche sur l'utilisation éventuelle de la radioatténuation dans la lutte contre la trypanosomiase n'a été reprise que tout récemment.

On a pu assurer une forte protection chez des souris à qui l'on a tout d'abord inoculé des trypanosomes irradiés, puis des non irradiés. Cette résistance acquise a également pu être décelée chez les rats, surtout s'ils avaient reçu deux ou trois inoculations immunisantes. Des premiers résultats encourageants ont été obtenus au cours d'expériences sur des bovins et des primates sub-hominiens, tandis que l'immunisation des chiens s'est révélée inefficace.

En conséquence, la protection immunologique contre ces deux maladies parasitaires au moyen de vaccins radioatténués ouvre certaines perspectives et mérite certainement d'être étudiée plus à fond, d'autant plus que l'on ne saurait se prononcer sur une immunisation active de l'homme qu'après avoir procédé à de multiples travaux de recherche.

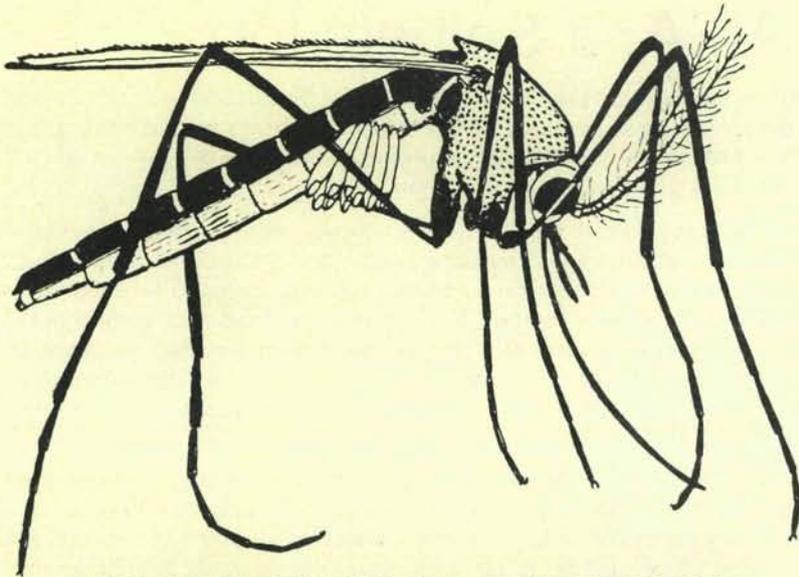
**L'objet principal du nouveau programme de recherche coordonné AIEA/OMS est d'encourager la recherche et d'établir un contact plus étroit entre les scientifiques s'intéressant à l'utilisation des techniques nucléaires pour la préparation de vaccins contre le paludisme ou la trypanosomiase.**

En gros, il y a deux manières distinctes d'employer les techniques nucléaires dans le cadre de ce programme:

- a) Utiliser les rayonnements ionisants pour l'atténuation des organismes parasitaires;
- b) Utiliser des radioisotopes comme indicateurs pour des études sur la physiologie des parasites et sur les relations entre l'hôte et le parasite.

Les sujets que l'on recommande d'étudier au moyen d'une méthode plus empirique sont les suivants: de nouveaux essais d'immunisation avec des vaccins radioatténués sur divers systèmes hôte-parasite avec des mélanges aussi bien homologues qu'hétérologues de variétés d'antigènes immunisants et virulents; détermination du dosage optimal de parasites irradiés, nombre de rappels, espacement des vaccinations; caractère, durée et spécificité de la protection; effets secondaires non souhaités après la vaccination; radiosensibilité des parasites tout au long de leur évolution; gamme optimale de doses de rayonnements à appliquer pour l'atténuation. Ces études devraient être effectuées parallèlement sur des sujets immunisés avec des parasites irradiés et non irradiés, ou avec des parasites atténués selon les méthodes classiques telles que la déshydratation, le traitement par le formol, la congélation et la décongélation, le traitement par la chaleur, etc.

Les recommandations relatives à la réalisation d'études fondamentales qui aideront à informer le public sur les interactions entre l'hôte et le parasite dans les infections parasitaires de l'homme et sur la physiologie des parasites mentionnent notamment les sujets suivants: méthodes de marquage des parasites avec des radioisotopes et de détermination de la nature et de l'emplacement de leurs antigènes; modifications morphologiques et physiologiques chez les parasites, provoquées par l'irradiation; survie et emplacement des parasites irradiés dans l'hôte inoculé; existence d'anticorps naturels contre les parasites; rôle respectif de l'immunité cellulaire ou de l'immunité sérique dans le mécanisme de défense de l'hôte; transfert passif de l'immunité à des animaux ayant reçu une dose sub létale de rayonnements; production ou sélection de mutants antigènes qui sont moins pathogènes et, pour cette raison, se prêtent mieux à la vaccination; métabolisme des parasites et conditions à respecter pour leur culture *in vitro*.



Le moustique, vecteur de maladies dangereuses telles que le paludisme.

On estime que ce programme de coordination des travaux de recherche pourra apporter un avantage direct, qui serait l'élaboration de méthodes satisfaisantes de vaccination, et un avantage indirect, qui serait l'acquisition de connaissance indispensables sur plusieurs problèmes fondamentaux étroitement liés à l'objectif principal du projet.

Pour que le programme coordonné donne de bons résultats, certains laboratoires qui s'adonnent activement à des travaux de recherche sur l'utilisation des techniques nucléaires dans la préparation de vaccins antiparasitaires et d'autres établissements où ces études peuvent être menées à bien, ont été invités à participer au programme. Bien que les moyens limités dont on dispose ne permettent pas à l'heure actuelle d'entreprendre de vastes recherches, un nombre limité de projets, surtout dans les pays en voie de développement, pourraient bénéficier d'un appui financier. On prévoit que les instituts des pays industrialisés s'associeront au programme dans le cadre d'accords en vertu desquels ils s'engagent à effectuer des travaux de recherche à titre gracieux. Les renseignements fournis par les participants dans leurs rapports sur l'avancement des travaux (une fois par an) seront mis gratuitement à la disposition du public, dans toutes les parties du monde. Pour assurer une bonne coordination des activités effectuées par les équipes de recherche dans les différents pays sur divers aspects du même problème, il est prévu d'organiser, à intervalles convenables, des réunions de coordination des travaux de recherche. En outre, on encouragera l'échange et la diffusion des renseignements en organisant des groupes d'étude scientifiques et autres réunions, des bourses à l'intention soit de chercheurs expérimentés, soit d'étudiants diplômés, des cours de formation et la publication de rapports de contrats de recherche et de comptes rendus de discussions de groupes d'étude.

Les exemples de collaboration internationale analogue donnés par l'Agence et l'OMS montrent qu'une action commune permet d'utiliser plus efficacement les ressources limitées et le personnel compétent restreint dont on dispose pour résoudre ces problèmes d'une importance vitale.

# L'entomologie au Laboratoire de l'AIEA, à Seibersdorf

La Section d'entomologie du Laboratoire de l'AIEA, à Seibersdorf, a pour fonction de fournir des services de soutien à la recherche pour les programmes d'entomologie de la Division mixte FAO/AIEA et de former du personnel originaire des pays en voie de développement qui s'intéressent à ces programmes.

Les programmes d'entomologie sont axés sur la mise au point de la méthode du mâle stérilisé pour la lutte contre les insectes dans les pays en voie de développement. Cette méthode relativement nouvelle consiste à produire en laboratoire ou dans des installations spéciales de grandes quantités d'insectes, à les stériliser par irradiation gamma puis à les lâcher dans la nature. Ces spécimens stériles s'accouplent avec des insectes de la population naturelle et les œufs qui en résultent sont stériles. La suppression de la population est d'autant plus forte que le nombre d'insectes stérilisés par rapport aux insectes «naturels» est plus grand.

La méthode du mâle stérilisé a été utilisée pour la première fois avec succès contre la lucilie bouchère *Cochliomyia hominivorax* (Coquerell) à Curaçao en 1954 puis dans le Sud-Est des Etats-Unis en 1959. Le programme d'éradication exécuté dans le Sud-Est des Etats-Unis a coûté 10 millions de dollars mais a permis de rattraper 20 millions de dollars par an sans grands frais supplémentaires.

Depuis le début du programme de lutte contre la lucilie bouchère, la méthode de stérilisation du mâle a été appliquée expérimentalement ou à grande échelle contre plusieurs autres espèces d'insectes.

La stérilisation du mâle est une méthode non chimique de lutte contre les parasites. C'est pourquoi la pollution de l'environnement, les résidus de pesticides et les problèmes de résistance des insectes aux insecticides sont réduits. Cette méthode peut servir à ramener les populations d'insectes à de très faibles niveaux et même parfois à éliminer complètement le parasite dans des régions isolées. Elle cadre souvent avec des programmes de lutte intégrée, et elle est parfois moins onéreuse que les méthodes classiques. Dans de nombreux pays en voie de développement, les insecticides sont importés et doivent être payés en devises. La méthode du mâle stérilisé peut parfois être utilisée sans qu'il soit nécessaire d'importer les insectes en quantité, car ceux dont on a besoin peuvent être élevés à l'aide de produits locaux.

Le laboratoire de Seibersdorf fait des recherches sur plusieurs problèmes liés à la méthode de stérilisation du mâle.

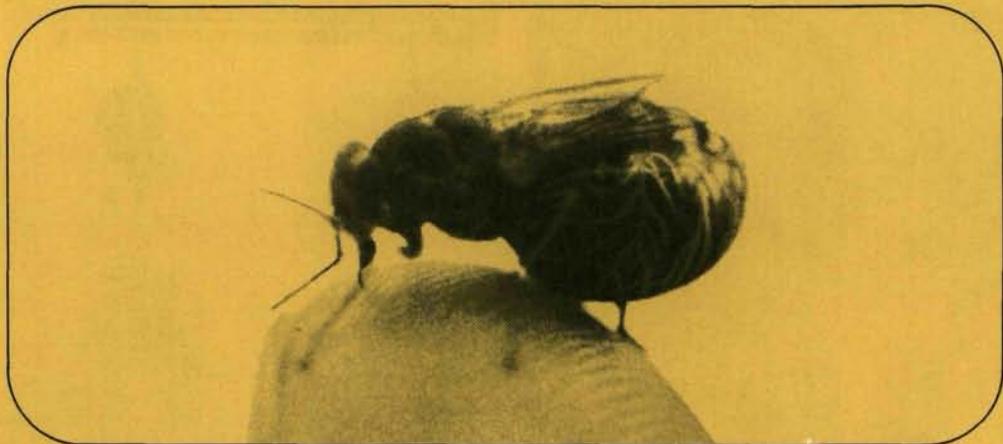
## Production d'insectes

Le premier problème que pose un programme de lâcher de mâles stérilisés est celui de l'élevage en masse des insectes. De nombreux insectes cessent de s'accoupler ou de pondre lorsqu'ils sont en cage ou privés de leurs aliments naturels. Lorsqu'ils se trouvent concentrés dans des espaces restreints, les insectes succombent souvent à des infections virales, bactériennes ou fongiques. Une fois ces problèmes résolus

et les régimes alimentaires mis au point, il faut ramener les frais de production à un niveau raisonnable. Les coûts de l'élevage sont souvent réduits de plusieurs milliers de fois entre la première production en laboratoire et la première production commerciale.

## Stérilisation

Les insectes sont généralement stérilisés au moyen de  $^{60}\text{Co}$  ou  $^{137}\text{Cs}$ . La dose nécessaire pour obtenir une stérilisation



complète varie entre moins de 4 kilorads et plus de 50 kilorads, suivant l'espèce d'insectes. Des doses aussi élevées seraient fatales pour des animaux supérieurs, mais les insectes peuvent les supporter parce que leur organisme est plus simple et le dommage limité aux zones de division cellulaire. Chez l'insecte adulte, la division cellulaire est généralement limitée aux organes de la reproduction, aux glandes salivaires, au tube digestif, etc.

Il n'est pas facile d'évaluer les dommages causés par l'irradiation. En laboratoire, un mâle irradié peut s'accoupler un nombre normal de fois et vivre aussi longtemps, sinon plus longtemps, qu'un mâle non traité; toutefois, il peut ne pas avoir d'activité sexuelle dans le milieu naturel. Le laboratoire de Seibersdorf a mis au point plusieurs méthodes pour mesurer l'agressivité sexuelle ou la mesure dans laquelle les insectes mâles stérilisés peuvent entrer en compétition sexuelle avec les insectes de la population naturelle.

### Manipulation des insectes

Au cours des processus d'élevage, de stérilisation et de lâcher des insectes, il faut les transférer d'un conteneur à l'autre, et parfois en reconnaître le sexe, les emmagasiner ou les marquer. A cette fin, il peut être nécessaire de paralyser les insectes une ou plusieurs fois par le froid, le gaz carbonique ou l'azote; on met au point à Seibersdorf des méthodes permettant d'effectuer ces

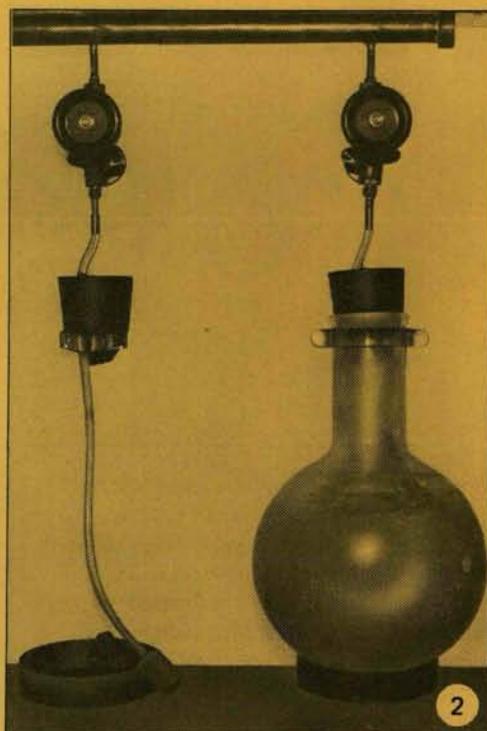
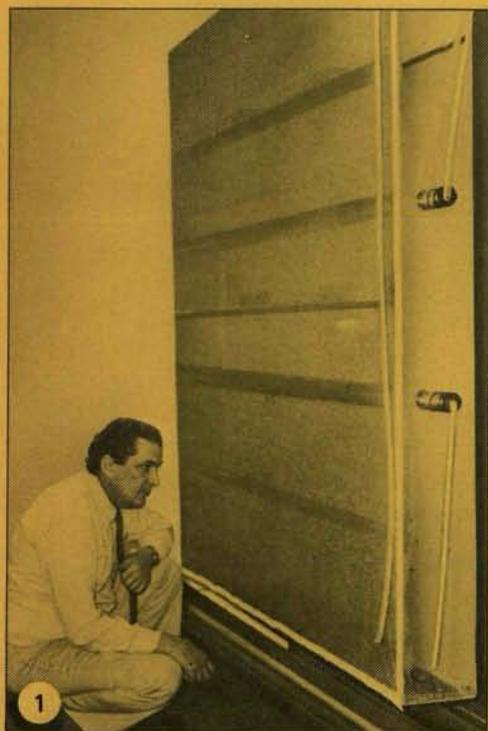
opérations en causant le minimum de dommages aux insectes.

### Stratégie du lâcher

Le laboratoire de Seibersdorf a non seulement fourni des insectes pour des programmes de lâcher de mâles stérilisés, mais son personnel aide également à planifier, exécuter et évaluer ces programmes. La stratégie des lâchers de mâles stérilisés est souvent compliquée. Ces lâchers peuvent faire partie d'un programme intégré de lutte contre un ensemble d'insectes qui affectent une ou plusieurs cultures ou un ou plusieurs animaux hôtes.

L'insecte visé et les autres parasites, les hôtes et les diverses méthodes de lutte sont intimement reliés. Plusieurs questions sont à résoudre, en particulier les suivantes:

1. Comment et où les insectes seront-ils élevés?
2. Combien d'insectes faut-il?
3. Comment sera conçue l'installation d'élevage en masse?
4. A quel stade l'insecte doit-il être irradié et quelle dose faut-il utiliser?
5. Quel est l'effectif de la population naturelle?
6. A quel niveau la population naturelle doit être réduite pour que la méthode du mâle stérilisé soit rentable?
7. Quand faut-il lâcher les insectes et en quelle quantité?
8. Comment faut-il lâcher les insectes, c'est-à-dire à quels intervalles, par avion ou au





4

①

Cage de ponte pour la mouche méditerranéenne des fruits. Les œufs sont pondus à travers une gaze et tombent dans un bac d'eau.

②

Incubateur. Le flacon rempli d'œufs en suspension dans l'eau est traversé par un courant de bulles d'air.

③

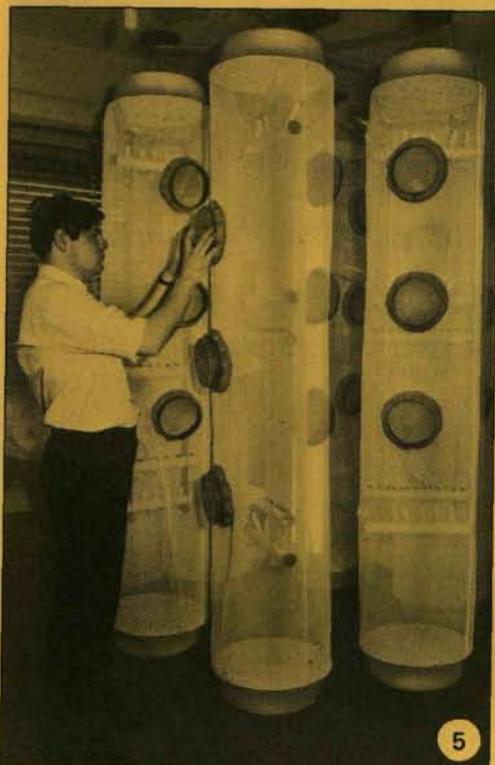
Plateaux contenant un milieu pour l'élevage de la mouche méditerranéenne des fruits. Des œufs ou des larves fraîchement écloses y sont placés — les plateaux sont alors posés sur les râteliers que l'on voit à gauche.

④

Larves arrivées à maturité, dans un plateau. A ce stade, les larves quittent le milieu et se transforment en pupes.

⑤

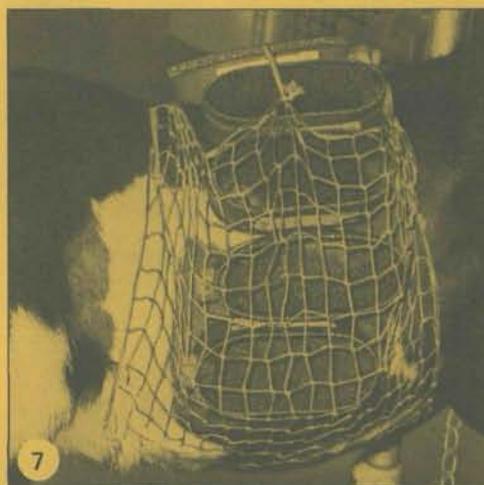
Cage de ponte pour la mouche de l'olive. Les œufs sont pondus sur des cônes de cire d'où ils sont enlevés par lavage.



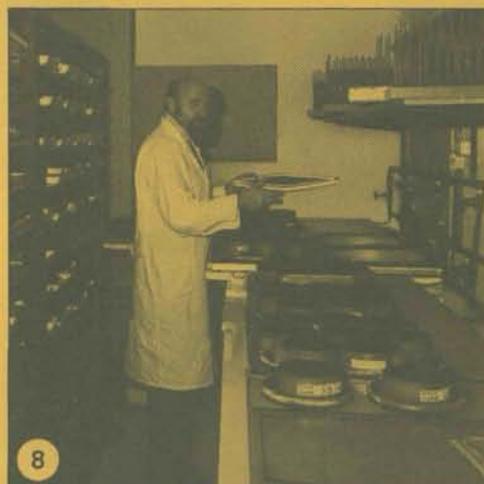
5



6



7



8

sol, quelle doit être la distance entre les points de lâcher?

9. Quelle méthode de contrôle utilisera-t-on pour déterminer si les insectes lâchés sont compétitifs?
10. Comment évaluera-t-on le programme, autrement dit l'insecte visé est-il neutralisé, la réduction des pulvérisations d'insecticides a-t-elle facilité la destruction d'autres parasites par leurs ennemis naturels, quel a été le coût du programme?

Parmi les différents insectes élevés à Seibersdorf, la **mouche méditerranéenne des fruits**, *Ceratitis capitata* Wied. est le plus ancien. Cet insecte cause des ravages importants dans le bassin de la Méditerranée, en Amérique du Sud, en Amérique centrale et à Hawaï. Il est maintenant possible d'élever facilement la mouche méditerranéenne des fruits; en fait, le personnel du laboratoire parle non seulement de litres de pupes et de millions de mouches, mais aussi de litres d'œufs. La méthode du mâle stérilisé a permis de lutter efficacement contre cet insecte en Israël, en Italie et dans le Sud et le Centre de l'Amérique. L'insecte stérilisé par exposition à une dose de 9 kilorads au stade final de la pupa ou à celui de l'adulte, est paralysé par le froid puis lâché au sol et par avion.

L'Agence a maintenant passé des contrats pour la lutte contre la mouche

⑥

Comptage des œufs de la mouche de l'olive. Il faut tenir une comptabilité détaillée de chaque stade de la métamorphose.

⑦

Mouches tsé-tsé alimentées sur des lapins. Chèvres, poulets et cobayes sont également utilisés comme hôtes vivants.

⑧

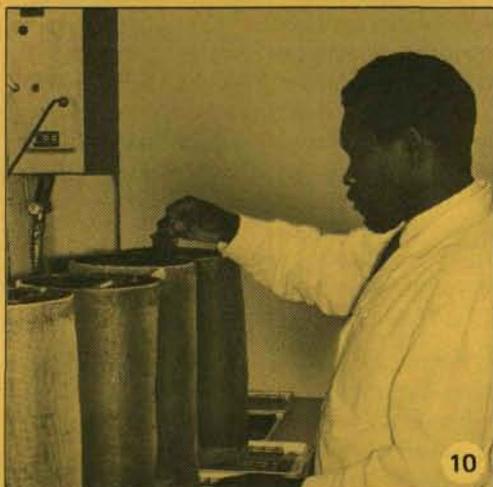
Mouches tsé-tsé alimentées sur membrane. On donne aux mouches du sang de bœuf, de cheval ou de porc qu'elles sucent à travers une membrane. On espère que cette méthode remplacera l'emploi d'animaux vivants.

méditerranéenne des fruits par la méthode du lâcher de mâles stérilisés avec des établissements d'Israël, du Pérou et d'Égypte.

Une autre mouche élevée à Seibersdorf est celle de l'olive, *Dacus oleae* (Gmelin). Dans la nature, cet insecte ne prolifère que sur les olives et c'est le parasite le plus nuisible de ce fruit dans le bassin de la Méditerranée. L'élevage de la mouche de l'olive n'est pas aussi simple que celui de la mouche méditerranéenne des fruits. Les chercheurs s'efforcent encore de mettre au point des régimes alimentaires favorables au développement de la larve et, dans une mesure beaucoup moindre, des régimes alimentaires de remplacement pour l'adulte. Ils étudient aussi les maladies qui affaiblissent ou détruisent cet insecte à ses différents stades. La production de la mouche de l'olive se chiffre donc par milliers plutôt que par millions; néanmoins, on met actuellement au point des méthodes d'élevage plus efficaces. La mouche de l'olive est aussi paralysée par le froid et stérilisée par exposition à une dose d'environ 10 kilorads.

L'Agence a passé des contrats de recherche sur la mouche de l'olive en Yougoslavie et en Grèce.

Le laboratoire de Seibersdorf élève trois espèces de mouches piqueuses: les mouches tsé-tsé (*Glossina morsitans* Westwood et



9

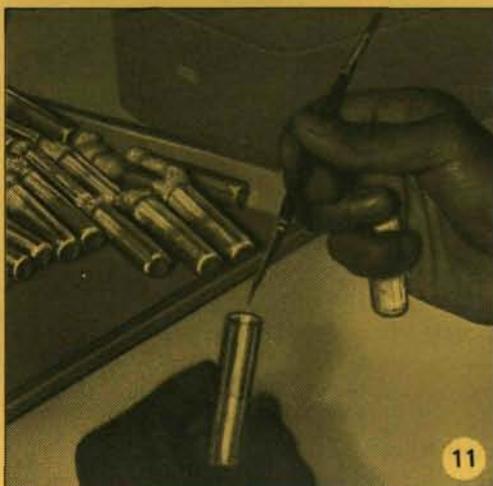
Nouveau modèle de cage à mouches tsé-tsé. La Section d'entomologie étudie plusieurs modèles de cages de dimensions différentes pour nourrir les mouches tsé-tsé à travers des membranes.

10

Alimentation de la mouche *Stomoxys calcitrans* (L.) adulte. Au stade adulte, l'insecte se nourrit sur de l'ouate imbibée de sang posée sur les cages.

11

Préparation d'aliments expérimentaux pour la teigne *Scirpophaga nivella* F. Pour comparer des aliments nouveaux, on place une mouche dans chacun des tubes contenant les différents milieux à étudier.



*G. tachinoïdes* Westwood), et la mouche *Stomoxys calcitrans* (L.).

La mouche tsé-tsé ne se rencontre que dans une zone de l'Afrique centrale et provoque la maladie du sommeil chez l'homme et la nagana chez les animaux domestiques et sauvages. Elle compromet la mise en valeur de grandes régions d'Afrique, causant ainsi des pertes économiques en même temps que des souffrances humaines.

A Seibersdorf, on a d'abord élevé les mouches tsé-tsé sur des lapins. On continue à les élever sur ces animaux et, dans une moindre mesure, sur des chèvres et des poulets; toutefois, on s'intéresse surtout à l'alimentation des mouches sur des membranes artificielles. On nourrit actuellement les mouches de sang de cheval, de bœuf et de porc à travers ces membranes. L'objectif du laboratoire est d'élever les mouches sans recourir à des hôtes vivants et de remplacer ultérieurement le sang frais par du sang déshydraté congelé ou par un aliment synthétique. Les mouches tsé-tsé sont paralysées par le froid ou l'azote et stérilisées par exposition à une dose de 12 à 15 kilorads.

L'Agence a conclu des accords de coopération pour des recherches sur la mouche tsé-tsé avec le Royaume-Uni, la Belgique, Israël et le Canada.

*Stomoxys calcitrans* (L.) est une mouche qui se rencontre dans de vastes régions du monde, elle se nourrit du sang des animaux et pique aussi l'homme. Non seulement la mouche harcèle les animaux mais elle peut aussi prélever de grandes quantités de sang, ce qui se traduit par une perte de poids, une réduction de la production de lait, etc.

A Seibersdorf, les larves de *Stomoxys calcitrans* (L.) ont un régime alimentaire simple à base de paille, de son et de levure, tandis que les adultes sont nourris sur des tampons d'ouate imbibés de sang. Etant donné que cet insecte est très commun en Autriche, le Laboratoire mène des études d'écologie dans un village près

de Seibersdorf. La mouche *Stomoxys calcitrans* (L.) est immobilisée par le froid et stérilisée par exposition à une dose de 4 kilorads.

L'Agence a conclu avec la Corée un contrat pour l'étude de la mouche *Stomoxys calcitrans* (L.) et coopère avec un projet de la FOA à Mauritius.

Outre les mouches, trois espèces de teignes sont élevées à Seibersdorf: ce sont le **bombyx disparate** (*Porthetria dispar* L.), le **carpocapse** (*Laspeyresia pomonella* L.) et le **papillon** *Scirpophaga nivella* F.

Le bombyx disparate, parasite des pays d'Europe et du Nord-Est des Etats-Unis, défeuille souvent de grands secteurs forestiers. Le problème le plus sérieux que pose l'élevage de cet insecte en laboratoire est une maladie virale qui affecte les larves et une diapose (période d'arrêt de développement) de 120 jours au stade de l'œuf. On a mis au point plusieurs aliments artificiels pour cet insecte. Le bombyx disparate est normalement stérilisé par exposition à une dose de 30 kilorads.

L'Agence a passé avec la Yougoslavie un contrat de recherche sur le bombyx disparate.

Le carpocapse est l'un des plus dangereux parasites des pommes dans une grande partie du monde. Outre les pommes, le carpocapse s'attaque aussi à d'autres fruits et à certaines noix. On a élevé le carpocapse à Seibersdorf à l'aide d'un régime à base de pommes et de plusieurs aliments artificiels. Cet insecte est immobilisé par le froid, l'azote et l'oxyde de carbone. On peut le lâcher au sol et par avion après l'avoir exposé à une dose de 25 à 50 kilorads.

L'Agence a passé des contrats avec l'Autriche, la Hongrie, la Tchécoslovaquie et la Pologne pour lutter contre cet insecte.

*Scirpophaga nivella* F. est un parasite de la canne à sucre en Asie. Un stagiaire indonésien étudie actuellement des aliments artificiels et des méthodes d'élevage de cet insecte de manière à pouvoir mettre au point des méthodes de stérilisation du mâle en Indonésie.