

# LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES VECTEURS D'AFFECTIONS HUMAINES ET TROPICALES

MOYENS ACTUELS ET PERSPECTIVES

par

G. CHAUVET (1)

## SUMMARY

BIOLOGICAL CONTROL OF VECTORS OF HUMAN  
AND TROPICAL DISEASES. PRESENT MEANS AND PROSPECTS

Biological control is "direct or indirect use of natural enemies of the injurious species to increase its mortality" (W.H.O., 1963). The more and more frequent apparition of resistant insects populations, the fears as regards the environment, the increase cost of hydrocarbur products and also some technic and operational difficulties to stop transmission by the use of only insecticid pulvérisation, impose this process. Nevertheless, pratic use of natural enemies of vectors is yet unusual in spite of important research. (Identification problems, dynamic of species, insufficiency of ethology knowledge particulary of the host specificity, difficulties of application on the vectors which are the most usually widely scattered.)

For control of insects of medical importance (mosquitoes, black flies, tse-tse flies) it has been used either pathogen agents such as virus bacteria, microsporida or parasit agents such as fungi, mermithid nematods or at last, predators, essentially larvivorus fish.

Actually, no biological agent is able to take the place of chiminal and physical "traditional" means. In case of mosquito control which is more advanced, the only biological mean which is operational is the use of larvivorus fish and specially *Gambusia*.

Le Comité d'experts des insecticides a donné, en 1963, la définition suivante de ce qu'il est convenu d'appeler la lutte biologique : "Utilisation directe ou indirecte des ennemis naturels de l'espèce nuisible pour augmenter sa mortalité".

Dans le cadre de cette définition, la lutte génétique et la lutte par stérilisation au moyen de procédés physiques ou chimiques ne sont donc pas comprises. La notion de lutte biologique s'est imposée pour les raisons suivantes :

— apparition de plus en plus fréquente de gènes de résistance aux différents groupes chimiques insecticides, en particulier dans de nombreuses populations culicidiennes vectrices des paludismes humains, de la filariose de Bancroft et d'arboviroses ;

— craintes concernant l'équilibre des écosystèmes par suite de l'utilisation courante et intense des pesticides à effet rémanant depuis la fin de la deuxième guerre mondiale ;

— augmentation du coût des produits à base d'hydrocarbure ;

— difficultés techniques et opérationnelles pour interrompre la transmission du paludisme au moyen des seules pulvérisations intradomiciliaires d'insecticides dans certains cas tels que difficultés d'accès aux zones à protéger, exophilie et exophagie de certains vecteurs, mouvements saisonniers de population et habitations temporaires...

Néanmoins, pratiquement, l'utilisation des ennemis naturels des espèces vectrices est encore peu courante en Santé publique. Il y a trois raisons à cela :

— tout d'abord, ces ennemis naturels sont, pour la plupart, encore mal connus tant au niveau écologique qu'ethnologique ; ils ne peuvent donc être utilisés avec efficacité et encore moins en toute sécurité pour l'homme et la faune non-cible ;

— ensuite, apparaissent les difficultés d'application sur les vecteurs qui sont le plus souvent dispersés dans des habitats variés, nombreux, souvent instables, difficiles à répertorier et donc à contrôler périodiquement. Remarquons à ce propos que ces inconvénients n'existent pas avec les vecteurs des maladies atteignant la plupart des plantes cultivées. C'est une des

(1) Entomologiste médical, directeur de recherche à l'O.R.S.T.O.M.

9 AVR. 1979

O. R. S. T. O. M. *ext*

Collection de Référence

n° 5607 *ent. Red.*

raisons qui expliquent que la lutte biologique est bien plus développée en agronomie ;

— et enfin parce que cette méthode n'apparaît pas pouvoir être employée opérationnellement comme un moyen de lutte principal.

L'intérêt de la méthode, la prise de conscience publique sur les problèmes de la protection de l'environnement ont été pourtant suffisamment importants pour que différents services ou laboratoires prennent l'initiative de promouvoir et d'évaluer les divers moyens potentiels de ce type de lutte.

Dès 1964, JENKINS fait paraître, sous l'égide de l'Organisation Mondiale de la Santé, une revue bibliographique des "Pathogens, parasites and predators of medically important arthropods" sur 150 pages.

En 1973, lors du V<sup>e</sup> Colloque international sur la pathologie des insectes, il est décidé, avec l'aide de la Division de la biologie des vecteurs de l'O.M.S., de mettre à jour la partie de la liste de JENKINS afférente aux agents pathogènes ; ainsi vient de paraître (O.M.S. 1977), en supplément du Bulletin de l'O.M.S., un ouvrage de plus de 400 pages qui répertorie et souvent analyse quelque 1.100 articles. Par ailleurs, en 1964 également, l'O.M.S. crée un service précurseur de coordination et de coopération sous l'appellation de "Centre International de référence pour l'identification des agents pathogènes" ; depuis, en fonction des progrès réalisés, le but poursuivi est devenu plus ambitieux sous le nom de "Centre de Collaboration pour le contrôle biologique".

## LES AGENTS NATURELS DE LUTTE

Les ennemis naturels des espèces vectrices des maladies parasitaires peuvent être classés par commodité en 3 groupes suivant leur mode d'action, encore que le distinguer ne soit pas toujours très tranché.

1. Les agents prédateurs détruisant "physiquement" l'espèce vectrice : essentiellement certains poissons larvivores et des insectes.

2. Les agents parasites entraînant secondairement la mort comme certains champignons et nématodes dont l'action est plutôt physique (prolifération) que chimique (toxines).

3. Les agents pathogènes provoquant des maladies, comme certains virus, bactéries et microsporidies.

## 1. Les prédateurs.

### 1. LES POISSONS ENTOMOPHAGES

Beaucoup d'espèces de poissons se nourrissent de larves de moustiques. Il en est ainsi en zone tempérée, des vairons, des épinoches, des cyprins dorés et en zone subtropicale et tropicale, de nombreuses espèces dont la majorité appartient à la famille appelée "Cyprinodonte".

GERBERICH et LAIRD (1968) ont répertorié 265 espèces de poissons employés pour lutter contre 35 espèces de moustiques dans 40 pays ; des enquêtes récentes évaluent à 30 les pays qui emploient actuellement des poissons pour la destruction des Anophèles (\*).

#### 1. *Le gambusie, agent opérationnel de lutte biologique.*

Dès 1920, à l'issue de nombreuses observations sur divers poissons, les ichtyologistes américains ont concentré leurs études sur un petit poisson originaire des eaux méridionales et orientales des U.S.A. et du Mexique : le gambusie (ou mosquito fish).

C'est une espèce appartenant à la famille des *Poeciliidae* dont on connaît 2 sous-espèces : *Gambusia affinis holbrooki* et *G. a. affinis*.

Dix ans plus tard, ce poisson était disséminé dans le monde entier. Il est en effet capable de s'adapter à des conditions mésologiques très variées. Il se rencontre dans des collections d'eau souvent très favorables aux larves de moustiques : petits étangs peu profonds et grands marécages ; il s'accommode des eaux courantes bien que préférant les eaux stagnantes. On le rencontre généralement dans des eaux assez claires, mais il peut supporter de fortes pollutions organiques (ainsi des eaux chargées d'effluents de distillerie). Il peut de même survivre à des eaux riches en sels minéraux (jusqu'à 52 g/l). Il est résistant à la plupart des produits chimiques utilisés en larvicides aux doses opérationnelles ; les huiles minérales, le vert de Paris et la plupart des hydrocarbures chlorés et des organo-phosphates sont pratiquement sans effet sur lui (\*\*).

Il s'accommode mal des puits profonds et de citernes obscures. La longueur des mâles excède rarement 4 cm, celle de la femelle, qui a deux taches sombres sous l'abdomen, 6 cm. *G. affinis* est ovovipare. La femelle expulse, en un mois, 3 à 400 petits, environ 2 semaines après la fécondation.

Dans des conditions favorables (proches de 20 °C) les alevins arrivent à maturité en 2 mois et commencent à se reproduire.

(\*) RAPATJAH H.A. et ARATA A.A. — Utilisation de poissons larvivores dans les programmes antipaludiques. MAL/WP/75-6-O.M.S. - Genève.

(\*\*) Il est par contre très sensible aux pyrèthrine et aux pyrèthrinoides qui sont toutefois rarement utilisés en larvicide.

### a) Utilisation opérationnelle actuelle des gambusies

Bien que l'O.M.S. incite les pays des zones tropicales et subtropicales à développer la lutte antilarvaire par des moyens naturels et en particulier par l'emploi de poissons entomophages, aucune opération systématique et soutenue de grande envergure n'est entreprise en Afrique, alors que les gambusies y ont été importés depuis longtemps et y sont parfaitement acclimatés. Toutefois, la lutte antilarvaire par gambusie est le principal moyen de contrôle des anophèles dans certaines oasis du Sahara algérien (observation personnelle, 1978).

C'est d'abord en Iran que ce poisson (*G. a. holbrooki*) a été employé massivement à partir de 1966 après qu'un programme d'élevage et de dissémination eut été lancé avec l'aide de l'O.M.S.

Plus de 3.000 rivières et collections d'eau du Sud de l'Iran ont été peuplées de gambusies ; au cours de la seule année 1969, plus d'un million et demi de poissons ont été lâchés.

A l'exemple de l'Iran, l'Afghanistan a lancé à son tour un programme à partir de 1971, après avoir importé initialement un million d'alevins d'U.R.S.S. ; dès la fin de cette année-là, 6 millions de poissons avaient été disséminés. Les résultats d'ensemble ont été encourageants dans ces deux pays partout où la densité de la population de poisson a été maintenue sur la base de 4 à 6 poissons au m<sup>2</sup>.

L'évaluation entomologique a démontré une importante diminution des populations larvaires de moustiques et un abaissement sensible des taux d'agressivité des moustiques adultes.

L'évaluation épidémiologique a été moins certaine, car d'autres mesures antipaludiques avaient été prises. Cependant, l'existence du paludisme, en particulier dans le sud de l'Iran où les vecteurs sont exophiles, confirme l'efficacité de ce moyen de lutte.

### b) Elevage, transport et distribution

Pour tirer le meilleur parti de ce type de lutte, il faut mettre en place des installations appropriées pour l'élevage et la distribution. L'élevage est facile en utilisant des collections d'eau naturelle (marais, cours d'eau lents, sources...) ou artificielle (piscines ou citernes largement ouvertes et peu profondes) de dimensions telles que la capture soit aisée avec un filet ou une épuisette, ce qui implique aussi qu'il n'y ait pas de végétation aquatique dense. Dans les régions où les températures estivales et hivernales sont très différentes, il est nécessaire d'adopter une profondeur suffisante (environ 1,5 m) pour tamponner les grandes amplitudes thermiques. L'eau des bassins d'élevage ne doit pas dépasser 20 g de sels par litre d'eau. Il peut être intéressant de nourrir artificiellement les poissons au début du printemps (poudre de

poisson) afin d'obtenir une maturation plus précoce que la normale. Il est également prudent d'installer de nombreux bassins d'élevage pour diminuer les risques et assurer un approvisionnement en temps voulu.

Le transport des gambusies ne pose pas de problèmes majeurs. En Afghanistan, des poissons ont été transportés sur 600 km (12 heures de route en véhicule tout terrain) dans des conteneurs ouverts contenant chacun 1.500 individus et dans lesquels la température de l'eau variait de 15 à 18 °C, avec une mortalité à peine supérieure à 4 p. 100 ; en Iran, des déplacements de 1.000 à 2.000 km ont été effectués en jeep avec une mortalité très faible ; les gambusies étaient transportés dans des sacs de polythène de 30 l placés dans de solides caisses de bois doublées de mousse plastique. Dans chaque sac à demi rempli d'eau, on a introduit environ 300 poissons ; ces sacs ont été ensuite clos hermétiquement après qu'on eut achevé de les remplir avec de l'oxygène.

En cas de fortes chaleurs, il peut être nécessaire de refroidir l'eau avec de la glace ou en entourant les récipients avec des linges humides. Il semble que les poissons supportent mieux le voyage s'ils sont laissés à jeun 24 h avant le transport.

Les lâchers de poissons peuvent être faits à la main, à partir de véhicules se déplaçant ou d'avions volant à basse altitude suivant le type de gîte à ensemercer. Pour peupler des gîtes de faible dimension, par exemple un bassin de 5 à 10 m<sup>2</sup> débarrassé de ses plantes aquatiques, 6 poissons suffisent. Un seul poisson est capable de dévorer une centaine de larves au 4<sup>e</sup> stade ou de nymphes par jour. Par ailleurs, les gambusies ont l'instinct de réguler leur population en dévorant leurs petits lorsque l'espace est réduit. Mais dans une telle situation, ils deviennent peu entomophages, tout au moins momentanément. Il n'y a donc rien à gagner à surpeupler initialement un gîte.

## 2. Autres poissons larvivores

Quoique *Gambusia affinis* (s.l.) soit la seule espèce utilisée dans les opérations antipaludiques de grande envergure, d'autres espèces présentent de telles qualités que leur étude est activement poussée et que des essais de terrain plus ou moins étendus sont en cours.

### a) *Poecilia reticulata* ou "Guppy"

Cette espèce, anciennement connue sous le nom de *Lebistes reticulatus*, est bien connue des amateurs de poissons d'ornement, d'abord pour ses couleurs, mais aussi pour sa taille réduite, le peu de soins qu'il exige, sa reproduction rapide. Sa petite taille lui

permet de pénétrer en eau très peu profonde et de s'insinuer dans la végétation dense. Il supporte des eaux fortement polluées par des matières organiques et tolère bien les eaux fraîches, bien qu'il provienne de milieux à eau chaude. Sa valeur en tant que prédateur d'anophèles n'est pas aussi bien établie que celle de *Gambusia* ; néanmoins, on envisage de l'utiliser partout où il est facile de se le procurer et lorsque les gambusies ne s'adaptent pas au milieu.

#### b) Poissons annuels

Pas plus *Gambusia affinis* que *Poecilia reticulata* n'est capable de se maintenir dans un type de gîtes larvaires extrêmement courants en zone tropicale : ceux qui s'assèchent saisonnièrement (rizières, cours d'eau temporaire, prairies irriguées...).

C'est pourquoi l'attention s'est portée sur certains poissons dits annuels qui survivent durant la période de sécheresse sous forme d'œufs enterrés dans le sol. De plus, ces poissons s'adaptent à une large gamme de température et d'habitats tropicaux.

Les œufs peuvent être concentrés, transportés et disséminés dans la tourbe humide. Arrivés à maturité et replongés dans l'eau, ces œufs éclosent rapidement. Les alevins sont très voraces et vigoureux et atteignent rapidement leur développement complet et deviennent très prolifiques.

Deux espèces ont été remarquées : *Nothobranchius guentheri* et *Cymolebias bellortii*, respectivement originaires de Tanzanie et des régions côtières proches, d'Argentine et du Brésil.

Des essais à petite échelle sur le terrain ont été menés avec l'une et l'autre espèce respectivement en Afrique orientale et en Californie.

#### 3. Domaine et limite d'utilisation

Ce procédé de lutte pourrait être utilisé, ou plus largement utilisé, dans la plupart des pays africains notamment pour le contrôle culicidien des petites retenues d'eau, des rizières, des réseaux d'irrigation, des étangs, marais et marécages et, en milieu urbain, de toutes les collections d'eaux artificielles permanentes ou semi-permanentes (bassins d'agrément, citernes à ciel ouvert, réservoirs...).

Les résultats acquis dans certains pays (cf. sup.), ne laissent aucun doute sur l'efficacité et l'intérêt de cette méthode par ailleurs très économique. Si dans certains cas, l'utilisation des poissons entomophages n'a pas donné les résultats escomptés, les causes relèvent le plus souvent de ce que le poisson importé n'a pas trouvé les conditions écologiques favorables à son maintien ou que la planification et l'organisation de l'opération ont été défectueuses. Ainsi, tout programme d'empoisonnement devrait être précédé par des essais pratiques de "faisabilité" opération-

nelle de la méthode, de son efficacité et de sa compatibilité avec les conditions d'environnement. De même, pendant le développement du programme, il est indispensable d'effectuer des contrôles fréquents à intervalles réguliers (3-4 semaines) pour vérifier si la population se maintient et fructifie.

Malgré son grand intérêt et son vaste champ d'application, cette méthode n'est en général qu'un moyen d'appoint dans la lutte contre les insectes vecteurs et de nuisance. Outre le fait qu'elle n'est pas applicable pour la lutte contre les vecteurs de la fièvre jaune et de la dengue qui se développent essentiellement dans des gîtes peu susceptibles d'être empoisonnés, il faut aussi remarquer que le gîte préféré des principaux représentants du complexe *Anopheles gambiae*, vecteurs majeurs des paludismes humains, est, hors zone de rizières, la petite collection d'eau temporaire.

La sécurité d'emploi de la méthode exige que l'introduction des poissons non indigènes se fasse avec circonspection, après une étude approfondie du milieu. On doit en effet s'assurer qu'il n'existe pas de population locale de poissons larvivores ou, s'il en existe, il faut évaluer leurs qualités spécifiques comparables à celles du poisson que l'on voudrait introduire. De même, il faut s'assurer, s'il existe des poissons servant de nourriture à l'homme, que leurs alevins ne seront pas la proie des poissons larvivores dont une des qualités est la voracité.

## 2. LES INSECTES PRÉDATEURS

Les insectes prédateurs de moustiques sont nombreux et jouent un rôle important dans la limitation de certaines populations de vecteurs. Rappelons pour mémoire les redoutables ennemis de larves de moustiques que sont les *Dytiscidae* et les *Hydrophilidae* (coléoptères aquatiques), ainsi que les larves d'*Odonates*, bien qu'à un degré moindre. Il ne semble pas toutefois que l'on envisage d'en faire l'élevage pour les utiliser à un niveau important, excepté dans les zones de rizières. Par contre, certains chercheurs travaillent encore sur les larves d'un moustique, *Toxorhynchites brevipalpis*, qui sont prédatrices des larves d'*Aedes* qui se développent dans les gîtes domestiques. Les larves de *T. brevipalpis* sont facilement colonisées et les œufs sont suffisamment résistants pour bien voyager. L'espèce adulte a l'avantage de se nourrir exclusivement sur végétaux, ce qui implique que sa présence n'augmenterait pas la nuisance pour l'homme.

## 2. Les agents parasites.

### 1. CHAMPIGNONS

Il semble qu'il n'y ait à retenir actuellement que

3 genres comme éventuels agents de lutte biologique contre les vecteurs de grandes endémies : *Coelomomyces*, *Lagenidium* et *Metarrhizium*.

1. Le genre *Coelomomyces* est un parasite obligatoire des larves de moustiques. Il se développe dans l'hoemocèle de leur hôte avec prolifération d'un mycelium donnant des sporanges. Les larves-hôtes de moustiques meurent de la prolifération de ces filaments.

L'agent propagateur de l'infection initiale n'est pas encore connu. On se contente pour l'instant d'utiliser des larves infectées mortes pour ensemercer les gîtes larvaires expérimentaux.

Ces organismes semblaient avoir un grand avenir pour le contrôle des moustiques ; non seulement ils sont hautement virulents, mais certaines espèces n'auraient été inféodées qu'à certaines espèces de moustiques. Mais on a signalé dernièrement que l'infection des *Coelomomyces* chez le moustique ne peut se produire qu'après une infection obligatoire chez un Copépode (Entomostracée). Si cette découverte est confirmée, les possibilités futures d'utilisation de ce champignon contre les larves de moustiques seront réduites.

Ces *Coelomomyces* ont été également isolés de Simulies.

2. Le genre *Lagenidium* possède plusieurs espèces aquatiques mais une seule, *L. giganteum*, semble infecter les larves de moustiques. Les cellules biflagellées qui apparaissent au cours de son développement, traversent la cuticule de l'hôte et donnent naissance à un important mycélium qui provoquera la mort de celui-ci, plutôt d'ailleurs par détournement de nourriture que par action physique ou chimique.

Ce champignon semble plus efficace contre les représentants des *Culicini* que des *Anophelini*. Des essais à petite échelle ont été effectués sur le terrain en employant *L. giganteum* sous forme de sporanges en suspension dans l'eau. Des tests d'infection sur des organismes non-cible, aussi bien vertébrés qu'invertébrés n'ont pas abouti. Cette espèce montre donc une spécificité intéressante pour un type d'hôte.

3. Le genre *Metarrhizium* semble également intéressant comme agent naturel de lutte. Une souche de *Metarrhizium* semble prometteuse pour la lutte contre *Anopheles*, *Aedes* et *Culex* (dont des souches résistantes au D.D.T.).

Un essai aux résultats intéressants mais limités avec *M. anisopliae* a eu lieu dernièrement au Nigéria sous la direction de l'O.M.S. Ce champignon agirait essentiellement en produisant des toxines mortelles pour l'hôte. Il est aisément cultivable. Les souris et les rats sont insensibles à cet agent et les larves de moustiques plus susceptibles que les autres arthropodes non visés.

## 2. NÉMATODES

De bonnes possibilités de lutte biologique semblent se trouver parmi certains membres de la famille des *Mermithidae*. En effet, pour se développer, ces parasites ont besoin d'hôtes-insectes qui se développent d'abord en eau douce. C'est évidemment le cas des moustiques et des simulies, groupes recelant la plupart des vecteurs de grandes endémies.

Après la ponte qui se produit dans le substratum du courant d'eau, les embryons puis les préparasites apparaissent au bout de quelques jours. Les préparasites, très mobiles, émergent à l'eau libre, et pénètrent dans le corps de la larve de l'insecte-hôte où ils se développent. Après une période de maturation plus ou moins longue dépendant de l'espèce et des conditions environnementales, les parasites émergent de l'hôte (ce qui entraîne souvent sa mort) et commencent leur vie post-parasites libres en retournant dans le substratum. Les postparasites, dont on peut déjà reconnaître le sexe, après une dernière mue, donnent naissance aux adultes. Mâles et femelles se rassemblent et forment un peloton dans lequel s'effectue la copulation ; quelques jours après a lieu la ponte.

Une espèce, *Reesimermis nielsenii* (*Romanomermis culicivora*) a déjà subi de nombreux tests sur le terrain contre divers moustiques de régions différentes. Les résultats ont été en général suffisamment intéressants et prometteurs pour que l'on retienne cette espèce pour d'autres essais.

L'élevage de masse de ce *Mermis* est très au point.

Le devenir de ces vers parasites introduits artificiellement chez le rat et la souris ainsi que des essais d'infection de divers représentants de la faune aquatique (poissons, crustacés, vers et nombreux insectes) a permis de conclure qu'ils ne sont pas dangereux pour la grande majorité des invertébrés non insectes et des vertébrés. Chez l'homme, il n'a encore jamais été démontré un parasitisme même accidentel par *Mermithidae*.

Au laboratoire, on a également réussi l'infestation de Simulies néarctiques ainsi que des 3 premiers stades larvaires de *S. damnosum* par *R. nielsenii*. Par ailleurs, des études sont actuellement menées sur une espèce autochtone de l'Afrique de l'ouest, *Isomermis lairdii* qui parasite naturellement les populations de *S. damnosum* (s.l.) (MONDET et coll., 1977). Toutefois, suivant PHILIPPON (communication personnelle, 1978), plusieurs inconvénients semblent devoir freiner l'utilisation des *Mermithidae* pour lutter contre les Simulies et en particulier contre *S. damnosum* (s.l.) en Afrique. En effet, il semble d'une part difficile d'obtenir l'indispensable contrôle total des populations larvaires en raison de l'établissement d'équilibres hôtes-parasites ; d'autre part, le problème de la production de masse des *Mermithidae* n'est pas encore

résolu et il apparaît que ces nématodes, du fait qu'ils tuent leurs hôtes dans la majorité des cas, s'autoperpétuent difficilement ; en admettant qu'on dispose d'une production industrielle de *Mermithidae*, il serait donc nécessaire de procéder à des ensemencements répétés périodiquement selon une méthodologie et un rythme qui restent à déterminer. Enfin, la lutte biologique à l'aide des mermithidés conçue comme un complément des traitements chimiques, est difficilement envisageable, compte tenu que ces derniers visent à supprimer totalement les populations larvaires de simulies et que les mermithidés sont incapables de subsister en l'absence d'hôtes.

### 3. Les agents pathogènes.

#### 1. LES VIRUS

Jusqu'à maintenant, seuls quelques rares types de virus pathogènes pour les insectes d'intérêt médical ont été isolés : plusieurs virus à corps d'inclusions polyédriques, nucléaires ou cytoplasmiques à partir d'*Anopheles*, de *Culex* et d'*Aedes*, virus irridescents et de la polyédrose cytoplasmique à partir de *Simulies*.

Des infections expérimentales ont été réussies et certaines propriétés particulières de ces virus ont été établies.

Ces virus ne semblent pas avoir été testés jusqu'à maintenant sur le terrain. Il se pose d'ailleurs des problèmes d'identification et de spécificité pour l'hôte qu'il convient d'approfondir.

#### 2. LES BACTÉRIES

*Bacillus thuringiensis*, couramment employé contre divers insectes intéressant l'agriculture et la sylviculture, ne semble pas s'être imposé dans le cadre de la Santé publique. On l'utilise essentiellement sous forme de spores.

Une souche de *B. sphaericus* s'est montrée efficace contre certains *Culex*, *Aedes* et *Anopheles*, au moins *in vitro*. Cette souche a été testée contre *A. gambiae* au Nigeria lors d'essais limités. Le bacille croît très bien dans les milieux de culture déjà utilisés pour les préparations commerciales de *B. thuringiensis*. On recherche actuellement si une toxine active pourrait être extraite des cultures et être alors utilisée comme un agent chimique.

Une autre bactérie, *B. mathisi*, semble prometteuse pour les glossines.

#### 3. LES MICROSPORIDIÉS

Un certain nombre de germes sont considérés comme des agents biologiques potentiels contre les insectes vecteurs spécialement les genres *Nosema* et *The-*

*lobnia*. Ils occasionnent de graves dommages aux corps gras et les larves meurent au moment de la nymphose. Des tests de laboratoire et des essais de terrain ont montré un certain degré d'efficacité. Les essais de terrain effectués au Nigeria ont intéressé les principaux vecteurs de paludisme, *A. funestus* et *A. gambiae*, imago et larve, avec *Parathelobania africana*. Les problèmes rencontrés sont nombreux et concernent : la spécificité entre les hôtes vertébrés et invertébrés, la spécificité chez les invertébrés eux-mêmes et, essentiellement, l'impossibilité pratique de multiplier le parasite *in vitro* et de contrôler le degré d'infection de l'hôte *in vivo*. Les essais de terrain sont restés sans conclusion pratique.

### CONCLUSION

La lutte biologique doit être considérée dans son contexte actuel et dans ses limites objectives, au-delà des "folles espérances" provoquées par la lecture d'articles de vulgarisation ou pseudo-scientifiques et au-delà, même, des réels espoirs suscités par les recherches dont on ne sait toutefois pas quand elles aboutiront.

Actuellement, aucun agent de lutte biologique n'est capable de se substituer aux moyens chimiques et physiques "traditionnels".

Dans le cas de la lutte biologique anticulicidienne qui est pourtant très nettement la plus avancée, le seul moyen que l'on puisse nommer opérationnel et qui puisse s'appliquer à des zones assez étendues, pourvu encore qu'elles soient homogènes, est celui utilisant les Gambusies. Même dans un environnement se prêtant au mieux à ce moyen de lutte, il sera, dans la plupart des cas, insuffisant pour contrôler à lui seul une endémie, encore moins une épidémie. Il ne prend toute sa valeur, qu'intégré à d'autres moyens qu'ils soient chimiques, physiques ou génétiques. Malgré ses limites, ce procédé mérite d'être développé partout où il peut l'être dans de très nombreuses circonstances écologiques. Pour les autres agents de lutte biologique, d'immenses progrès restent à faire avant qu'ils puissent être éventuellement utilisés opérationnellement, et probablement dans un cadre géographique limité.

Les difficultés, d'ailleurs, se situent non seulement au niveau de l'évaluation et de la sélection des agents et des problèmes de sécurité qu'ils soulèvent vis-à-vis de l'homme et de la faune non-cible, mais également à celui des connaissances à acquérir encore sur le comportement et la dynamique des populations vectrices à tous leurs stades de développement.

## RÉSUMÉ

La lutte biologique est "l'utilisation directe ou indirecte des ennemis naturels de l'espèce nuisible pour augmenter sa mortalité" (O.M.S., 1963). Ce procédé s'impose en fonction de l'apparition de plus en plus fréquente de populations d'insectes résistantes aux pesticides, des craintes concernant l'équilibre biocénétique, de l'augmentation du coût des produits à base d'hydrocarbures et enfin de certaines difficultés techniques et opérationnelles pour interrompre la transmission par les seules pulvérisations d'insecticides.

Toutefois, l'utilisation pratique des ennemis naturels des espèces vectrices est encore peu courante malgré d'importants travaux de recherches (problèmes d'identification, de dynamique des espèces, méconnaissance ou insuffisance des données sur leur éthologie et en particulier de leur spécificité pour

un hôte donné, difficultés d'application sur les vecteurs qui sont le plus souvent très disposés).

Pour lutter contre les divers insectes d'intérêt médical (moustiques, simulies, glossines...) on a employé soit des agents parasites tels des champignons, des nématodes de la famille des Mermithidés, soit, enfin, des prédateurs, essentiellement des poissons larvivores.

Actuellement, aucun agent de lutte biologique n'est capable de se substituer aux moyens de lutte chimique ou physique "traditionnels".

Dans le cas de la lutte biologique anticulicidienne, qui est très largement la plus avancée, le seul moyen que l'on puisse considérer comme opérationnel est celui utilisant les poissons entomophages et tout particulièrement les Gambusies.

## BIBLIOGRAPHIE

- 1 — ARATA A. et JOLIVET P. — Le contrôle biologique des vecteurs : situation actuelle et perspective d'avenir — *Sem. Ant. Larv.*, 75-20, O.M.S., Genève, 1975.
- 2 — GERBERICH J.B. and LAIRD M. — Bibliography of papers relating to the control of mosquitoes by the use of fish — *F.A.O. Fisheries Techn. paper*, 1968, 75, 10 p., F.A.O. - Roma.
- 3 — HILDEMAN W.H. and WALFORD R.L. — Annual fishes-promising species as biological control agents — *J. trop. Med. Hyg.*, 1963, 66, 163.
- 4 — KURSTAK E. — Répercussion éventuelle de la lutte microbiologique sur les vertébrés ; cas des insecticides biologiques à base de virus — *Ann. parasitol. hum. et comp.*, 1971, 46, 3 bis, 377-288.
- 5 — MONDET B., BERL D. et BERNADOU J. — Etude du parasitisme des Simulies (*Diptera*) par des *Mermithidae* (*Nematoda*) en Afrique de l'Ouest. III. - Elevage de *Isomermis* s.p. et infestation au laboratoire de *Simulium damnosum* (s.l.) — *Cahiers O.R.S.T.O.M.*, sér. entomol. méd. et parasit., 1977, 15, 3, 265-269.
- 6 — O.M.S. — Utilisation d'emploi des pesticides ; vingtième rapport du Comité O.M.S. d'Experts des insecticides — *Org. Mond. Santé*, sér. Rapport techn., 1973, 513.
- 7 — O.M.S. — Utilisation des virus dans la lutte contre les insectes nuisibles et vecteurs de maladie ; rapport d'une réunion conjointe F.A.O./O.M.S. sur les entomovirus — *Org. Mond. Santé*, sér. Rapp. techn., 1973, 531, 50 p.
- 8 — O.M.S. — Pathogens of medically important arthropods — *Bull. org. mond. Santé*, 55, supplément n° 1, 419 p.
- 9 — ROBERTS D. — *Coelomomyces*, *Entomophthora*, *Beauveria* et *Metarrhizium*, as parasites of mosquitoes — *Misc. Publ. Entom. Soc. Amer.*, 1970, 7, 140-155.
- 10 — SMITH R.F. — Considerations of the safety of certain biological agents for arthropod control — *Bull. Org. Mond. Santé*, 1973, 48, 685-698.