

LA LUTTE CONTRE LES SIMULIES *

par

G. QUELENNEC ** et M. OVAZZA ***

RÉSUMÉ.

Partout où les Simulies attaquent l'homme et les animaux domestiques, des campagnes de lutte ont été menées contre ces insectes. Les techniques, devant se plier à des impératifs géographiques, écologiques ou économiques, diffèrent légèrement les unes des autres, mais il n'en reste pas moins qu'elles possèdent un très grand nombre de points communs.

Bien que les recherches se poursuivent en vue de la mise au point des techniques de lutte biologique utilisables complémentirement, seuls les insecticides sont employés dans les campagnes actuelles. Jusqu'à ces dernières années, le D.D.T. restait le composé de choix pour les traitements contre les Simulies. Cependant, devant les dangers de pollution du milieu qu'entraîne l'emploi d'un produit très rémanent, même à faible concentration et devant le risque de voir apparaître des résistances, il est devenu nécessaire d'orienter les recherches vers les insecticides nouveaux. Divers composés et diverses formulations sont essayés tant du point de vue de leur efficacité que de leur sélectivité vis-à-vis des Simulies. Des études parallèles sur la contamination plus ou moins grande du milieu résultant de l'emploi de ces corps nouveaux devraient permettre de sélectionner les adulticides et les larvicides offrant le maximum de garanties. La constance de l'efficacité de ces produits peut être d'autre part contrôlée grâce à des essais de sensibilité pour lesquels plusieurs techniques ont été mises au point.

Ce sont surtout les procédés d'épandage et la tactique des opérations, plus étroitement adaptés aux conditions locales, qui différencient les campagnes dans les diverses parties du monde.

La lutte biologique ouvre des perspectives nouvelles pour le contrôle des Simulies. Toutefois, son application est subordonnée à la mise au point de techniques de production massive de parasites et de prédateurs. Mais ici encore, un certain nombre de précautions seront à observer afin d'éviter de perturber définitivement certains équilibres naturels.

En l'absence de techniques d'élevage pouvant produire des Simulies en quantité suffisante, la lutte génétique ne pourrait être réalisée que par la contamination de spécimens sauvages au moyen d'appâts attractifs traités aux chimiostérilisants. Ce mode de lutte n'est pas envisagé actuellement.

La régularisation des cours des grandes rivières par l'édification de barrages se présente également comme un moyen mécanique très efficace de lutte contre les Simulies. Ce procédé n'est malheureusement applicable que dans des cas très particuliers.

* Communication présentée au Congrès de Téhéran (7-15 septembre 1968), section A. 8.4.

** Pharmacien Chimiste Capitaine, Entomologiste de l'O.R.S.T.O.M.

*** Inspecteur Général de Recherche de l'O.R.S.T.O.M. en Entomologie Médicale.

Introduction.

Dans de nombreuses parties du monde, les Simuliidés comportent des espèces gênantes ou même dangereuses pour l'homme et les animaux domestiques. Il en est résulté que, dès l'apparition des insecticides de synthèse, des campagnes de lutte contre ces insectes ont été mises sur pied. Les techniques de lutte ont été le plus souvent adaptées à l'écologie et à la biologie des espèces nuisibles, à l'aspect géographique de la zone de traitement et aux possibilités économiques des pays organisant la lutte. CROSSKEY, 1959 donnait un aperçu des différentes techniques employées dans le Nouveau Monde et en Afrique. Depuis, un certain nombre de travaux ont souligné les problèmes posés par la lutte contre les Simulies dans les différentes parties du monde (MURAVIOVA, 1962 ; VARGAS, 1962 ; DALMAT, 1965 ; MASTRANDREA et al., 1966 ; MC MAHON, 1967 ; LE BERRE, 1968 (a et b). L'emploi des insecticides reste encore le seul moyen de lutter contre les Simulies, les autres techniques n'en étant qu'au stade expérimental. L'efficacité des traitements par insecticides n'est plus à démontrer, cependant les recherches se poursuivent en vue d'améliorer leur rendement, de leur donner une plus grande spécificité et d'éviter, dans la mesure du possible, une trop forte contamination du milieu. Ces objectifs ne peuvent être atteints que par une connaissance plus approfondie de la biologie et de l'écologie des espèces à détruire, par le choix plus judicieux des produits actifs et par une adaptation plus grande des formulations d'insecticides aux besoins du traitement.

Lutte par insecticides.

Comme le rapportent HAMON et al., 1965, « les insecticides peuvent être employés contre les adultes ou contre les stades préimaginaux aquatiques ». Les connaissances plus poussées concernant les larves de Simulies, font cependant que la lutte larvicide est celle qui a la préférence dans la plupart des cas.

D'une façon générale, pour les opérations adulticides on s'est adressé, jusqu'à présent, à des formulations qui s'étaient montrées efficaces contre d'autres groupes d'insectes et notamment contre les moustiques. Aucune sélection spéciale ne semble avoir été pratiquée pour la lutte antisimulidienne. Les doses et les procédés d'épandages sont également semblables à ceux qui sont appliqués aux moustiques adultes. Les résultats obtenus ainsi sont d'ailleurs satisfaisants, mais les traitements doivent être fréquemment renouvelés à cause de la réinvasion rapide des zones traitées par des adultes venus de l'extérieur (HAMON et al., 1965). La tendance actuelle en matière de lutte contre les adultes est de chercher à préciser, lorsque cela est possible, les lieux de repos des imagos (CROSSKEY, 1959 ; USOVA, 1963 ; LE BERRE, 1968 b) afin de mener une action adulticide plus sélective qu'elle ne l'était jusqu'à présent.

Par contre, étant donné les exigences écologiques des stades préimaginaux des Simulies, il est rapidement apparu que les larvicides devaient présenter un certain nombre de qualités. Celles-ci sont parfaitement définies dans le rapport du Comité O.M.S. d'Experts de l'Onchocercose, 1966 et sont valables d'une façon générale pour la lutte contre les Simulies. Nous rappelons ici les critères recommandés par ce Comité : « 1. l'insecticide doit être efficace contre les Simulies, 2. il doit être faiblement toxique pour les vertébrés, 3. Il doit être sélectif, c'est-à-dire plus toxique pour les larves de Simulies que pour les autres arthropodes, 4. il ne doit pas être trop persistant, afin d'éviter le recyclage biologique et la concentration dans la chaîne alimentaire, 5. il doit être stable même s'il est conservé dans de mauvaises conditions, 6. il doit être bon marché, facile à se procurer, facile à utiliser. »

Plusieurs méthodes permettant de déterminer en laboratoire l'efficacité des insecticides sur les larves de Simulies ont été élaborées. Celles de MUIRHEAD-THOMSON, 1957 ; de JAMNBACK, 1962 ; d'OVAZZA et VALADE, 1963 et de RAYBOULD, 1966 s'inspirant des méthodes d'élevage en laboratoire, peuvent servir à une première sélection des produits fournis par l'industrie chimique, mais il semble que les techniques de WILTON et TRAVIS,

1965 et sa modification GUTTMAN et al., 1966, ainsi que celle de JAMNBACK et FREMPONG-BOADU, 1966 qui placent les larves dans des conditions assez proches des conditions naturelles donnent des résultats plus conformes à la réalité (COLLINS, 1966). ALEKSEEV, 1963 emploie une méthode intermédiaire qui consiste à exposer des larves emprisonnées dans des tubes à diverses concentrations d'insecticides, puis à replonger les tubes dans le courant d'une rivière.

Une fois la sélection opérée, les produits sont essayés sur le terrain au cours d'épandages expérimentaux (JAMNBACK et al., 1966 ; GARMS et al., 1967 (a et b) ; SWABEY et al., 1967 ; QUELENNEC et al., 1967 ; QUELENNEC, 1967) le but de ces essais à petite échelle est de vérifier que l'activité sur le terrain de la formulation correspond à celle qui a été trouvée au laboratoire, de noter la sélectivité du produit et de déterminer sa portée efficace.

L'activité d'un insecticide ou d'une formulation est déterminée par la diminution ou la disparition des larves existant dans des gîtes naturels ou artificiels (CROSSKEY, 1959) ou par la mortalité des larves emprisonnées dans des tubes dont les extrémités sont obturées par de la gaze et que l'on plonge dans le courant sur le trajet de l'insecticide (BURTON, 1964 ; NOAMESI, 1964).

La sélectivité du produit peut être déterminée par l'observation directe de la mortalité chez les différents groupes zoologiques existant dans la rivière, ou par la mise en place sur le parcours du larvicide de tubes et de cages contenant des représentants des groupes principaux susceptibles d'être atteints. Le plus souvent, la toxicité *in vitro* de ces produits a été étudiée comme l'ont fait MANDOUËL et al., 1967 et il ne s'agit plus que de contrôler l'action de certaines présentations dans les conditions naturelles.

La portée efficace est mesurée par la distance qui sépare le point d'épandage du dernier gîte larvaire entièrement détruit.

Les performances d'un larvicide dépendent d'un certain nombre de facteurs qu'il serait nécessaire de connaître avec plus de précision.

1. MODE D'ACTION DU TOXIQUE.

On s'accorde généralement à penser (FREDEEN et al., 1953 ; DE MEILLON, 1957 ; BURTON et al., 1964 ; TRAVIS et al., 1965 ; JAMNBACK et al., 1966 ; KERSHAW et al., 1968) que les larves de *Simulies*, se nourrissant sans discrimination apparente, si ce n'est pour la taille, de débris qui leur sont apportés par le courant, absorbent les larvicides en même temps que leur nourriture. Pour JAMNBACK et al., 1966 des particules de 1 à 20 microns assureraient une efficacité maximum à une suspension d'insecticide. Ceci n'exclue pas comme le font remarquer BURTON et al., 1964, un passage transcuticulaire de l'insecticide. Il serait semble-t-il intéressant de savoir si ce mode d'action par contact ne pourrait être augmenté par l'addition dans les formulations, de solvants appropriés. En effet, il semble indispensable, dans certains cas, de compléter l'activité par ingestion des toxiques par une action de contact. Ceci apparaît nettement à la suite des observations de TRAVIS et al., 1965 sur le mode d'action du lindane et du sevin. Selon ces auteurs, le lindane et le sevin provoqueraient une paralysie tellement précoce des organes de filtration des larves que celles-ci n'auraient pas le temps d'absorber la dose léthale, ce qui leur permettrait de se rétablir dès que la pression insecticide cesse. Si donc, un solvant assurait le passage transcuticulaire du toxique, il supprimerait le risque de voir survivre sur place, certaines larves non entraînées par le courant.

2. FACTEURS INFLUANT SUR LA SÉLECTIVITÉ.

La sélectivité s'opère surtout grâce à l'extrême sensibilité des larves de *Simulies* vis-à-vis des insecticides. Il en résulte que les doses généralement faibles de larvicides employées au cours des campagnes présentent des garanties d'inocuité pour les autres groupes aquatiques. Cependant, les solvants entrant dans la composition des formulations liquides et qui y figurent dans la proportion de 50 à 80 p. cent peuvent agir comme des toxiques violents notamment sur les poissons, comme le rapportent POST et GARMS, 1966. Il y aurait donc lieu de porter une attention toute particulière au choix de ces solvants.

3. FACTEURS INFLUANT SUR LA PORTÉE.

La portée d'un larvicide dépend des qualités propres à la formulation d'une part : (densité, stabilité) et, d'autre part, de facteurs propres au milieu : (turbidité, vitesse du courant, agitation de l'eau, débit).

— *La densité.* JAMNBACK et al., 1966, constatent que les poudres mouillables très actives au cours de leurs essais en laboratoire voient leur efficacité considérablement diminuée dans les expériences menées sur le terrain. Ils expliquent cette différence par le fait que les poudres mouillables qu'ils utilisaient décantaient très rapidement et suggèrent que pour les opérations larvicides, les poudres mouillables soient constituées de particules légèrement moins denses que l'eau.

— *La stabilité de l'insecticide.* Bien que les produits très rémanents ne soient pas à recommander, il faut que l'insecticide conserve ses qualités assez longtemps pour qu'il puisse parcourir dans la rivière des distances suffisamment importantes. Il serait souhaitable que les larvicides se maintiennent sans modification au contact de l'eau pendant environ 4 jours.

— *La turbidité.* Les boues et débris en suspension dans l'eau de rivière sur lesquels se fixeraient les particules ou gouttelettes d'émulsion du larvicide serviraient de véhicule à celui-ci et amélioreraient sa portée (FREDEEN et al., 1953 ; FREDEEN, 1962).

— *La vitesse du courant.* Lorsque cette vitesse s'annule ou devient inapparente dans certains tronçons de rivière, les larvicides actuels voient leur portée considérablement diminuée. Il serait donc nécessaire d'étudier les moyens qui permettraient de pallier cet inconvénient.

— *L'agitation de l'eau.* Lorsque l'on opère un traitement à l'aide d'une émulsion d'insecticide à base de solvants volatils, l'agitation de l'eau peut amener les gouttelettes d'émulsion au contact de l'air et provoquer l'évaporation du solvant avec précipitation de l'insecticide insoluble.

— *Le débit.* OVAZZA et al., 1963 ont montré que la portée pouvait varier proportionnellement au débit. L'origine de ces variations n'est pas encore démontrée de façon précise.

MATUO et al., 1963 apportent quelques indications sur la répartition d'une poudre mouillable de D.D.T. dans l'eau à la suite d'un épandage larvicide, mais les études sur ce sujet devraient être complétées en utilisant différentes formulations, afin de déterminer les causes des pertes en produit actif qui se produisent le long du trajet du larvicide. En effet, telle formulation qui donne entière satisfaction par ailleurs, voit sa portée considérablement diminuée lorsqu'elle est appliquée dans des rivières comportant des biefs d'eau calme ou dans des rivières à faible débit encombrées de végétation. Les phénomènes d'adsorption sur les obstacles immergés sont encore peu connus.

De ces remarques et observations, on peut conclure que l'emploi en toutes circonstances d'une même formulation peut difficilement assurer un rendement satisfaisant, mais que les responsables de campagnes de lutte contre les Simulies devraient pouvoir disposer d'une gamme de larvicides adaptés, le plus étroitement possible, aux conditions géographiques et physicochimiques du milieu.

Les produits ayant satisfait à ces premiers essais peuvent être éprouvés sur une plus grande échelle au cours de campagnes pilotes où le larvicide est déversé selon un rythme qui dépend de la durée de vie larvaire et pendant un temps supérieur à la vie de l'adulte. La répétition des épandages pose alors le problème d'une éventuelle modification de la sensibilité des Simulies vis-à-vis des produits essayés de cette manière. Le travail de SUZUKI, 1963 attire l'attention sur la possibilité de voir apparaître dans d'autres parties du monde des résistances aux insecticides. L'O.M.S. a proposé une méthode d'essai de sensibilité pour les adultes et deux méthodes pour les larves (Comité O.M.S. d'Experts des Insecticides, 1963). Une autre méthode susceptible de servir à la mesure de la sensibilité des larves a été décrite par JAMNBACK, 1962. La technique de RAYBOULD,

1966 s'applique, elle, au cas particulier de *Simulium neavei*. Il serait souhaitable qu'une seule technique standard soit mise au point, tout au moins pour les espèces non phorétiques.

Comme nous l'avons signalé plus haut, les procédés d'épandage varient suivant les régions où ont lieu les campagnes et les raisons du choix d'une méthode de traitement dépendent de facteurs assez divers.

La lutte contre les adultes ou contre les larves peut être menée, soit à partir du sol, soit par avion selon des modalités variées (HAMON et al., 1965). Dans le cas des épandages larvicides, la nécessité d'adapter les formulations insecticides non seulement aux conditions du milieu, mais aussi aux conditions d'épandage apparaît de nouveau.

Lorsque le larvicide est répandu à partir du sol ou par avion en des points distants les uns des autres sur une même rivière, les problèmes de portée évoqués plus haut prennent toute leur importance. Par contre, lorsque les épandages par avion se font selon la méthode exposée par JAMNBACK et al., 1966 dans laquelle il n'est pas nécessaire que la portée excède 400 mètres (distance qui sépare deux épandages parallèles effectués par l'avion), les formulations et les produits actifs peuvent présenter des qualités très différentes.

Le Comité O.M.S. d'Experts de l'Onchocercose, 1966, recommande l'emploi d'insecticides qui ne soient pas « trop persistants ». Des phénomènes d'intoxication chroniques et d'accumulation de toxique dans les tissus ont en effet été signalés à la suite de l'emploi massif d'insecticides rémanents chez divers groupes zoologiques et notamment chez les poissons (HOLDEN, 1965), chez les oiseaux (PRESTT, 1966 ; KEITH, 1966) et chez les mollusques marins pour lesquels une concentration de 0,001 ppm de D.D.T. peut amener un ralentissement de la croissance (BUTLER, 1966). Les effets parfois considérables n'apparaissent le plus souvent qu'*a posteriori*, mais ils sont cependant prévisibles dans une certaine mesure (DE WITT, 1966).

VAN GENDEREN, 1966 émet l'idée qu'il serait utile d'établir des niveaux de tolérance pour la contamination du milieu. Le degré de contamination de certains tissus des principaux prédateurs intervenant en fin de chaîne pourrait servir à l'établissement de ces niveaux qui ne devraient pas être dépassés.

Lutte biologique.

Plusieurs observations ayant été faites dans différentes parties du monde sur le rôle limitant de certains parasites et prédateurs de Simulies, l'emploi de ces ennemis naturels est apparu comme un moyen de lutte qui pourrait utilement compléter les traitements insecticides.

Les prédateurs (PETERSON, 1960 ; PETERSON et al., 1960 ; CROSSKEY et al., 1962 ; SOMMERMAN, 1962 ; BALAY et GRENIER, 1964 ; JENKINS, 1964) semblent difficilement utilisables comme agents de lutte contre les Simulies, mais il serait souhaitable qu'ils soient épargnés dans la mesure du possible par les traitements insecticides (LAIRD, 1963).

Par contre, les parasites pourraient être amenés à jouer un rôle direct dans la lutte. La prolifération intense de certains d'entre eux dans des foyers localisés et à certaines saisons peut entraîner une diminution considérable du nombre des Simulies. WEISER, 1964 décrit leur mode de pénétration et l'aspect que prennent les larves hébergeant quelques-uns de ces parasites. Les Mermithidés pourraient peut-être occuper une place privilégiée parmi les agents de lutte, car dans les conditions naturelles, leur fréquence parfois très grande (PHELPS et al., 1964, RURTZOV, 1964, WELCH, 1963) est susceptible d'aboutir à une réduction très sensible du nombre des Simulies et parfois même à leur élimination totale.

Cependant, la lutte biologique contre les Simulies n'en est encore qu'à la phase de l'inventaire, car la culture des parasites en nombre suffisant pour être utilement disséminés présente quelques difficultés. En outre, si les insecticides doivent être employés avec certaines précautions, les agents de lutte biologiques sont, eux aussi,

à manipuler avec prudence (MULLA, 1966). La spécificité des parasites ou des prédateurs doit être préalablement établie avec certitude. Les mesures de lutte biologique peuvent modifier définitivement certains équilibres naturels alors que les mesures chimiques bien conduites ne perturbent ces équilibres que de façon provisoire.

Lutte génétique.

HAMON et al., [1965] ont rappelé les méthodes disponibles pour produire des adultes sexuellement stériles. Ce mode de lutte paraît pour l'instant inapplicable aux *Simulies* puisqu'il est très délicat de reproduire le cycle évolutif complet des *Simulies* en élevage (MUIRHEAD-THOMSON in SMITH, 1966 ; FIELD et al., 1967), sauf dans certains cas particuliers (WENK, 1966).

La technique d'élevage de l'œuf à l'adulte décrite par RAYBOULD, 1967, pourrait être utilisable dans ce mode de lutte, si elle s'avérait applicable aux espèces nuisibles. Cependant, cette technique présente l'inconvénient d'être tributaire de la récolte, plus ou moins abondante suivant les saisons, d'œufs sauvages.

L'emploi d'appâts attractifs traités aux chimiostérilisants serait le seul moyen actuellement applicable aux *Simulies*, ce procédé s'adressant surtout aux spécimens sauvages, mais, à notre connaissance, ce mode de lutte n'est pas envisagé pour l'instant.

Aménagement des cours d'eau.

La régularisation des grands cours d'eau par l'édification de barrages dont les plans d'eau sont adjacents ou l'installation sur une rivière d'un seul ouvrage dont la retenue est très étendue en longueur, permettent de noyer les gîtes larvaires sur des tronçons importants de rivière.

L'élimination des *Simulies* a pu être réalisée de cette manière sur certains tronçons de fleuves en U.R.S.S.

La suppression des gîtes peut ne pas être totale, car la vitesse du courant est parfois favorable à l'implantation des espèces nuisibles en certains points des déversoirs de barrages. Ceci ne constitue cependant pas un danger, comme dans le cas des petites retenues d'eau qui, le plus souvent, créent des gîtes supplémentaires pour les espèces indésirables (BURTON et al., 1965 ; QUELENNEC et al., 1967). En effet, ces quelques gîtes artificiels bien localisés et d'accès facile, subsistant sur les barrages des grandes rivières, se substituent à de nombreux points d'implantation qui existaient le long du cours d'eau. Leur traitement au moyen d'insecticides ne devrait présenter aucune difficulté.

Toutefois, cette élimination mécanique particulièrement efficace ne peut malheureusement se pratiquer que lorsque la construction des barrages est justifiée par des objectifs économiques ; aussi, ne s'agit-il pas à proprement parler d'un moyen de lutte mais plutôt d'une conséquence heureuse de la mise en valeur d'une région.

BIBLIOGRAPHIE

- ALEKSEEV (A. N.), 1963. — Toxicity of some organophosphorus insecticides to larvae of bloodsucking Simuliids. *Med. Parazit. Moskva*, **32**, (5), 546-548.
- BALAY (G.) et GRENIER (P.), 1964. — *Lispe nivalis*, Wied. (Musc., Lisp.) et *Ochthera* sp. (Ephydr.) Diptères prédateurs de *Simulium damnosum*, Theo et *Simulium adersi*, Pom, en Haute-Volta. *Bull. Soc. Path. exot.*, **57**, (3), 611-619.
- BURTON (G. J.), 1964. — An exposure tube for determining mortality of *Simulium* larvae under field conditions. *Ann. trop. Med. Parasit.*, **58**, (3), 339-342.

- BURTON (G. J.) et MAC RAE (T. M.), 1965. — Dam-spillway breeding of *Simulium damnosum*, Theo. in Northern Ghana. *Ann. trop. Med. Parasit.*, **59**, (4), 405-411.
- BURTON (G. J.), NOAMESI (G. K.), ZÈVE (V. H.) et MAC RAE (T. M.), 1964. — Quantitative studies on the mortality of *Simulium damnosum* larvae following dosing with D.D.T. under field conditions. I. — Mortality within the first three hours. *Ghana Med. J.*, **3**, (2), 93-97.
- BUTLER (P. A.), 1966. — Pesticides in the marine environment. *J. appl. Ecol.* **3**, (Suppl.), 253-259.
- COLLINS (D. L.), 1966. — Recent advances in the control of some arthropods of public health and veterinary importance. *Bull. Ent. Soc. Amer.*, **12**, (3), 326-333.
- COMITÉ O.M.S. D'EXPERTS DES INSECTICIDES, 1963. — *Org. mond. Santé : Sér. Rapp. techn.*, **265**, 155-227.
- COMITÉ O.M.S. D'EXPERTS DE L'ONCHOCERCOSE, 1966. — *Org. mond. Santé : Sér. Rapp. techn.*, **335**, 1-101.
- CROSSKEY (R. W.), 1959. — Aspects of blackfly control and entomology in the New-World in relation to the *Simulium* problem in Nigeria. *Bull. Org. mond. Santé*, **21**, 727-736.
- CROSSKEY (R. W.) et DAVIES (J. B.), 1962. — *Xeromyia oxycera* Emd. a muscoïd predator on *Simulium damnosum*, Theo. in Northern Nigeria. *Proc. R. ent. Soc., London, A*, **37**, 22.
- DALMAT (H. T.), 1965. — Control de los Simulidos y oncocercosis en Guatemala. *Boll. Sanit. Guatemala*, **61**, 105.
- DE MEILLON (B.), 1957. — Bionomics of the vectors of onchocerciasis in the Ethiopian geographical region. *Bull. Org. mond. Santé*, **16**, 509-522.
- DE WITT (J. B.), 1966. — Methodology for determining toxicity of pesticides to wild vertebrates. *J. appl. Ecol.*, **3**, G.B., (Suppl.), 275-278.
- FIELD (G.), DUPLESSIS (R. J.) et BRETON (A. P.), 1967. — Progress on laboratory rearing of black flies (Dip., Sim.). *J. Méd. Ent.*, **4**, (3), 304-305.
- FREDEEN (F. J. H.), 1962. — D.D.T. and Heptachlor as blackfly larvicides in clear and turbid water. *Canad. Ent.*, **94**, 875-880.
- FREDEEN (F. J. H.), ARNASON (A. P.) et BERK (B.), 1953. — Adsorption of D.D.T. on suspended solids and its role in black-fly control. *Nature, London*, **171**, 700.
- GARMS (R.) et KUHLOW (F.), 1967 a. — Empfindlichkeit von Simulien-Larven aus Norddeutschland gegenüber D.D.T. und Baytex. *Z. Tropenmed. Parasit.*, **18**, (1), 119-124.
- GARMS (R.) et POST (A.), 1967 b. — Freilandversuche zur Wirksamkeit von D.D.T. und Baytex gegen Larven von *Simulium damnosum* in Guinea, Westafrika. *Anz. Schädlingssk.*, **40**, (4), 49-56.
- GUTTMAN (D.), TRAVIS (B. V.) et CRAFTS (R. R.), 1966. — A technique for testing suspensions in simulated stream tests for blackfly larvicides. *Mosq. News*, **26**, (2), 155-157.
- HAMON (J.), MOUCHET (J.), COZ (J.) et QUELENNEC (G.), 1965. — Données récentes concernant la lutte contre les moustiques et les Simulies. *Med. trop.*, Marseille, **25**, (1), 21-40.
- HOLDEN (A. V.), 1965. — Contamination of fresh water by persistent insecticides and their effects on fish. *Ann. Appl. Biol.*, **55**, 332-335.
- JAMNBACK (H.), 1962. — An eclectic method of testing the effectiveness of chemicals in killing blackfly larvae (Sim., Dipt.). *Mosq. News*, **22**, (4), 384-389.
- JAMNBACK (H.) et FREMPONG-BOADU (J.), 1966. — Testing blackfly larvicides in the laboratory and in streams. *Bull. Org. mond. Santé*, **34**, 405-421.
- JENKINS (D. W.), 1964. — Pathogens, parasites and predators of medically important arthropods. *Bull. Org. mond. Santé*, **30** (Suppl.).
- KEITH (J. O.), 1966. — Insecticide contamination in wetland habitats and their effects on fish eating birds. *J. appl. Ecol.*, **3**, (Suppl.), 71-85.

- KERSHAW (W. E.), WILLIAMS (T. R.), FROST (S.), MATCHETT (R. E.), MILLS (M. L.) et JOHNSON (R. D.), 1968. — The selective control of *Simulium* larvae by particulate insecticides and its significance in river management. *Trans. R. Soc. trop. Med., Hyg.*, **62**, (1), 35-40.
- LAIRD (M.), 1963. — Vector ecology and integrated control procedures. *Bull. Org. mond. Santé*, **29**, (Suppl.), 147-151.
- LE BERRE (R.), 1968 a. — Bilan sommaire pour 1967 de la lutte contre le vecteur de l'onchocercose. *Méd. Afr. noire*, **15** (2), 71-72.
- LE BERRE (R.), 1968 b. — Problèmes posés par la lutte contre les Simulies. Communication présentée à la Conférence Onchocercose de Tunis (non publié).
- MAC MAHON (J. P.), 1967. — A review of the control of *Simulium* vectors of onchocerciasis. *Bull. Org. mond. Santé*, **37**, (3), 415-430.
- MANDOUL (R.), DUBOS (M.), DE COURNAUD (M.) et MOULINIER (Cl.), 1967. — Effets « in vitro » d'organophosphorés sur l'huitre portugaise, quelques mollusques dulçaquicoles et le microplancton d'eau douce. *Bull. Soc. Path. exot.*, **60**, (6), 568-580.
- MASTRANDREA (G.), BIANCHINI (C.), CIGALA (O.) et UCCELLI (A.), 1966. — *Onchocerciasis*. *Arch. Ital. Sci. Med. trop.*, **47**, 57-94.
- MATUO (K.), TAMURA (T.), UEMOTO (K.), et HORIUCHI (N.), 1963. — On the dispersion of the insecticide in the water after dropping in the stream for blackfly control. *Elsei Dobustu*, **14** (2).
- MUIRHEAD-THOMSON (R. C.), 1957. — Laboratory studies on the reactions of *Simulium* larvae to insecticides. I — A laboratory method for studying the effects of insecticides on *Simulium* larvae. *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, **16**, (5), 920-925.
- MULLA (M. S.), 1966. — Vector control technology and its relationship to the environment and wildlife. *J. Appl. Ecol.*, **3**, (Suppl.), 21-28.
- MURAVIOVA (T. W.), 1962. — The control of blackflies. *Med. Parasit. Moskva*, **31**, (1), 29-35.
- NOAMESI (G. K.), 1964. — Tube bioassay technique in tests to evaluate entomologically the effects of *Simulium* control operations in North-West Ghana. *Ghana Med. J.*, **3**, 163-165.
- OVAZZA (M.) et VALADE (M.), 1963. — Recherches sur la prophylaxie de l'onchocercose humaine en Afrique de l'Ouest de langue française. II. — Essais de larvicides sur le terrain et en laboratoire. *Bull. IFAN*, **25**, (4), sér. A, 1215-1234.
- PETERSON (B. V.), 1960. — Notes on some natural enemies of Utah blackflies (Dipt., Sim.). *Canad. Ent.*, **92**, (4), 266-274.
- PETERSON (B. V.) et DAVIES (D. M.), 1960. — Observations on some insect predators of blackflies (Dipt., Sim.) of Algonquin Park, Ontario. *Can. J. Zool.*, **38**, 10-18.
- PHELPS (R. J.) et DE FOLIART (G. R.), 1964. — Nematode parasitism of Simuliidae. *Res. Bull. Univers. Wisconsin*, **245**, 1-78.
- POST (A.) et GARMS (R.), 1966. — Die Empfindlichkeit einiger tropischer Süßwasserfische gegenüber D.D.T. und Baytex (Fenthion). (Ein Beitrag zum Problem der Fischgefährdung bei der Bekämpfung von *Simulium damnosum*). *Z. ang. Zool.*, **53**, (4), 481-494.
- PRESTT (I.), 1966. — Studies of recent changes in the status of some birds of prey and fish-feeding birds in Britain. *J. Appl. Ecol.*, **3**, (Suppl.), 107-112.
- QUELENNEC (G.), 1967. — Essai d'activité d'une solution d'Abate contre les larves de Simulies africaines dans la rivière Yanaon en Haute-Volta. *WHO/Oncho/67-59*, 1-7.
- QUELENNEC (G.), PHILIPPON (B.), CORDELLIER (R.) et SIMONKOVICH (E.), 1967. — Essai d'activité d'une poudre insecticide à base de Sevin contre les larves de Simulies africaines dans la rivière Yanaon en Haute-Volta. *WHO/Oncho/67-58*, 1-6.

- QUELENNEC (G.), ŠIMONKOVICH (E.) et OVAZZA (M.), 1968. — Recherche d'un type de déversoir de barrage défavorable à l'implantation de *Simulium damnosum* (Dipt. Sim.). *Bull. Org. mond. Santé*, **38**, 943-956.
- RAYBOULD (J. N.), 1966. — A simple laboratory method for testing the susceptibility of larvae of *Simulium neavei* complex to insecticides. *Bull. Org. mond. Santé*, **35**, (6), 887-892.
- RAYBOULD (J. N.), 1967. — A method of rearing *Simulium damnosum*, Theo. (Dipt. ; Sim.) under artificial conditions. *Bull. Org. mond. Santé*, **37** (3), 447-453.
- RUBTZOV (I. A.), 1963. — On Mermithids parasiting blackflies. *Zool. Zh.*, **42** (12), 1768-1784.
- SMITH (C. N.), 1966. — Insect coolnization and mass production. *Académie Press New-York and London*, 127-144.
- SOMMERMAN (K. M.), 1962. — Notes on two species of *Oreogeton* predaceous on blackfly larvae. *Ent. Soc. Wash.*, **64** (2), 123-129.
- SUZUKI (T.), ITO (Y.) et HARADA (S.), 1963. — A record of blackfly larvae resistant to D.D.T. in Japan. *Jap. J. Exp. Med.* **33** (1), 41-46.
- SWABEY (Y. H.), SHENK (C. F.) et PARKER (G. L.), 1967. — Evaluation of two organophosphorus compounds as blackfly larvicides. *Mosq. News*, **27** (2), 149-155.
- TRAVIS (B. V.) et WILTON (D. P.), 1965. — A progress report on simulated stream tests of blackfly larvicides. *Mosq. News*, **25**, (2), 112-118.
- USOVA (Z. V.), 1963. — On the places of concealment of blackflies (Dipt. ; Sim.) in the Karelian A.S.S.R. *Ent. Obozr.*, **42**, (2), 316-319.
- VAN GENDEREN (H.), 1966. — Tolerances for tissue levels of pesticides in wild animals ; a proposal for consideration. *J. appl. Ecol.*, **3**, (Suppl.), 271-273.
- VARGAS (L.), 1962. — Bases para la aplicacion de insecticides en la practica medica-sanitaria. *Rev. Brasil. Mal. Doenc. Trop.*, **14**, (1-2), 79-92.
- WEISER (J.), 1964. — Parasitology of blackflies. *Bull. Org. mond. Santé*, **31**, (4), 483-485.
- WELCH (H. E.), 1963. — Mermithid parasites of blackflies. *WHO/Vect. Control*/57.
- WENK (P.), 1965. — Über die Biologie blutsaugender Simuliiden (Dipt.). II. — Kopulation, Blutsaugen und Eiablage von *Boopthora erythrocephala*, de Geer in Laboratorium. *Tropenmed. Parasit.*, **16**, (2), 207-226.
- WILTON (D. P.) et TRAVIS (B. V.), 1965. — An improved method for simulated stream tests of blackfly larvicides. *Mosq. News*, **25**, (2), 118-123.