

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

par M. OVAZZA et M. VALADE.

En vue de choisir les produits les plus adéquats et de mettre au point une technique précise d'épandage des insecticides, des séries d'essais sur le terrain et en laboratoire ont été effectuées, depuis 1955, par la Section Onchocercose du Centre Muraz, en collaboration avec les Hydrobiologistes du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris.

Les premières études de ces derniers (BLANC et D'AUBENTON, 1956 ; BLANC et D'AUBENTON, 1957) nous avaient amené à préférer des larvicides à base de D. D. T. L'écart entre la dose active sur les Simulies et celle toxique pour les Poissons étant plus grand avec ces produits qu'avec ceux à base de Lindane ou de Dieldrine.

Par la suite, des essais pratiqués sur le terrain nous amenaient à préciser certaines particularités (BLANC, D'AUBENTON, OVAZZA et VALADE, 1958) : 1° Il semble préférable que le produit soit sous forme liquide ; cette forme permet de faire l'épandage par des méthodes très simples : fûts métalliques perforés, et avec peu de manipulations. 2° Ainsi que nous l'avait déjà indiqué Mc MAHON au Kenya, il paraît désirable que le produit ait une densité apparente nettement inférieure à 1. On a ainsi plus de chance de le voir demeurer en surface sur une longue distance, point important puisque nous n'avons jamais trouvé de larves de *S. damnosum* à une profondeur supérieure à 60 cm. 3° Il nous semblait essentiel que le produit commercialisé ne contienne pas de pétrole. L'accumulation de ce dernier dans les zones calmes des cours d'eau nous semblait pouvoir être très toxique pour les Poissons. Nos premiers résultats paraissaient confirmer ce danger (BLANC, D'AU-

O. R. S. I. O. M.

Collection de Références O. R. S. I. O. M. Fonds Documentaire

N° : 28959, ex 1

D°

Cpte :

B

BENTON, OVAZZA et VALADE, 1958). Des épandages ultérieurs ont montré que cette toxicité avait été surestimée dans nos conditions de travail. Bien que le risque existe il ne semble important que dans des cas assez rares.

Parmi les produits à base de D. D. T. que les Hydrobiologistes ont pu expérimenter, l'un s'est montré particulièrement peu toxique pour les Poissons : en laboratoire la plupart des espèces résistent à 30 mn d'exposition à une dose de 15 p. p. m. (parties par million) et toutes à plusieurs expositions successives à la dose de 8 p. p. m. (cf. D'AUBENTON et BLANC, 1959). De plus ce produit liquide à une densité de 0,968 seulement et contient 30 % de D. D. T. technique.

Il fut donc décidé de pratiquer une série d'essais complémentaires en Afrique. Le programme comprenait :

a) Des essais de toxicité sur les espèces locales de Poissons dans les conditions naturelles. Les résultats en sont donnés dans un article publié par les Hydrobiologistes (ARNOULT et D'AUBENTON, 1960).

b) Des épandages dans différents cours d'eau de Haute-Volta et du Dahomey. Nous désirions vérifier les points suivants : l'efficacité du produit dans les conditions naturelles à différentes doses ; sa portée pratique, c'est-à-dire la distance sur laquelle il était efficace en fonction des types de cours d'eau, de leur débit, de leur vitesse, etc.

c) Des essais en laboratoire sur larves maintenues en survie.

Ce sont les résultats de points *b* et *c* qui font le sujet de cette note.

I. ESSAIS SUR LE TERRAIN AVEC LE D. D. T. A 30 %.

Nous tenons à rappeler les résultats de nos expériences précédentes :

Les épandages antérieurs avaient, pour la plupart, été faits avec une suspension de D. D. T. dans le kérosène, à 17 % de D. D. T. technique. Les doses étaient de 2,5 p. p. m. pendant 30 mn. Les rivières utilisées furent de deux types : la Bougouri-Ba, qui est formée de longues zones calmes séparées par des rapides, et la Comoé supérieure sur une portion de 52 km, dont plus de la moitié est occupée par des rapides et qui ne comprend aucune zone de courant lent (cf. carte I). En outre, en vue de vérifier certains résultats, des épandages de D. D. T.-poudre à 70 % furent faits sur la Volta Noire au Nord de Bobo-Dioulasso. Les conclusions provisoires que nous en avons tirées étaient les sui-

vantes (cf. BLANC, D'AUBENTON, OVAZZA et VALADE, 1958) : aux doses employées, toutes les larves, immédiatement en aval de la zone d'épandage, étaient tuées ou avaient quitté leur support pendant les 30 mn de l'épandage.

— Une forte proportion de nymphes avaient éclos, sans qu'il soit possible de savoir si les adultes avaient survécu.

— Le comportement du D. D. T., quelle que soit sa forme, varie considérablement suivant les caractères de la rivière. Une zone calme, avec courant trop lent pour être mesuré au tube de Pitot (c'est-à-dire moins de 20 cm³/s) arrêta notre produit en 500 m ; ceci était confirmé par le fait que les Poissons, fortement atteints par l'accumulation du produit sur cette distance, ne l'étaient pas plus loin. Dans les rapides, le D. D. T., sous forme de poudre ou de liquide, ne se répartit pas régulièrement dans tout le lit ; il semble avancer par vagues, bien visibles, empruntant tantôt un chenal tantôt un autre. Il est donc difficile de savoir quelle quantité réelle de D. D. T. est arrivée au contact d'une zone particulière du gîte.

— Sur la haute Comoé, et en saison d'eaux moyennes, le produit liquide avait détruit les larves d'un gîte situé à 52 km du point d'épandage.

— Un effet secondaire curieux, mais qui paraissait à l'époque lié au passage du produit, était une variation du pH de l'eau. Dans trois cas nous avons eu une forte augmentation du pH et dans deux autres une diminution.

De 1959 à 1962 plusieurs traitements expérimentaux furent effectués avec le D. D. T. à 30 % sous forme liquide que nous avons adopté. Nous eûmes, en réalité, à utiliser deux produits légèrement différents, le fabricant nous ayant d'abord envoyé un insecticide de même concentration, mais dont la densité était de 0,995 au lieu de 0,968. Une partie des épandages fut donc pratiquée avec ce produit modifié.

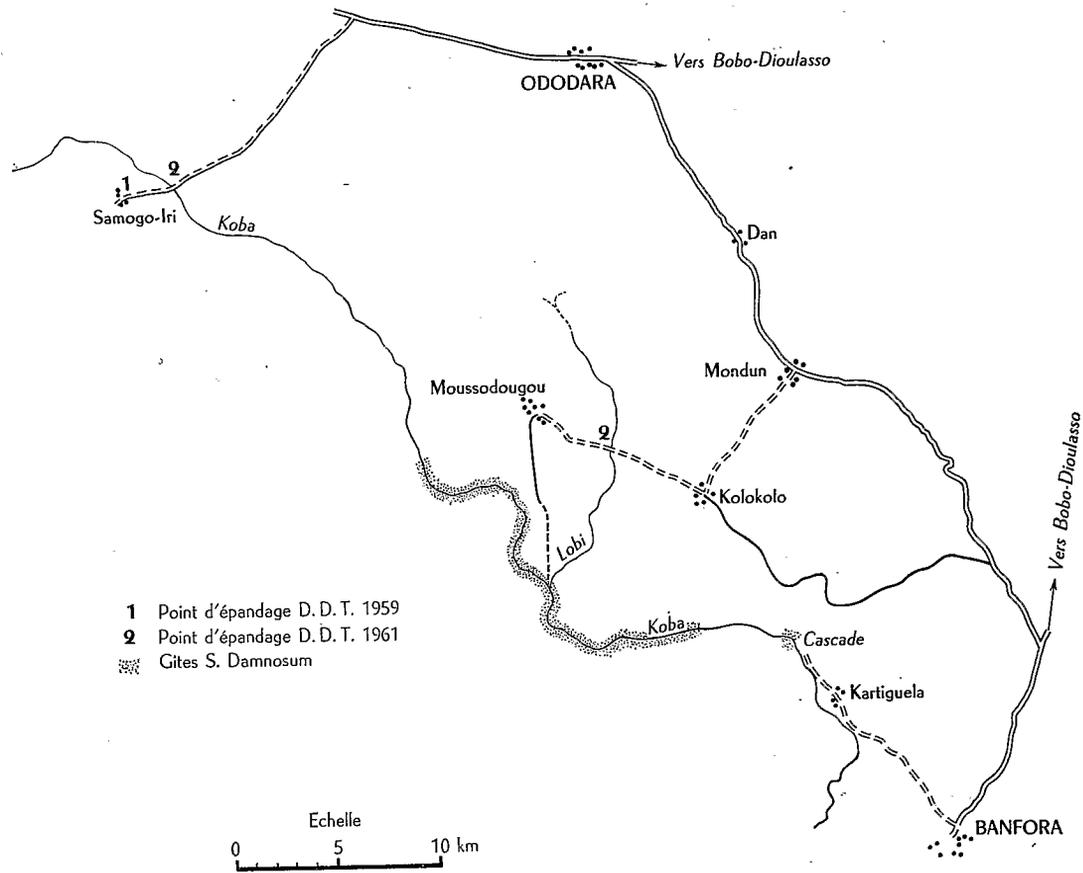
Trois zones furent choisies pour ces études :

- A) La haute Comoé où des traitements furent faits en décembre 59, janvier 60 et décembre 61.
- B) La Volta Noire au Sud de Boromo (épandages pendant quatre semaines en août 61).
- C) Une rivière de la zone de montagne du Nord Dahomey, la Yerpao en novembre et décembre 60. Cette dernière expérimentation, faite par l'Antenne Onchocercose du Dahomey, a été publiée à part (cf. G. QUELENNEC, *sous presse*).

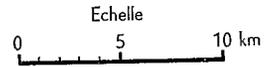
A) Traitements expérimentaux de la haute Comoé (cf. carte I) : la Comoé naît sur le plateau gréseux à l'Est d'Orodara. Nommée Koba dans son cours supérieur elle tombe dans la plaine de Banfora après un parcours de plus de 60 km, par la chute de Karfiguela. Sur cette partie de son cours elle reçoit un seul affluent relativement important, la Lobi. En fait, la Lobi a un débit très faible et un cours relativement lent. La Koba est barrée d'une série de rapides sur les 25 km précédant la chute de Karfiguela. Beaucoup plus en amont, il existe quelques petits rapides à l'endroit où la rivière est traversée par la route de Samogo-Iri. Les premiers gîtes de *S. damnosum* se trouvent au début des rapides principaux ; la presque totalité de ces rapides en contient, à l'exception d'une petite interruption de 2 ou 3 km juste avant la grande chute. Enfin un gîte existe sur la partie supérieure de la chute elle-même. Dans la Lobi nous n'avons jamais trouvé de stades préimaginaux de cette espèce depuis que nous la prospectons. La Koba est aisément abordable par deux pistes routières, celle de Karfiguela et celle de Samogo-Iri. En saison sèche il est en outre possible de l'atteindre au confluent de la Lobi en partant de Moussodougou

On se souvient que l'épandage de 1957 avait été fait à partir du pont de Samogo-Iri avec du D. D. T. à 17 % dans le kérosène. Celui de décembre 1959 fut effectué avec le D. D. T. à 30 %, de densité 0,995, les autres avec le produit de densité 0,968. Ces traitements n'ayant pas tous le même but furent faits à des concentrations différentes ; le premier atteignit 5 p. p. m. car nous cherchions surtout à vérifier l'inocuité pour les Poissons aux doses fortes. Le second, destiné à vérifier la portée, utilisa une concentration de 1 p. p. m. Nous craignons, à l'époque, les déperditions possibles en descendant au-dessous de cette dose. Nos essais effectués ailleurs nous ayant montré que l'on obtenait d'aussi bons résultats aux doses faibles, nous choisîmes la concentration de 0,1 p. p. m. pour le traitement de décembre 1961.

La rivière était jaugée au niveau de la chute de Karfiguela ; la concentration était calculée d'après le débit trouvé à ce niveau. Il est évident qu'elle était beaucoup plus forte à Samogo-Iri où le débit est de beaucoup inférieur. Le tableau I donne pour les différents épandages : les débits à Karfiguela, à Samogo-Iri et à la Lobi quand ces derniers ont été mesurés, ainsi que les vitesses moyennes superficielles. L'insecticide, en 1957, avait atteint le gîte de Karfiguela (cf. BLANC, D'AUBENTON, OVAZZA et VALADE, 1958) parcourant ainsi 52 km de rivière depuis le point d'épan-



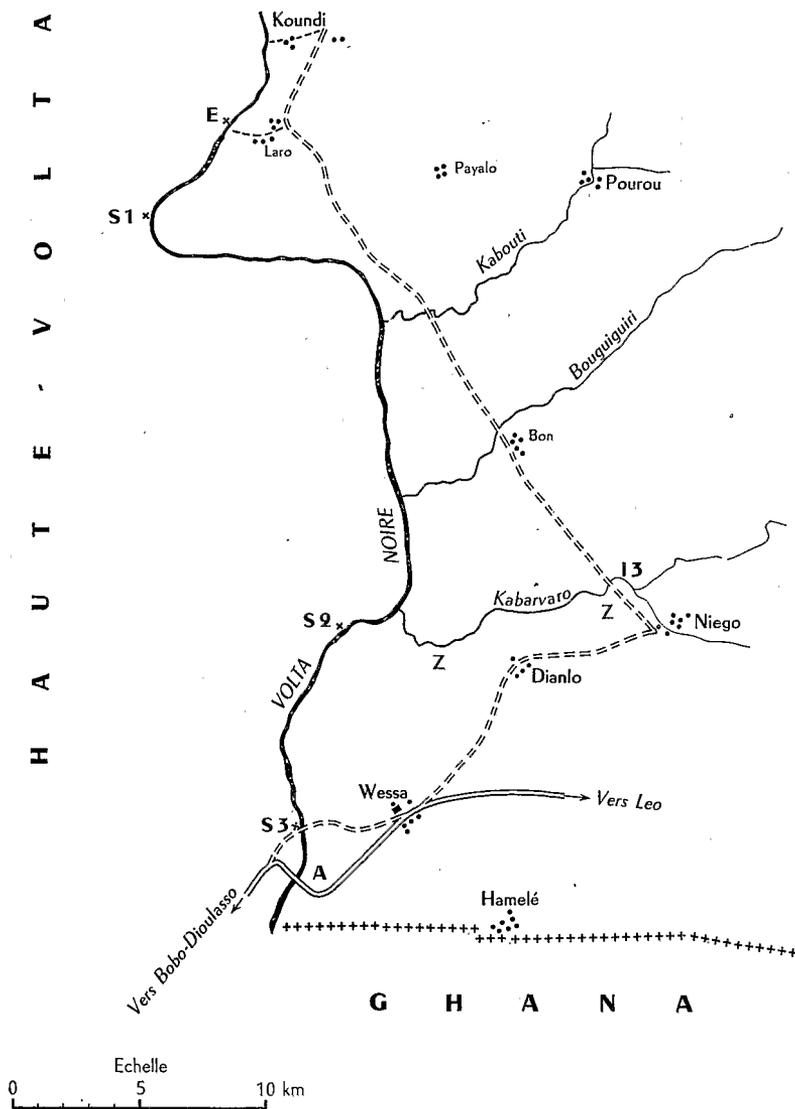
- 1 Point d'épandage D. D. T. 1959
- 2 Point d'épandage D. D. T. 1961
- Gites *S. damnosum*



Carte N° I

Carte de la Comoé supérieure.

1 : Point d'épandage en 1957, 1959 et 1960. — 2 : Point d'épandage en 1961. — ••••• : gites de *S. damnosum*.



G H A N A

Carte N° II

Carte de la Volta Noire dans la région d'Ouessa.

S1, S2, S3 : gîtes de *S. damnosum*. — E : point où furent faits les épandages. — A et B : points de captures d'adultes. — Z.. Z : zone de rapides de la rivière Kabarvaro, pas de gîtes de *S. damnosum*.

dage de Samogo-Iri (point 1 de la carte). Aucun des trois essais suivants ne permit d'atteindre ce point. Or le produit utilisé en 1957 était plus lourd que les suivants. En décembre 1961, afin d'essayer de renforcer l'effet du larvicide dans son parcours aval, le mode opératoire fut modifié. Un épandage normal à la dose de 0,1 p. p. m. (calculée sur le débit de Karfiguela) fut fait à Samogo-Iri. Une dose d'appoint de 1 p. p. m. (calculée par rapport au débit de la Lobi) fut répandue au pont de la Lobi (ces épandages sont marqués par le chiffre 2 sur la carte). Le résultat fut encore une fois nul au gîte de Karfiguela et sur les 6 ou 7 km en amont. Dans tous les cas il n'y eut aucune mortalité chez les Poissons. Des larves de *S. medusaeforme hargreavesi* et d'autres espèces non anthropophiles se trouvant au gîte où se faisait l'épandage disparurent pendant les 30 mn que dura celui-ci. Nous n'avons pas retrouvé en 1959, 1960 et 1961 les modifications de pH qui avaient été constatées en 1957. Pour essayer d'élucider cette différence un épandage du produit utilisé en 1957 fut fait en 1959 dans une autre rivière, le Yanaon. Nous utilisâmes une très forte concentration, 10 p. p. m. Là encore le pH demeura constant. Nous ne pouvons donc expliquer les variations antérieures.

B) Traitements de la Volta Noire en aval de Boromo (août-septembre 1961) : devant les portées relativement faibles de notre produit sur les rivières de petites importances, nous avons décidé de refaire les essais sur un cours d'eau d'importance moyenne. Nous désirions savoir si le produit choisi avait une portée efficace comparable à celle obtenue dans les pays africains de langue anglaise. Nous choisîmes donc la Volta Noire dans la portion de son cours situé immédiatement en amont de celle où furent faits les épandages du Ghana (cf. carte II). Cette partie de la Volta présente en outre l'avantage d'être longée, sur sa rive gauche, à faible distance par une route.

Dans cette partie de son cours la rivière coule du Nord au Sud avec quelques grands méandres. Son lit majeur atteint 50 m de large. Elle n'a que peu d'affluents, tous secondaires, ne coulant qu'en saison des pluies et dont aucun, à cette période, ne contenait de gîte de *S. damnosum*. Sur les 42 km qui se trouvent en amont du pont routier d'Ouessa, trois gîtes importants furent repérés. Le dernier (S3) se trouve à moins de 4 km du pont routier. Les jaugeages furent faits par M. CALLÈDE, du Génie rural, au niveau du pont routier. Le produit utilisé fut le D. D. T. à 30 % de densité 0,968. La concentration fut toujours de 0,1 p. p. m. et l'épandage pratiqué pendant 30 mn au point marqué E sur la carte.

Les traitements eurent lieu les 5, 14, 23 et 31 août. La veille du premier épandage, une reconnaissance nous montra que le gîte S3 était très fourni en larves et nymphes. Le débit de la rivière était à cette époque de 27 m³/s, au dernier épandage ce débit était passé à 228 m³/s. Pendant tout ce temps les vitesses superficielles se situèrent entre 0,7 et 0,8 m/s dans les parties lentes du cours.

Le jour même du premier épandage la Volta fut descendue en bateau à moteur ; nous précédions ainsi le passage du larvicide et avons pu vérifier que les trois gîtes connus étaient occupés par de nombreuses larves et nymphes de *S. damnosum*. La veille du second traitement nous avons trouvé au gîte S3 de nombreuses dépouilles nymphales et une certaine quantité de jeunes larves (1^{er} à 3^e stade). Par la suite et pendant toute la durée des traitements aucun stade préimaginal ne fut trouvé sur cette partie de la rivière.

Il est donc certain que les traitements eurent un résultat sur un parcours d'au moins 42 km. Nous ne pouvions savoir jusqu'où en aval était descendu l'insecticide, cette partie aval ne présentant pas de gîtes à l'époque.

Conclusions :

Les essais de ces dernières années nous paraissent concluants. Le produit à base de D. D. T. est efficace à la dose relativement faible de 0,1 p. p. m. A cette dose il ne présente aucun risque pour la faune piscicole (1).

Du tableau I, des essais sur la Volta Noire et de ceux du Dahomey (QUELENNEC, *op. cit.*) il semble possible de déduire certaines règles concernant les rivières de notre région. Le parcours efficace du produit varie avec le volume de la rivière et, nous semble-t-il, avec la vitesse moyenne superficielle. Une rivière de plus de 20 m³/s de débit semble porter le produit sur des distances de plus de 42 km. Mais, même des rivières moins importantes comme la haute Comoé peuvent être traitées sur des distances comparables, pour autant que leur vitesse moyenne superficielle dépasse nettement les 0,70 m/s. Au-dessous de ces chiffres le produit ne

(1) En ce qui concerne les Arthropodes prédateurs de *Simulies* nous n'avions pas assez de données pour étudier leur sensibilité. En fait nous ne savons pas de façon précise quelles espèces se nourrissent normalement de larves de *Simuliidae* dans notre aire d'études. Tout ce que nous pouvons dire est qu'apparemment la sensibilité des autres Arthropodes aquatiques est malheureusement très proche de celle des larves de *S. damnosum*.

paraît pas parcourir des distances supérieures à une vingtaine de kilomètres maximum. La conclusion de QUELENNEC, qui émet l'hypothèse d'un effet cumulatif si les épandages sont pratiqués à une semaine d'intervalle nous paraît très intéressante. D'autant plus que les observations récentes faites ailleurs en Haute-Volta semblent indiquer que la durée de la vie larvaire chez *S. damnosum* est effectivement plus proche de 14 jours que de 8.

TABLEAU I.

DATE	DÉBIT KARFIGUELA	VIT. SUPERF. KARFIGUELA	DÉBIT SAMOGO-IRI	DÉBIT LOBI	P. P. IN. PAR RAPPORT A DÉBIT KARFIGUELA	P. P. IN. DANS LA LOBI
	(m ³ /s)	(m/s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)		
14 sept. 57...	9,41	0,84	1,89	0,8	0,5	0
déc. 59. ...	7,5	0,58			5	0
janv. 60. ...	1,4	0,4			1	0
déc. 61. ...	6,2	0,5	1,94	0,23	0,1	1

NOTES. — La concentration dans la Lobi est calculée par rapport au débit de cette dernière au point d'épandage.

Les jaugeages ont été faits en 1957, 1959 et 1950 par MM. FALABRÈGUES et DUBÉE, hydrologues de l'O. R. S. T. O. M.; en 1961 par M. CALLÈDE, du Génie rural de Haute-Volta.

Il est certain par contre que l'effet de l'épandage sur le pH de l'eau était dû à une autre cause.

Il ne semble pas enfin y avoir intérêt à utiliser des concentrations d'insecticide supérieures à 0,1 p. p. m., la portée du produit ni son efficacité n'en semblant améliorées.

II. ESSAIS EN LABORATOIRE.

Notre but était de disposer d'une méthode nous permettant de comparer l'efficacité de différents larvicides. Nous désirions surtout pouvoir suivre sur les larves l'effet des produits commerciaux tels qu'ils sont présentés. L'excipient, en effet, peut modifier l'action du produit toxique de base, soit par sa toxicité propre, soit par la façon dont il se met en suspension dans l'eau.

Les seuls essais avec du D. D. T. sur des larves de Simulies africaines dont nous ayons eu connaissance à l'époque étaient ceux publiés par MUIRHEAD-THOMPSON (1957). Cet auteur indique de façon très détaillée sa technique dans le premier de ses articles. Les larves sont récoltées avec leur support végétal, placées dans des récipients en verre assez hauts, où un mouvement d'eau est créé par une arrivée d'air. Cette méthode déjà utilisée par divers auteurs (cf. GRENIER, 1948), présente entre autres avantages celui d'amener une grande partie des larves à se fixer sur les parois de verre, là où le courant les frôle. Le support végétal est alors enlevé et on peut faire une sélection en enlevant toutes les larves que l'on ne désire pas utiliser. Les expériences étaient faites avec du D. D. T. technique dilué dans l'acétone. Les chiffres donnés dans les tables du second article montrent que l'acétone est très peu toxique aux doses employées. Les larves survivantes étaient comptées au bout de 24 et 48 h.

Ce mode opératoire nous paraissait présenter plusieurs inconvénients pour le but que nous nous étions fixé. Le choix de larves de même âge et approximativement de même taille nous paraît assez difficile à faire, le récipient devant être assez étroit et haut pour que le courant d'air vertical soit efficace. Il est aussi assez difficile de compter les larves soit pour obtenir au départ un nombre fixe de sujets à étudier, soit en cours d'épreuve pour dénombrer morts et vivants. Un autre inconvénient n'apparaît que lorsqu'on veut expérimenter avec un autre insecticide que le D. D. T. Il est des produits, ceux à base de malathion par exemple, provoquant un knock-down rapide qui, pour une partie des spécimens atteints, peut être suivi, en quelques heures, d'une complète guérison. Nous avons constaté ce phénomène tant sur certaines espèces de Poissons (ARNOULT et D'AUBENTON, 1959), que sur des larves de *Simuliidae*. L'observation en éprouvette verticale rend pratiquement impossible la séparation des larves mortes de celles simplement paralysées.

Il nous semble aussi difficile d'identifier à coup sûr, dans cette technique, les larves de *S. damnosum*. Le seul caractère aisé à reconnaître est la présence de tubercules dorsaux sur les segments abdominaux (GRENIER et OVAZZA, 1951; GRENIER et FÉRAUD, 1960). Nous ne sommes pas certains qu'il fut utilisé par MUIRHEAD-THOMPSON, d'une part parce qu'il n'en parla pas, d'autre part parce que ce caractère n'était pas considéré comme sûr par les auteurs anglo-saxons à l'époque (FREEMAN et DE MEILLON, 1953). Encore faut-il ajouter que ces tubercules ne sont bien apparents

qu'aux 6^e et 7^e stades, plus difficilement visibles (lorsqu'ils existent) au 5^e (GRENIER et FÉRAUD, 1960). Cette difficulté est importante dans notre région où les gîtes occupés par une seule espèce sont rares.

Enfin nous désirions suivre, heure par heure, l'évolution de la mortalité tant sur les larves en expérience que sur les témoins et, pour cela faciliter l'observation.

La technique que nous avons employée est la suivante. Nous devons une grande partie de cette méthode à J. ARNOULT qui nous a aidé à la mettre au point durant son séjour à Bobo-Dioulasso.

Les larves furent recueillies et transportées avec leur support dans des sacs de polyéthylène suivant la méthode adoptée pour les Poissons (ARNOULT et SPILLMANN, 1958), mais en ne laissant qu'une faible quantité d'eau au fond du sac. A l'arrivée au laboratoire une partie des sacs était mise au réfrigérateur, ce qui nous assurait une survie des larves pendant 48 h. Le reste était utilisé immédiatement. Pour cela nous avons repris une méthode signalée par WU (1931) et GRENIER (1948). Au lieu de bocaux ou d'éprouvettes nous utilisons des plateaux émaillés comme pour un élevage de Culicides. La quantité d'eau dans les plateaux était telle que la profondeur ne dépasse pas 15 mm. Cette très faible profondeur doit absolument être observée. Des essais avec une épaisseur d'eau plus grande nous ont montré que seules survivent alors les larves qui ont pu se fixer au niveau d'un ménisque joignant la surface du liquide aux rebords du plateau. L'eau employée était celle du gîte ramenée dans des bidons en plastique au fur et à mesure des besoins. Tant pour prolonger la survie des larves que pour voir si la présence d'un courant et une meilleure oxygénation modifiaient la réaction des Insectes aux produits employés, certains des essais furent faits avec adjonction d'un jet d'air. Cet air était fourni par des pompes Belbul et amené horizontalement sous la surface de l'eau par des pipettes effilées. Nous avons aussi cherché à savoir si la sensibilité des larves était modifiée par la présence de nourriture. Pour cela nous avons mis dans les bacs le filtrat d'un broyat de feuilles ou de salade, et fait aussi des essais avec de la levure, séchée ou non, et de la nourriture pour Poissons. Toutes nos expériences ont été conduites avec des expositions de 30 mn au larvicide. L'eau était mise dans les bacs après avoir été mesurée à la pipette graduée ; les larves étaient comptées une à une après avoir été enlevée de leur support avec une pince souple ; des essais préalables nous avaient montré que cette manipulation ne les endommage pas et que leur

survie est égale à celle des larves laissées sur leur support. Chaque plateau recevait 100 à 200 individus. Nous n'avons jamais voulu utiliser de jeunes larves de *S. damnosum* étant donné les difficultés d'identification. Ainsi qu'on le verra plus loin une série d'expériences parallèles nous a montré qu'il n'y avait que peu de différence de sensibilité entre *S. damnosum* d'une part et des larves de même stade de *S. medusaeforme hargreavesi* et de *S. cervicornutum* d'autre part. Aussi un gîte mixte abondant de ces deux dernières espèces existant à proximité de Bobo-Dioulasso une partie des essais fut pratiqué sur elles. Nous avons éprouvé certaines difficultés et certaines expériences furent troublées par une trop grande mortalité chez les témoins. Le premier écueil fut surmonté pendant la durée des expériences : il était dû à certaines nourritures. Il faut éviter toute nourriture se présentant en grains trop grossiers telle que la levure du commerce par exemple. Les larves ont tendance à enrober ces grains dans un réseau de fils de soie et finissent pas s'enrober elles-mêmes dans une gangue où elles meurent. Nous verrons plus loin que, surtout au cours des essais sans aération, il se produit une assez forte mortalité vers la 10^e h. Nous croyons en avoir trouvé la raison. Pour préciser dès maintenant tous les points concernant la méthode disons qu'il faut changer l'eau toutes les quatre heures le jour et toutes les huit heures la nuit. Enfin nous avons maintenu autant que possible une température de 25° afin de nous trouver dans des conditions d'élevages aussi comparables que possible.

A) Comparaisons entre les sensibilités au D. D. T. de larves de 6^e et 7^e stade de *S. damnosum* d'une part et d'un mélange de larves de même âge apparent de *S. medusaeforme hargreavesi* et de *S. cervicornutum* d'autre part.

Le gîte le plus proche de *S. damnosum* se trouve à 50 km de Bobo-Dioulasso. Il était donc intéressant de chercher si l'on pouvait remplacer cette espèce par une autre plus commune. Ne disposant à l'époque d'aucun moyen pour identifier facilement les larves d'espèces autres que *S. damnosum* avant la pré-nymphé, nous avons adopté la solution suivante : à 13 km du laboratoire se trouve un gîte où ne se rencontrent que deux espèces, *S. medusaeforme hargreavesi* et *S. cervicornutum*. Nous avons utilisé ce mélange d'espèces et choisi des pré-nymphes ou des larves de la taille immédiatement inférieure pour nos tests.

Les essais comparatifs sur les larves de *S. damnosum*, furent effectués auprès d'un gîte important, celui de la Comoé aux chutes de Karfiguela. La méthode était identique, les pompes Belbul

ordinaires étant remplacées par des pompes fonctionnant sur le courant d'une batterie.

Le tableau II montre les résultats des essais. L'observation de la 30^e mn est celle faite à la fin de l'exposition au produit. Ce produit était le D. D. T. liquide à 30 % utilisé pour les épandages. Dans chaque cas deux séries d'expériences furent faites l'une avec aération (colonnes « avec air ») et l'autre sans (colonnes « sans air »). Les doses utilisées étaient relativement fortes, de l'ordre de celles que nous avons adoptées dans nos premiers

TABLEAU II.

Sensibilité aux D. D. T. aux doses de 1 et 0,5 p. p. m.

Comparaison entre des larves de dernier stade de *S. damnosum* et un mélange de larves de dernier stade de *S. cervicornutum* et *S. medusaeforme hargreavesi*. Exposition de 30 mn, produit dilué dans l'eau, avec et sans aération.

		<i>S. medusaeforme hargreavesi</i> + <i>S. cervicornutum</i>				<i>S. damnosum</i>			
		D. D. T. à 1 p. p. m.		D. D. T. à 0,5 p. p. m.		D. D. T. à 1 p. p. m.		D. D. T. à 0,5 p. p. m.	
		avec air	sans air	avec air	sans air	avec ai	sans air	avec air	sans air
Nombre total de de larves.....		600	800	200	(1)	200	400	200	300
30'	morts...	3	7	2		0	6	0	1
	%.....	0,5	0,99	1		0	1,5	0	0,33
	corr. (%)	0,5	0,95	0,5		0	1,28	0	0 (2)
5 h	morts...	43	406	87		192	361	117	175
	%.....	7,16	50,8	43,5		96	90	58,5	58,33
	corr. (%)	6,6	49,6	42,7		95,5	87,5	55,4	50,5
24 h	morts...	597	800	199		200	400	200	200
	%.....	99,5	100	99,5		100	100	100	100
	corr. (%)	99,4	100	99,4		100	100	100	100

(1) Un accident de manipulation a entraîné une très grande mortalité dans tous les plateaux y compris les témoins.

(2) Il y a eu 3 % de morts chez les témoins peut-être par erreur de manipulation. La mortalité corrigée (% corr.) a été calculée suivant la formule d'Abbott.

épanrages. Des résultats il nous semble possible de tirer les conclusions suivantes :

Le barbotage d'air paraît utile et semble rapprocher l'expérience des conditions naturelles. Nous voyons en effet chez *S. medusaeforme hargreavesi* et *S. cervicornutum* la mortalité chez les témoins être retardée et même un certain nombre de larves en expérience survivre au-delà de 24 h après des expositions de 30 mn à des concentrations de 0,5 ou 1 p. p. m. Chez *S. damnosum* la mortalité est la même que l'essai, soit avec ou sans aération ; mais elle est plus précoce dans les épreuves « sans air ».

Il semble y avoir une sensibilité un peu moindre chez *S. medusaeforme hargreavesi* et *S. cervicornutum* que chez *S. damnosum*. Mais nous ne pouvons affirmer que ce résultat soit dû à la différence d'espèces. Les conditions, malgré tous nos efforts, n'étaient pas strictement identiques et dans les essais sur *S. damnosum* faits dans la nature, nous n'avons pu maintenir la température de l'eau dans des limites aussi strictes qu'au laboratoire. La mortalité des témoins, plus élevée, souligne ce point.

Nous pensons donc pouvoir dire qu'il y a peu de différence de sensibilité entre ces espèces. Dans des buts pratiques il est donc justifié d'utiliser *S. medusaeforme hargreavesi* et *S. cervicornutum*.

B) Essais sur *S. cervicornutum* et *S. medusaeforme hargreavesi* avec du D. D. T. aux concentrations de 0,25 et 0,1 p. p. m.

MUIRHEAD-THOMPSON (1957) a atteint dans ses expériences des concentrations très faibles en utilisant des dilutions de D. D. T. technique dans l'acétone. Une concentration de 0,005 p. p. m. avec une heure d'exposition lui donne encore une mortalité corrigée de 47 % à la 24^e h d'observation et de 82 % à la 48^e h. Avec le même temps d'exposition et une concentration de 0,01 p. p. m. il obtient 78 % de mortalité corrigée à la 24^e heure. Nos propres essais furent effectués à des doses sensiblement plus fortes pour les raisons suivantes :

a) Nos épreuves avaient un but essentiellement pratique et visaient à connaître non l'efficacité du D. D. T. technique mais celle du produit que nous voulions utiliser dans des conditions aussi proches que possible que celles des épanrages.

b) Nous craignions les doses trop faibles pour lesquelles les pertes par adsorption sur les rives et la végétation risquaient d'être proportionnellement trop importantes.

c) Nos épanrages avaient toujours été réalisés avec des temps de passage de 30 mn, nous tenions donc à pouvoir comparer des

temps d'exposition du même ordre. Or des épreuves, tant sur *Simulies* que sur larves de *Culicidés* (grâce à l'obligeance de notre collègue J. HAMON), faits à cette époque nous avaient montré que l'augmentation du temps d'exposition faisait augmenter plus vite la mortalité que ne le faisait l'accroissement de la dose.

Les planches I et II permettent de comparer les courbes de mortalité de larves soumises à des doses de 0,25 et 0,1 p. p. m. et celles de leurs témoins. Une modification technique fut introduite par rapport aux essais précédents. Afin d'être certain d'obtenir une dilution plus régulière à ces concentrations, les dilutions furent faites dans l'alcool à 95°. Des essais préalables nous ont montré que l'exposition de larves durant 30 mn aux doses d'alcool utilisées n'entraînaient aucune mortalité. Nous devons ajouter que des expériences postérieures nous ont montré que nous aurions pu utiliser la dilution dans l'eau sans différence appréciable dans les résultats. Ici aussi les essais furent effectués avec et sans barbotage d'air.

Les courbes de mortalité des témoins montrent une nette différence de mortalité suivant que l'on utilise ou non les pompes Belbul. Non seulement la courbe de mortalité des bacs non aérés atteint et parfois dépasse les 20 % chez les témoins au bout de 24 h, mais la forme de la courbe est différente. Dans les plateaux disposant d'une aération (courbes *a'* des fig. I et II), après une montée lente on voit la mortalité s'accroître après la 10^e heure ; la courbe change de pente à ce moment mais sans ressaut brusque. Par contre, dans les bacs sans aération (courbes *b'* des fig. I et II), la courbe affecte la forme de marches d'escalier. Après un premier accès de mortalité durant la 1^{re} h la courbe devient plus ou moins parallèle aux courbes *a'* mais à un niveau plus élevé. A la 10^e h un net ressaut marque la mort rapide d'une certaine quantité de larves. Après cet accident la mortalité prend une pente un peu plus accentuée que celle des témoins disposant d'une aération. Dans le cas de la figure I, cet accès de mortalité ayant ramené les pourcentages de décès au-dessus de 20 %, nous avons arrêté à ce niveau la courbe *b* qui représente la mortalité chez les larves en expériences. Dans le cas de la figure II où l'expérience a pu être prolongée jusqu'à la 20^e h nous voyons le même ressaut se produire chez les larves expérimentées sans barbotage d'air (courbe *b* de la fig. II). Nous pensons donc que cette mortalité de la 20^e heure est due aux conditions de l'expérience. Des mesures nous ont montré qu'il se produit, entre la 9^e et la 10^e h, une augmentation du pH beaucoup plus marqué lorsqu'il n'y a pas de

barbotage d'air. Nous référant à des expériences antérieures (sur des larves de *Culex* en Éthiopie) nous pensons qu'il est possible que ce phénomène corresponde à une pullulation de bactéries Gram négatif et anaérobies (cf. OVAZZA, HAMON et NÉRI, 1956).

Nous avons depuis fait des essais systématiques de survie en changeant l'eau des bacs toutes les quatre heures. La courbe de

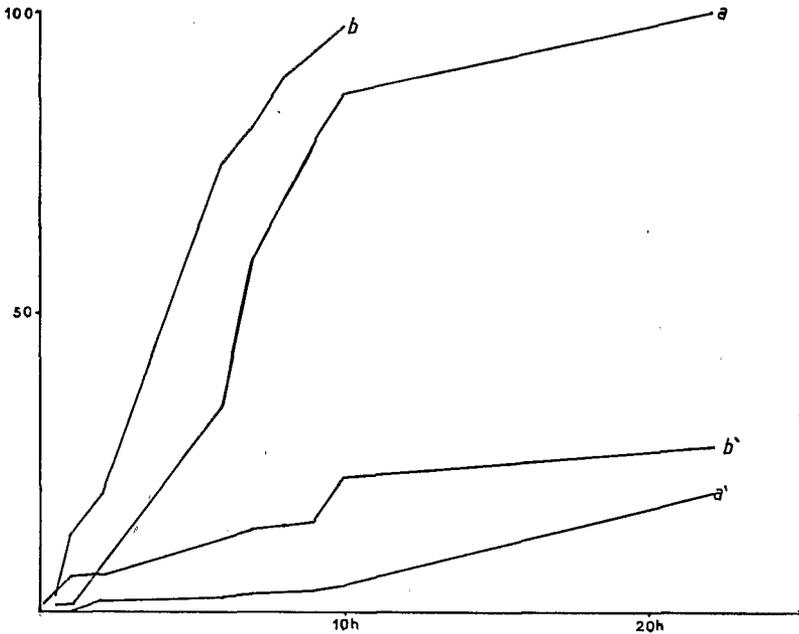


FIG. 1. — Sensibilité au D. D. T. des larves de *S. medusaeforme hargreavesi* et *S. cervicornutum* aux doses de 0,25 p. p. m. ; exposition de 30 mn, dilution dans l'alcool à 95°.

% de mortalité en ordonnées ; heure en abscisse ; a : essai avec aération par pompe Belbul ; b : essai sans aération ; a' : témoin avec aération ; b' : témoin sans aération.

NOTE : L'observation de l'essai sans aération a été arrêtée lorsque le témoin a présenté une mortalité supérieure à 22 %.

la figure III montre les résultats en adoptant cette méthode et en maintenant en même temps une aération permanente (essais en laboratoire sur des larves de 6^e et 7^e stades de *S. damnosum*). Nous voyons que dans ces conditions nous obtenons une courbe d'allure très régulière. La mortalité ne débute qu'à la 7^e h, n'atteint les 10% que vers la 32^e h, les 20 % après la 36^e h. Le premier changement de pente indiquant un accroissement du rythme de

mortalité ne se produit pas avant la 27^e h. On peut donc dans ces conditions pratiquer des tests de sensibilité valables jusqu'à ce moment et, à la rigueur jusqu'à la 35^e h. Il est donc probable qu'une nourriture mieux étudiée nous permettra d'améliorer encore les conditions.

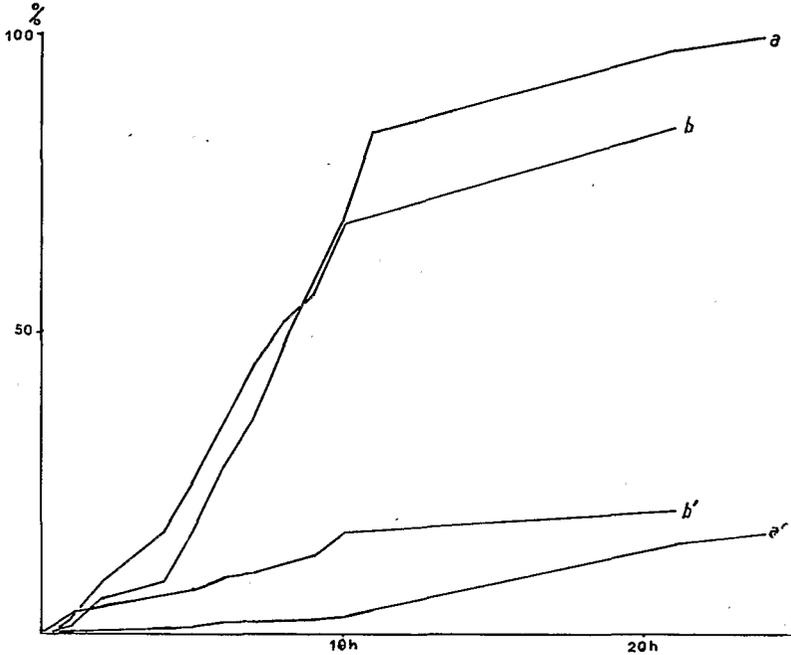


FIG. 2. — Sensibilité au D. D. T. des larves de *S. medusaeforme hargreavesi* et *S. cervicornutum* à la dose de 0,1 p. p. m. ; exposition de 30 mn ; dilution dans l'alcool à 95°.

% de mortalité en ordonnées ; heures en abscisse ; a : essai avec aération par pompe Belbul ; b : essai sans aération ; a' : témoin avec aération ; b' : témoin sans aération.

NOTE : L'observation de l'essai sans aération a été arrêtée à la 21^e heure ; le résultat de la 24^e heure est considéré comme non valable la mortalité chez le témoin atteignant à ce moment 23 %.

Les courbes a et b des figures I et II sont celles des tests. Elles montrent toutes une montée rapide suivie d'un palier plus lent. Dans tous les cas cette mortalité rapide atteint son maximum en une dizaine d'heures. Le reste de la courbe étant pratiquement parallèle à la courbe des témoins il demeure possible que seule la première partie corresponde à l'effet du larvicide. Ceci cepen-

dant nous paraît douteux pour plusieurs raisons. La première est que nous nous trouvons à des concentrations bien plus élevées que celles utilisées par MUIRHEAD-THOMPSON. De plus, ainsi qu'on l'a vu à propos des épandages sur la Volta Noire la dose de 0,1 p. p. m. est parfaitement efficace dans la nature. Enfin nos courbes n'enregistrent que les morts. Or les larves survivantes après la 10^e h sont en réalité très atteintes, paralysées, de couleur

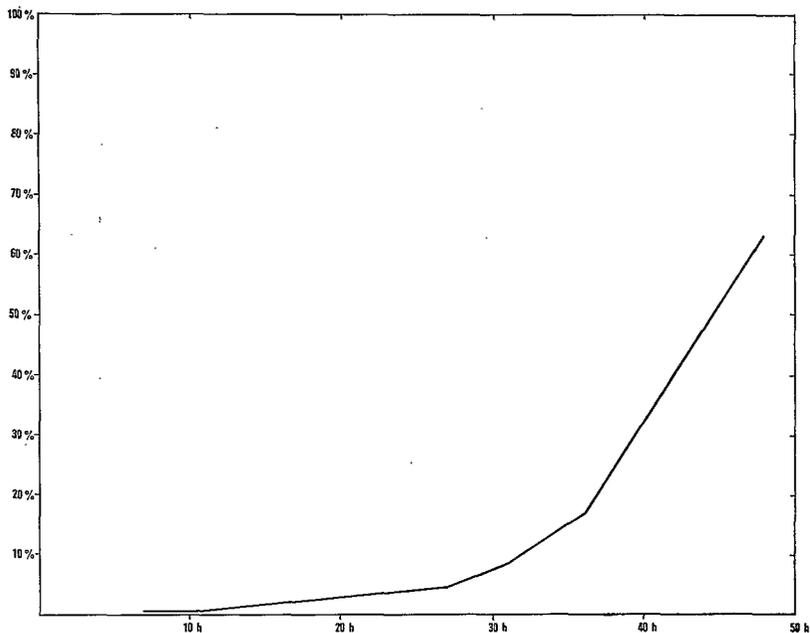


FIG. 3. — Mortalité de larves de 6^e et 7^e stade de *S. damnosum* dans un plateau avec aération et dont l'eau est changée toutes les 4 heures.

% de mortalité en ordonnées ; heures en abscisse.

vineuse, généralement détachées du support. Au contraire pendant la même période, les survivantes sont chez les témoins actives et en bonne santé apparente. Il n'en reste pas moins que la mortalité la plus importante semble se produire dans les premières heures suivant l'exposition au larvicide.

Une dernière remarque s'impose. Dans la figure II (essais à 0,1 p. p. m.) la mortalité paraît moindre chez les larves de l'expérience sans aération (courbe *b*) que chez celles de l'expérience avec barbotage d'air (courbe *a*). Nous n'avons trouvé aucune

explication à ce phénomène. Peut-être simplement le mélange s'est-il mal fait à une concentration aussi faible ; dans ce cas il aurait pu être plus uniforme et régulier dans les plateaux agités par un courant d'air.

Discussion et conclusion.

Cette méthode d'essais paraît surtout présenter les avantages suivants : permettre de faire un choix des spécimens et d'opérer sur un nombre déterminé de larves ; permettre l'observation continue ainsi qu'un dénombrement aisé des larves paralysées, mortes et vivantes.

Avec la modification indiquée plus haut dans la méthode on peut, semble-t-il, maintenir l'observation pendant au moins 27 h et même à la rigueur 36 h. Ceci est sans conteste inférieur à la durée d'observation que semble permettre la méthode de MUIRHEAD-THOMPSON mais nous pensons qu'une étude de la nourriture doit permettre d'obtenir des résultats comparables.

A un tout autre point de vue nous ne pensons pas que l'on puisse tirer de ce genre d'expérience des conclusions pratiques directement applicables en ce qui concerne les doses à utiliser. En tout cas pas dans la mesure où les tests de sensibilité sur *Culicidae* adultes le permettent. En effet, dans le cas des *Simuliidae* les conditions sont trop différentes de celles des épandages en rivière. Il n'y a pas d'écoulement d'eau, les parois et l'environnement sont différents. Nous ne pouvons reproduire les phénomènes de perte de produit par dépôt et adsorption. Ainsi que nous l'avons indiqué à propos des épandages, le larvicide passe généralement de façon irrégulière, par vagues dans les zones de rapides. Il n'est donc nullement certain qu'une DL 50 déterminée au laboratoire corresponde à quoi que ce soit de réel sur le terrain.

L'intérêt de tels essais nous paraît surtout être de permettre de déterminer dans une certaine mesure la sensibilité relative des larves à différents produits.

(Section Onchocercose de l'O. C. C. G. E.
et Office de la Recherche Scientifique
et Technique Outre-Mer.)

BIBLIOGRAPHIE

- ARNOULT, J. et d'AUBENTON, F. — Compte rendu d'une mission hydrobiologique en Afrique occidentale relative à la destruction des gîtes larvaires de *S. damnosum*, vecteur de l'Onchocercose *Méd. Trop.*, 1960, v. 20, n° 5, p. 607-612.
- ARNOULT, J. et SPILLMANN, J. — Sur quelques techniques actuelles facilitant le confinement et le transport d'animaux aquatiques vivants. *Bull. Mus.*, 1958, 2^e sér., v. 30, n° 4, p. 386-392.
- d'AUBENTON, F. et BLANC, M. — Nouveaux essais d'insecticides concernant la lutte contre l'Onchocercose. *Méd. Trop.*, 1959, v. 19, n° 2, p. 217-221.
- BLANC, M. et d'AUBENTON, F. — Observations préliminaires à une campagne contre l'Onchocercose. Actions de quelques insecticides sur les poissons. *Méd. Trop.*, 1956, v. 16, n° 1, p. 96-100.
- BLANC, M. — Compte rendu sommaire d'une mission Hydrobiologique en Haute-Volta (fév.-mars 1956). *Méd. Trop.*, 1956, v. 16, n° 3.
- BLANC, M., d'AUBENTON, F., OVAZZA, M. et VALADE, M. — Recherches sur la prophylaxie de l'Onchocercose en A. O. F. I. Études hydrobiologiques de la Bougouri-Ba, essais de désinsectisation. *Bull. IFAN*, 1958, sér. A, t. 20, n° 2, p. 634-668.
- FREEMAN, P. et DE MEILLON, B. — *Simuliidae* of the Ethiopian Region. *Brit. Mus., London*, 1953.
- GRENIER, P. — Contribution à l'étude biologique des Simuliides de France. *Physiol. Compar. et Écol.*, 1948, v. 1, p. 163-330.
- GRENIER, P. et FÉRAUD, L. — Les larves à tuberculés dorsaux chez les Simulies (*S. damnosum* Theo., *S. varicorne* Edw., *S. maculatum* Meig.). *Bull. Soc. Path. exot.*, 1960, v. 53, n° 2, p. 332-338.
- GRENIER, P. et FÉRAUD, L. — Étude biométrique et morphologique de la croissance larvaire chez *Simulium damnosum* Theobald. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1960, v. 53, n° 3, p. 563-581.
- GRENIER, P. et OVAZZA, M. — Simulies du Moyen-Congo. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1951, v. 44, n° 3/4, p. 222-234.
- MUIRHEAD-THOMPSON, R. C. — Laboratory studies on the reactions of *Simulium* larvae to insecticides. I. A laboratory method for studying the effects of insecticides on *Simulium* larva. *Amer. J. Trop. Med. Hyg.*, 1957, v. 16, n° 5, p. 920-925.
- MUIRHEAD-THOMPSON, R. C. — Laboratory studies on the reactions of *Simulium damnosum* larvae to D.D.T. *Amer. J. Trop. Med. Hyg.*, 1957, v. 16, n° 5, p. 926-932.
- OVAZZA, M., HAMON, J. et NERI, P. — Contribution à l'étude des Diptères vulnérants de l'Empire d'Éthiopie. I. *Culicidae*. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1956, v. 49, n° 1, p. 151-182.
- QUELENNEC, G. — Essais de portée de deux produits insecticides utilisés contre les larves de *Simulium damnosum* dans une rivière du Nord Dahomey [sous presse].
- WU, Yi-Fang (1931). — A contribution to the biology of *Simulium*. *Pap. Mich. Acad. Sc. Arts Letters*, 13, p. 543-599.