

CONTROLE BIOLOGIQUE

D'Aedes Aegypti ET Aedes Polynesiensis

AVEC LE COPEPODE PREDATEUR Mesocyclops aspericornis

RAPPORT FINAL D'ACTIVITE

PROJET O.M.S./TDR/ T16/181/V2/98 N° 850 343

Y.SECHAN et F.LARDEUX

FEVRIER 1987

PART IV : RAPPORT D'ACTIVITE

PLAN DU RAPPORT

INTRODUCTION

1. GENERALITES

1.1. Le Milieu

1.1.1. Géomorphologie

1.1.2. Gîtes à *Aedes*

1.1.3. Choix des lieux d'étude et d'expérimentation

1.2. Lutte biologique

2. BIOECOLOGIE DE MESOCYCLOPS ASPERICORNIS

2.1. Répartition naturelle et faune associée dans les terriers du crabe terrestre.

2.2. Cycle biologique de développement : facteurs nutritionnels.

3. TRAITEMENTS EXPERIMENTAUX A GRANDE ECHELLE

3.1. Méthodes de transport des Cyclops

3.2. Techniques d'introduction de *M. aspericornis* dans les gîtes à *Aedes*.

3.3. Efficacité et rémanence des traitements

3.3.1. Contrôle des terriers réellement traités.

3.3.2. Réduction des densités préimaginales d'*Aedes*, rémanence du traitement et conditions physico-chimiques de réussite.

3.3.2. 1 - Motu Vaimate

3.3.2. 2 - Motu Tereia

3.3.3. Réduction des densités des populations d'*Aedes* adultes agressifs.

3.3.3. 1 - Motu Vaimate

3.3.3. 2 - Motu Tereia

4. DIFFICULTES RENCONTREES A L'AVANCEMENT DU PROJET - PERSPECTIVES.

4.1. Choix des zones d'étude

4.2. Production de masse de *M. aspericornis*

4.3. Résistance de *M. aspericornis* à la salinité et la dessiccation

4.4. Importance des pesticides pour la survie de *M. aspericornis*

CONCLUSION

PART IV. RAPPORT D'ACTIVITE

INTRODUCTION

Mesocyclops aspericornis (Daday) est une espèce de Copépode *Cyclopidae* dulçaquicole endémique en Polynésie Française.

Depuis 1979 son rôle comme agent prédateur des larves d'*Aedes* du sous genre *Stegomyia* a été mis en évidence par les entomologistes de l'Institut Malardé de Tahiti (Rivière et Thirel, 1981). Les observations faites à partir de gîtes artificiels divers mais de taille assez limitée, ont fait apparaître que cette action prédatrice était spectaculaire, non seulement par son efficacité dans la disparition des larves d'*Aedes* mais aussi par sa très grande rémanence (Rivière et al., 1985 à

Après l'introduction artificielle de ce Copépode dans un gîte, il se multiplie par la suite spontanément et indéfiniment.

En Polynésie, les *Aedes* (*A. polynesiensis* et *A. aegypti*) sont vecteurs de dengue ou de filariose lymphatique, deux affections qui représentent d'importants problèmes de Santé Publique. Devant les résultats très prometteurs des études préliminaires concernant l'action prédatrice de *Mesocyclops aspericornis* sur les larves d'*Aedes*, il était donc naturel de passer à des études sur le terrain et à grande échelle. Le but étant de vérifier la possibilité d'utilisation de ce *Cyclopidae* comme agent de lutte biologique contre les *Aedes*. L'intérêt de cette étude est rehaussé par le fait que la lutte chimique par insecticide est impensable dans les conditions locales (grande dispersion des gîtes et pouvoir polluant des produits particulièrement redoutés dans les écosystèmes insulaires très fragiles).

Ces études de terrain furent entreprises en particulier grâce aux crédits OMS-TDR (n° 840 361 et 850 343)

Le présent rapport expose les résultats concernant :

1 - La bioécologie de *Mesocyclops aspericornis*, en particulier :

- Sa répartition naturelle dans une île caractéristique (Huahine)
- Son cycle biologique de développement et les facteurs nutritionnels d'influence, dans le but d'une production artificielle intensive.

2 - Les traitements expérimentaux à grande échelle des gîtes à *Aedes* sur deux îlots isolés de l'atoll de Rangiroa (le Motu de Vaimate et celui de Tereia). Les points suivants ont été particulièrement étudiés :

- Les méthodes de transport des Cyclops sur les lieux de traitement.
- Les techniques d'inoculation des Cyclops dans les gîtes à *Aedes*.
- L'efficacité et la rémanence des traitements.

1 - GENERALITES

1.1. Le milieu

1.1.1. Géomorphologie

Les îles composant les archipels de la Polynésie sont géomorphologiquement classées en deux grands groupes :

a) Les îles hautes, montagneuses, formées par les cônes des volcans émergés plus ou moins érodés.

b) Les îles basses ou atolls, formées par une suite d'îlots (ou motu), disposés en couronne d'un lagon central. Les terres sont le résultat de l'accumulation de matières sédimentaires coralliennes ou coquillières disposées sur la partie interne du récif barrière qui s'est formé sur le sommet d'un volcan submergé.

Dans l'archipel de la Société, les îles du groupe Nord Ouest (Iles sous le vent) ont la particularité de réunir les deux aspects géomorphologiques; l'île principale composée par les massifs d'un système volcanique érodé étant situé au centre d'un grand lagon. Sur le récif barrière, une ceinture d'îlots bas ou "motu" forme une structure très voisine de celles d'un atoll.

1.1.2. Gîtes à *Aedes*

Sur les îles hautes les gîtes larvaires de *A. polyne-siensis* sont constitués par des petits récipients naturels (noix de coco, trou d'arbre, trou de rocher, spatte de fleur de cocotier, terriers de crabe terrestre), et par des gîtes artificiels divers susceptibles de recueillir et conserver de l'eau de pluie (Belkin, 1962) et dans lesquels se développe aussi *A. aegypti*.

Sur les atolls lorsque ceux-ci sont exploités, (culture du coprah), les seuls gîtes larvaires réellement productifs sont constitués par les chambres profondes des terriers des crabes terrestres. Tout au long de l'année, l'évaporation sur de telles îles est en effet, beaucoup plus importante que les précipitations et de ce fait l'assèchement fréquent et trop rapide des autres gîtes naturels ou artificiels (trous d'arbre, spatte de fleur de cocotier et noix de coco), ne permet pas un cycle complet du développement préimaginal des moustiques (Rivière et al., 1983).

1.1.3. Choix des lieux d'étude et d'expérimentation (figure 1)

La répartition naturelle de *M. aspericornis* a été étudiée sur l'île de Huahine (archipel de la Société) qui a l'avantage de présenter localement tous les aspects géomorphologiques d'une île haute et d'une île corallienne basse.

Les traitements expérimentaux des gîtes à *Aedes* ont été effectués sur deux îlots de l'atoll de Rangiroa (archipel des Tuamotu)(figure 2) en raison des facilités d'accès à partir de Tahiti, de la présence d'îlots isolés (afin d'éviter la recolonisation par des moustiques provenant des zones non traitées) sur lesquels existent d'importantes densités d'*Aedes* et des possibilités de démonstration des techniques de traitements biologiques auprès des populations locales.

1.2. Lutte biologique

De nombreux prédateurs de larves d'*Aedes* vecteurs ont été testés depuis 1975 en Polynésie Française, dans un but d'utilisation pour des campagnes de lutte biologique : *Toxorhynchites amboinensis* (Rivière, 1977; Rivière et Pichon, 1978; Rivière et al., 1979), *Anisops tahitiense*, *Anax guttatus*, *Pentala flavescens*, *Poelicia reticulata* (Rivière et al., 1981) ainsi que *Mesocyclops aspericornis* (Rivière et al., 1980;

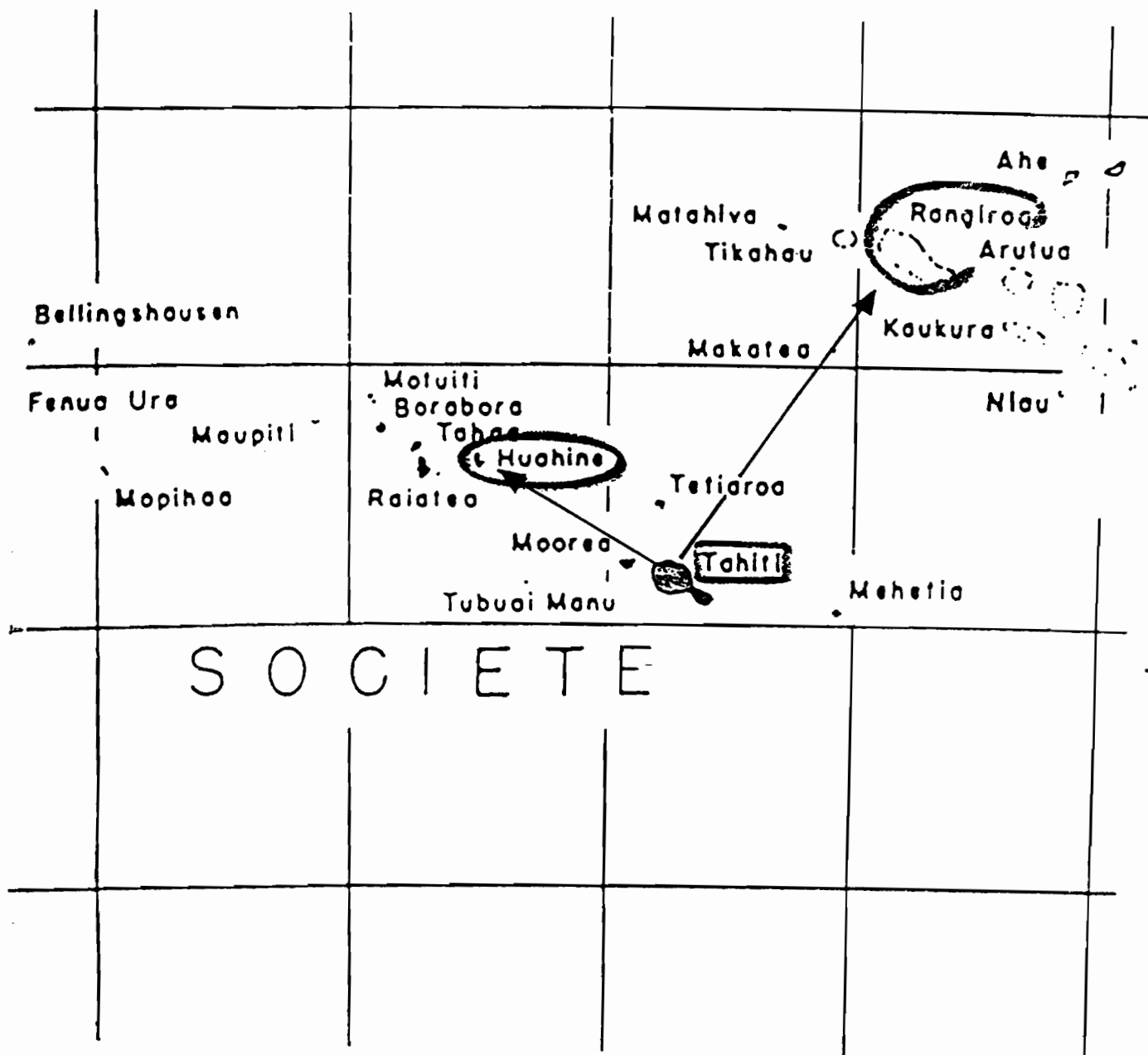


FIG. 1 - SITUATION DES LIEUX D'ETUDE

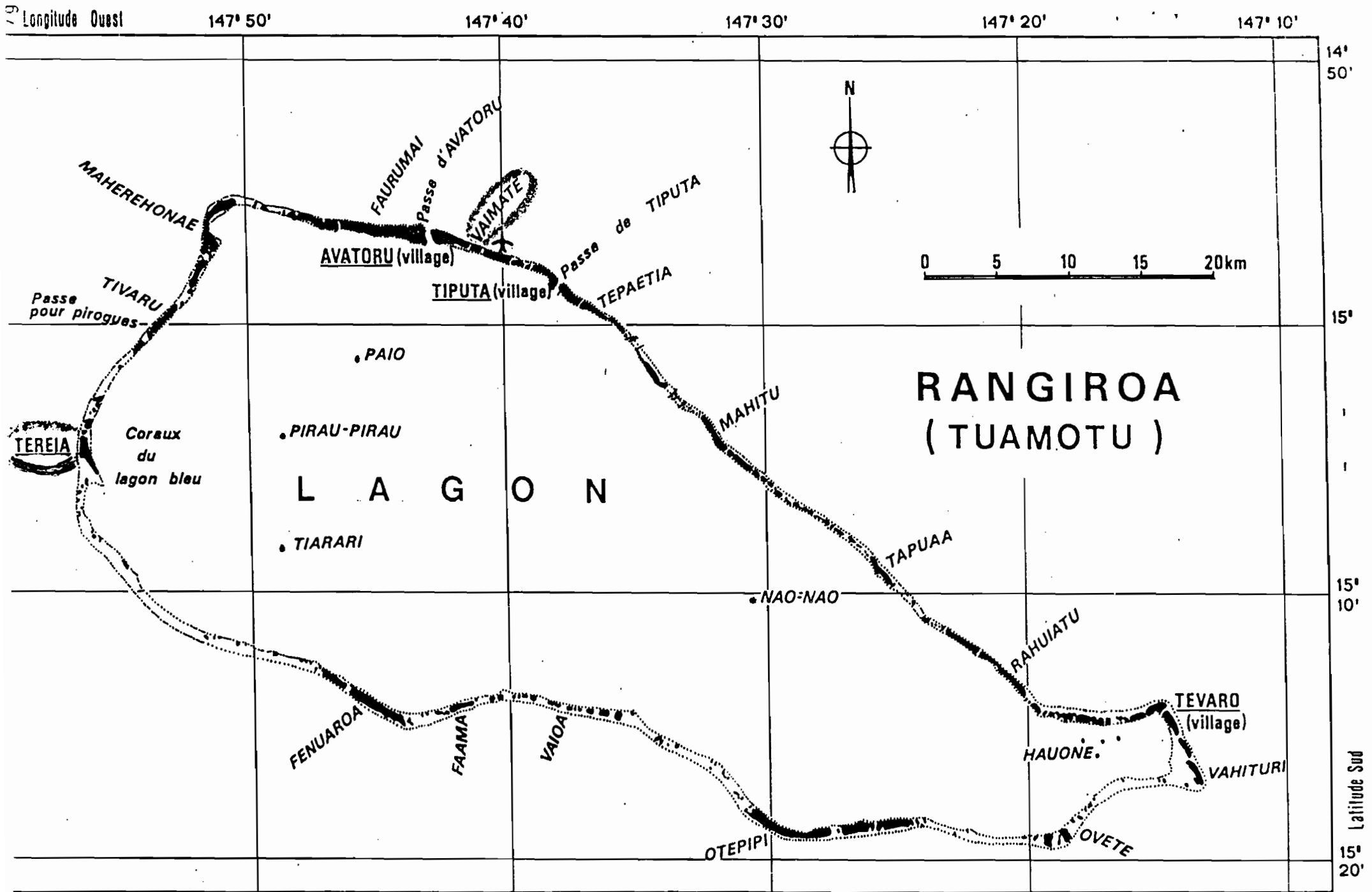


FIG. 2 ← SITUATION DES 2 "MOTU" VAIMATE, TEREIA ETUDIÉS A RANGIROA.

Rivière et Thirel, 1981). Il s'est avéré que les prédateurs les plus efficaces sont :

- Le poisson larvivoire *Poecilia reticulata* dans les gîtes à grand volume (mares, puits, drums etc...).
- *Mesocyclops aspericornis* dans les gîtes dont le volume est trop faible pour la survie de *P. reticulata*, voire non viable. En particulier, les terriers du crabe terrestre *Cardisoma carnifex*, qui représentent la part la plus importante des gîtes à *A. polynesiensis* sont susceptibles d'être colonisés par ce Copépode. (Rivière et al. 1985 a, b).

2 - BIOECOLOGIE DE MESOCYCLOPS ASPERICORNIS

2.1. Répartition naturelle et faune associée dans les terriers du crabe terrestre.

A Huahine, 6 transects de 3 m de large ont été effectués (figure 3).

- 3 sur l'île haute : du pied de la montagne jusqu'au bord du lagon
- 3 sur le "Motu" vis à vis du bord du lagon jusqu'au récif frangeant l'océan

A l'intérieur des périmètres définis pour chacun des transects, le nombre des terriers a été compté et l'analyse physico-chimique de l'eau effectuée sur un échantillon de trous.

La totalité de l'eau de la chambre inondée des terriers analysés a été syphonée à l'aide d'une pompe à main et la faune totale de chaque gîte a été recueillie par filtration du liquide, à l'aide d'un filet à plancton (maille de 0,5 mm), récupérée et conservée dans de l'alcool à 70°, puis déterminée et comptée au laboratoire. Sur le terrain, les paramètres physico-chimiques de l'eau des terriers ont été mesurés (pH, température, conductivité, salinité), à l'aide d'appareils portatifs (AQUADATA). Le volume de l'eau de chaque terrier a été également enregistré.

Les densités de trous de crabe sont équivalentes quelque soit leur situation (plaine côtière ou "Motu") : 0,5 à 1,1 terrier /m².

L'eau des terriers des îlots coralliens est sensiblement plus alcaline que celle observée côté "île haute" (pH = 7,42 contre 6,98).

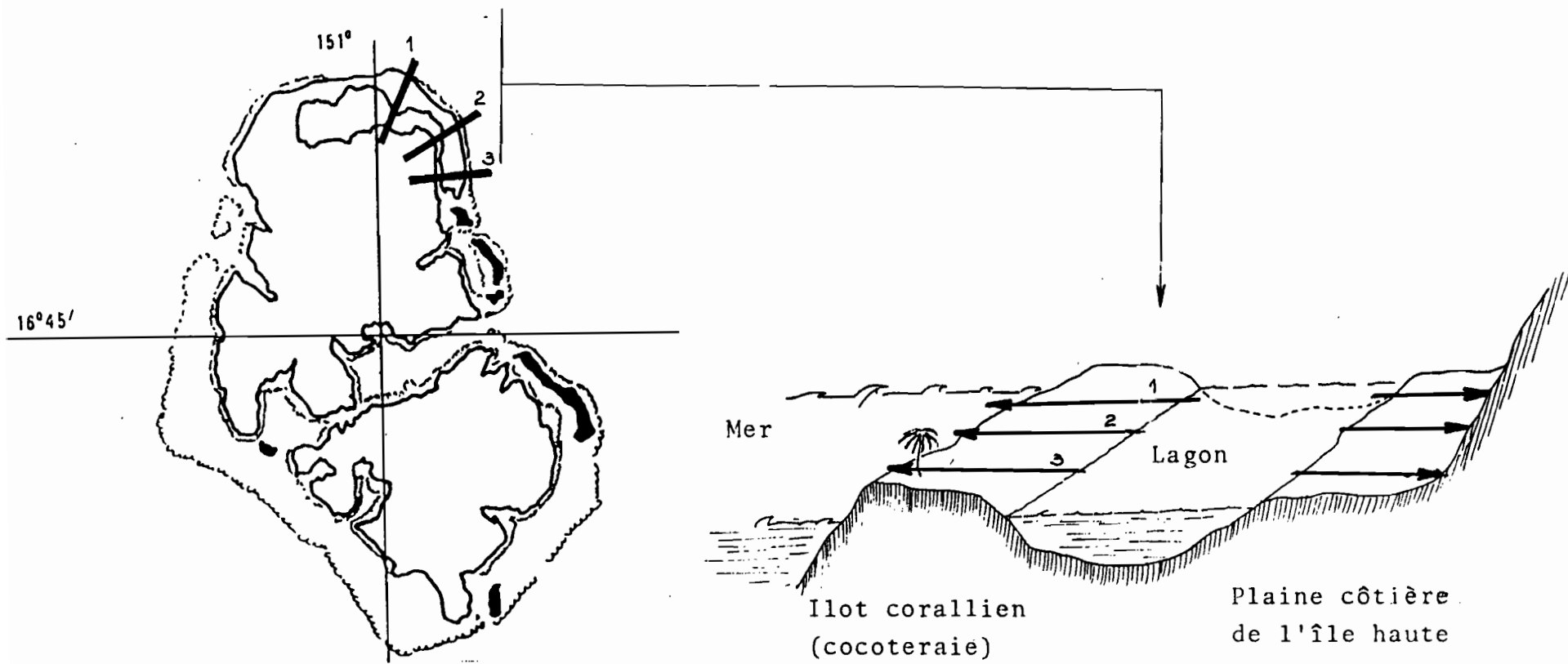


FIG. 3 - SITUATION DES 3 TRANSECTS EFFECTUES A HUAHINE.

Les valeurs moyennes : volume d'eau des terriers, salinité et température de l'eau restent comparables entre le "Motu" et l'île haute; ces valeurs varient respectivement dans les intervalles suivants : 516 à 2 636 ml; 27,2 à 31,3° C et 0,53 à 2,32 o/oo de salinité.

Cependant, les terriers de crabe situés sur le "Motu" sont généralement plus "en eau" que les terriers de l'île haute : 45 % contre 32 %.

- Sur la plaine côtière, les terriers en eau contiennent très rarement des larves de *Aedes polynesiensis* (6 % des cas), ou de *Culex quinquefasciatus* (4 % des trous). Ces terriers sont par contre fréquentés par le copépode *Cyclopidae Mesocyclops aspericornis* (40 % des terriers en eau). Les captures sur appâts humains montrent, côté montagne; un taux moyen d'agressivité de 10,2 femelles d'*A. polynesiensis* par heure et par homme.

- Sur le "Motu", les résultats enregistrés sont très différents : 48 % des terriers en eau hébergent des larves d'*A. polynesiensis* et 2 % des *C. quinquefasciatus*. Seulement 3 terriers (5 %) contenaient naturellement *M. aspericornis*. Notons que ces 3 terriers, situés dans le périmètre d'une zone de culture de pastèque, les copépodes ont pu être inoculés dans ces trous au cours de l'une des opérations d'arrosage avec l'eau prélevée dans une rivière côté montagne. Contrairement aux captures effectuées sur la plaine côtière de la grande île, le nombre moyen de moustiques récolté sur appât humain est nettement plus important : 154 *A. polynesiensis*/heure/homme.

L'ensemble de ces résultats sont exposés dans le tableau 1.

LIEU Nombre moyen de <i>Ae. poly-</i> <i>nesiensis</i> /homme/heure	TRANSECT N°	DENSITE des ter- riers de crabes (nombre/ m ²)	NOMBRE de ter- riers analysés	NOMBRE de ter- riers en eau	FAUNE : Nombre de terriers positifs			ANALYSE CHIMIQUE: moyenne (écart-type)			
					pour <i>Ae.</i> <i>poly-</i> <i>nesiensis</i>	pour <i>Culex sp.</i>	pour <i>M.</i> <i>asperi-</i> <i>cornis</i>	pH	Température °C (écart- type)	5°/∞	Volun ml
PLAINE COTIERE (10,2 AP/ H/Heure	1	0,85	20	12	1	0	3	6,98 (0,2)	31,3 (1,8)	2,32 (1,3)	532 (412)
	2	1,08	30	22	1	1	7	-	29,2 (-)	1,04 (0,77)	861 (1049)
	3	0,48	17	14	1	1	9	-	27,4 (0,7)	0,53 (0,23)	2639 (3996)
<u>MOTU</u> (îlot coral- lien) (154 AP/Homme /Heure	1	0,51	30	7	1	0	0	7,42 (0,22)	27,2 (0,5)	0,78 (0,19)	750 (482)
	2	0,84	85	37	17	0	0	-	29,1 (0,6)	1,73 (1,10)	1108 (788)
	3	1,01	24	19	12	1	3	-	29,9 (-)	0,81 (0,16)	516 (397)

TABLEAU N°1 : ANALYSES PHYSICO CHIMIQUE ET FAUNISTIQUE DE L'EAU DES TERRIERS
DU CRABE TERRESTRE *CARDISOMA CARNIFEX* SELON 3 TRANSECTS
MONTAGNE OCEAN A HUAHINE (SEPTEMBRE 1985).

En fonction de leur localisation, les terriers du crabe terrestre *Cardisoma carnifex*, constituent des gîtes larvaires importants pour les moustiques. Quelle que soit leur situation (îlot bas corallien ou "Motu" des îles hautes), le crabe creuse son terrier jusqu'à la nappe phréatique d'eau douce et la faune qui colonise cette eau est constituée uniquement de larves de moustiques (*A. polynesiensis*, *C. quinquefasciatus*, *C. roseni*), et par un ostracode (*Cyprretta globulus*). Le long des plaines côtières des îles hautes, les trous de crabe possèdent par contre une faune associée beaucoup plus pauvre en moustiques, mais plus riche en ce qui concerne la fréquence de la présence du *Cyclopidae* prédateur *M. aspericornis*.

Les mesures physico-chimiques de l'eau des terriers ne montrant pas de différences significatives, nous attribuons la pauvreté relative de la faune culicidienne, sur la plaine côtière, à la présence du prédateur *M. aspericornis*.

Comme nous l'avons démontré au cours de nos travaux précédents, *M. aspericornis*, est un habitant des flaques des rivières et des marécages d'eau douce lors de leur débordement après de fortes précipitations. Le copépode peut alors être introduit naturellement dans les terriers des crabes situés dans la zone périphérique. Malgré cette possibilité de colonisation naturelle des terriers par *M. aspericornis*, celle-ci reste ponctuelle dans l'espace et trop limitée pour contrôler efficacement les populations de moustiques : L'introduction artificielle du Copépode est donc nécessaire.

2.2. Cycle biologique de développement : facteurs nutritionnels

La mise en place d'un plan de lutte biologique efficace par *M. aspericornis* contre les *Aedes* vecteurs passe nécessairement, dans un premier temps, par la production massive des Copépodes en vue d'une première inoculation générale des gîtes. Cette phase

de production de masse de *M. aspericornis* nécessite la maîtrise des facteurs de croissance du Copépode afin de pouvoir obtenir le maximum de cycles de reproduction en un minimum de temps. Une première approche de ce phénomène a été étudiée par le biais des conditions de nutrition dont l'influence sur la durée du cycle biologique est connu pour d'autres espèces (DEFAYE, 1984).

Ayant remarqué que dans la nature, *M. aspericornis* se développe très bien dans les gîtes larvaires des *Aedes* qui contiennent beaucoup de feuilles mortes et de débris végétaux, nous avons comparé le cycle biologique des copépodes placés soit dans ce milieu naturel d'élevage soit dans un milieu artificiel constitué d'une solution d'algues vertes (chlorelles), de levure, de rotifères et d'un aliment protéique. Ce milieu artificiel a été synthétisé à la suite d'observations effectuées dans les bassins de culture de chevrettes où l'eau d'élevage présente des caractéristiques proches de ce milieu et où on constate des densités toujours importantes de Copépodes.

La durée du cycle biologique de *M. aspericornis*, qui s'exprime par les cycles de reproduction, a été suivie dans des boîtes de pétri. Pour chacune des 2 diètes testées, 2 lots de 10 boîtes de pétri ont été utilisées. Le premier jour, 1 femelle ovigère de *M. aspericornis* a été introduite dans chaque boîte. Elles étaient placées dans le laboratoire où l'éclairage était naturel, à la température ambiante. Le minima absolu a été de 23,5° C et la maximum de 32,5° C.

- 10 boîtes contenaient 50 ml du milieu d'élevage mis au point en 1982-1983 : suspension de chlorelles, algues vertes unicellulaires associées à la levure de boulanger à raison de 600 000 à 800 000 cellules par millilitre, et introduction tous les 2 jours d'une suspension d'élevage du rotifère *Rotifer longirostris* (4 ml d'une suspension de 10 000 individus au millilitre tous les 2 jours).

- 10 boîtes contenaient 50 ml d'une infusion de feuilles mortes de *Manga indica* (manguier) et de *Hibiscus tiliaceus* (Bourou) et un morceau de feuille morte de 1 cm².

Tous les jours pendant les premiers 14 jours, puis tous les lundi, mercredi et vendredi de la semaine, chaque boîte de pétri a été examinée sous une loupe binoculaire. On a observé l'évolution de l'élevage en comptant chaque fois le nombre de femelles ovigères, le nombre de femelles, le nombre de mâles, le nombre de larves copépodites et le nombre de larves nauplii . L'expérience a duré 48 jours consécutifs.

Les résultats des observations qui comparent l'évolution de la croissance de *M. aspericornis* dans l'eau d'une infusion pure de feuilles mortes et dans notre milieu d'élevage sont résumés dans le tableau 2. Ils montrent que :

- Dans l'eau d'infusion de feuilles mortes, on compte au 48^{ème} jour en moyenne 1,9 adultes du copépode par boîte de pétri contre une moyenne de 39 adultes par boîte dans notre milieu d'élevage.

- Le nombre moyen des larves copépodites est toujours équivalent dans les deux milieux d'élevage : 14,4 en infusion de feuilles et 14,5 en élevage classique.

- Le nombre moyen de ponte par femelle est sensiblement le même dans les deux milieux d'élevage : 3,6 et 3,8.

- La durée de vie d'une femelle adulte est très proche quelque soit le milieu d'élevage : 22,1 jours en infusion de feuilles et 22,7 jours en milieu d'élevage classique.

- Mais la durée moyenne du cycle biologique d'un copépode, de l'oeuf à l'adulte est pratiquement du double dans l'infusion par rapport à la solution chlorelles + levures + rotifères : 27 jours dans le premier cas contre 15,4 dans le deuxième.

Moyennes à 48 jours	DIETE DE L'ELEVAGE	
	CONDITIONS NATURELLES (Infusion de feuilles: rotifères)	CONDITIONS ARTIFICIELLES (Chlorelles + Levures + rotifères + aliment pro- téique)
Nombre d'adultes par boîte	1, 9 (1, 3)	38, 7 (17, 3)
Nombre de larves Copépodites par boîte	14, 4 (6, 7)	14, 5 (6, 1)
Nombre de ponte par femelle	3, 6 (1, 3)	3, 8 (2, 1)
Durée de vie des adultes en jours	22, 1 (12, 1)	22, 7 (13, 4)
Durée du cycle biologique en jours	26, 9 (12, 4)	15, 1 (7, 3)

TABLEAU 2 : Résultats de l'élevage de *M. aspericornis* au laboratoire en fonction de la diète.

- (s), écart type.

Ainsi, l'élevage en milieu artificiel permet de réduire de moitié la durée du cycle biologique de *M. aspericornis* et par conséquent de doubler, par génération, les densités des élevages.

A l'heure actuelle, par cette simple maîtrise de l'alimentation de *M. aspericornis*, l'élevage de masse de ce copépode est totalement opérationnel au laboratoire (Rivière et al., 1986b). Auparavant, les copépodes étaient prélevés en masse dans les bassins d'élevage de chevrettes de la société AQUAPAC de Tahiti (cf paragraphe 3.1.). Depuis juillet 1985, cette possibilité n'existe plus du fait de l'intensification de la production des chevrettes et du désir d'AQUAPAC de ne plus perturber ses élevages par des prélèvements répétés.

3 - TRAITEMENTS EXPERIMENTAUX A GRANDE ECHELLE

La faisabilité d'un traitement à grande échelle passe par l'analyse de trois points principaux :

- D'une part les possibilités de transport de *M. aspericornis* en grand nombre et dans un faible volume (coûts, main d'oeuvre réduite) du lieu de production au lieu de traitement en évitant une mortalité excessive.
- D'autre part la nécessité d'utiliser une technique de traitement mécanique fiable
- Enfin, de s'assurer de l'efficacité et de la rémanence des traitements.

Ces trois points sont successivement analysés.

3.1. Méthodes de transport des Cyclops

En raison des difficultés d'accès des terrains à traiter, il n'est pas envisageable de transporter *M. aspericornis* dans des récipients contenant la "solution mère". Cela entraînerait des manipulations de volumes très importants.

La première méthode de transport des Cyclops a consisté à concentrer les animaux dans des bidons selon la technique suivante : les Copépodes sont tout d'abord récoltés dans les bassins d'élevage des chevrettes (*Crustacea palaemon sp.*) de la société AQUAPAC de Tahiti à l'aide d'un filet à plancton de maille 500 μ et séparés des autres animaux de plus grande taille par le passage des prélèvements au travers d'un tamis de 1,2 mm de vide de maille. Ils sont ensuite placés dans des glacières portatives (ou containers étanches), contenant de l'eau du bassin. On dispose sur le liquide des branchages feuillus afin de réduire les mouvements du liquide au cours du transport au laboratoire. Le retrait de ces végétaux permettent également d'éliminer un nombre important d'Ostracodes (*Cypretta globulus*), qui s'accrochent à ceux-ci. Les copépodes sont ensuite concentrés (environ 5 adultes/ml) dans des bidons de 20 ou 25 l. Les suspensions obtenues (10 à 12 l) sont acheminées par avion sur les lieux de traitement où elles sont placées dans des bacs de 40 l auxquels on ajoute un maximum d'eau fraîche (25 l environ) et de la nourriture (algues vertes, rotifères...).

Par cette méthode, les Copépodes pouvaient supporter une durée de transport n'excédant pas 24 heures à condition que la température de l'eau de bidon reste dans les limites des variations naturelles. Au delà de 24 heures ou en cas d'élévation anormale de l'eau de stockage ($> 28^{\circ} C$) ou même en cas de forte agitation, la mortalité des Copépodes était importante et la solution inutilisable pour un traitement efficace.

Afin de pallier à ces inconvénients, une autre technique de transport a été développée (SECHAN et al., 1987). Celle ci s'apparente à la méthode classiquement utilisé pour le transport des oeufs de salmonidae. Elle consiste à construire des claies superposées composées d'un tamis fin (grillage moustiquaire) sur lesquelles sont placées des feuilles de papier filtre, le tout introduit dans une glacière et posé sur 10 à 15 cm de glace pilée (figure 4). L'abaissement de la température a pour effet d'anesthésier les copépodes et de permettre des concentrations importantes.

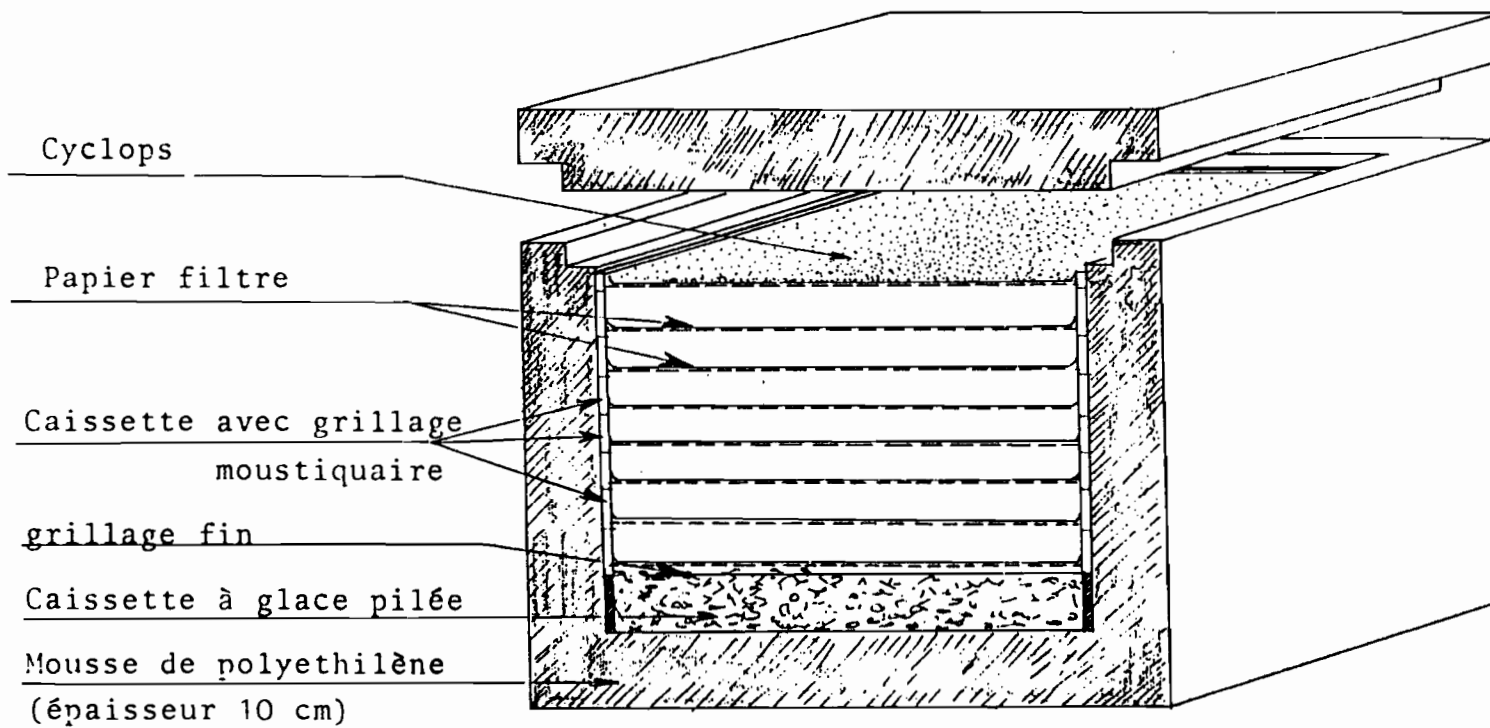


FIG. 4 - SCHEMA DU DISPOSITIF DE TRANSPORT DE MASSE
DE MESOCYCLOPS ASPERICORNIS.

Le papier absorbant élimine un maximum d'eau et conserve une humidité suffisante à la survie de l'espèce sans toutefois créer un phénomène de vie léthargique. Cette méthodologie autorise le transport de plus de 200 000 copépodes dans une glacière courante (60 cm de longueur, 35 cm de largeur et 40 cm de profondeur), et leur survie pendant plus de 24 heures. Dès l'arrivée sur les lieux de traitements les copépodes sont placés dans des bacs de 40 litres contenant le milieu de culture habituel (algues vertes + rotifères).

Ainsi, cette nouvelle méthode permet, par rapport à la précédente :

- Un nombre plus important de copépodes transportés, pour un même volume véhiculé.
- Une baisse importante de la mortalité.
- Une survie quasi certaine au delà de 24 heures.
- Un prix de revient global beaucoup moins onéreux (faible poids, faible volume etc...).
- Une manipulation plus aisée sur le terrain.

3.2. Techniques d'introduction de *M. aspericornis* dans les-gîtes à *Aedes*.

La première technique utilisée nécessitait le travail simultané d'au moins 4 personnes.

Le schéma de la manipulation se déroulait comme suit : une personne recherche les terriers de crabe et dispose un gros cailloux blanc près de son embouchure. Cette même personne surveille le traitement et note le nombre et la nature du gîte traité. Une deuxième personne introduit dans le couloir du terrier un tuyau en plastique de 2 mètres de long et de 2 cm de diamètre, équipée dans sa partie distale d'un entonnoir. Il cherche à ce que l'autre extrémité du tuyau soit au contact avec l'eau de la chambre. Une troisième personne qui porte dans un sac à dos le bidon de 25 litres qui contient les copépodes,

remplit un flacon dose de 100 ml de la suspension de cyclopes. Il le verse dans l'eau du gîte par l'intermédiaire du tuyau et de l'entonnoir. Une 4ème personne qui porte elle aussi dans son dos un bidon en plastique qui contient de l'eau douce verse ensuite dans le tuyau environ 500 ml à 1 litre d'eau pour entraîner les cyclopes qui se seraient accrochés aux parois du tuyau ou dans le couloir de sable compacté du terrier jusque dans l'eau de la chambre.

Cette technique a permis à une équipe de 4 personnes de traiter 240 terriers de crabes en un jour (soit 60 terriers/homme/j).

Une deuxième technique a été expérimentée en laboratoire et sur le terrain (Rivière et al. 1986b, c). Celle-ci consiste en l'utilisation d'un petit appareil pulvérisateur portatif à système de pression manuelle (Solo 455 Hanjet) légèrement modifié pour les traitements expérimentaux : le diffuseur et la grille filtre ont été retirés. Le diffuseur et les filtres ont été retirés de la tête d'aspersion et le diamètre de la buse agrandi à 2 mm. Lors de l'utilisation la pression de l'appareil a été amenée à la pression juste nécessaire pour assurer un léger écoulement (suffisamment à l'inoculation ; mais n'écrasant pas les *Cyclopidae* au contact de l'eau de la chambre profonde ou de celui des parois des trous).

Les tests en laboratoire ont montré la bonne efficacité de la méthode au niveau de la survie des copépodes. Le nombre de copépodes injectés à chaque épandage varie entre 50 et 75 individus.

Cette technique permet à un opérateur de traiter entre 60 et 150 terriers par heure (soit environ 500 à 700 terriers/heure/jour). Cette méthode est donc plus efficace que la première en ce qui concerne le nombre de trous traités. Reste à savoir si l'efficacité des traitements est la même pour les deux méthodes (cf. paragraphe suivant 3.3).

3.3. Efficacité et rémanence des traitements

L'efficacité des traitements a été mesuré par :

- Contrôle des terriers réellement inoculés (présence effective de *M. aspericornis* dans l'eau du gîte).
- Réduction des densités des formes préimaginales d'*Aedes* après traitement.
- Réduction des densités des populations d'*Aedes* adultes agressifs après traitement.

3.3.1. Contrôle des terriers réellement traités

La première technique d'inoculation (tuyau souple), utilisée sur le "Motu" de Vaimate a permis d'inoculer efficacement près de 75 % des terriers traités. Par contre, la deuxième technique (pulvérisateur) utilisée sur le "Motu" Tereia malgré l'augmentation considérable du nombre de terriers traités par homme et par jour, s'avère moins efficace au niveau de l'inoculation (50 % seulement des terriers traités ont été réellement inoculés).

Cette baisse de performance est due à la rigidité et à la longueur modeste (70 cm) de la lance d'aspersion par rapport à la profondeur généralement plus importante des terriers de crabe (environ 2 m). Toutefois, en saison des pluies, le niveau d'eau des trous de crabes remonte et l'inoculation devient possible. En saison sèche il paraît cependant souhaitable, de combiner les 2 méthodes (pulvérisateur + lance d'aspersion souple et longue).

3.3.2. Réduction des densités pré-imaginales d'*Aedes*, rémanence du traitement et conditions physico-chimiques de réussite.

3.3.2. - 1. "Motu" de Vaimate

a - Une première étude a permis de constater

l'efficacité des traitements : une série de 26 terriers de crabes, situés dans une zone dépressionnaire (facilité d'inoculation des Cyclops) ont été expérimentalement ensemencés à l'aide d'une suspension de *M. aspericornis* (100 à 200 adultes par terrier) et numérotés. 26 terriers non ensemencés situés dans une dépression voisine ont constitué les terriers témoins.

Avant, 6, 18, 24 et 29 mois après le traitement, le contenu liquide de chaque terrier a été aspiré au moyen d'une pompe manuelle pour bateau de plaisance et recueilli dans un Erlenmayer de grande taille. Puis il a été mesuré en volume et filtré sur un tamis à maille de 500 microns. Le filtrat était alors déposé dans l'eau claire d'un plateau émaillé à fond bleu marine. Après l'inventaire faunistique au cours duquel on a dénombré chaque habitant par espèce et par forme de développement (larves et nymphes des *Culicidés*, crustacés, ostracodes et copépodes...) les gîtes sont reconstitués avec leur eau et leur faune d'origine.

Les résultats de cette expérience sont résumés dans le tableau 3.

Avant l'introduction artificielle de *M. aspericornis* aucun des 52 terriers ne contenaient des adultes ou des copépodes de *Mesocyclops* étaient occupés par des formes larvaires de *Aedes polynesiensis* avec une abondance moyenne respective dans les trous traités et dans les trous témoins de 865 et 419 larves par terriers et 86 et 23 nymphes par terrier.

Le réexamen 6 mois et 18 mois plus tard des 26 terriers traités a montré que la fréquence des formes larvaires d'*A. polynesiensis* était tombée respectivement à 30 et 35 % et que les indices d'abondance moyenne étaient réduits de 94 et 99 % : on dénombrait respectivement 1,6 et 9,9 larves et nymphes et 1,2 et 0,3 nymphes par terrier, 6 mois et 18 mois plus tard.

DATE	TERRIERS INOCULES AVEC <i>M. ASPERICORNIS</i>		Nombre moyen de larves et nymphes de <i>Ae. polynesiensis</i>	TERRIERS TEMOINS (sans <i>M. aspericornis</i>)	
	% de terriers positifs <i>M. aspericornis</i> (n)	% de terriers positifs <i>Ae. polynesiensis</i>		% de terriers positifs <i>Ae. polynesiensis</i> (n)	Nombre moyen de Larves et Nymphes <i>Ae. polynesiensis</i>
27-9-1983 (0 mois)	0 (30)	100%	865,3 (86)	100% (20)	-
26-3-1984 (6 mois)	100 (22)	35%	1,6 (1,2)	95,2% (24)	175,0 (17,9)
6-04-1984 (+7 mois)	100% (20)	15%	0,6 (0,4)	100% (20)	160,0 (21,9)
13-03-1985 (+ 18 mois)	100% (28)	35,7	9,9 (1,3)	100% (38)	350,8 (58,8)
9-08-1985 (+ 24 mois)	100% (9)	33,3%	0,3 (0,1)	90,9% (1)	212,1 (35,5)
10-01-1986 (+ 29 mois)	89,3% (29)	16,7%	3,6 (1,7)	80,7% (60)	138,2 (15,9)

Tableau 3 : Motu Vaimate, étude n° 1 : Traitement expérimental de terriers de crabe, comparés à des terriers témoins, avant 6, 18, 24 et 29 mois après traitement.

Dans tous les trous inoculés, les adultes de *M. aspericornis* étaient nombreux et la présence de femelles ovigères attestait de leur reproduction active dans le milieu.

Par contre dans les 26 terriers témoins, les indices de fréquence et d'abondance de *A. polynesiensis* restaient très élevés : 100 % pour les larves, avec 160 larves et nymphes à 6 mois, 351 à 18 mois, et respectivement 19 et 29 nymphes par trou de crabe.

La présence de *M. aspericornis* dans les gîtes ne semblait pas influencer sur les indices d'abondance et de fréquence des populations immatures de *Culex (Culex) quinquefasciatus* Say, 1823, qui évoluent de la même façon dans les terriers traités et dans les terriers témoins.

A 24 et 29 mois, les résultats restent similaires à ceux à 6 et 18 mois. La rémanence des traitements est donc excellente.

b - Une seconde expérience sur ce "Motu" de Vaimate a été réalisée à grande échelle par le traitement de 2432 terriers de crabes répartis sur une étendue de 7 km de long sur 200 m de large (soit 1/4 de la superficie totale du "Motu"). 99 trous ont été resyphonés et analysés 5 mois après traitement. Les résultats sont donnés dans le tableau 4.

Ces résultats très variables semblent liés aux variations correspondant à la salinité de l'eau d'une part et à la température de celle-ci d'autre part. On observe en effet (MAITE du KIA ORA), que pour une salinité moyenne de 1,22 % et une température moyenne de 28,5° C ; 76,5 % des terriers sont positifs pour *M. aspericornis*. Lorsque la salinité et la température ont des valeurs respectivement inférieures à 3 % et 30° C, le pourcentage des trous de crabe où *M. aspericornis* s'est développé en colonie varie entre 50 et 77 %. Lorsque les

LIEU	NOMBRE DE TERRIERS DE CRABE SYPHONNES 5 mois Après Trait.	% DES TERRIERS DE CRABE POSITIFS POUR <i>M. ASPERICORNIS</i>	% DES TERRIERS DE CRABE POSITIFS POUR <i>AE. POLYNE-SIENSIS</i>	SALINITE MOYENNE (o/oo)	TEMPERATURE MOYENNE (°C)	pH MOYEN	CONDUCTIVITE MOYENNE (m5/cm)	OXYGÈNE DISSOUS MOYEN (g/l)
MAITE KIA-ORA	34	76,5 % (26)	35,3 % (12)	1,22	28,05	7,26	1,74	3,8
HOTEL KIA-ORA	10	50 % (5)	20 % (2)	3,13	29,3	7,24	2,71	-
AEROPORT	10	10 % (1)	0 % (0)	4,54	27,5	7,68	1,58	9,7
MARE AEROPORT	11	0,2 % (2)	9,0 % (1)	3,72	29,2	7,51	2,44	12,3
DEPRESSION Hopital	5	0 % (0)	100 % (5)	0,96	<u>31,4</u>	7,57	3,07	5,2
BOUTEILLE A LA MER	29	69 % (20)	17,2 % (5)	< 2	< 29	-	-	-
TOTAL	99	54,6 %	21,2 %					

Tableau 4 : Motu Vaimate, étude n°2 : Analyse de 99 terriers traités (sur un total de 2432), 5 mois après traitement.

salinités sont comprises entre 3,7 et 4,5 o/oo, et la température supérieure à 30° C, le pourcentage de réussite d'implantation des *Cyclopidae* se situe entre 10 et 12 %. Lorsque enfin la température de l'eau est supérieure à 31° C, on observe un échec total.

Ainsi, pour lutter contre les moustiques vecteurs *A. polynesiensis* et *A. aegypti* l'utilisation du prédateur naturel *M. aspericornis* est conditionnée par 3 facteurs physiques du milieu.

- L'assèchement temporaire des gîtes élimine les *Cyclopidae*.
- Une température supérieure à 31° C de l'eau des gîtes entraîne leur disparition.
- Une salinité supérieure à 4 o/oo élimine les copépodes.

Il est donc primordial dans un premier temps de n'utiliser *M. aspericornis* que dans les sites larvaires permanents ou d'assèchement très temporaire et exceptionnel dont la température et la salinité n'excèdent pas 31° C et 4 o/oo, en attendant de sélectionner des souches résistantes à la salinité et à la dessiccation (prévu en 1987).

3.3.2. 2 - "Motu" Tereia

La totalité des terriers du crabe terrestre *C. carnifex* de l'îlot Tereia à Rangiroa, n'a pu être traitée en 1986. Seulement 14 321 terriers ont été inoculés depuis le début des opérations : soit environ un peu moins des 2/3 de la superficie du "Motu". Ces opérations représentent un volume moyen de 760 litres de suspension de *M. aspericornis*. A raison de 40 cyclops adultes environ par terrier, nous estimons la quantité de *M. aspericornis* de copépodes introduite dans les trous de crabe à environ 580 000 cyclops. Si l'on considère que la moyenne de l'eau fraîche supplémentaire, utilisée pour acheminer la suspension après inoculation (de l'ordre de 0,5 l par terrier), le volume moyen de l'eau charriée depuis le puits central est

donc de l'ordre de 7 200 litres. Ces opérations de traitement ont été effectuées par 4 personnes en 25 jours. Elles représentent en moyenne 577 terriers/jour/équipe ou 145 terriers/jour/homme; 31 litres suspension de *M. aspericornis*/jour/équipe; et 300 litres d'eau fraîche/jour/équipe.

Les différentes observations et analyses effectuées sur 140 terriers : 58 trous non traités, 30 terriers traités la veille, 30 chambres examinées 5 mois après traitement et 28 terriers 8 mois après traitement, montrent, pour les différents paramètres, les valeurs moyennes respectives suivantes :

- Le volume de l'eau de la chambre profonde des terriers en eau est de 2 528, 6 ml (écart type : 2 925, 1) ;
- La température de l'eau des gîtes est de 26,26° C ($\alpha = 0, 68$);
- La salinité moyenne de 0, 704 g/l (0 %), ($\alpha = 0, 49$);
- Le pH moyen de 7, 05 ($\alpha = 0, 21$);
- La conductivité de 1 110, 9 $\mu\text{s/cm}$ ($\alpha = 432, 8$);
- L'oxygène dissous de 2, 99 g/litre ($\alpha = 1, 39$; 35, 04 % ($\alpha = 13, 88$)).

L'examen avant traitement (58 terriers) montre que 75, 9 % des terriers sont *Aedes polynesiensis* et que *M. aspericornis* est naturellement absent des gîtes.

Les observations des 30 trous inoculés la veille (1 jour après traitement), font apparaître que les *Cyclopidae* ont atteint 56, 7 % des chambres profondes et que 63, 3 % des gîtes examinés hébergent des formes immatures de *A. polynesiensis*. 8 mois après traitement (28 terriers analysés) on remarque que 49, 33 % des terriers sont colonisés par *Mesocyclops* et que 71, 3 % contiennent quelques formes larvaires d'*Aedes*. Pour certains terriers, on constate donc que *M. aspericornis* et *A. polynesiensis* cohabitent.

Ceci est dû au fait que la population de Cyclops n'a pas encore eu le temps de se développer suffisamment pour contrôler totalement les *Aedes*.

Cependant, malgré ce phénomène, la réduction des populations pré-imaginales d'*Aedes* et la rémanence de l'action de *M. aspericornis* restent spectaculaires.

3.3.3. Réduction des densités des populations d'*Aedes* adultes agressifs.

3.3.3. 1 - "Motu" Vaimate

On a vu qu'environ 1/4 de la superficie de ce "Motu" avait été traité par *M. aspericornis*. La méthode d'inoculation utilisée était celle du "tuyau souple", on s'attend donc à une réussite de traitement des trous de crabe de 80 %. Si le traitement est efficace à 100 %, la réduction des densités des *Aedes* adultes devrait donc être de 80 % dans la zone traitée. observé est de 75 %, ce qui correspond exactement au chiffre. Le pourcentage réellement observé est de 75%, ce qui correspond bien à la valeur attendue. Le traitement à grande échelle par *M. aspericornis* est donc fiable et efficace.

3.3.3. 2 - "Motu" Tereia

On a vu qu'environ les 2/3 de la superficie totale de ce "Motu" avait été traité par *M. aspericornis*. La méthode d'inoculation utilisée était celle de "l'appareil portatif" : On s'attend donc à une réussite de traitement des trous de crabe de l'ordre de 50 %. Ainsi, on peut estimer que la superficie réellement traitée du "Motu" n'est que d'environ 1/3 de sa superficie totale. Donc, si le traitement par *M. aspericornis* est efficace à 100 %, on doit s'attendre à une réduction d'environ 1/3 de la population des *Aedes* adultes pour l'ensemble du "motu". La valeur effectivement calculée est de 27%, ce qui correspond bien au chiffre attendu.

Afin de vérifier que l'expérience a été menée en "milieu clos" (pas de réinvasion d'*Aedes* adulte) ou éventuellement pour permettre d'ajuster les calculs de réduction des populations d'adultes à un modèle "clos", on a estimé le taux de réinvasion du "Motu" Tereia par des *Aedes* provenant du "Motu" voisin, à l'aide d'une technique de marquage-recapture (coloration fluorescente). Deux expériences ont été effectuées, en septembre 85 (Tableau 5) et juin 1986 (Tableau 6).

Il a été mis en évidence qu'environ 2 à 9 % des moustiques du "Motu" voisin (moustiques colorés) pouvaient coloniser le "Motu" Tereia ("Motu" traité)

4 - DIFFICULTES RENCONTREES A L'AVANCEMENT - PERSPECTIVES

4.1. Choix des zones d'études

Le schéma et les étapes des études sur le terrain (choix des îles basses témoins et celles où *M. aspericornis* devait être introduit dans l'ensemble des gîtes larvaires des *Aedes stenotopes* (essentiellement formés par les terriers de crabe terrestre *Cardisoma carnifex*) ont été modifiés par l'urbanisation extrêmement rapide du "motu" Vaimate initialement choisi. Les travaux de recherches sur ce "motu" n'ont pas pu être poursuivis. Ce n'est donc qu'en janvier 1986 que les premières estimations avant les traitements et les résultats après l'inoculation de *M. aspericornis* dans les terriers a débuté sur l'autre "motu" Tereia (Rangiroa).

Ces modifications apportées expliquent à elles seules le retard actuel des travaux de recherche sur le "motu" Tereia.

4.2. Production de masse de *M. aspericornis*

En 1985 et jusqu'au mois de juin 1986, nous disposons d'une source très productrice de *M. aspericornis* à partir des bassins d'élevage aquacole de chevrettes (*Palaemon sp.*), de la

TABLEAU 5 : RESULTAT DES CAPTURES DE *AE. POLYNESIENSIS* EN SEPTEMBRE 1985.

A Motu : moustiques capturés, colorés, relâchés
 B Motu traité : moustiques capturés et/ou colorés, recapturés
 C Moustiques colorés recapturés/Motu témoin.

MOTU VOISIN (vers lagon bleu) A)				B) MOTU TEREIA OU ZONE DE TRAITEMENT				C)
TEMPS DE RECOLTE	NOMBRE D'AEDES RECOLTES ET COLORES	NOMBRE D'AEDES POLYNESIENSIS /heure/homme	TEMPS DE RECOLTE	NOMBRE DE AP RECOLTES	NOMBRE DE AP /heure/homme	NOMBRE DE AP COLORES RECAPTURES	% DE AP COLORES/Nb. DE AP RECOLTES	% DE AP COLORES REC. TURES
1H 15mm	1010	807,9	2H 00mm	1043	521,5	17	0,16	1,68
35mm	434 (1)	745,7	2H 30mm	1085	434,0	39	3,59	3,86 (3)
1H 40mm	901	540,9	1H 45mm	753	430,28	53	5,88	7,03
1H 30mm	318	211,9	2H 15mm	913	405,8	89	9,74	27,98
1H 30mm	920	613,3	2H 00mm	879	439,5	37	3,86	4,02
0H 30mm	402 (1)	804,0	2H 15mm	1032	458,7	71	6,88	7,72 (3)
7H 00mm	3149 (2)	569,28	12H 45mm	5705	447,4	306	5,36	9,71

(1) Moustiques non colorés

(2) Total des moustiques colorés et relâchés

(3) Résultats par rapport aux récoltes et colorations de la veille.

TABLEAU 6 : RESULTATS DES CAPTURES DE FEMELLES AGRESSIVES DE AEDES POLYNESIENSIS
AVANT ET PENDANT LES TRAITEMENTS EN JUIN 1986 SUR LE MOTU TEREIA

Date	Nb A. . poly./h/H	Nb de A. . poly. colorés	Nb de A. . poly. recapturés	% de A. . poly. colorés recapturés
(Juin 86)				
9	612.0	0	0	0
11	399.4	912	28	3.07
12	465.3	1861	117	6.29
13	134.1	599	49	8.18
17	260.8	652	45	6.90
19	236.1	0	18 (*)	2.76 (*)
24	289.03	843	6	0.71
25	488.18	0	21 (*)	2.49 (*)
26	490.15	1062	19	1.79
27	434.5	0	36 (*)	3.39 (*)
(29 h 52 mn)				
Tx	(10862 A. . poly) 363.68/h/H	5929	347	5.85

(*) % Nombre et % des moustiques colorés recapturés par rapport à la veille

Société AQUAPAC à Tahiti. Elle laissait à notre disposition 3 bassins maintenus en permanence en eau. En juillet 86, cette société ayant modifié sa technique d'élevage et intensifié sa production de chevrettes commercialisées, les bassins ont été vidangés à des périodes beaucoup trop rapides pour permettre la prolifération des populations de *Cyclopidae*. De ce fait, les élevages de laboratoire interrompus en 1985 pour la reconstruction des locaux de l'Unité d'entomologie, détruits par les effets secondaires des cyclones qui ont sévi sur la Polynésie Française en 1983, ont été repris. Actuellement l'élevage de masse de *M. aspericornis* est réalisé à partir de 2 bassins de 7m³ et d'une production parallèle d'algues vertes et de rotifères nécessaires à leur nourriture, 6 autres bassins de contenance plus modeste (4 m³ chacun) sont en cours de construction afin de palier à une défaillance des deux premiers bassins et d'avoir des quantités de cyclops suffisantes, nécessaires pour la poursuite des expérimentations prévues pour 1987 (création de souches résistantes à des taux de salinité > 5 ‰ et à la dessiccation en relation avec les études comparatives des taux de prédation).

4.3. Résistance de *M. aspericornis* à la salinité et la dessiccation.

L'eau superficielle des nappes phréatiques des atolls coralliens est généralement constituée d'eau douce. Toutefois, en bordure de lagon, l'eau des gîtes des moustiques, essentiellement constitués de terriers de crabe terrestre, peut atteindre des taux de salure pouvant dépasser 5 ‰ (limite supérieure du développement de *A. polynesiensis*). Or ces gîtes à moustiques dont la salinité est comprise entre 1 et 5 ‰ sont très abondants sur les flots bas des atolls. Le copépode prédateur *M. aspericornis* ne survit que très médiocrement voire même pas du tout, dans de tels sites. Il est donc urgent de créer, par passages successifs à des taux de salinité progressif, une souche résistante au minimum à 5 ‰ de salinité. Il est cependant impératif de définir quels sont les potentiels de prédateurs

de *M. aspericornis* en fonction de taux de salinité, afin de déterminer les zones critiques où le cyclope n'aura pas d'effets sur les populations des moustiques sténotopes. Il est enfin important de déterminer, du fait de l'assèchement périodique d'une quantité non négligeable des trous de crabe, le potentiel de résistance de ce *Cyclopidae* à la dessiccation.

4.4. Importance des pesticides pour la survie de *M. aspericornis*

L'utilisation souvent anarchique des pesticides agricoles et leur accumulation du niveau des nappes phréatiques des "motu" pourrait, à longue échéance sur les flots les plus cultivés en Polynésie Française (Huahine, Rangiroa), poser un problème quant à la survie de *M. aspericornis* après leur introduction dans les terriers du crabe terrestre *C. carnifex*. Il paraît donc nécessaire pour l'avenir de la lutte biologique par *M. aspericornis* en Polynésie et/ou dans le Pacifique Sud de déterminer, en fonction des pesticides utilisés, les doses létales des produits utilisés à ne pas atteindre pour la survie de l'espèce dans ces biotopes.

CONCLUSION

Les résultats obtenus tant au laboratoire que sur le terrain, bien que demandant à être affinés, montrent que :

- Bien qu'endémique en Polynésie Française, *Mesocyclops aspericornis* doit être introduit artificiellement dans les gîtes à *Aedes* (en particulier les trous de crabe terrestre *Cardisoma carnifex*).
- L'élevage de masse de *M. aspericornis* est facilement réalisable et les productions importantes de population peu onéreuses.
- Il est très facile de transporter un grand nombre de Cyclops sur les lieux de traitement, ceci avec une faible mortalité des animaux.
- Les techniques d'inoculation de *M. aspericornis* dans les terriers de crabe sont en cours de modification afin d'en augmenter l'efficacité.
- Lorsque le traitement est correctement effectué, son efficacité est de 100 % à condition que la population de cyclops soit bien implantée dans le terrier.

La rémanence de cet effet est grande (voire illimitée) en raison des possibilités du renouvellement naturel des populations de cyclops dans les gîtes.

Cependant, la faisabilité d'un traitement général à grande échelle fasse l'analyse d'autres points, en particulier :

- L'obtention de souches résistantes de *M. aspericornis* à la dessiccation et à des taux de salinité au moins égale à 5 ‰.
- Une meilleure connaissance des préférences physico-chimiques, nutritionnelles... de *M. aspericornis*.
- Une amélioration des techniques d'inoculation (et de transport) afin de réduire les coûts au minimum.

Ces points seront développés dans les études prévues pour 1987 (cf. Part. V suivante).

BIBLIOGRAPHIE

- BELKIN J. 1962 - The Mosquitoes of the South Pacific (*Diptera-Culicidae*). Univ. of California Press. Vol. 1. 608 p.
- DEFAYE D. 1984 - Développement et nutrition chez *Macrocylops albidus* (Crustacé-Copépode). Thèse doctorat 3^o cycle. Université BORDEAUX I. 92 p.
- PICHON G. ET RIVIERE F. 1979 - Observations sur la biologie préliminaire du moustique prédateur *Toxorhynchites amboinensis* (*Diptera : Culicidae*). Cah. ORSTOM, sér. Ent. Méd. et Parasitol., vol. XVII, n^o 4.
- RIVIERE F. 1977 - Lutte contre les vecteurs *Aedes* du sous-genre *Stegomyia* : Utilisation du prédateur *Toxorhynchites amboinensis*. Pour Conseil consultatif régional de Recherches Médicales, Manille 25-27 avril 1977. Doc. IRMLM, n^o 269/IRM/J.5, 2 pp.
- RIVIERE F., PICHON G. 1978 - Laboratory and field studies of *Toxorhynchites amboinensis* (Doleschall) as biological control agent in Tahiti. In : 4^{ème} réunion d'Expert sur la filariose, Séminaire OMS, Apia, 1-4 mai 1978, 8 p. multigr.
- RIVIERE F., PICHON G., DUVAL J., THIREL R. ET TOUDIC A. 1979 - Introduction de *Toxorhynchites* (*Toxorhynchites*) *amboinensis* (Doleschall), 1857) (*Diptera : Culicidae*) en Polynésie Française. Cah. ORSTOM, Sér. Ent. Med. et Parasitol., vol. XVII, n^o 4, pp 235-236.
- RIVIERE F., KLEIN J-M ET DUVAL J. 1980 - Possibilités de lutte biologique contre *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* et *A. (St.) polynesiensis* au moyen du Copépode *Mesocyclops leuckarti pilosa* à Tahiti, Polynésie Française. Rapp. dactylogr., IRMLM, n^o 1015/IRM/ENT/11.80, 18 pp. Ces deux rapports destinés à la CPS - Réunion sur la Dengue, Suva, Fidji, 27-28 nov. 1980 ont été présentés à la CPS, à Noumea par KLEIN J-M.

- RIVIERE F., PICHON G., TOUDIC A. ET CHEBRET M. 1981 -
Lutte biologique contres les moustiques *Aedes* du sous-
genre (*Stegomyia*) *aegypti* et *A. (St.) polynesiensis* en
Polynésie Française.
Rapp. dactylogr., IRMLM, n° 356/IRM/ENT/16.03.81, 18p.
Rapport destiné à la Conférence Régionale des Directeurs
de Santé organisé par la CPS du 23 au 27 mars 1981 à
Papeete (Tahiti) et présenté par RIVIERE F.
- RIVIERE F. ET THIREL R. 1981 - La prédation du Copépode
Mesocyclops leuckarti pilosa sur les larves de *Aedes*
(*Stegomyia*) *aegypti* et *A. (St.) polynesiensis*. Essais
préliminaires d'utilisation comme agent de lutte biolo-
gique.
Entomophaga, vol. 26, n° 4, pp. 427-439.
- RIVIERE F., PICHON G. ET CHEBRET M. 1983 - Ecologie d'*Aedes*
(*Stegomyia*) *polynesiensis* Marks, 1957 (*Diptera: Culicidae*)
en Polynésie Française . I. Lieu de repos des adultes.
Application dans la lutte antimoustique à Bora-Bora.
Cah. ORSTOM., Sér. Ent. Méd. et Parasitol., vol. XVII,
n° 4, pp. 235-242.
- RIVIERE F., KLEIN J.M., SECHAN Y. ET DUVAL J. 1985a - Ecologie
de *Aedes (Stegomyia) polynesiensis*, Marks, 1951, (*Diptera*,
Culicidae), en Polynésie Française : IV. Observations en
relation avec les trous du crabe terrestre *Cardisoma*
carnifex (Herbst, 1874).
Notes et Documents Centre ORSTOM de Tahiti, 8 : 49 pp.

- RIVIERE F., CHANTEAU S., SECHAN Y., FAARUIA M., COLOMBANI L.
ET TERIITEPO L. 1985b - Compte rendu de 3 missions d'Entomologie médicale à Rangiroa.
Note et Doc. Centre ORSTOM. Tahiti, Ser. Ent. med. 9 :
44 pp.
- RIVIERE F., SECHAN Y. AND KAY B.H. 1986a - The evaluation of predators for mosquito control in French Polynesia.
In : Arbovirus Research in Australia. Proc. 4th Symposium, CSIRO-QIMR (in press).
- RIVIERE F., KAY B.H., KLEIN J.M. AND SECHAN Y. 1986b -
Mesocyclops aspericornis and *Bacillus thuringiensis* var. *israeliensis* for the biological control of *Aedes* and *Culex* breeding in crab holes and other containers.
Journal of Medical entomology (in press).
- RIVIERE F., KAY B.H. ET SECHAN Y. 1986c - Utilisation de *Mesocyclops aspericornis* (Daday) Crustacea: Cyclopidae et de *Bacillus thuringiensis* var. *israeliensis* pour le contrôle biologique et la lutte intégrée dans les gîtes larvaires des moustiques sténotopes.
Com. 15^e Conseil des Directeurs d'Instituts Pasteur et Instituts associés (CDIPIA), Tahiti (sous presse).
- RIVIERE F., KAY B.H., KLEIN J.M. ET SECHAN Y. 1986d - Contrôle biologique et lutte intégrée dans les gîtes larvaires des moustiques sténotopes par l'utilisation de *Mesocyclops aspericornis* (Daday).
Com. IV. Congrès sur la protection de la Santé Humaine et des cultures en milieu tropical. Marseille-Juillet 86.
pp. 394-399.
- SECHAN Y., RIVIERE F. ET LARDEUX F. 1987 - Description d'un appareil de terrain pour le transport de masse des *Cyclopidae* tropicaux (à paraître).

Séchan Yves, Lardeux Frédéric. (1987).

Contrôle biologique d'*Aedes aegypti* et *Aedes polynesiensis* avec le copépode prédateur *Mesocyclops aspericornis* : rapport final d'activité.

Tahiti : ORSTOM, 39 p. multigr.