



HAL
open science

Lutte biologique contre *Aedes polynesiensis* avec le copépode *Mesocyclops aspericornis*. Experimentation à Rangiroa. III. Evaluation six mois après traitement

Frederic Lardeux, Yves Séchan, Marc Faaruaia, Poata Tuhiti

► To cite this version:

Frederic Lardeux, Yves Séchan, Marc Faaruaia, Poata Tuhiti. Lutte biologique contre *Aedes polynesiensis* avec le copépode *Mesocyclops aspericornis*. Experimentation à Rangiroa. III. Evaluation six mois après traitement. Rapport ITRMLM n° 15/88/ITRM/Doc.Ent, Institut Louis Malardé, Tahiti, French Polynesia. 1988, pp.1-46. hal-04709132

HAL Id: hal-04709132

<https://hal.science/hal-04709132v1>

Submitted on 25 Sep 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

I.T.R.M.L.M.
B.P. 30
Papeete - Tahiti

O.R.S.T.O.M.
B.P. 529
Papeete - Tahiti

LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE Aedes polynesiensis AVEC LE
COPEPODE Mesocyclops aspericornis.

EXPERIMENTATION A RANGIROA

III - EVALUATION SIX MOIS APRES TRAITEMENT

F. LARDEUX
Y. SECHAN
M. FAARUIA
P. TUHITI

Juillet 1988

Référence ITRMLM : 15 / 88 / ITRM / Doc-Ent.

PLAN

INTRODUCTION

1 - ECHANTILLONNAGE DES FEMELLES AGRESSIVES

1.1 - Isolement de la zone d'étude.

1.2 - Les indices d'agressivité.

1.2.1 - Illustration de quelques facteurs de variation - remèdes.

1.2.1.1 - Cycle d'agressivité

1.2.1.2 - Durée de la capture

1.2.1.3 - Transformation des données

1.2.1.4 - Taille de l'échantillon

1.2.2 - Analyse des résultats : effets du traitement

1.2.1.1 - Indices vectoriels "journaliers"

1.2.1.2 - Indices vectoriels "stations"

1.2.1.3 - Analyse de variance - Blocs non équilibrés

1.2.1.4 - Indices globaux

2 - ECHANTILLONNAGE DES TERRIERS DE CRABE

2.1 - Résultats au sixième mois.

2.2 - Comparaison avant traitement - 3^{ème} mois - 6^{ème} mois

CONCLUSION

INTRODUCTION

Ce rapport présente les résultats, six mois après traitement, de l'expérimentation de lutte biologique menée à Rangiroa.

L'étude avant traitement, effectuée en mai et octobre 1987, ainsi que le traitement proprement dit (octobre 1987) sont exposés dans LARDEUX (1987).

L'évaluation de la méthode de lutte, trois mois après traitement, a été faite par LARDEUX et al. (1988).

On ne reviendra donc pas sur les parties matériel et méthodes qui ont été détaillées dans les deux rapports précédents. La présente étude a été menée de la même manière que l'évaluation "trois mois après traitement". Les notions abordées dans ce rapport (indices d'agressivité etc...) se rapportent donc aux mêmes concepts.

1 - ECHANTILLONNAGE DES FEMELLES AGRESSIVES

1.1 - Isolement de la zone d'étude.

Comme lors de l'étude précédente (c'est à dire trois mois après traitement), on a procédé à l'estimation des échanges des populations de moustiques adultes entre la zone traitée et une zone non traitée contigüe (en l'occurrence, la zone témoin). Le but de cette expérimentation est de montrer l'isolement de la zone d'étude, condition nécessaire à toute comparaison (avec une zone témoin) et à l'estimation de l'efficacité du traitement. Au pire, cette expérimentation doit pouvoir permettre, si des échanges existent, de les quantifier. Les variations du niveau des populations dues aux migrations pourront donc être distinguées de celles qui sont dues au traitement.

Afin de cerner l'ordre de grandeur des migrations qui peuvent intervenir, on a procédé à l'estimation des échanges naturels entre la zone traitée et la zone témoin selon la méthode de marquage-recapture décrite par ARNASON (1972). Le modèle proposé a été ajusté aux données de terrain (tableau 1). Les résultats, calculés à l'aide du programme mis au point par LARDEUX et LONCKE (1987), apparaissent au tableau 2.

Comme lors de l'étude avant traitement où celle menée trois mois après, on constate, que les valeurs $PHI(j,x,y)$, (qui donnent une idée du taux d'échange entre les deux zones) sont très élevées dans chaque zone (les moustiques restent sur place) et très faibles d'une zone à l'autre ($PHI(1,A,B)$; $PHI(1,B,A)$) : les migrations inter îlot sont donc non significatives, que ce soit de Tereia (zone A) à l'îlot voisin (zone B) ou de l'îlot voisin vers Tereia.

1.2 - Les indices d'agressivité.

Les indices d'agressivité sont calculés sur la base de captures de 10 minutes sur appât humain. Ces captures sont effectuées à des stations fixes dont la position géographique est donnée à la figure 1.

Comme lors des études précédentes, 29 stations ont été définies sur Tereia. Les 8 stations de l'îlot témoin (des études

```

PREMIER ECHANTILLONNAGE ( Temps t = 1)

TOTAL CAPTURE ET MARQUE DANS LA ZONE A : 2041
TOTAL CAPTURE ET MARQUE DANS LA ZONE B : 1899

DEUXIEME ECHANTILLONNAGE (Temps t = 2)

ZONE A :
TOTAL CAPTURE EN A : 2063
NBRE MARQUES EN A (à t = 1) ET RECAPTURES EN A : 119
NBRE MARQUES EN B (à t = 1) ET RECAPTURES EN A : 12

ZONE B :
TOTAL CAPTURE EN B : 1636
NBRE MARQUES EN A (à t = 1) ET RECAPTURES EN B : 10
NBRE MARQUES EN B (à t = 1) ET RECAPTURES EN B : 159

TROISIEME ECHANTILLONNAGE

ZONE A :
TOTAL CAPTURE EN A : 2630
NBRE MARQUES EN A (à t = 1) ET RECAPTURES EN A : 111
NBRE MARQUES EN A (à t = 2) ET RECAPTURES EN A : 156
NBRE MARQUES EN B (à t = 1) ET RECAPTURES EN A : 10
NBRE MARQUES EN B (à t = 2) ET RECAPTURES EN A : 9

ZONE B :
TOTAL CAPTURE EN B : 1447
NBRE MARQUES EN A (à t = 1) ET RECAPTURES EN B : 17
NBRE MARQUES EN A (à t = 2) ET RECAPTURES EN B : 0
NBRE MARQUES EN B (à t = 1) ET RECAPTURES EN B : 93
NBRE MARQUES EN B (à t = 2) ET RECAPTURES EN B : 97

```

Tableau 1 : Données entrées dans le modèle d'ARNASON
 Zone A = Tereia Zone b = Témoin

MODELE GENERAL

```

PHI(j,x,y) = probabilité qu'un animal, vivant et dans la zone x au temps j,
soit vivant et dans la zone y au temps j+1
PHI( 1,A,A ) = .7672929                      PHI( 1,A,B ) = .1453805
PHI( 1,B,B ) = .9097082                      PHI( 1,B,A ) = 1.586749E-02

PHI(j,x) = probabilité qu'un animal, vivant et dans la zone x au temps j,
soit vivant au temps j+1                      [ = PHI(j,x,A) + PHI(j,x,B) ]
PHI( 1,A ) = .9126734                      PHI( 1,B ) = .9255758

P (j,x) = probabilité qu'un animal, vivant et dans la zone x au temps j,
soit capturé dans l'échantillon pris au temps j.
P (1,A) = .060966                      P (1,B) = .1080182
P (2,A) = 6.250645E-02                      P (2,B) = 6.703525E-02

N (j,x) = taille de la population vivant dans la zone x au temps j
N (1,A) = 33477.68                      N (1,B) = 17580.37
N (2,A) = 33004.6                      N (2,B) = 24405.07

PHI(2,A,A)*P(3,A) = 7.561803E-02                      PHI(2,B,A)*P(3,A) = 5.501223E-03
PHI(2,B,B)*P(3,B) = 5.929096E-02                      PHI(2,A,B)*P(3,B) = 0

```

Tableau 2 : Résultat de l'ajustement du modèle d'ARNASON

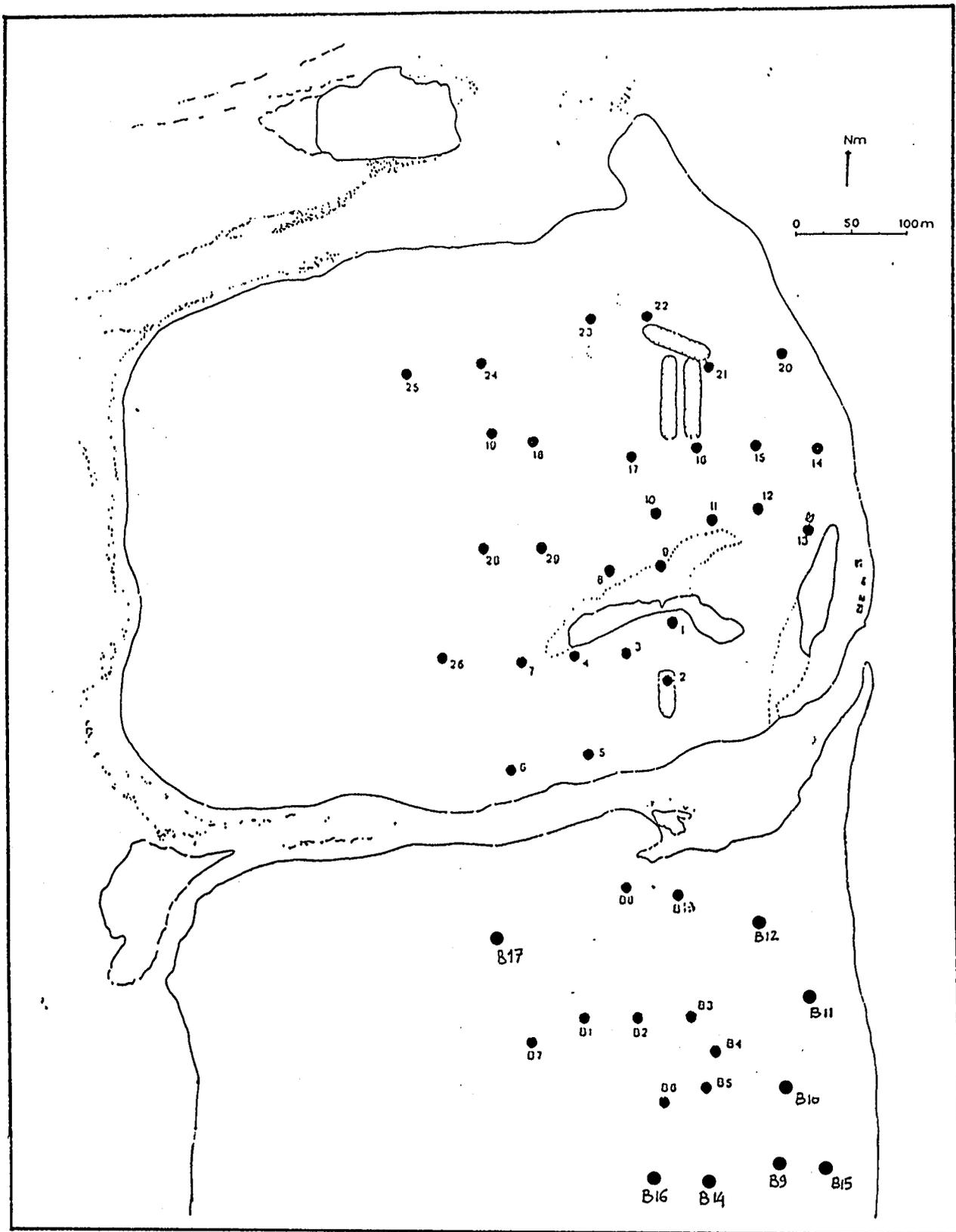


Figure 1 : Situation des stations de capture de moustiques adultes.

précédentes) ont été conservées mais on y a ajouté 9 nouvelles stations. Le total, sur cet îlot est donc de 17 stations. L'augmentation du nombre de stations prospectées permet d'accroître la précision des indices d'agressivité (LARDEUX et al., 1988).

Le calendrier des captures est donné à l'annexe 1.

Les données brutes des captures sont données à l'annexe 2.

Trois types d'indice ont été définis (LARDEUX et al. 1988) :

- un indice global calculé comme étant la moyenne des valeurs transformées (par $\text{Log}(x+1)$) de chaque station sur l'ensemble de la période considérée.
- un indice "vectoriel" représenté par les valeurs des moyennes des indices transformés de chaque station, calculées pour l'ensemble des jours échantillonnés. La dimension de ce vecteur est donc égale au nombre de stations échantillonnées.
- un indice "vectoriel" représenté par la moyenne des valeurs transformées pour un jour donné. La dimension de ce vecteur est donc égale au nombre de jours d'échantillonnage.

Chaque indice a été calculé pour chaque période donnée (avant et après traitement) et pour chacune des îles considérées (îlot témoin et îlot traité). On comparera donc, entre eux, quatre indices.

1.2.1 - Illustration de quelques facteurs de variation - remèdes.

1.2.1.1 - Quelques facteurs de variation

- cycle d'agressivité

Aedes polynesiensis est connu pour avoir un cycle d'agressivité diurne marqué (RIVIERE et PICHON comm.pers.). Toutefois, ce cycle est mal connu dans un biotope tel qu'une cocoteraie d'un atoll à haute densité culicidienne. Si un tel cycle existe, il est probable que les valeurs trouvées lors des captures de 10 mn sont à pondérer en fonction de l'heure de capture.

Une expérience pilote a donc été entreprise de manière à suivre l'évolution des captures en fonction du temps.

La méthode de capture est la même que celle utilisée pour l'échantillonnage des stations. Deux personnes (un captureur et un "appât") capturent en un point donné (= la station), pendant 10 minutes, les femelles qui viennent se gorgier sur l'appât. Les moustiques capturés sont tués. L'équipe quitte ensuite la station et y revient une heure après. Le processus est répété toute la journée, en général de 6 heures à 18 heures, ce qui correspond à la période d'éclairement aux Tuamotu. Trois stations notées A, B, C (fig. 2) ont ainsi été échantillonnées sur trois journées et demi (du mercredi 22 au samedi 25 juin). Quelques problèmes logistiques n'ont pas permis d'échantillonner selon le maillage horaire prévu. Les résultats sont donc partiels mais permettent de dégager quelques tendances.

Les données brutes sont données à l'annexe 3.

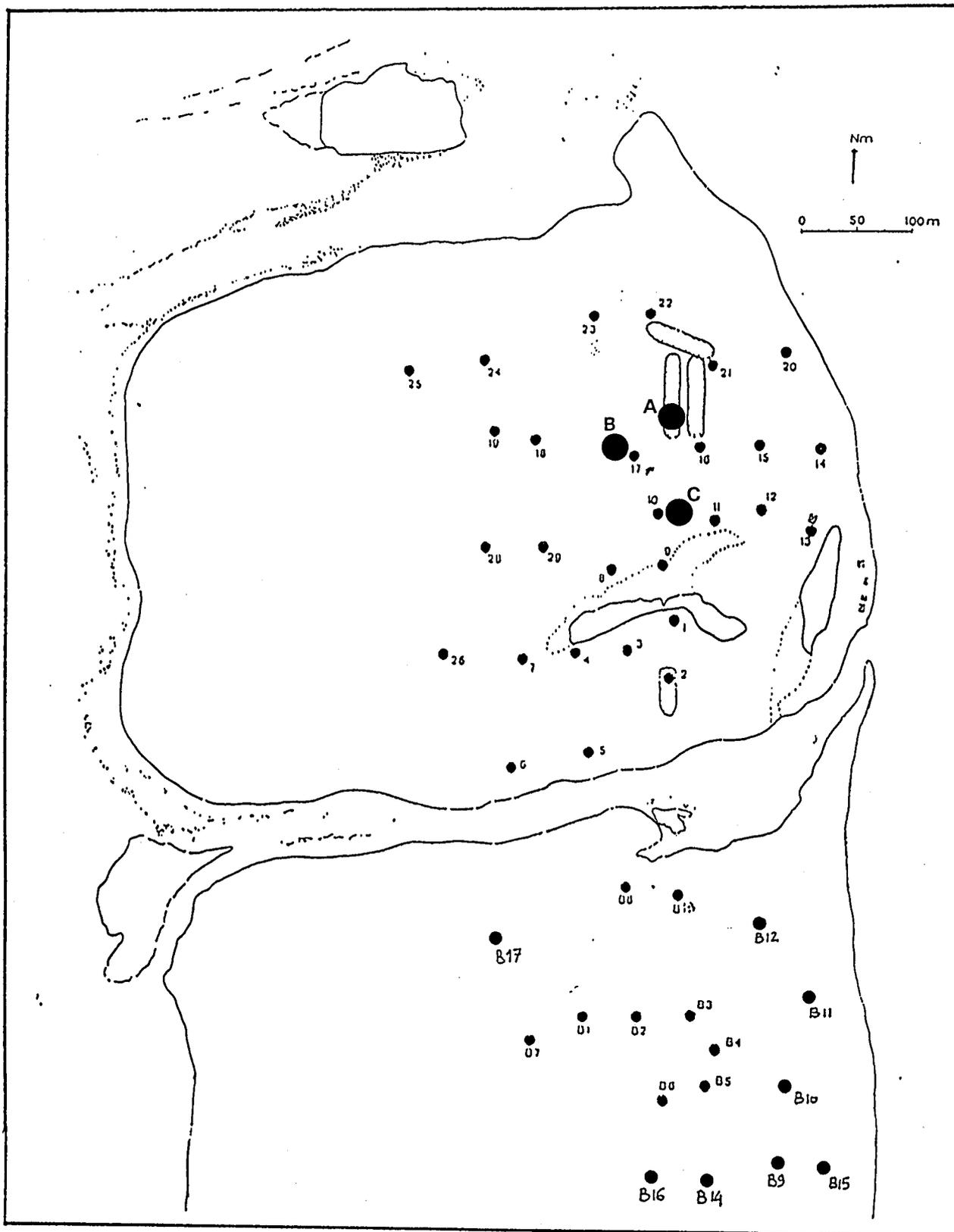


Figure 2 : Situation, sur Tereia, des trois stations d'étude du cycle d'agressivité d'*Aedes polynesiensis*.

Station A :

L'évolution du nombre de femelles capturées au cours du temps est illustrée à la figure 3 a. La première capture a eu lieu le mercredi matin à 8 h 23 (= t_0), et la dernière le samedi matin à 10 h 21, soit, sur le graphique, à $t = 82$ h 21. Les captures régulières, à cette station sont arrêtées vers 17 heures. Quelques autres captures ont eu lieu le soir (vers 20 h 30) et la nuit (vers 3h 30). Le cycle n'est donc pas complet puisqu'après 17 heures, on ne dispose plus de données suffisantes.

Toutefois, on remarque qu'il existe quatre pics d'agressivité qui ont lieu le matin vers 8 heures. Ceci s'observe aussi sur la figure 3 b, où les données ont été regroupées sur 24 heures. Les pics du premier et du dernier jour de capture sont peut-être à nuancer puisqu'il s'agit, pour ces deux jours, de la première capture de la journée, sans autre capture préalable : on peut craindre un effet perturbateur dû à l'intrusion des captureurs sur la zone d'étude. Cependant, pour les deux autres journées (jeudi et vendredi), les captures ont débuté à 6 heures. Comme par ailleurs les captures ont été régulières sur ces deux journées, de 6 heures à 17 heures, les données ont été soumises à une analyse de série temporelle.

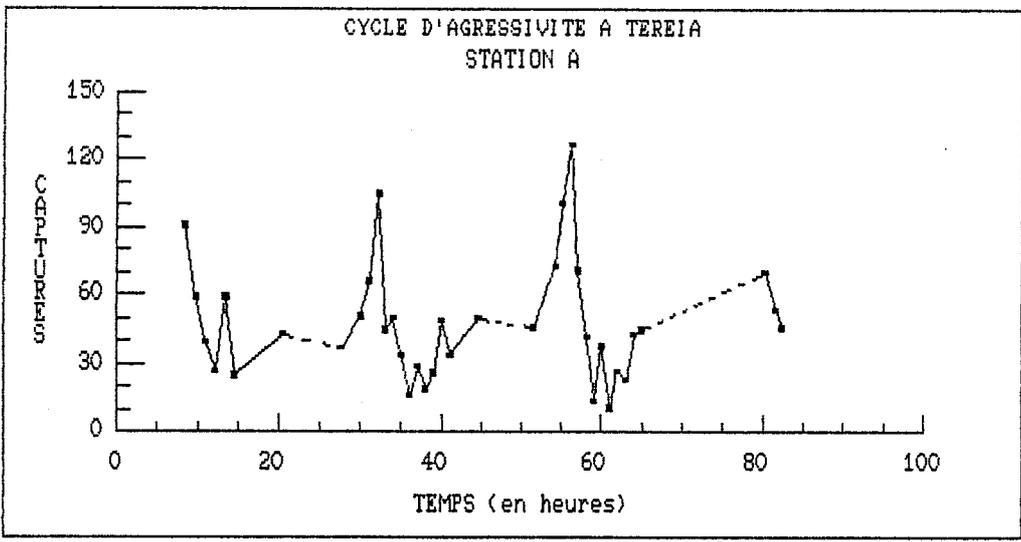
On a donc cherché à déterminer le périodogramme de la série. Celui-ci permet de mettre en évidence l'existence de périodicités particulièrement significatives. La méthode retenue est celle du périodogramme de Schuster qui ajuste à une série de valeurs, un nombre fini de fonctions sinus et cosinus de différentes périodes. L'amplitude du périodogramme, correspondant aux différentes périodes, est évaluée comme étant la variance de la série qui est expliquée par la période considérée. On peut calculer les valeurs critiques du périodogramme (LEGENDRE et LEGENDRE, 1984 : p.234) pour un seuil déterminé (par exemple 0.05). Toute période expliquant plus de variance que ce seuil critique est donc significative.

Pour la station A, le périodogramme est représenté à la figure 3 c. Le trait horizontal représente la valeur critique (calculée comme étant celle qui explique plus de 51.24 % de la variance et qui correspond à la valeur 511.65 de l'ordonnée du graphique). On remarque qu'il existe une période significative, correspondant à la fréquence $f = 0.083$, soit la période $T = 1/f = 12$. Il existe donc un cycle toute les douze captures dans la série des 24 données (captures à 6h, 7h, 17h, 6h, 7h, ... 17h). Les deux autres pics indiquent que le cycle d'agressivité n'est pas une sinusoïde pure. Il existe des perturbations parasites significatives correspondant vraisemblablement aux variations internes à la station.

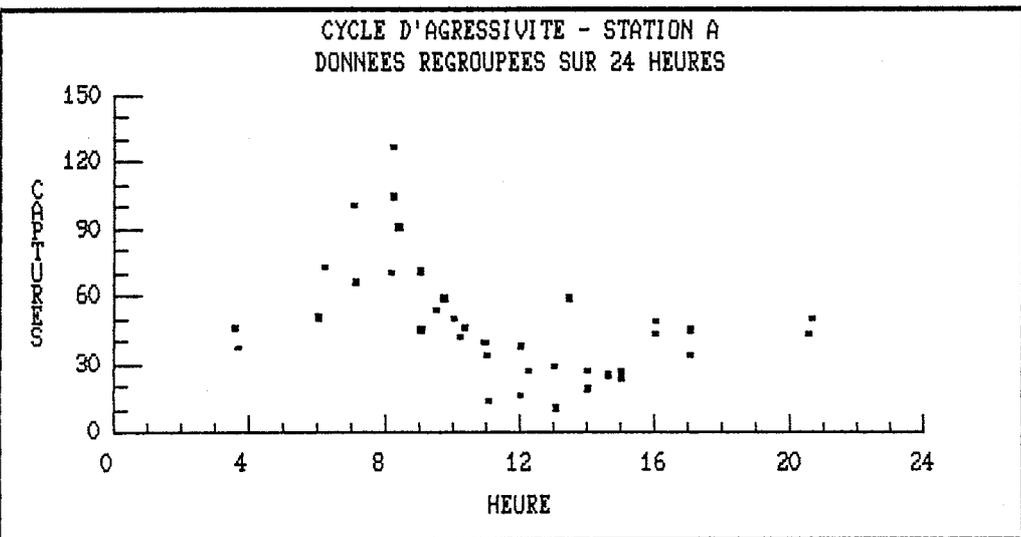
Station B :

La station B a été analysée de la même manière que précédemment. Les résultats apparaissent à la figure 4 a, b, c.

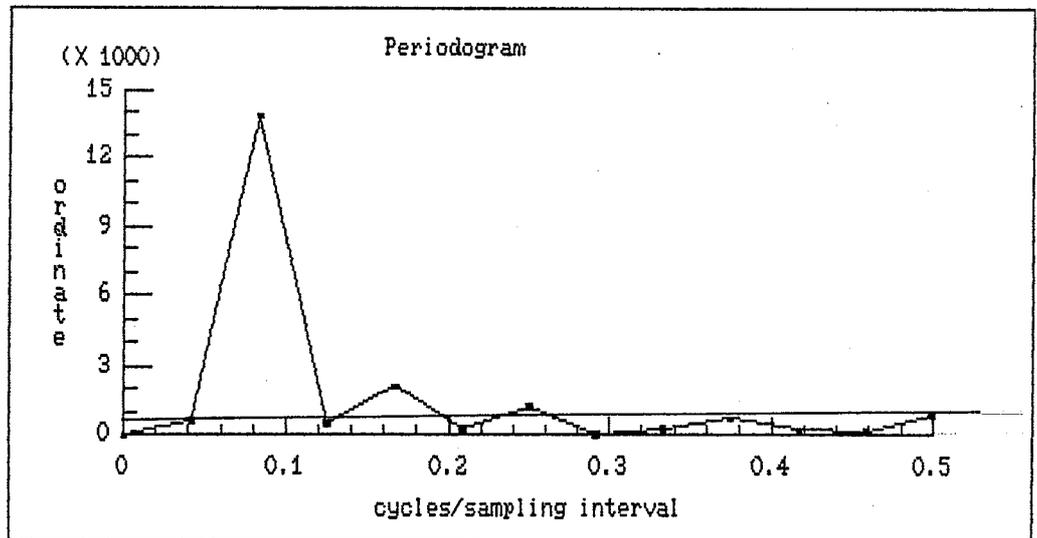
Le cycle d'agressivité paraît moins marqué que pour la station A. Toutefois, le périodogramme fait apparaître là encore un cycle significatif toutes les 12 captures dans la série des 24 données : le pic matinal d'agressivité est bien une réalité.



a



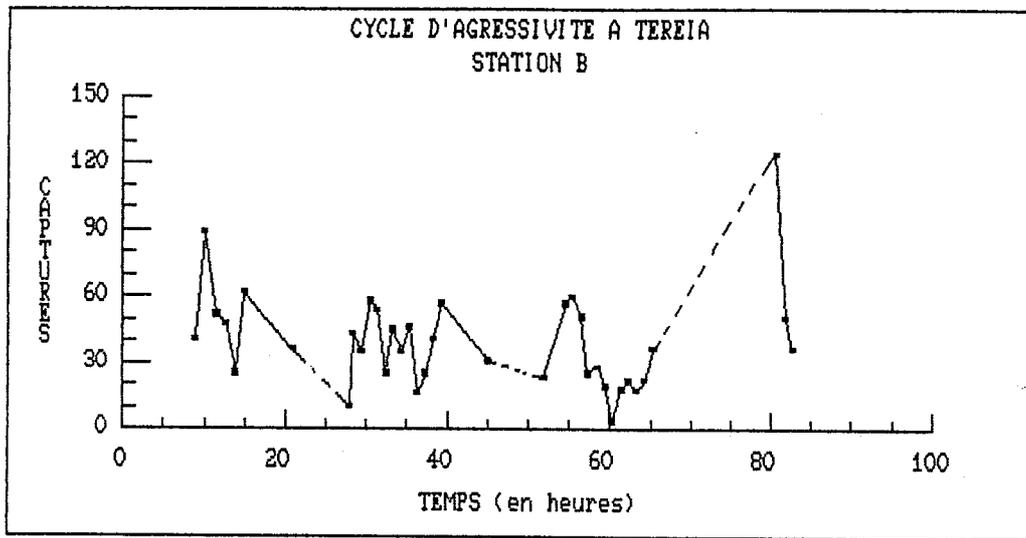
b



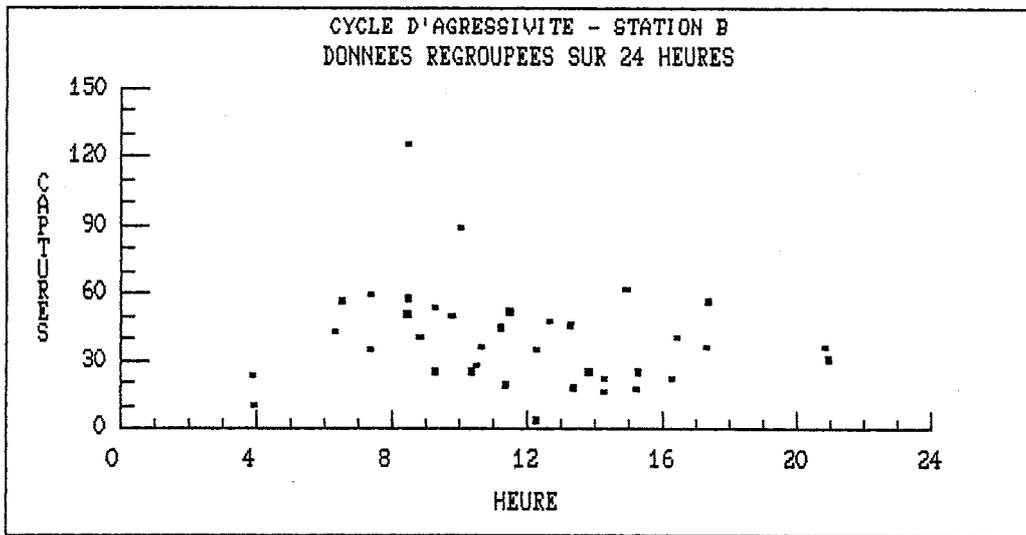
c

Figure 3 : Cycle d'agressivité d'Aedes polynesiensis à la station A.

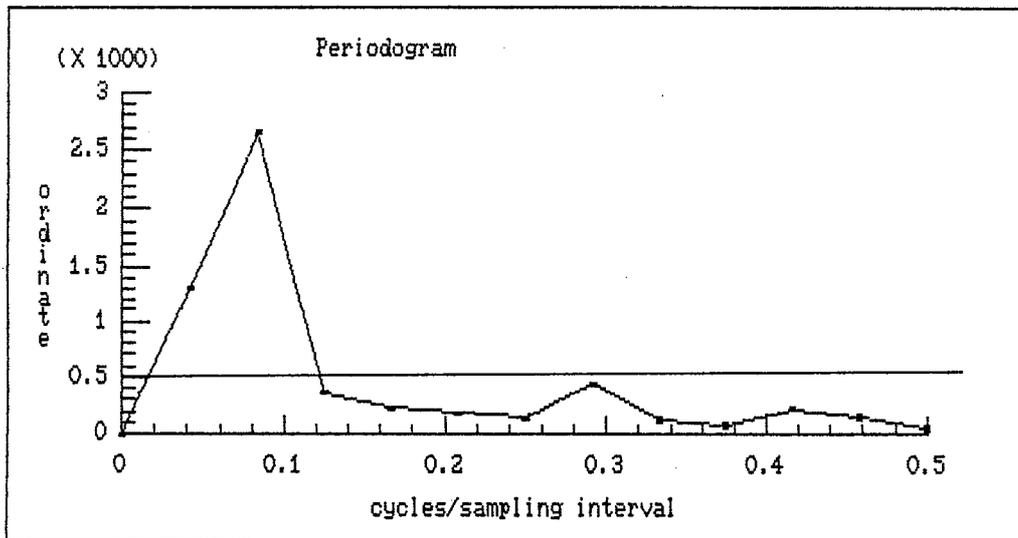
- a - nombre de femelles capturées au cours du temps
- b - nombre de femelles capturées, regroupées sur 24 h
- c - périodogramme



a



b



c

Figure 4 : Cycle d'agressivité d'Aedes polynesiensis à la station B.

- a - nombre de femelles capturées au cours du temps
- b - nombre de femelles capturées, regroupées sur 24 h
- c - périodogramme

Station C :

Les résultats sont donnés à la figure 5 a,b,c. Les pics matinaux sont plus marqués à cette station. On retrouve l'allure de la dynamique de la station A. Cependant, le périodogramme, s'il fait apparaître un cycle significatif toutes les douzes captures dans la série des 24 données (cf. fréquence de 0.08), exhibe deux autres pics correspondant aux fréquences 0.16 et 0.29. Ceci indique comme pour la station A, que la composante cyclique n'est pas une pure sinusoïde : l'agressivité peut donc être très variable dans la journée, même si on observe un pic matinal.

En conclusion, cette expérience préliminaire permet d'affirmer qu'il existe, sur Tereia, un cycle d'agressivité marqué par un pic matinal aux environs de 8 heures. Toutefois, l'allure du cycle peut être différente d'un endroit à l'autre, même si les conditions biotiques apparentes paraissent semblables. Il est donc difficile de modéliser, en l'état actuel des résultats, le niveau des captures en un lieu donné.

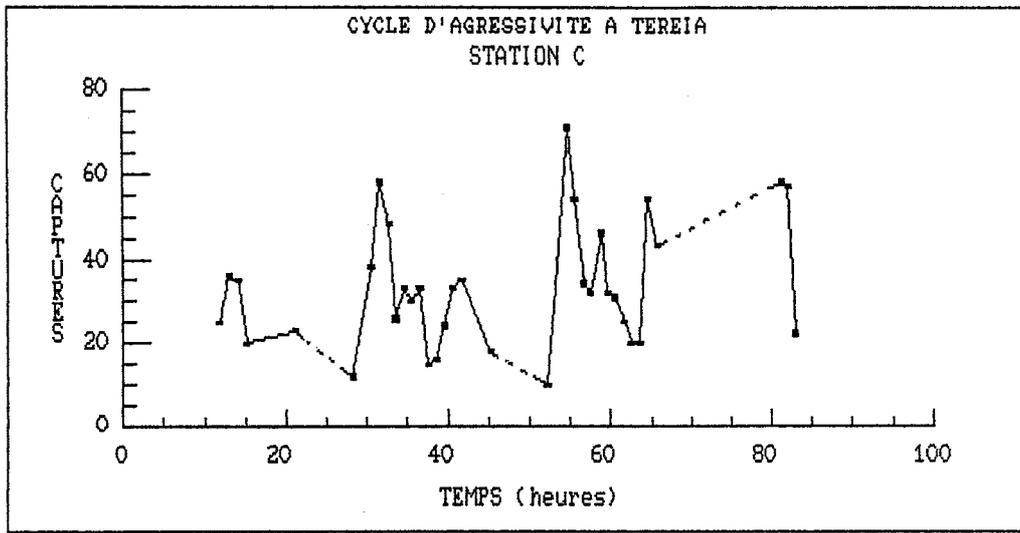
En ce qui concerne le calcul des indices d'agressivité, il faudra donc éviter, pour le moment, d'échantillonner lors du pic matinal d'agressivité. C'est ce qui a été fait. Les captures ultérieures (jusqu'à 17-18 heures) possèdent une variabilité propre qu'il est possible de contrôler par une transformation adéquate (cf. paragraphe ultérieur).

- durée de la capture

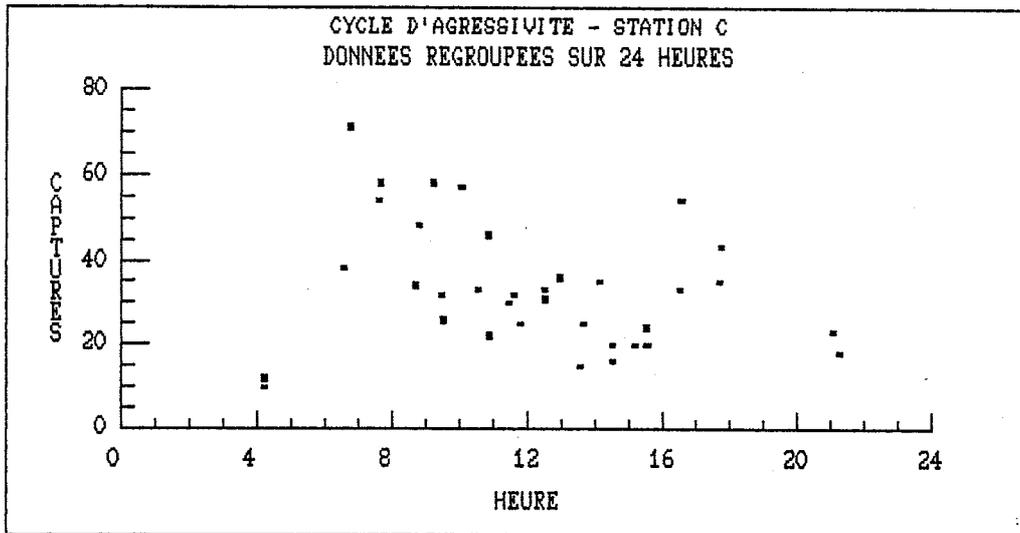
Comme dans les expériences des mois précédents, l'influence de la durée de capture n'a pas été prise en compte : les captures ont toutes duré 10 mn. Aussi, les biais potentiels introduits sont identiques pour toutes les stations. Toutefois, comme l'ont montré LARDEUX et al. (1988), la dynamique d'agressivité est différente d'une station à l'autre lors de captures continues sur plus de 10 mn (expériences menées jusqu'à 30 mn). En général, les captures cumulées au cours des minutes présentent une allure de courbe en S. Le nombre des captures diminue avec le temps. Le point de décroissance est toutefois différent d'une station à l'autre mais est souvent situé aux alentours de 10 mn. La figure 6 illustre ce phénomène, les données brutes ayant servi à la réaliser sont fournies en annexe 4. Un des moyens de calibrer les données est, par exemple, de passer par une transformation du type logarithmique.

- variations spatio-temporelles

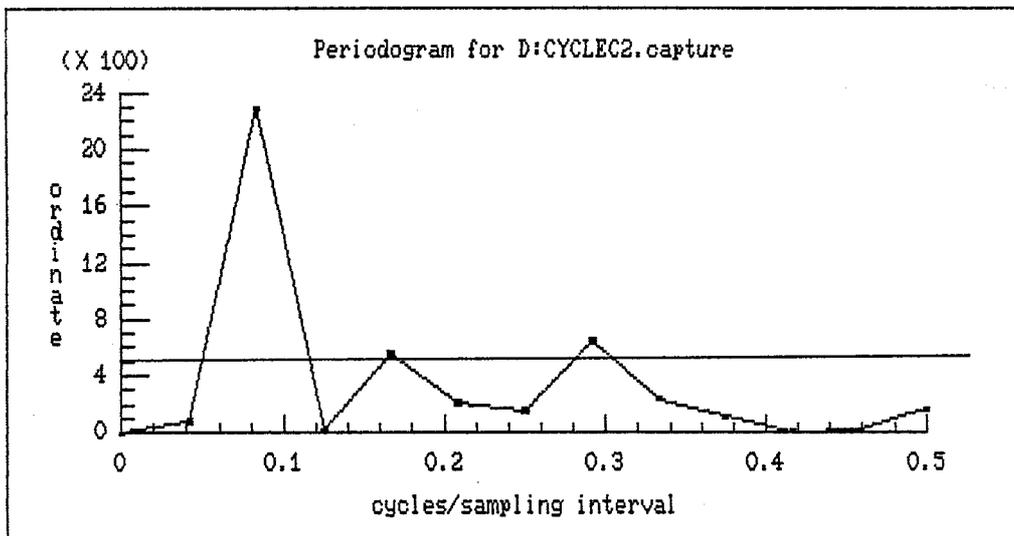
Sur Tereia, il existe des zones plus ou moins bien différenciées, à l'intérieur desquelles la valeur du nombre de moustiques capturés peut se définir de manière semi-quantitative : l'est de l'îlot apparaît toujours moins "peuplé" que l'ouest. Toutefois, mis à part cette grande division, les zones d'isodensité de l'agressivité sont variables d'un jour à l'autre : les données de capture sont variables, non seulement d'une station à l'autre (variabilité spatiale) mais encore, pour une même station, d'un jour à l'autre (variabilité temporelle). Ceci peut être visualisé sur des cartes d'isovaleur du nombre de moustiques capturés



a



b



c

Figure 5 : Cycle d'agressivité d'Aedes polynesiensis à la station C.

- a - nombre de femelles capturées au cours du temps
- b - nombre de femelles capturées, regroupées sur 24 h
- c - périodogramme

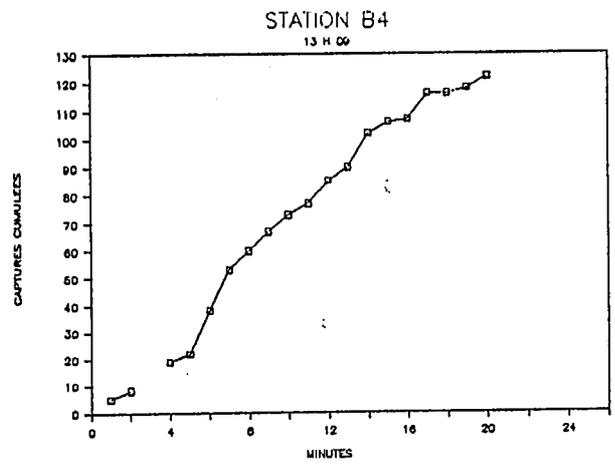
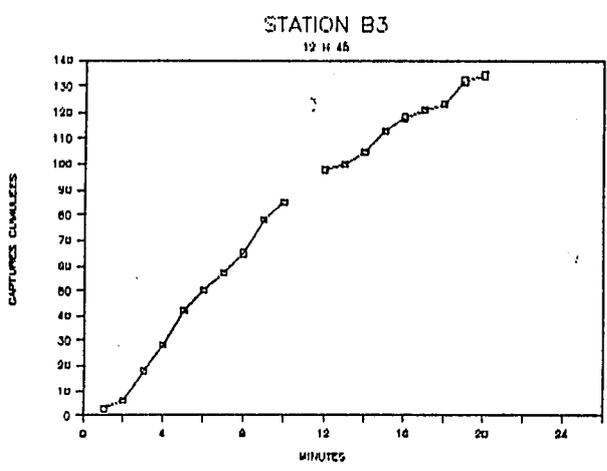
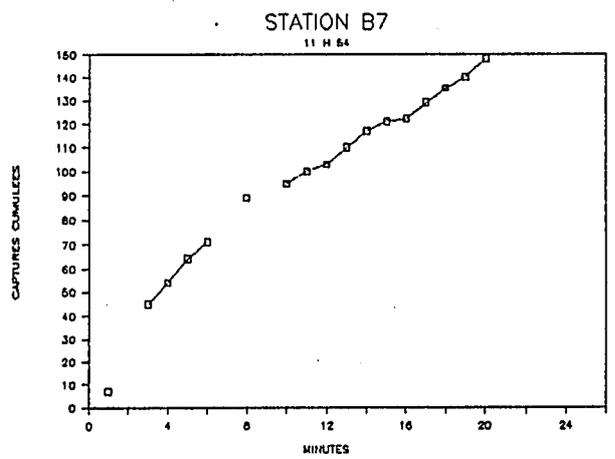
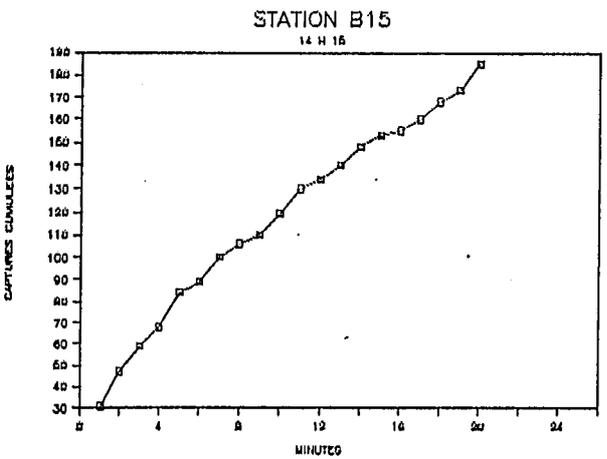
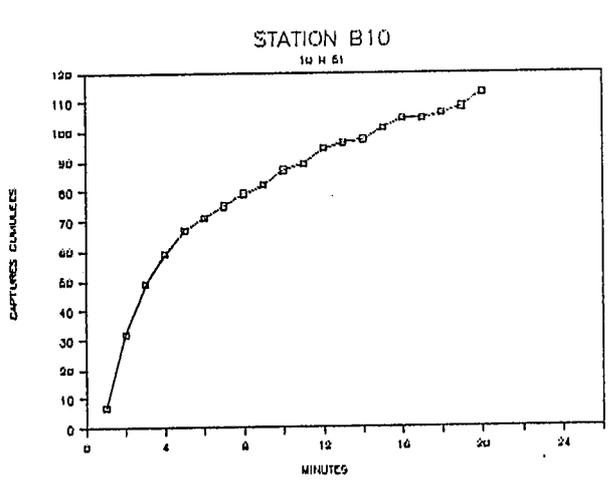
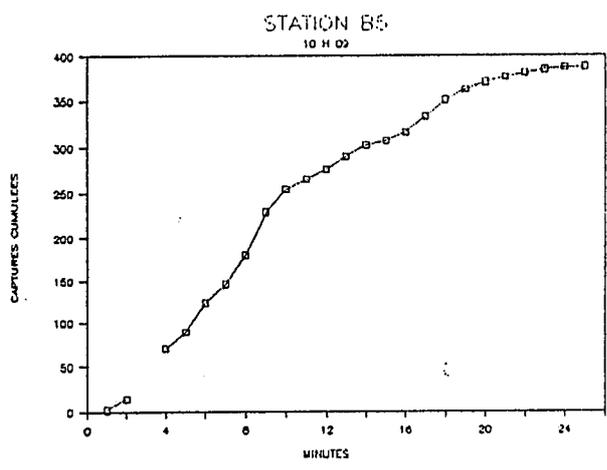
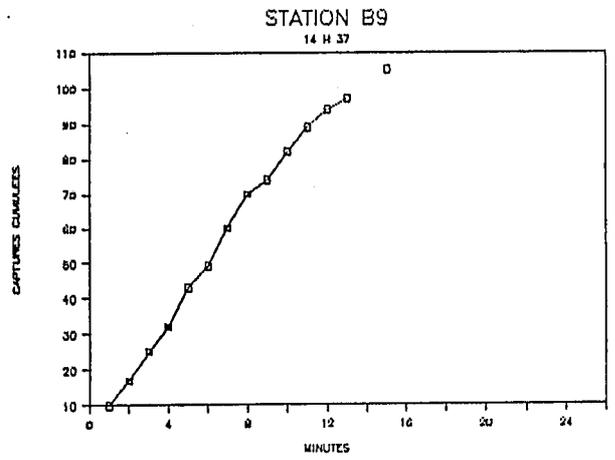
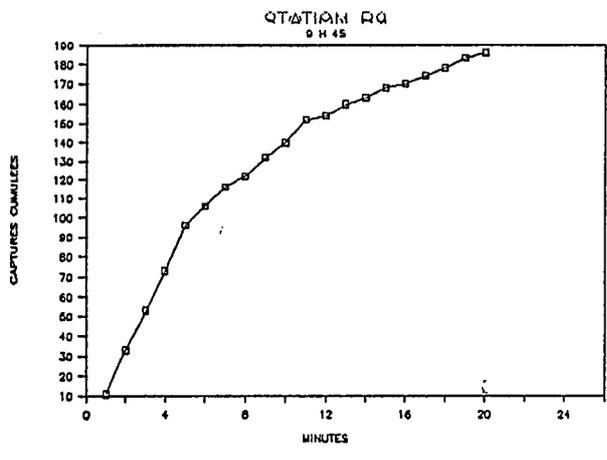


Figure 6 : évolution au cours du temps (en minutes), du nombre total de moustiques capturés sur appât humain, à différentes stations.

(fig. 7). Ces cartes ont été tracées à l'aide d'un programme BASIC adapté de DAVAUD (1975) et disponible à Tahiti sur simple demande.

Ainsi, on remarque qu'au sein d'une même zone, où la densité moyenne semble élevée, certaines stations peuvent être "pauvres". La variance de l'indice d'agressivité risque donc d'être élevée. Ceci amène à penser qu'un des remèdes possible serait de multiplier les observations (cf. paragraphe suivant).

1.2.1.2 - Remèdes

- Transformation des données

Une manière d'échapper aux variations dans le nombre de moustiques capturés consiste à transformer les données brutes. Le rôle de la transformation est de changer l'échelle des mesures pour se ramener à un cadre gaussien (à défaut, approximativement gaussien).

Dans cette étude, on remarque qu'effectivement, les données brutes de capture ne se répartissent pas selon une courbe normale, que se soit sur Tereia (fig. 8 a), comme sur l'îlot témoin (fig. 9 a).

La transformation de chaque valeur x (= nombre des femelles capturées en 10 mn à chaque station) par la fonction $\text{Log}(x+1)$, tend à "normaliser" les données (fig. 8 b et 9 b). Cette transformation a aussi été utilisée lors de l'étude avant traitement et celle "trois mois après".

- Taille de l'échantillon

Comme l'a souligné LARDEUX et al. (1988), trois mois après traitement, il faut échantillonner 23 stations pour que la différence entre la vraie valeur de la moyenne des captures journalières et la valeur observée n'excède pas 0.5, avec une probabilité de 95 %. Ce nombre est encore valable pour l'expérimentation "six mois après traitement".

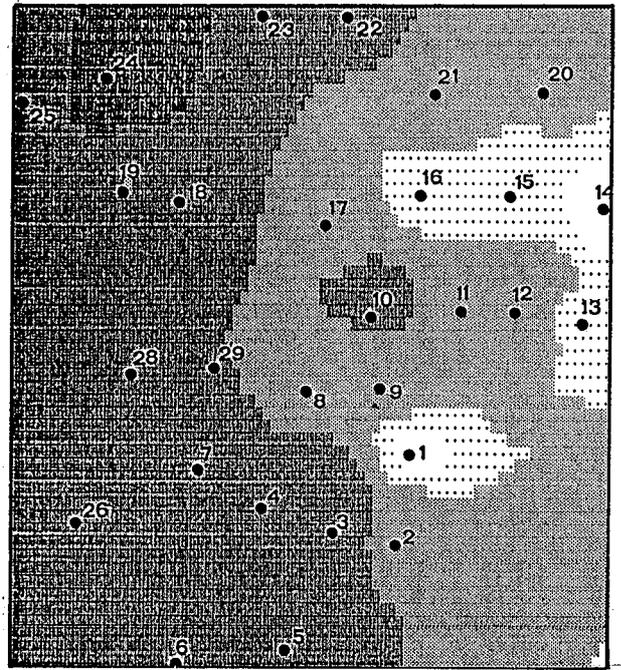
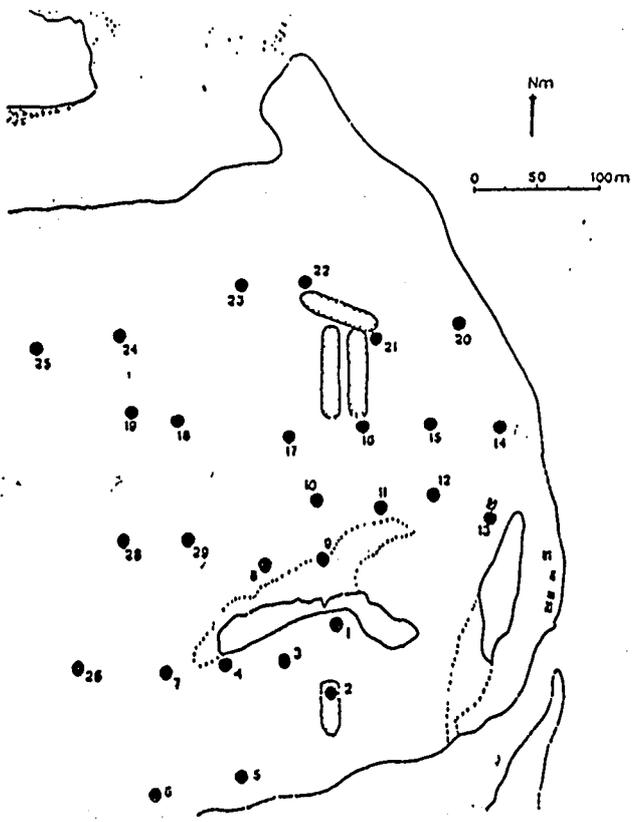
Six mois après traitement, 21 stations en moyenne ont été échantillonnées quotidiennement sur Tereia et 16 sur l'îlot témoin. Ces valeurs paraissent donc suffisantes pour la précision recherchée. L'augmentation du nombre de stations sur l'îlot témoin, par rapport aux études précédentes, permet un gain appréciable dans la précision, même si le niveau requis (23 stations) n'a pas pu être atteint, en raison de problèmes logistiques.

1.2.2 - Analyse des résultats : effets du traitement

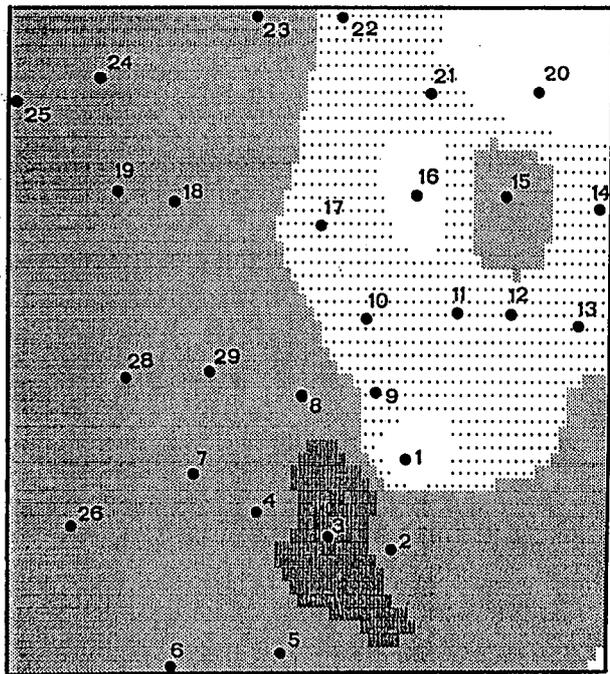
1.2.1.1 - Indices vectoriels "journaliers"

On rappelle que cet indice est constitué, pour chaque zone (Tereia et témoin) de la série des indices calculés pour un jour donné. Chaque jour, l'ensemble des données recueillies est transformé par $\text{Log}(x+1)$ et moyenné. Le résultat est considéré comme étant, pour ce jour d'échantillonnage précis, une réalisation possible de l'indice d'agressivité.

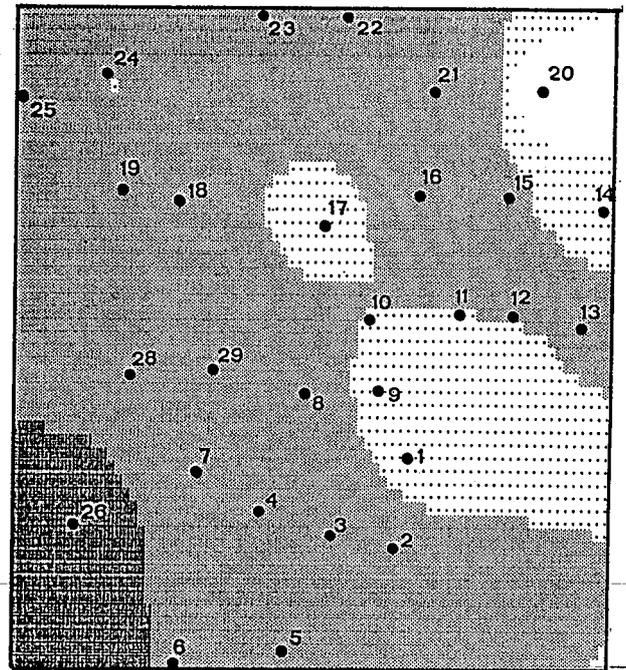
On a pu disposer, au total, de 40 réalisations de cet indice, avant traitement, à trois mois et à six mois, sur 6 lieux-périodes, comme le montre le tableau suivant :



jour 1



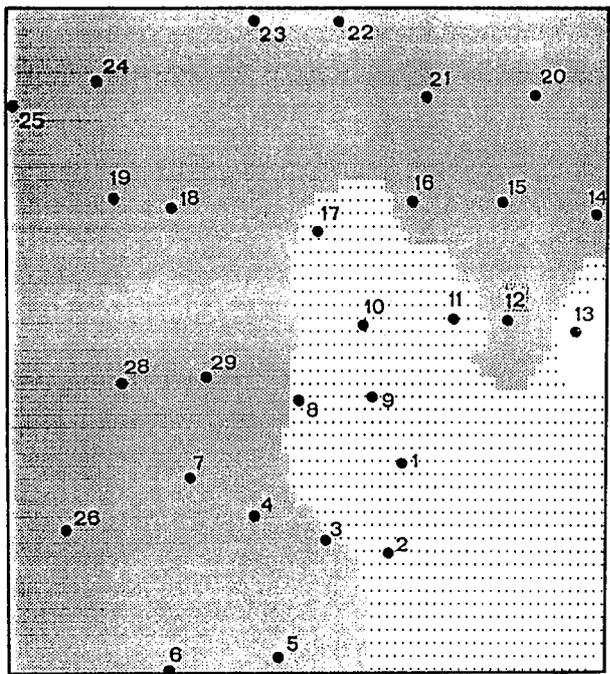
jour 2



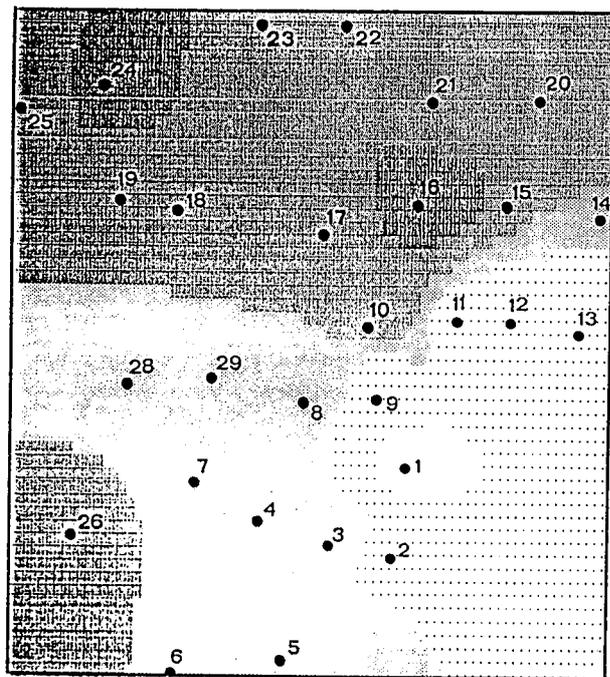
jour 3

- 10
- 30
- ▤ 75
- ▥ 150
- ▧ 200

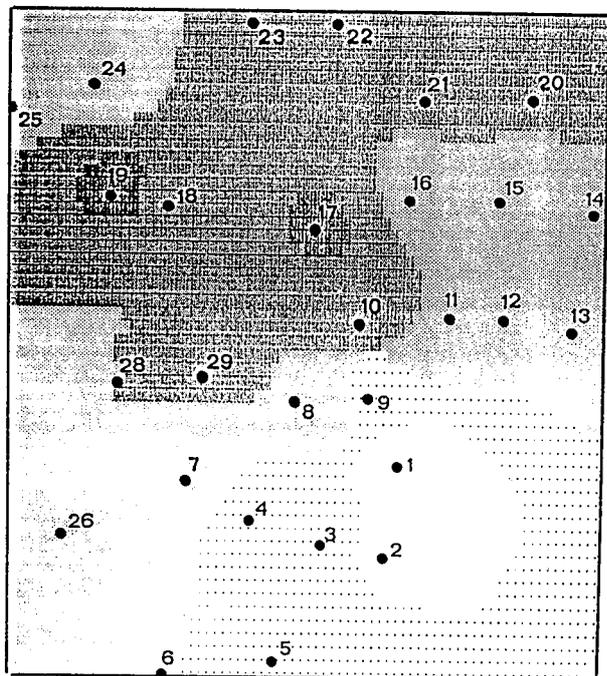
Figure 7 : zones d'isovaleurs de capture de moustiques, calculées journallement.



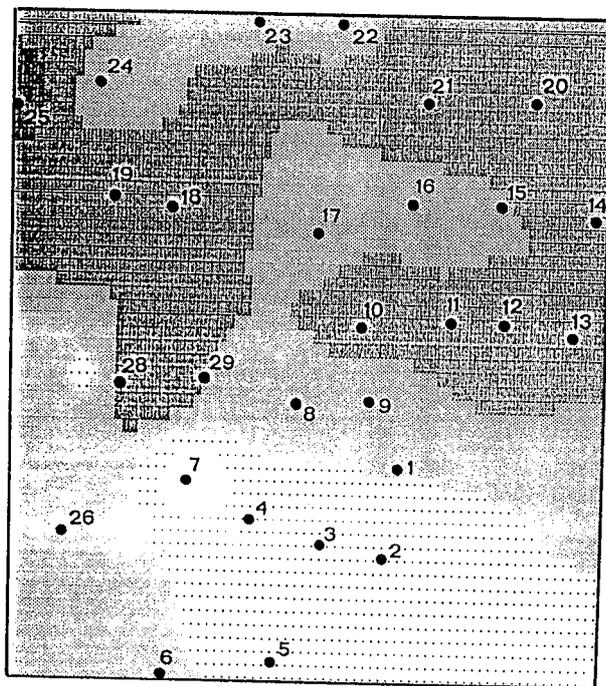
Jour 4



Jour 5



Jour 6



Jour 7

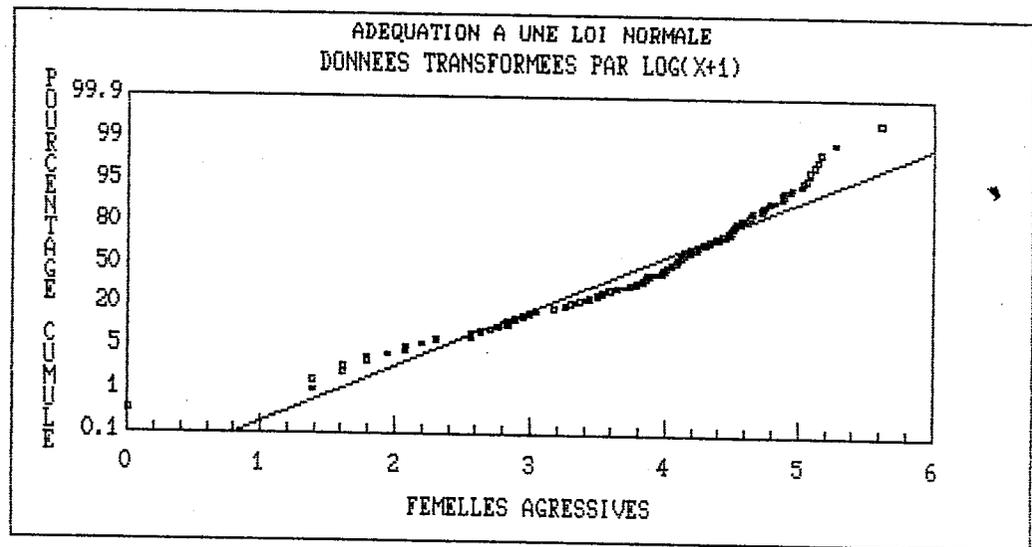
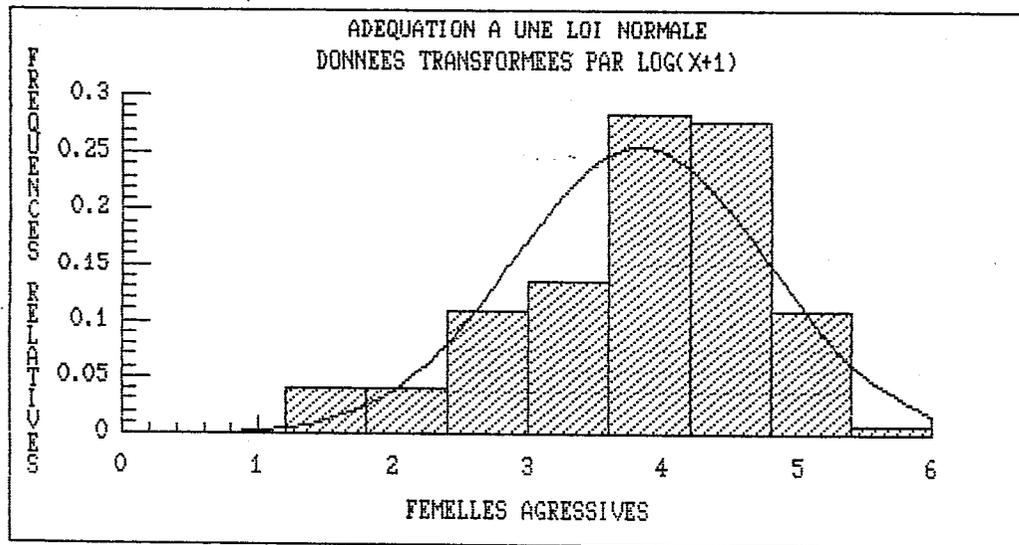
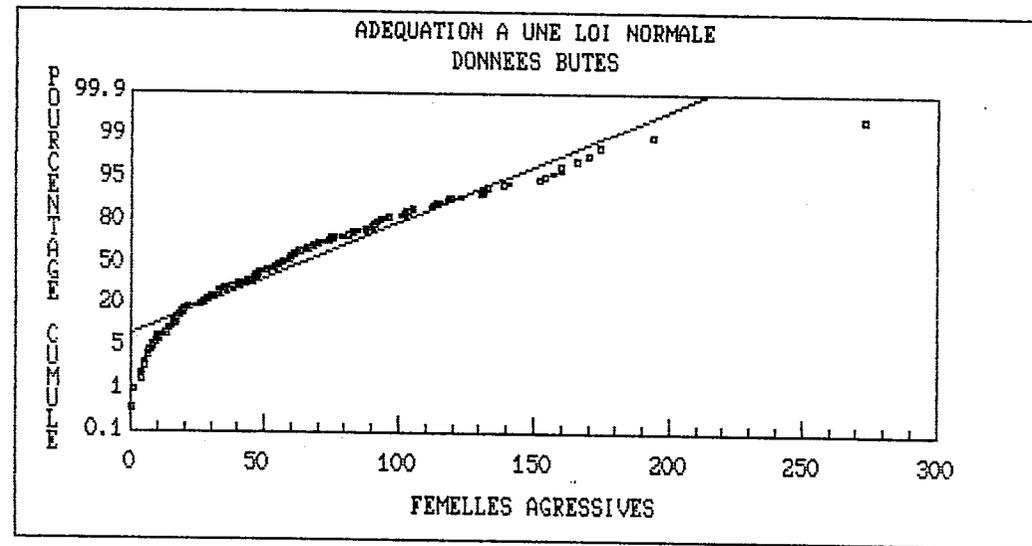
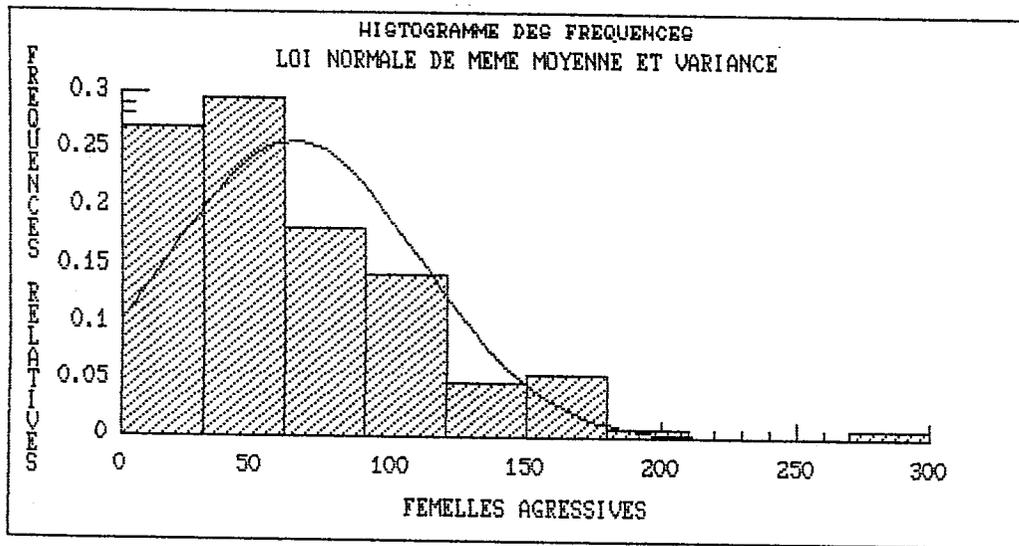


Figure 8 : distribution du nombre de moustiques capturés en 10 mn sur Tereia 6 mois après traitement.

- a - sans transformation
- b - avec transformation par $\text{Log}(x+1)$

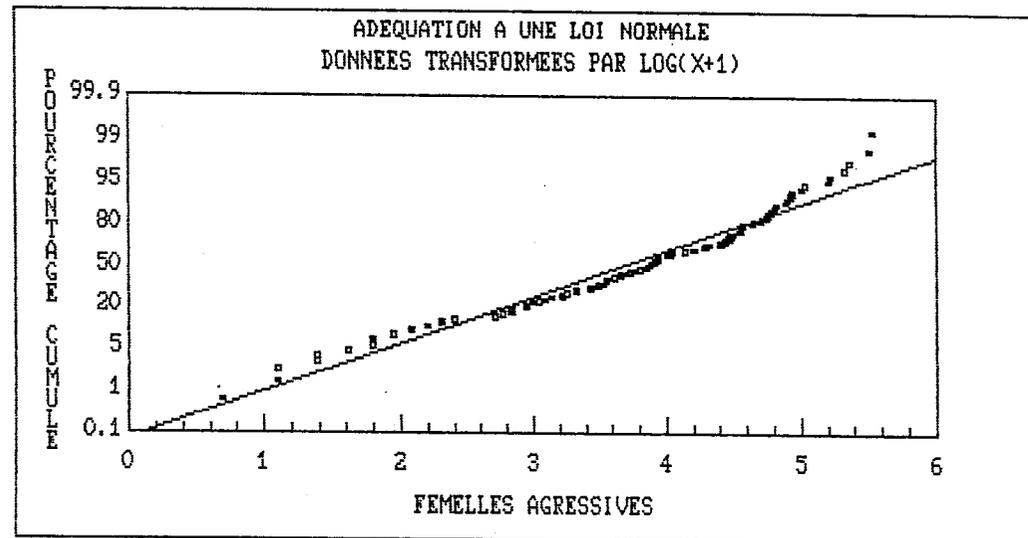
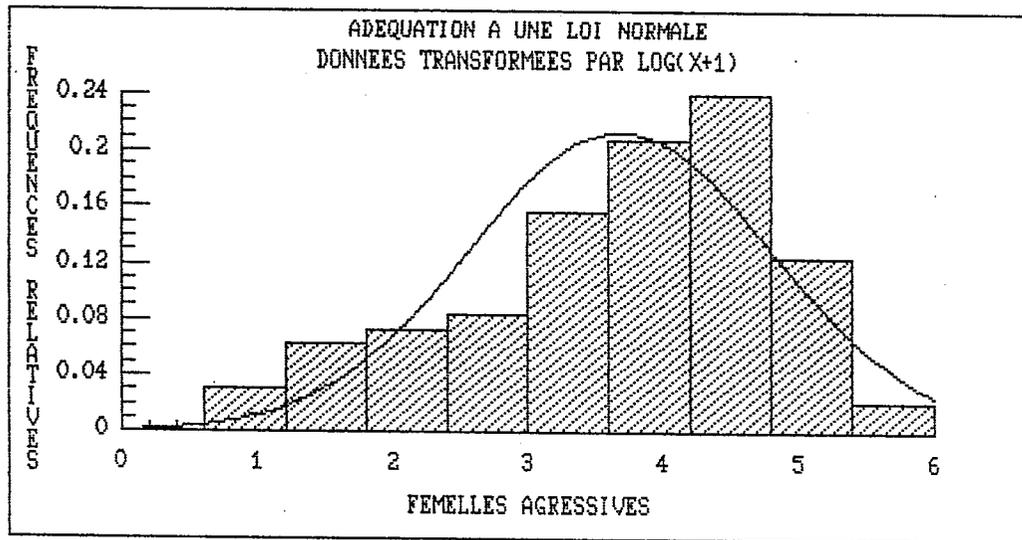
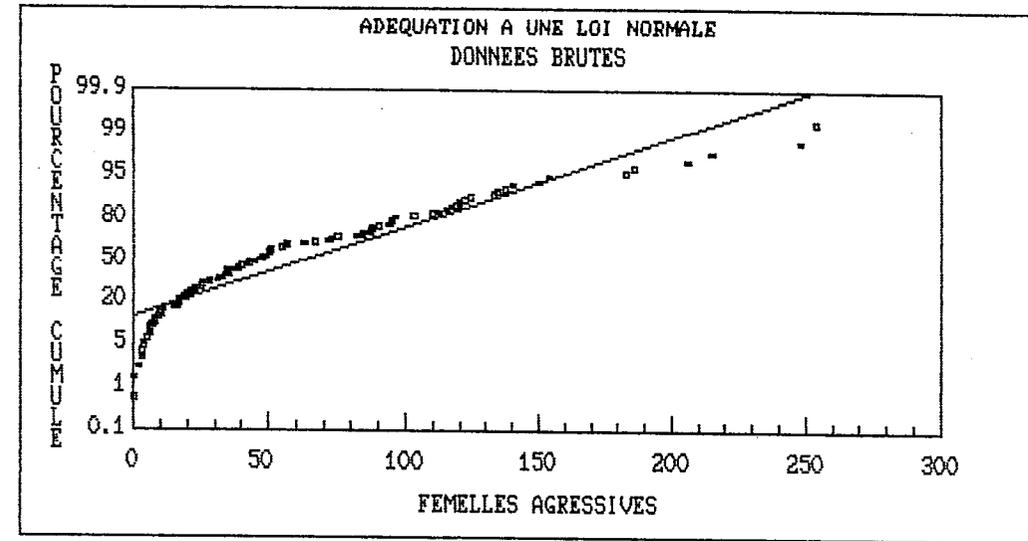
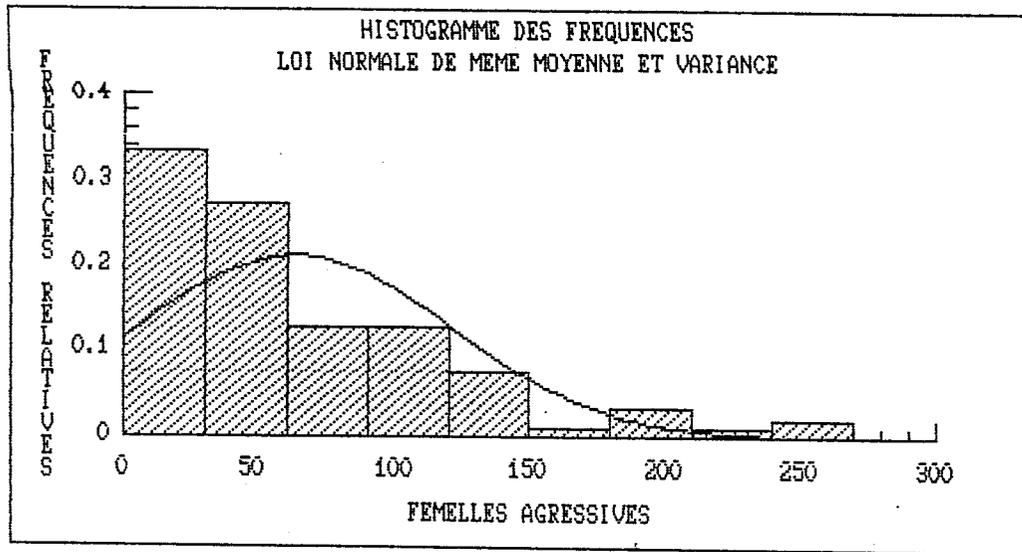


Figure 9 : distribution du nombre de moustiques capturés en 10 mn sur l'îlot témoin 6 mois après traitement.

- a - sans transformation
- b - avec transformation par $\text{Log}(x+1)$

lieu / période	Tereia	témoin	total
avant trait-	8 indices	3 indices	11
3 mois	9 indices	7 indices	16
6 mois	7 indices	6 indices	13
			40

Les résultats apparaissent à la figure 10.

On constate qu'il n'y a pas de différence significative entre Tereia et l'îlot témoin, que ce soit avant traitement, à trois mois ou à six mois.

1.2.1.2 - Indices vectoriels "stations"

Une analyse similaire à la précédente a été menée sur ces indices, calculés en faisant la moyenne des observations sur une station donnée.

121 observations au total ont pu être récoltées, selon le tableau suivant :

lieu / période	Tereia	témoin	total
avant trait-	29 stations	9 stations	38
3 mois	29 stations	8 stations	37
6 mois	29 stations	17 stations	46
			121

Les résultats apparaissent à la figure 11.

Là encore, on ne constate pas de différence significative entre les deux zones, que ce soit avant traitement, trois mois ou six mois après.

1.2.1.3 - Analyse de variance - Blocs non équilibrés

Les blocs sont ici constitués par chaque île, avant traitement, 3 mois et 6 mois après traitement (donc 6 blocs au total). Les réalisations dans chaque bloc sont les moyennes, par station, des données transformées.

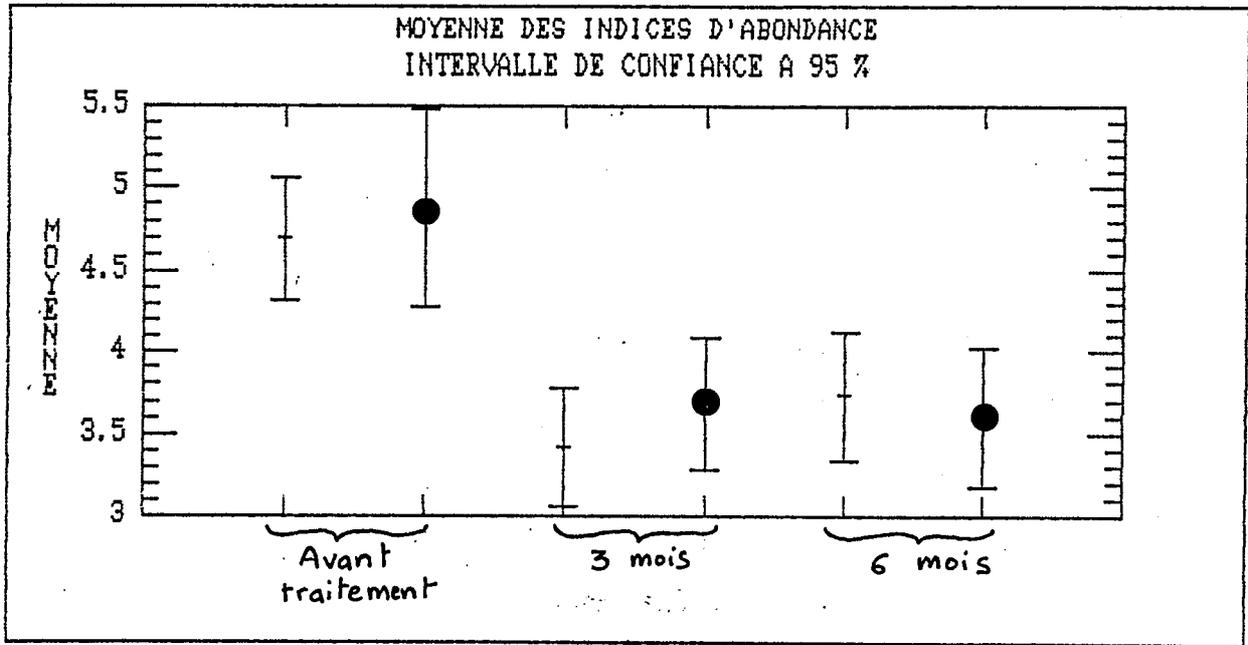


Figure 10 : comparaison des indices vectoriels journaliers moyens avant traitement et 6 mois après.
(+ = Tereia ; ● = témoin)

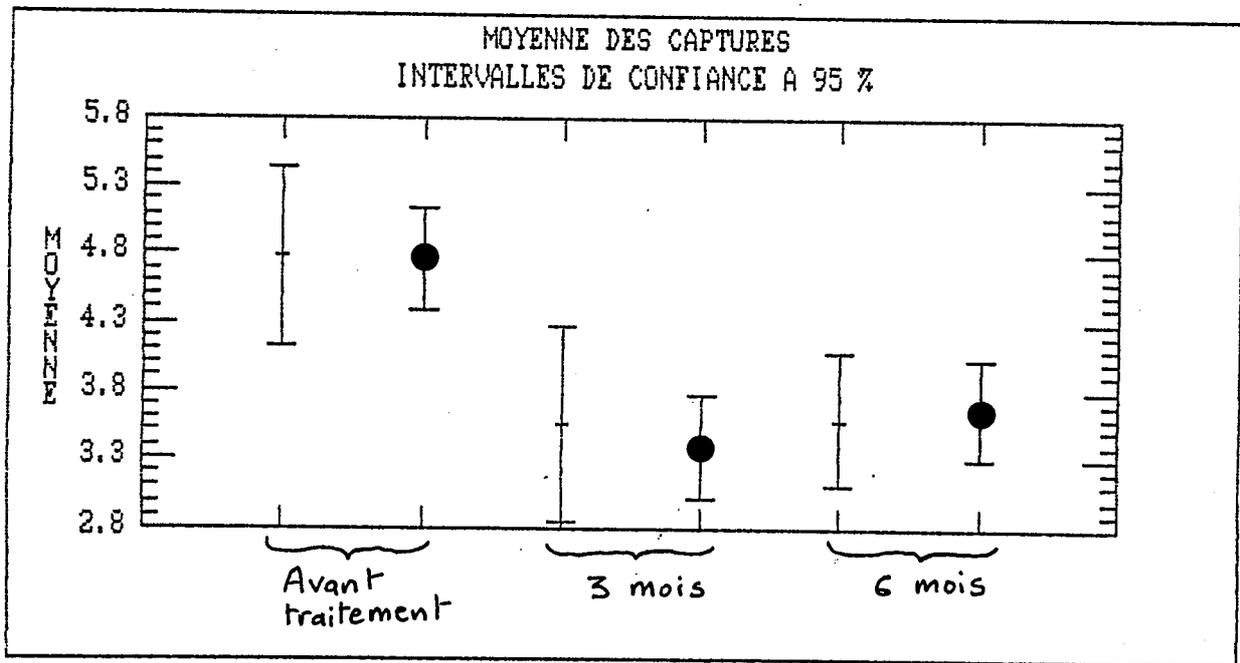


Figure 11 : comparaison des indices vectoriels des stations moyens avant traitement et 6 mois après.
(+ = Tereia ; ● = témoin)

Le tableau d'analyse de variance est le suivant :

source	somme des carrés	ddl	carré moyen	F
total	155.16	117	1.326	
cellule	41.77	5	8.356	
période + traitement	41.16	3		
interaction	0.61	2	0.306	0.30
période	41.02	2	20.51	20.26
traitement	0.03	1	0.03	0.03
résiduelle	113.38	112	1.01	

On constate là encore que l'effet du traitement n'existe pas.

1.2.1.4 - Indices globaux

L'analyse de variance sur les indices globaux (calculés comme la moyenne générale des données transformées pour une période donnée) peut se faire selon le schéma suivant :

lieu / période	Tereia	témoin
avant trait-	1 indice	1 indice
3 mois	1 indice	1 indice
6 mois	1 indice	1 indice

Le tableau d'analyse de variance est donné au tableau 3. Les résultats sont illustrés par la figure 12 et 13.

La figure 12 présente l'effet "période" (une fois l'effet "îlot" retiré). On remarque qu'il existe un effet marqué, qui correspond tout simplement aux fluctuations saisonnières naturelles des populations.

La figure 13 présente l'effet "îlot", c'est à dire l'effet du traitement proprement dit (une fois l'effet "période" retiré). On ne constate pas, là encore, de différence significative entre l'îlot témoin et la zone traitée.

2 - ECHANTILLONNAGE DES TERRIERS DE CRABE

2.1 - Résultats au sixième mois.

L'échantillonnage des terriers de crabe s'est fait selon la même méthode que lors de l'étude "trois mois après traitement". Les zones échantillonnées apparaissent sur la figure 14.

Les données brutes recueillies six mois après traitement et ayant servi aux calculs sont consignées dans l'annexe 5.

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS	1.8887857	3	.6295952	42.876	.0229
EFFET TLOT	.0031957	1	.0031957	.218	.6912
EFFET PERIODE	1.8855901	2	.9427950	64.206	.0153
RESIDUAL	.0293679	2	.0146839		
TOTAL (CORR.)	1.9181536	5			

Tableau 3 : analyse de variance des indices globaux.

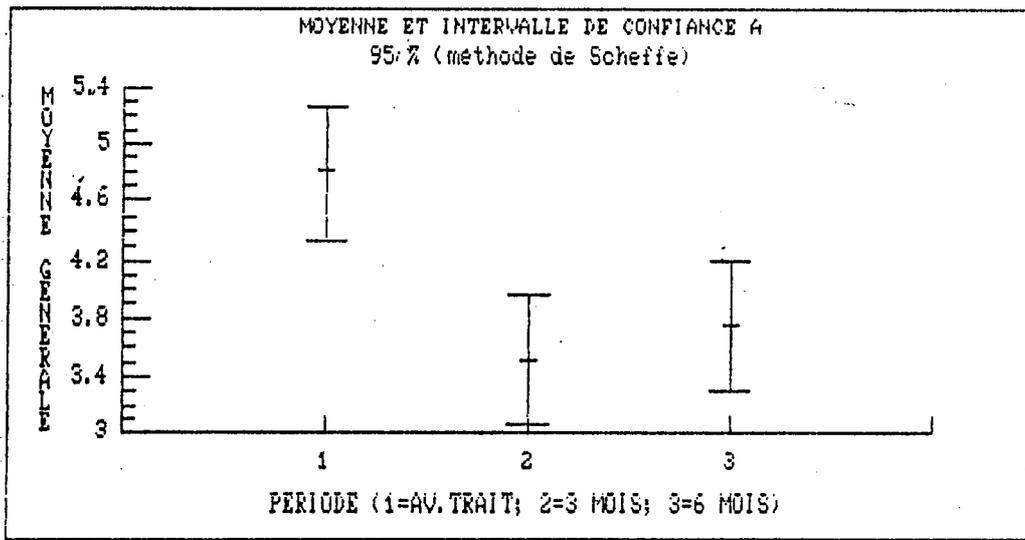


Figure 12 : comparaison des effets "période" (indices globaux)

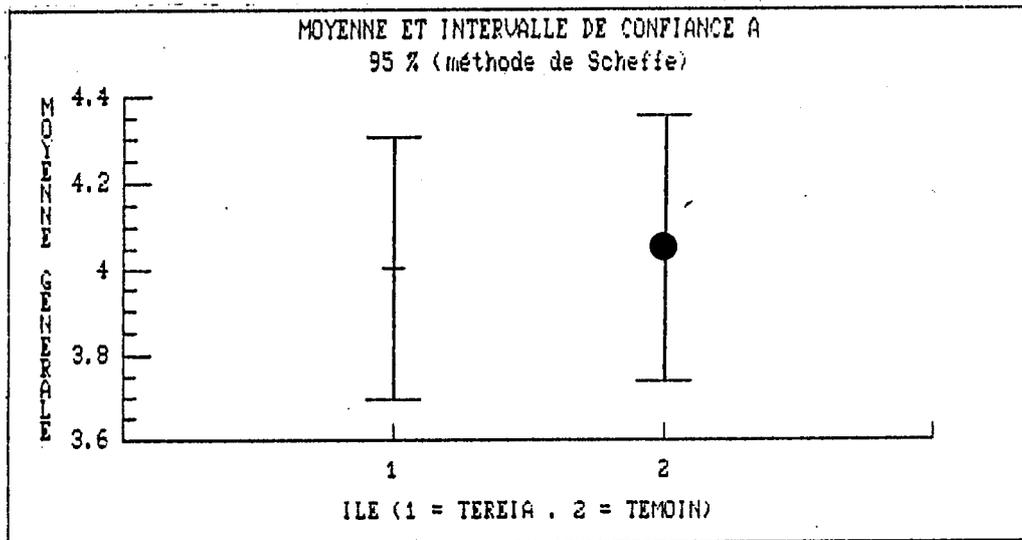


Figure 13 : comparaison des effets "flot" (indices globaux)

	AVANT TRAIT -	3 MOIS TEREIA	3 MOIS TEMOIN	6 MOIS TEREIA	6 MOIS TEMOIN
EN EAU	80	133	28	88	27
EAU SEULE	26	27	18	37	13
AVEC AEDES POLYNESEIENSIS (AP)	11	5	8	7	13
AVEC MESOCYCLOPS ASPERICORNIS (MA)	42	115	0	53	0
AVEC AP + MA	1	4	0	9	0
TERRIERS SECS	204	244	11	118	67
NBRE TOTAL EXAMINE	284	569	176	284	107

Tableau 4 : Evolution temporelle des paramètres mesurés pour les terriers de crabe terrestre (en nombre de terriers).

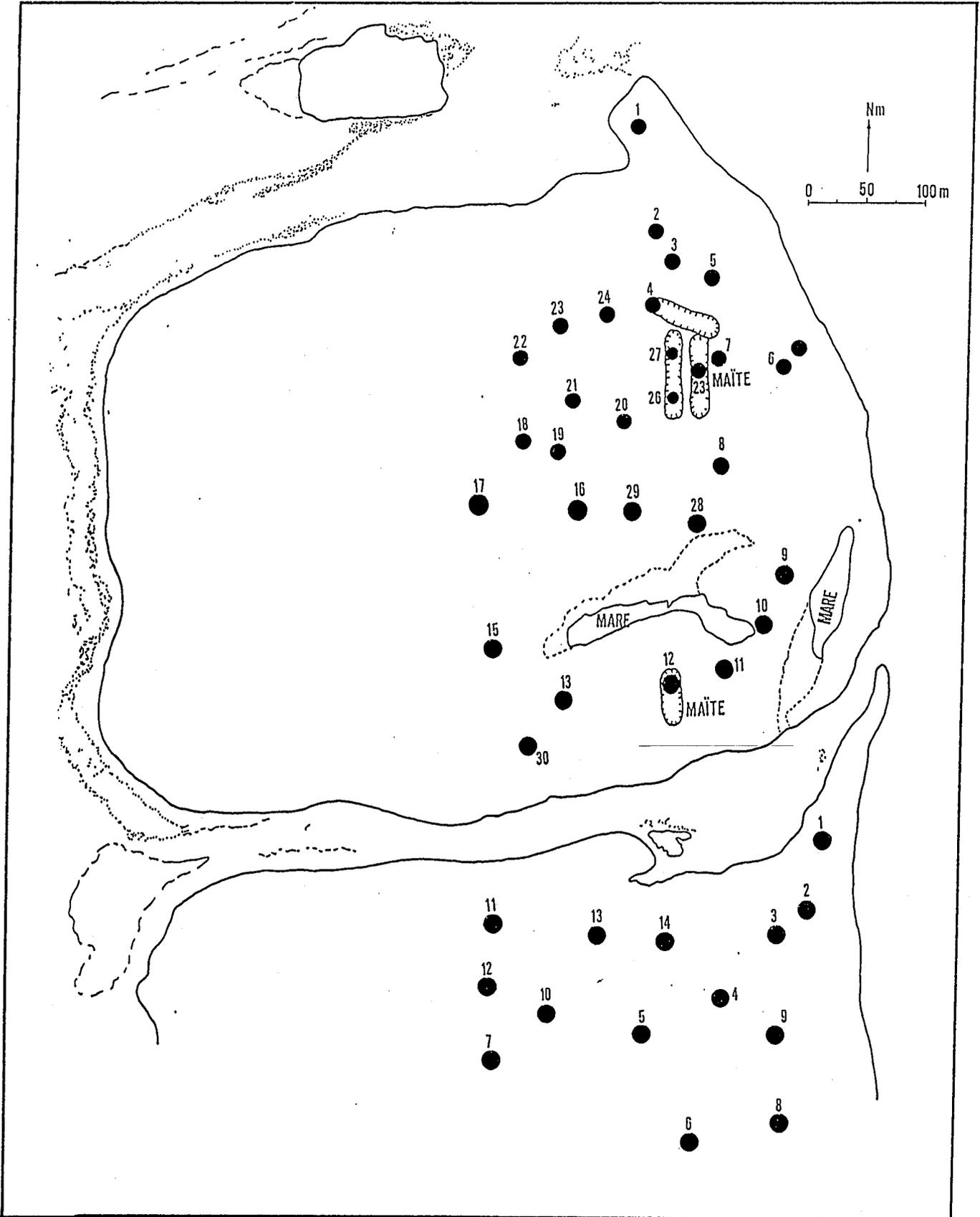


figure 14 : zones d'échantillonnage des terriers de crabe, 6 mois après traitement.

Les résultats globaux de l'échantillonnage au sixième mois apparaissent à la figure 15.

Sur Tereia 284 terriers ont été siphonnés. 88 étaient en eau et 59 "humides" (on n'a pas pu les siphonner). 118 étaient à sec. Sur les 88 en eau, 53 hébergeaient Mesocyclops aspericornis et 7 Aedes polynesiensis. 9 abritaient les deux espèces et 1 les deux espèces plus une espèce de Culex.

Sur l'îlot témoin, 107 terriers ont été siphonnés. 27 étaient en eau et 67 à sec. Sur les 27 en eau, 13 hébergeaient Aedes polynesiensis et 1 Aedes polynesiensis et Culex sp.

2.2 - Comparaison avant traitement - 3^{ème} mois - 6^{ème} mois

L'évolution de quelques paramètres permet d'apprécier la qualité du traitement. Ces données sont illustrées dans le tableau 4 et la figure 16.

On remarque que la proportion de terriers en eau (donc susceptibles d'être des gîtes à Aedes polynesiensis) reste constante, entre 20 et 30 % pour Tereia et l'îlot témoin, tout au long des expérimentations. Par contre, la proportion de terriers hébergeant Aedes polynesiensis est significativement différente entre Tereia et l'îlot témoin. Sur Tereia, le niveau des terriers productifs en Aedes polynesiensis est significativement plus faible que sur l'îlot témoin. Parallèlement, la proportion de terriers hébergeant Mesocyclops aspericornis reste élevée : de 50% avant traitement, elle est passée à près de 90% trois mois après mais est retombée à 60% six mois après traitement. Aussi, même si l'action de prédation de Mesocyclops aspericornis sur le premier stade d'Aedes polynesiensis est effective, il n'en reste pas moins que cette baisse du pourcentage des terriers où se développe le copépoде risque, à terme, de redonner à Tereia sa configuration originelle.

CONCLUSION

Au niveau de l'agressivité des moustiques adultes, l'efficacité du traitement ne se fait pas sentir. Au niveau des terriers de crabe, ceci est à nuancer : en effet, si les caractéristiques physico-chimiques sont adéquates (notamment la permanence de la nappe d'eau, une salinité faible ...), l'action prédatrice du copépoде est excellente et durable dans un terrier. Malheureusement, ces caractéristiques peuvent évoluer et d'autres conditions, causes d'insuccès, peuvent survenir. LARDEUX et al. (1988) en font l'inventaire. Au total, quelques terriers productifs (ou redevenus tels) peuvent maintenir une population de moustiques adultes élevée.

Les conclusions sont donc identiques à celles tirées de l'expérimentation trois mois après traitement : l'action de prédation de Mesocyclops aspericornis n'est pas à remettre en cause, mais il est inefficace, à grande échelle, dans un biotope tel qu'une cocoteraie d'atoll à Cardisoma carnifex. Son efficacité reste néanmoins à être testée dans d'autres biotopes plus favorables à la mise en place d'une lutte biologique sur de grandes étendues.

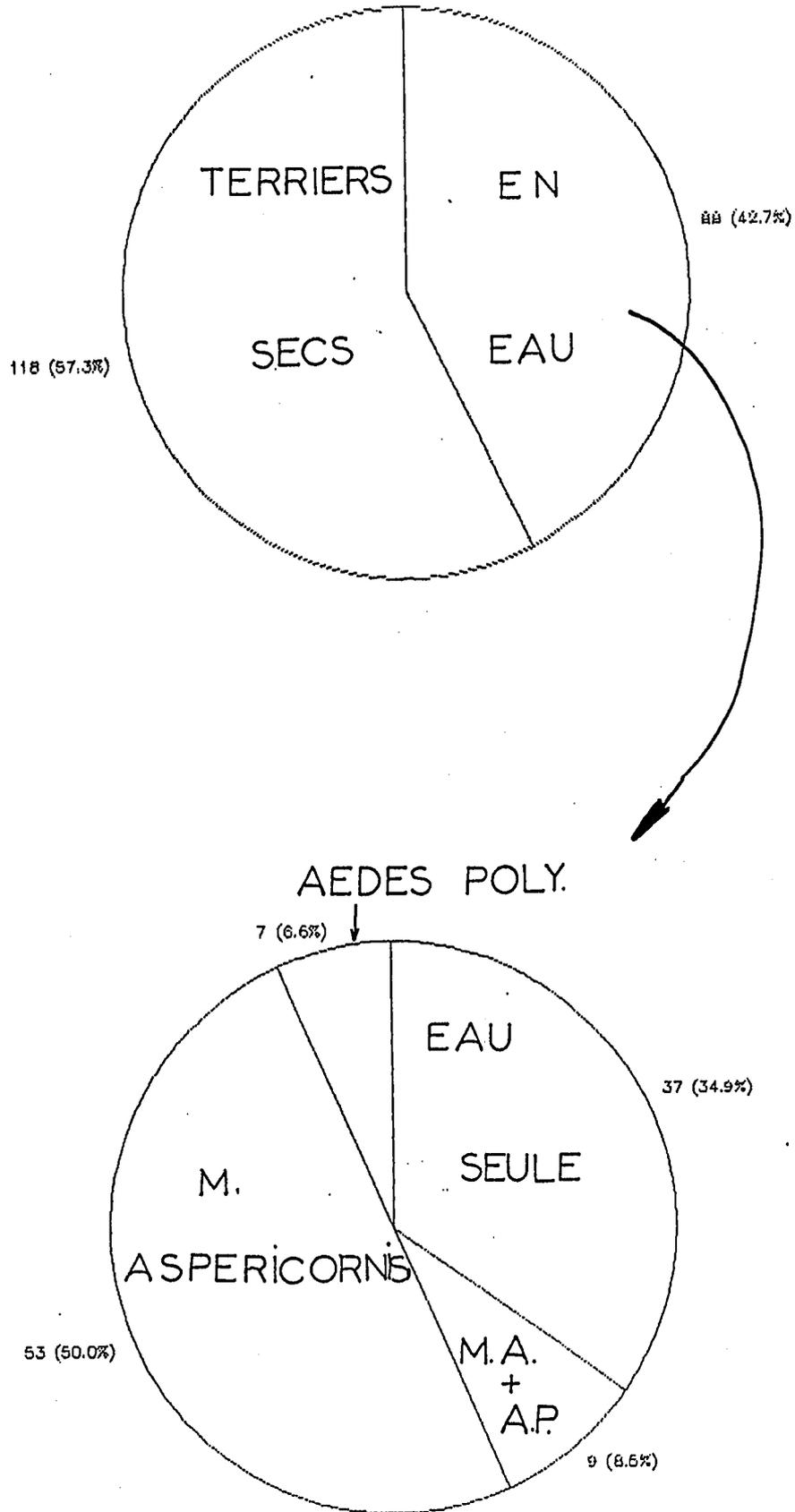
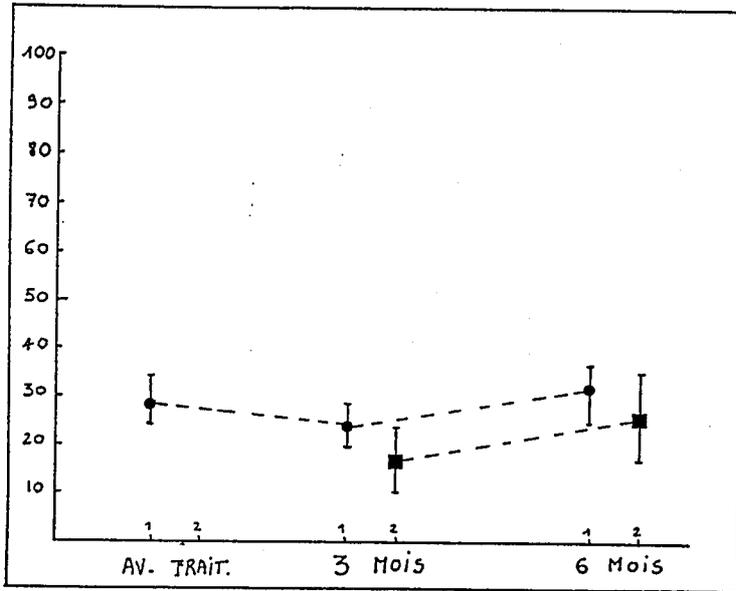
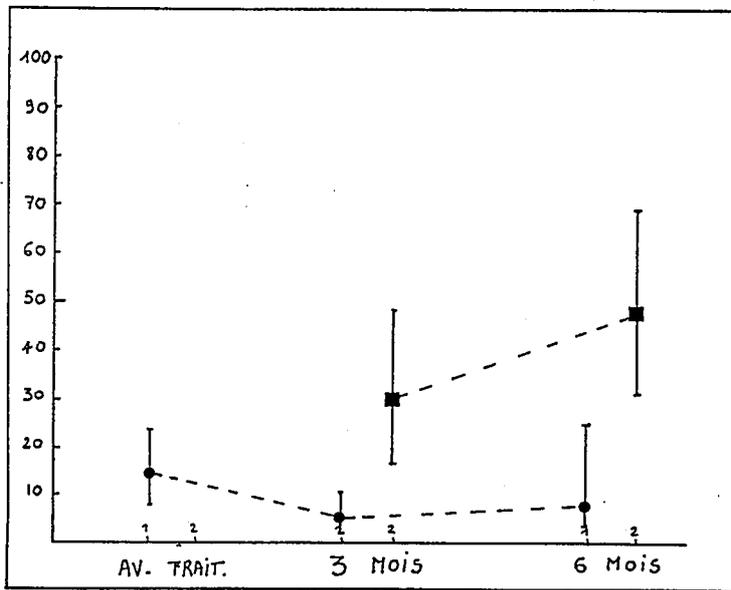


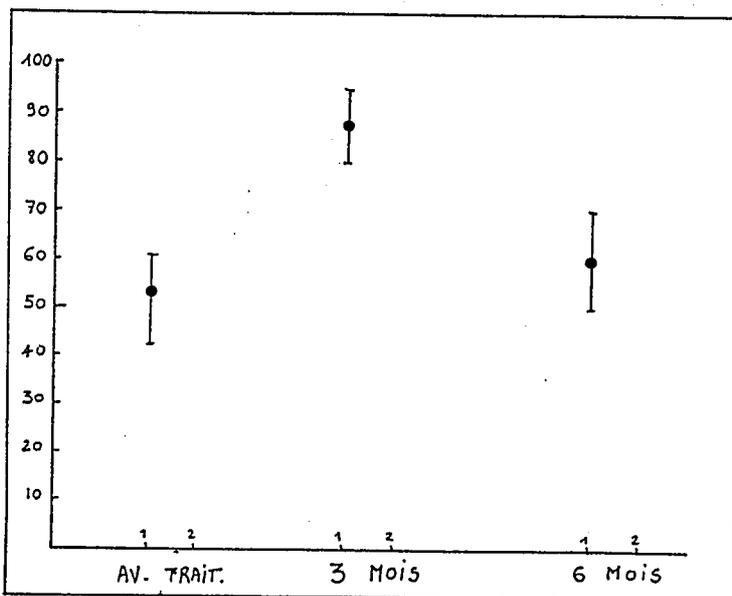
Figure 15 : résultats globaux des échantillonnages des terriers de crabe, au 6^e mois : Pourcentage des terriers en eau et occupation des terriers en eau sur Tereia.



proportion
de terriers en eau



proportion de terriers
hébergeant A. polynesiensis



proportion de terriers
hébergeant M. aspericornis.

Figure 16 : Evolution temporelle des paramètres mesurés pour les terriers de crabe terrestre.

BIBLIOGRAPHIE

- ARNASON A.N. - 1972 - Parameter estimates from mark-recapture experiments on two populations subject to migration and death. Res. Popul. Ecol. XIII : 97-113.
- DAVAUD E. - 1975 - Le traçage automatique de cartes d'isovaleurs : un algorithme simple en FORTRAN IV. Can. J. Earth Sci. 12 : 1069 - 1077.
- LARDEUX F. - 1987 - Lutte biologique contre Aedes polynesiensis avec le copépode Mesocyclops aspericornis. Expérimentation à Rangiroa. I - Etude avant traitement - traitement. Rapport ITRMLM 13 / 87 / ITRM / Doc-Ent : 69 p.
- LARDEUX F., LONCKE S. - 1987 - Un programme BASIC d'estimation de paramètres de deux populations animales sujettes à migrations entre deux zones. Rapport ITRMLM n°14 / 87 / ITRM / Doc-Ent.
- LARDEUX F., FAARUIA M., COLOMBANI L., FROGIER H. - 1988 - Lutte biologique contre Aedes polynesiensis avec le copépode Mesocyclops aspericornis. Expérimentation à Rangiroa. II - Evaluation trois mois après traitement. Rapport ITRMLM 14 / 88 / ITRM / Doc-Ent : 63 p.
- LEGENBRE L., LEGENBRE P. - 1984 - Ecologie numérique. 2. La structure des données écologiques. 2^e Edition. Collection d'écologie N° 13. Masson, Paris.
-

ANNEXE 1

CALENDRIER DES CAPTURES

du mercredi 22 juin au samedi 2 juillet 1988

stations F = Tereia

stations B = témoin

JUIN-JUILLET 1988

Stations	Jours										TOTAL
	M 22	J 23	V 24	S 25	L 27	M 28	M 29	J 30	V 1	S 2	
F1	1	1				1		1			4
F2	1	1				2		1		2	7
F3	1	1				1		1		1	5
F4	1	1				1		1		1	5
F5	1	1				2		1		2	7
F6	1					2		1		2	6
F7	1		1			2		2		2	8
F8	1		1			1		1		1	5
F9	1		1	1		1		1		1	6
F10	1			1		1		2		2	7
F11	1			1		1		1		1	5
F12	1		1	1		1					4
F13	1		1	1							3
F14	1	1									2
F15	1	1									2
F16	1	1	1			1		1		1	6
F17	1	1	1			1		1		1	6
F18	1	1	1			1		1		1	6
F19	1	1	1			1		1		1	6
F20	1		1								2
F21	1		1			1		1		1	5
F22	1		1			1		1		1	5
F23	1		1			1		1		1	5
F24	1		1			1		1		1	5
F25	1		1			1		1		1	5
F26			1	1		1		1		2	6
F27			1	1		1		1		1	5
F28			1	1		1		2		2	7
F29			1	1		1		2		2	7
B1		1	1		1		2		2		7
B2		1	1		1		2		2		7
B3		1	1		1		2		2		7
B4		1	1		2		2		2		8
B5		1	1		2		2		2		8
B6		1	1		1		2		2		7
B7		1	1		1		2		2		7
B8		1	1				2		2		6
B9		1	1		2		2		1		7
B10		1		1	2		1				5
B11		1		1							2
B12		1	1		1		2		1		6
B13		1	1		1		2		1		6
B14					1		2		2		5
B15					1		1		1		3
B16							1		2		3
B17							1		2		3
TOTAL	25	24	30	11	17	29	28	28	26	31	

ANNEXE 2

DONNEES BRUTES DES CAPTURES - JUIN - JUILLET 1988

stations F = TEREIA

stations B = TEMOIN

ST = numéro de la station (cf les cartes)
Jour = Jour de la capture (entre le 21 et le 30 mars)
H = heure de la capture (début de la capture)
V = vent (0 = pas de vent 3 = vent fort)
Neb = nébulosité (0 = ciel clair ... 1 = ciel couvert)

Les chiffres de 1 à 10 indiquent les minutes de capture. Le symbole ND dans le tableau signifie que la donnée est non disponible

					Captures cumulées de 1 à 10 mn									
ST	Jour	H	V	Neb	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F1	22	8.41	0	0	0	3	4	5	5	7	9	9	9	9
F2	22	8.55	0	0	0	9	21	24	31	39	45	48	52	54
F3	22	9.09	0	0	15	40	58	78	96	109	119	126	133	139
F4	22	9.24	0	0	6	18	36	51	60	71	77	81	84	88
F5	22	9.39	0	0	13	30	ND	56	66	72	76	80	83	89
F6	22	9.54	0	0	1	2	2	3	6	8	11	12	12	13
F7	22	10.09	0	0	0	1	9	18	32	42	74	88	98	112
F8	22	10.25	1	0	6	10	20	21	27	37	38	39	48	54
F10	22	10.43	0	0	9	19	34	46	48	55	67	76	83	90
F9	22	10.57	0	1	10	17	28	36	44	47	48	51	51	54
F11	22	11.13	0	1	5	11	18	20	26	31	38	41	44	51
F12	22	11.29	0	0	6	14	28	36	42	49	55	61	68	70
F13	22	11.44	0	0	1	3	7	9	10	10	16	17	18	18
F14	22	11.58	1	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4
F15	22	12.12	1	1	0	1	2	3	4	4	4	12	15	15
F16	22	12.27	0	1	2	2	4	4	7	8	10	12	15	18
F17	22	12.34	0	1	6	ND	19	21	24	27	38	44	47	56
F18	22	12.59	0	0	6	18	36	52	67	77	86	95	102	105
F19	22	13.19	0	1	7	17	29	43	53	58	65	68	70	75
F20	22	13.42	2	1	1	3	ND	13	17	24	28	30	32	34
F21	22	14.09	0	1	7	17	22	29	32	35	36	43	46	48
F22	22	14.26	0	1	2	13	26	42	57	65	72	77	83	88
F23	22	14.41	0	0	1	16	49	78	96	123	142	158	165	174
F24	22	14.58	0	0	8	34	52	84	119	148	165	ND	189	194
F25	22	15.15	0	0	5	11	26	46	57	66	72	82	85	95
B8	23	8.29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B7	23	8.43	0	0	5	8	20	40	55	67	82	85	91	96
B1	23	9.01	0	0	2	6	8	9	10	13	14	16	19	21
B2	23	9.16	0	0	3	6	9	14	16	20	23	24	29	35
B3	23	9.33	0	0	6	11	14	19	21	23	29	32	37	39
B4	23	9.48	0	0	1	10	19	34	59	78	98	115	130	154
B5	23	10.07	0	0	3	14	28	38	51	63	78	95	104	117
B6	23	10.25	0	0	3	7	14	26	44	54	67	83	103	124
B9	23	10.44	0	0	17	39	79	ND	137	176	196	216	228	248
B10	23	11.02	1	0	5	13	18	24	30	32	36	42	46	51
B11	23	11.17	2	0	2	3	3	3	5	6	7	8	8	9
B12	23	11.34	1	0	16	57	84	109	136	148	163	174	180	186
B13	23	11.55	0	0	2	5	7	10	12	13	13	14	15	17
F5	23	12.16	0	0	8	18	31	38	43	50	53	57	58	60
F4	23	12.31	0	0	14	19	25	32	35	38	41	46	47	48
F3	23	12.48	0	0	15	50	74	86	116	124	132	140	148	154
F2	23	13.03	0	0	17	29	40	48	48	49	57	62	64	66
F1	23	13.18	0	0	3	4	5	5	6	6	7	7	7	7
F14	23	13.47	1	0	0	2	3	3	5	5	7	8	12	14
F15	23	14.03	1	0	0	7	15	23	29	32	38	42	43	44
F16	23	14.17	0	0	1	1	1	1	1	1	2	3	4	4
F17	23	14.32	0	0	1	4	9	11	14	20	22	26	28	28
F18	23	15.01	0	0	2	10	12	16	20	26	33	43	48	55
F19	23	15.18	0	0	4	8	15	21	31	32	45	50	56	63
F20	24	7.35	2	0	0	0	0	0	2	2	3	3	3	5
F21	24	7.52	0	0	7	15	31	42	53	58	66	66	68	69
F22	24	8.11	0	0	0	7	19	23	30	41	43	45	50	55

ANNEXE 3

CYCLES D'AGRESSIVITE AUX STATIONS A, B ET C

RANGIROA - TEREIA

22 - 25 JUIN 1988

STATION A

JOUR	2 mn	4 mn	6mn	8 mn	10 mn	HEURE	° C	LUM.
Mercredi	19	38	51	69	91	8.23	28.2	26
	18	40	44	58	59	9.43	30.2	26
	11	17	23	33	40	10.57	29.8	43
	6	15	21	25	27	12.15	30	63
	19	32	49	55	59	13.28	30	41
	1	9	18	22	25	14.38	31.6	20
	14	19	27	36	43	20.33	26.1	0
Jeudi	10	18	22	33	37	3.41	24.4	0
	10	13	27	38	51	6.02	24.4	6.9
	14	23	42	54	66	7.06	26.8	11
	13	35	58	77	105	8.12	28.6	18
	14	23	29	37	45	9.03	28.9	14
	12	23	30	40	50	10.01	29.5	27
	11	18	23	25	34	11.01	30.8	32
	6	13	15	15	16	12.01	30.7	23
	5	9	15	21	29	13.01	30.8	29
	10	13	17	18	19	14.02	30.1	18
	2	12	23	26	26	15.01	30.8	24
	8	18	31	39	49	16.01	29.2	18
	15	17	22	30	34	17.05	27.5	12
11	22	26	39	50	20.39	27.1	0	
Vendredi	10	12	22	30	46	3.35	26.9	0
	11	26	54	68	73	6.12	26.4	0.25
	12	42	54	80	101	7.05	27.1	14
	25	51	91	106	127	8.12	28.3	22
	18	34	52	67	71	9.01	28.7	12
	17	28	34	40	42	10.14	31.1	26
	2	9	11	13	14	11.05	31.4	42
	7	14	31	34	38	12.01	30.7	18
	5	6	10	11	11	13.05	30.1	24
	13	23	27	27	27	14.01	30.6	36
	9	14	15	18	23	15.02	30.9	27
	15	23	30	37	43	16.01	28.8	20
	15	28	32	37	45	17.04	27.8	3.1
Samedi	12	21	38	58	70	8.11	27.2	27
	26	39	46	52	54	9.31	27.5	42
	13	19	39	45	46	10.21	28.6	28

RANGIROA - TEREIA

22 - 25 JUIN 1988

STATION B

JOUR	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	HEURE	° C	LUM.
Mercredi	12	20	33	37	41	8.49	28.3	14
	27	49	67	76	89	10.01	30.5	18
	19	30	40	48	52	11.29	29.6	20
	16	29	39	47	48	12.38	29.2	30
	7	12	16	18	25	13.49	29.2	45
	0	9	26	45	62	14.55	28.8	16
	4	12	21	28	36	20.51	25.8	0
Jeudi	0	3	8	8	10	3.56	24.5	0
	10	16	26	33	43	6.18	24.1	1.7
	17	24	31	33	35	7.22	26	16
	7	23	31	47	58	8.28	28.3	16
	18	28	37	45	54	9.15	29.4	20
	10	15	18	20	25	10.21	30	27
	8	22	32	42	45	11.13	30.4	20
	14	24	27	35	35	12.15	30.4	22
	14	25	35	39	46	13.15	31.3	31
	5	11	12	15	16	14.15	30.6	13
	2	11	17	24	25	15.16	30.3	13
	16	18	27	35	41	16.26	28	8.5
	17	21	42	50	57	17.21	26.6	1.5
7	15	19	26	31	20.57	27.2	0	
Vendredi	4	10	17	19	23	3.53	25.5	0
	23	28	41	48	57	6.3	25.6	3.7
	15	33	42	49	60	7.21	26.9	30
	1	8	27	39	51	8.26	28.1	41
	0	8	12	18	25	9.15	29.6	42
	9	24	27	28	28	10.31	30.5	26
	4	13	18	18	19	11.22	30.2	18
	1	3	4	4	4	12.15	30.2	26
	0	0	16	18	18	13.21	31.8	17
	5	6	6	12	22	14.17	30.8	18
	2	8	13	14	17	15.14	30.6	15
	0	1	10	13	22	16.16	28.9	20
	4	9	20	25	36	17.18	27.1	4
Samedi	17	46	ND	ND	126	8.27	28.5	44
	27	44	48	50	50	9.46	27.1	32
	6	14	18	27	36	10.38	27.2	31

RANGIROA - TEREIA

22 - 25 JUIN 1988

STATION C

JOUR	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	HEURE	° C	LUM.
Mercredi	7	9	14	21	25	11.48	30.6	39
	7	20	30	36	36	12.57	29.1	44
	14	21	25	32	35	14.08	29.5	34
	0	6	10	14	20	15.11	28.8	17
	3	5	14	20	23	21.06	25.8	0
Jeudi	4	5	8	11	12	4.13	24.2	0
	10	15	22	30	38	6.33	24	3.8
	9	13	26	49	58	7.38	26	16
	9	12	26	36	48	8.47	28.7	38
	3	8	9	23	26	9.31	28.5	37
	6	12	18	23	33	10.34	30.2	37
	7	14	14	21	30	11.28	30.2	20
	12	18	24	26	33	12.31	30	33
	2	8	13	14	15	13.34	30.3	24
	3	7	7	12	16	14.31	30.2	31
	4	11	20	24	24	15.31	29.2	17
	9	18	26	28	33	16.31	27.9	1.1
14	17	27	31	35	17.41	27	2.5	
3	4	11	16	18	21.17	26.5	0	
Vendredi	1	5	8	9	10	4.12	25.5	0
	16	28	40	58	71	6.45	25.6	6.5
	20	24	38	44	54	7.35	26.9	14
	4	10	23	26	34	8.42	28	22
	6	15	25	30	32	9.28	29.6	22
	12	18	27	40	46	10.51	29.7	27
	0	17	22	29	32	11.37	29.9	34
	11	13	21	28	31	12.31	29.2	34
	7	12	17	22	25	13.38	30.7	24
	9	12	16	19	20	14.31	29.9	20
	1	6	12	16	20	15.32	29.1	16
	10	23	41	48	54	16.32	28.7	10
12	17	25	33	43	17.45	27.4	1.7	
Samedi	7	22	39	50	58	9.13	26.4	32
	10	25	35	51	57	10.03	28.2	33
	2	10	16	19	22	10.53	28.8	28

ANNEXE 4

CAPTURES CUMULEES SUR PLUS DE 10 MINUTES

LUNDI 27 JUIN 1988

	Station Heure	B9 9.45	B9 14.37	B5 10.09	B10 10.51	B7 11.54	B3 12.45	B4 13.09	B15 14.15
MINUTES	1	11	10	2	7	7	3	5	31
	2	33	17	14	32	ND	6	8	47
	3	53	25	ND	49	45	18	ND	59
	4	73	32	70	59	54	28	19	68
	5	96	43	89	67	64	42	22	84
	6	106	49	123	71	71	50	38	89
	7	116	60	146	75	ND	57	53	100
	8	122	70	180	79	89	65	60	106
	9	132	74	229	82	ND	78	67	110
	10	140	82	254	87	95	85	73	119
	11	152	89	265	89	100	ND	77	130
	12	154	94	276	94	103	98	85	134
	13	160	97	290	96	110	100	90	140
	14	163	ND	302	97	117	105	102	148
	15	168	105	307	101	121	113	106	153
	16	170		316	104	122	118	107	155
	17	174		333	104	129	121	116	160
	18	178		350	106	135	123	116	168
	19	183		362	108	140	132	118	173
	20	186		370	113	148	134	122	185
	21			376					
	22			380					
	23			384					
	24			386					
	25			387					

ANNEXE 5

CARACTERISTIQUES GENERALES DES ECHANTILLONNAGES DES
TERRIERS

Zone = correspond au numéro donné sur la carte (cf texte). Les
valeurs suivantes sont des nombres de terriers

L1 = Larves de stade 1
L2 = Larves de stade 2 etc..
Ny = Nymphe

ANNEXE 6

CALENDRIER ET COUT DE LA MISSION

	DATES (Jours)	TRANSPORT FRAIS (à charge de)	
F. LARDEUX	18/06/88 au 04/07/88 (15 j)	25 210 (ORSTOM)	108 060 (ORSTOM)
Y. SECHAN	18/06/88 au 26/06/88 (9 j)	25 210 (ITRMLM)	89 604 (ITRMLM)
M. FAARUIA	18/06/88 au 26/06/88 (9 j)	25 210 (ITRMLM)	64 836 (ITRMLM)
P. TUHITI	18/06/88 au 26/06/88 (9 j)	25 210 (ITRMLM)	41 364 (ITRMLM)
P. TAMAEHU (manoeuvre local)	90 h	-	41 400 (ITRMLM)
K. TIMAHU (manoeuvre local)	73 h	-	33 580 (ITRMLM)
Matériel par bateau (Aller et retour)		14 106 (ORSTOM)	
Essence Hors bord			18 000 (ORSTOM)
TOTAL		114 946	396 844
		511 790	