



**HAL**  
open science

## Evaluation de la lambda-cyhalothrine dans le moyen-ouest de Madagascar : rapport final : février 1999

Michel Cot, Laurent Brutus, Gilbert Le Goff, Louis-De-Gonzague Rasoloniaina

### ► To cite this version:

Michel Cot, Laurent Brutus, Gilbert Le Goff, Louis-De-Gonzague Rasoloniaina. Evaluation de la lambda-cyhalothrine dans le moyen-ouest de Madagascar : rapport final : février 1999. [Rapport de recherche] ird. 1999, pp.58 multigr.-58 multigr. hal-03581529

**HAL Id: hal-03581529**

**<https://hal.science/hal-03581529>**

Submitted on 19 Feb 2022

**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.

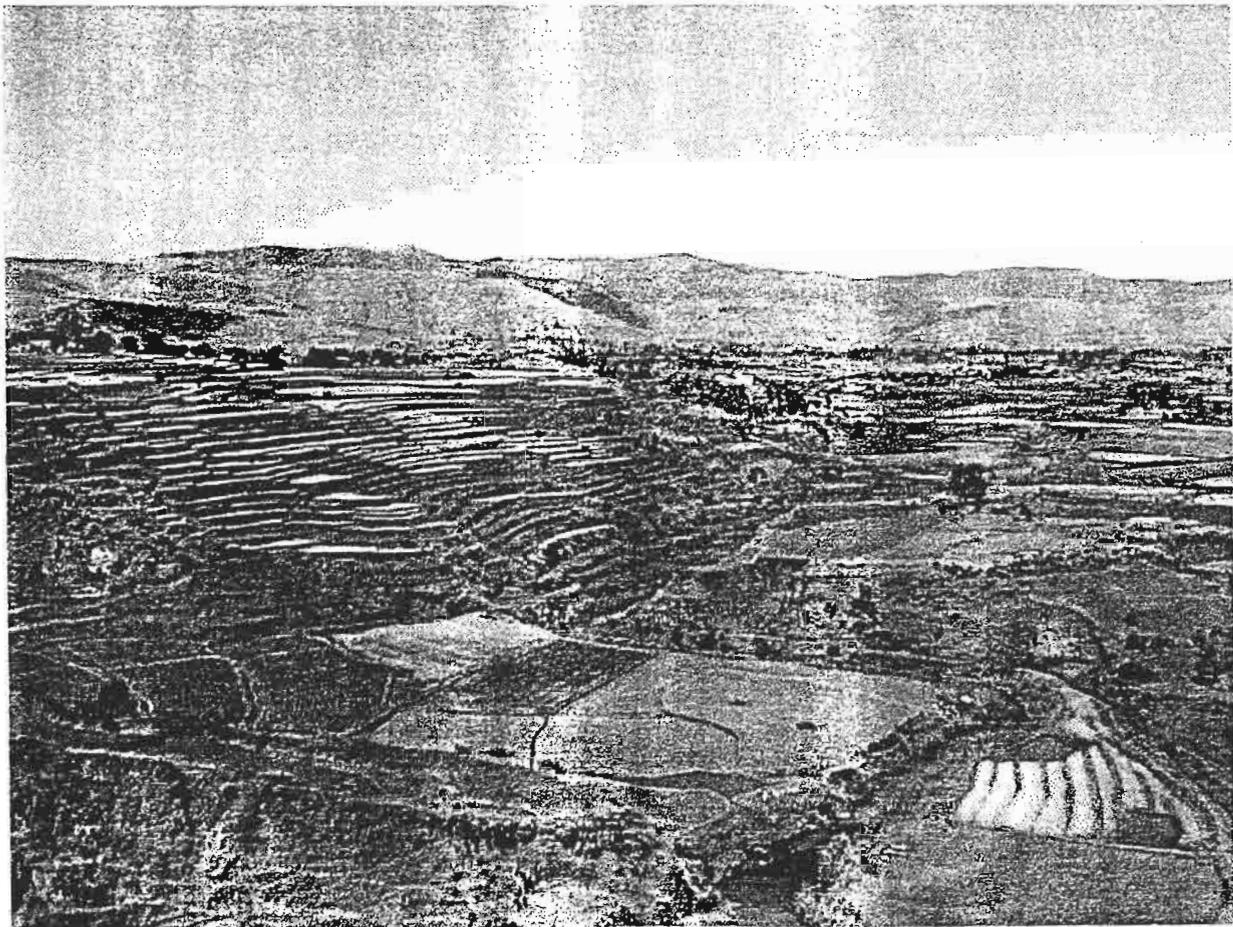
H 2 31009  
1er Body  
non numérisé



Institut de recherche  
pour le développement

# Evaluation de la Lambda-cyhalothrine dans le Moyen-Ouest de Madagascar

Rapport final – Février 1999



052  
ANOPAL04  
COT

F 2 AVR. 2004



MF Δ



Documentation ORSTOM

010060634

## TABLE DES MATIERES

<b>PRÉSENTATION DE LA ZONE ET DU PROTOCOLE D'ÉTUDE .....</b>	<b>4</b>
Rappels historiques et généralités sur le paludisme dans la région .....	4
Choix des zones et pré-recensement .....	7
Déroulement des opérations d'aspersion (L. de G. RASOLONIAINA) .....	11
<i>Zone d'étude et villages retenus</i> .....	11
<i>Aspersions proprement dites</i> .....	11
<i>Population (voir annexes)</i> .....	11
<i>Constructions (voir annexes)</i> .....	11
<i>Estimations de dépôt en matières actives au m<sup>2</sup></i> .....	12
<i>Acceptabilité, effets secondaires</i> .....	12
<i>Durée de la mission</i> .....	12
<b>RÉSULTATS DES ENQUÊTES ENTOMOLOGIQUES ET PARASITOLOGIQUES.....</b>	<b>13</b>
Enquêtes entomologiques .....	13
<i>Déroulement des opérations</i> .....	13
<i>Densités agressives pour l'homme</i> .....	14
<i>An. funestus</i> .....	14
<i>An. arabiensis</i> .....	14
<i>Longévité des vecteurs</i> .....	16
<i>An. funestus</i> .....	16
<i>An. arabiensis</i> .....	17
<i>Fraction endophile d'An. funestus</i> .....	17
<i>Taux d'inoculation entomologique</i> .....	18
<i>Rémanence des insecticides</i> .....	19
Conclusions .....	21
Enquêtes parasitologiques .....	22
<i>Déroulement des opérations</i> .....	22
<i>Indices plasmodiques</i> .....	23
<i>Taux d'infection spécifique</i> .....	27
<i>Indices gamétocytaires à P. falciparum</i> .....	27
Conclusions .....	28
<b>CONCLUSION GÉNÉRALE .....</b>	<b>29</b>
<b>ANNEXES : .....</b>	<b>30</b>
Protocole de l'essai .....	31
Références bibliographiques .....	37
Taux d'infection spécifique .....	38
Densités parasitaires .....	39
Tests de sensibilité .....	41
Évaluation de la rémanence des insecticides .....	43
Évaluation des âges physiologiques .....	47
Fiche d'enquête parasito-clinique .....	
Fiche d'information avant les aspersions .....	
Calendrier des aspersions .....	
Reconnaissance géographique - recensement pré-aspersion .....	
Résultats des aspersions intra-domiciliaires .....	

**Participants**

**L. Brutus, S. Chidaine, M. Cot, V. Hanitrasoamampionona, G. Hébrard, G. Le Goff,  
F. Mauny, V. Rajaonarivelo, E. Rakotondraibe, A. Ramiaramanana, T. Ranarivelo,  
J.L. Randrianantenainjatovo, L.G. Rasoloniaina, A. Raveloson, G.B. White.**

**Rédacteurs :**

**M. COT, L. BRUTUS, G. LE GOFF, L.G. RASOLONIAINA.**

## Présentation de la zone et du protocole d'étude

Depuis le mois de décembre 1997, une évaluation de l'efficacité de la lambda-cyhalothrine (ICON® 10 WP) en pulvérisations intra-domiciliaires a été entreprise dans quatre groupes de localités du Moyen-Ouest de Madagascar par l'équipe ORSTOM/RAMSE (Recherches Appliquées à Madagascar sur la Santé et l'Environnement) sous la responsabilité de la Direction de la Lutte contre les Maladies Transmissibles (DLMT) (voir annexe page 31).

Ce rapport expose les critères ayant présidé au choix des zones d'étude, effectue une brève description de ces zones, rend compte du déroulement de la pulvérisation dans les villages soumis à intervention, des enquêtes entomologiques et parasitologiques réalisées avant et après la pulvérisation et donne les résultats de ces enquêtes.

## Rappels historiques et généralités sur le paludisme dans la région

La région du Moyen Ouest de Madagascar, située entre les villes de Betafo et Mandoto constitue une zone de transition entre le faciès de paludisme instable des hautes terres et celui de stabilité des versants et des côtes.

De 1949 à 1960, cette région comme toutes celles de Madagascar a fait l'objet de campagnes de pulvérisations intra-domiciliaires d'insecticides à effet rémanent. En 1961, les services sanitaires de Betafo signalaient seulement 6 cas autochtones de paludisme soit un taux de morbidité de 7 pour 100 000. Cependant en 1960, la présence d'*Anopheles funestus* était signalée (sans plus de précision) dans ce district (Lumaret, 1963).

Jusqu'en 1975, la chimioprophylaxie des enfants d'âge scolaire et la chimiothérapie précoce des cas ont été conduites avec efficacité. En ce qui concerne le Moyen Ouest, la dernière pulvérisation d'insecticide intra-domiciliaire (DDT) s'est déroulée dans la seule commune de Mandoto en 1975. A partir de 1979, les efforts de lutte anti-paludique ont progressivement cessé et les densités vectorielles d'*An. funestus* ainsi que le réservoir humain de parasites se sont lentement reconstitués sur les Plateaux.

En 1986-1988, une épidémie importante de paludisme a concerné l'ensemble des hautes terres du pays. Au cours de cette période, la seule enquête paludométrique

réalisée dans cette région s'est tenue en juin 1989 dans la commune de Mandoto (Maromandray) et le taux de prévalence chez les enfants de 2 à 9 ans a été estimé à 21% (7 positifs sur 34 enfants) (Blanchy, 1990).

Cette situation épidémique a conduit les autorités sanitaires malgaches à organiser une nouvelle campagne d'aspersions intra-domiciliaires d'insectides (OPID) qui a débuté à large échelle en 1993 sur l'ensemble des terres situées entre 1000 et 1500 mètres d'altitude. Cinq cycles annuels de pulvérisation de DDT se sont déroulés entre 1993 et 1998 (figure 1). Dans le district sanitaire de Betafo, 19 cantons sur 26 ont été concernés par cette opération. Seuls six cantons situés en-dessous de 1000 mètres et un au-dessus de 1500 mètres n'ont pas été pulvérisés (figure 2).

Les enquêtes du programme RAMSE de l'ORSTOM et de la DLMT conduites en juillet-août 1995 ont permis d'évaluer l'impact parasitologique de deux cycles de pulvérisations de DDT dans une soixantaine de villages de cette région (figure 3). En résumé, à l'ouest de la zone OPID, le paludisme est hyper-endémique. Entre 1000 et 1300 mètres, la plupart des villages pourtant situés en zone OPID sont toujours méso-endémiques. La transmission du paludisme semble ne s'être interrompue qu'au-delà de 1300 mètres d'altitude (Brutus *et al.*, 1996).

Le programme RAMSE a dès lors suivi durant 16 mois deux villages du Moyen Ouest sur les plans entomologique et parasitologique. L'un, Fenoarivo (commune d'Ambohimambola), est situé en zone OPID à 1250 mètres et l'autre, Ambohimena (commune de Mandoto), à 980 mètres en-dehors de l'OPID. A Fenoarivo, les densités d'*An. arabiensis* restent importantes et ce vecteur joue probablement un rôle dans la pérennité de la transmission. *An. funestus* se maintient à l'état résiduel. A Ambohimena, la transmission est assurée entre novembre et avril par *An. funestus*. Cette espèce est présente toute l'année (Brutus *et al.*, 1997).

La surveillance épidémiologique mise en place sur les hautes terres par la DLMT et la Coopération Italienne permet d'estimer la morbidité présumée du paludisme dans la région. Vingt-deux formations sanitaires du district de Betafo déclarent chaque mois le nombre de cas présumés de paludisme par rapport au nombre total de consultants. L'essentiel de la morbidité attribuée au paludisme se concentre entre les mois de février et mai.

L'ensemble de ces données permet de dresser un état des lieux du paludisme dans la région de Betafo avant la mise en place du protocole d'évaluation de l'efficacité de pulvérisations intra-domiciliaires de lambda-cyhalothrine dans la commune de Mandoto.

Figure 1 : Prévalences plasmodiales et nombre de cycles annuels de DDT dans le Moyen Ouest de Madagascar

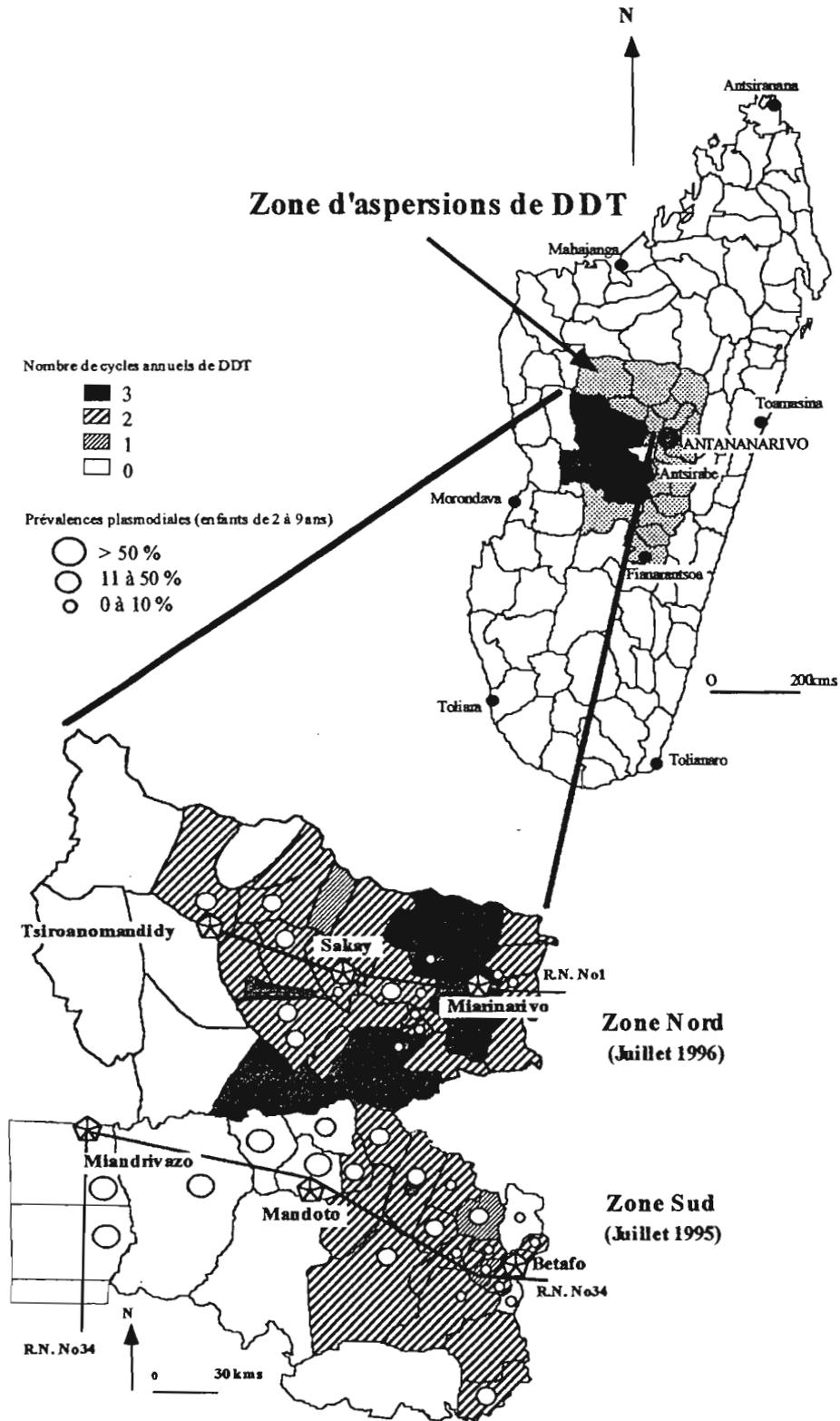
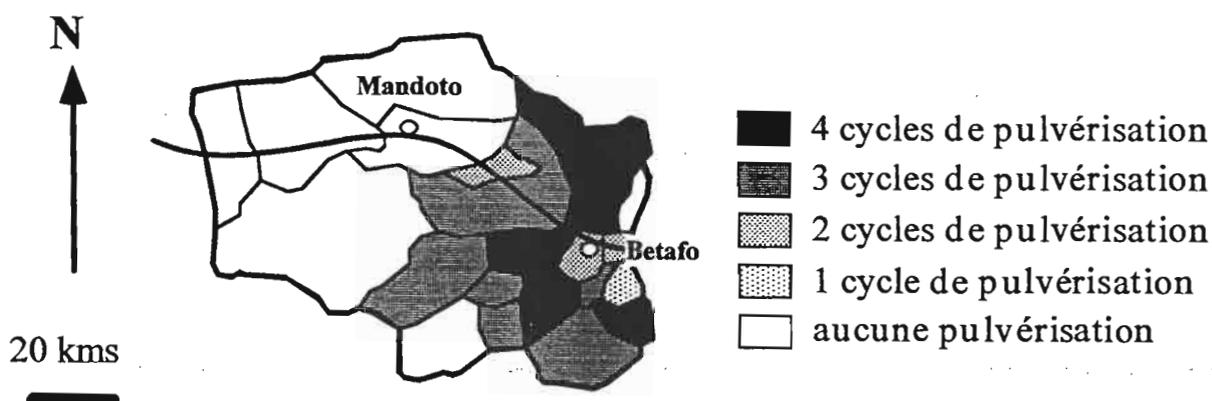


Figure 2 : Nombre de cycles de pulvérisation de DDT dans le département de Betafo entre 1993 et 1997 (découpage par cantons)

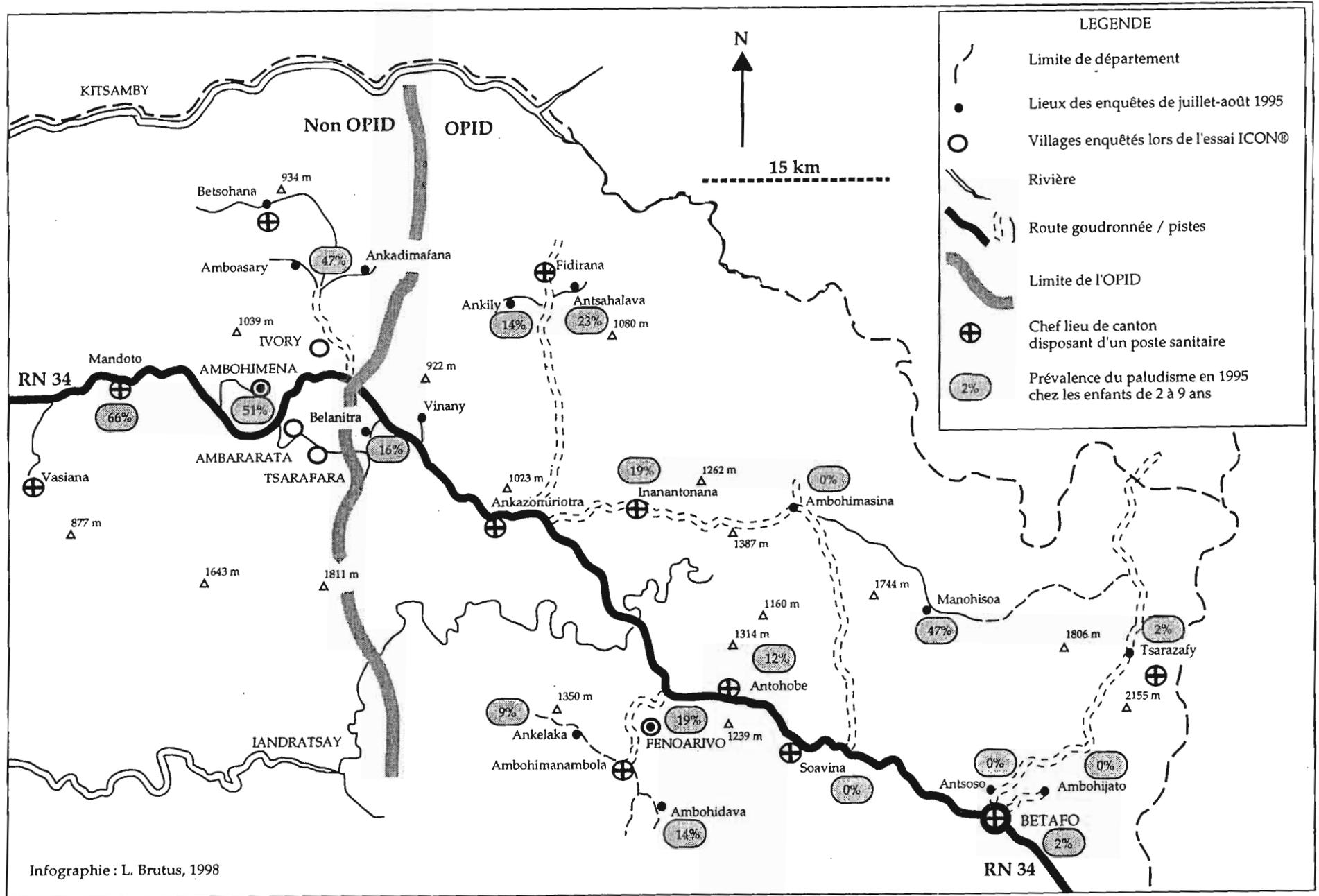


### Choix des zones et pré-recensement

Comme cela a été précisé dans le protocole d'accord DLMT/Zeneca/ORSTOM-RAMSE (voir annexe), quatre groupes de villages ont été sélectionnés dans la région du Vakinankaratra entre les villes de Betafo et Mandoto (voir carte de la région : figure 3) :

- Un premier village se situe à l'intérieur de la zone OPID. Il s'agit du village de Fenoarivo (environ 30 kms à l'ouest de Betafo, altitude 1250 m) qui constitue un témoin régulièrement pulvérisé par le DDT (tous les ans depuis 1993).
- Un second témoin est constitué par un groupe de hameaux situés hors de la zone OPID, non pulvérisés précédemment et qui n'ont bénéficié d'aucune administration d'insecticides pendant la durée de l'essai. Il s'agit d'une zone d'environ 500 habitations (soit approximativement 2500 habitants), centrée par le village d'Ambohimena (environ 10 kms à l'est de Mandoto, altitude 980 m). Ces deux zones étant suivies régulièrement par l'équipe RAMSE depuis juillet 1995, il a été possible de comparer les indices plasmodiques des enfants de ces deux zones témoins pendant les deux ans ayant précédé le début des pulvérisations (figure 5).
- La troisième zone (figure 4), de taille et d'altitude comparables à celles d'Ambohimena, est située à environ 10 kms au sud-est de cette localité et centrée par deux villages mitoyens (Tsarafara et Ambararata); toutes les habitations ont été pulvérisées avec de l'ICON® 10 WP 30 mg m.a./m<sup>2</sup>.

Figure 3 : Carte de la région de Betafo et résultats des enquêtes parasitologiques de juillet-août 1995



- La dernière zone « New DDT » (figure 4), de caractéristiques générales similaires aux deux précédentes, est centrée par le village d'Ivory (environ 10 kms à l'est d'Ambohimena); toutes les habitations ont été pulvérisées avec du DDT 75% WP 2g m.a./m<sup>2</sup>.

Afin d'assurer une comparabilité aussi bonne que possible, les trois zones extérieures à l'OPID sont toutes localisées dans les limites d'un cercle d'une quinzaine de kms de diamètre. Conformément au protocole, les localités situées au centre de ces zones (Ambohimena, Tsarafara-Ambararata, Ivory ; figures 3 et 4) ont fait l'objet d'enquêtes parasitologiques et entomologiques destinées à évaluer l'efficacité des aspersion d'insecticides.

Un pré-recensement avec numérotation des habitations et une description des deux zones soumises à intervention (Tsarafara-Ambararata et Ivory) ont été effectués par le responsable de la pulvérisation (L. de G. Rasoloniaina aidé d'une équipe de six enquêteurs recrutés localement); les deux zones témoins ont été recensées par l'équipe ORSTOM/RAMSE.

Ces pré-recensements ont eu lieu pendant le mois de novembre 1997. Ils ont été suivis des enquêtes entomologiques et parasitologiques pré-pulvérisation (première quinzaine du mois de décembre) et par la pulvérisation (DDT et ICON®) des deux zones d'intervention (deuxième et troisième semaines du mois de décembre 1997).

Les résultats de ces enquêtes figurent en annexe ("Reconnaissance géographique" regroupant l'ensemble des villages pulvérisés par le DDT ou l'ICON® hors de la zone OPID, fiches récapitulatives correspondant à chacun des villages faisant l'objet des suivis entomologiques et parasitologiques).

Figure 4 : Emplacement des villages dans les deux zones; DDT et ICON®

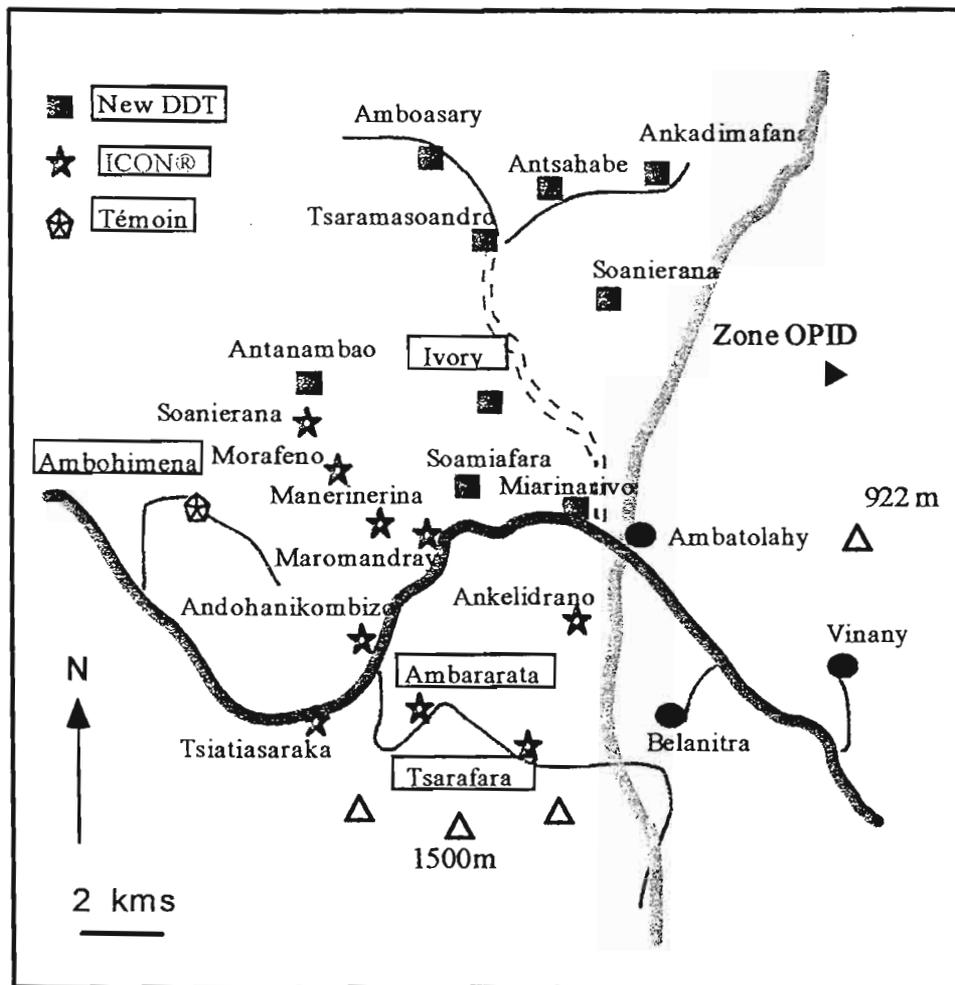
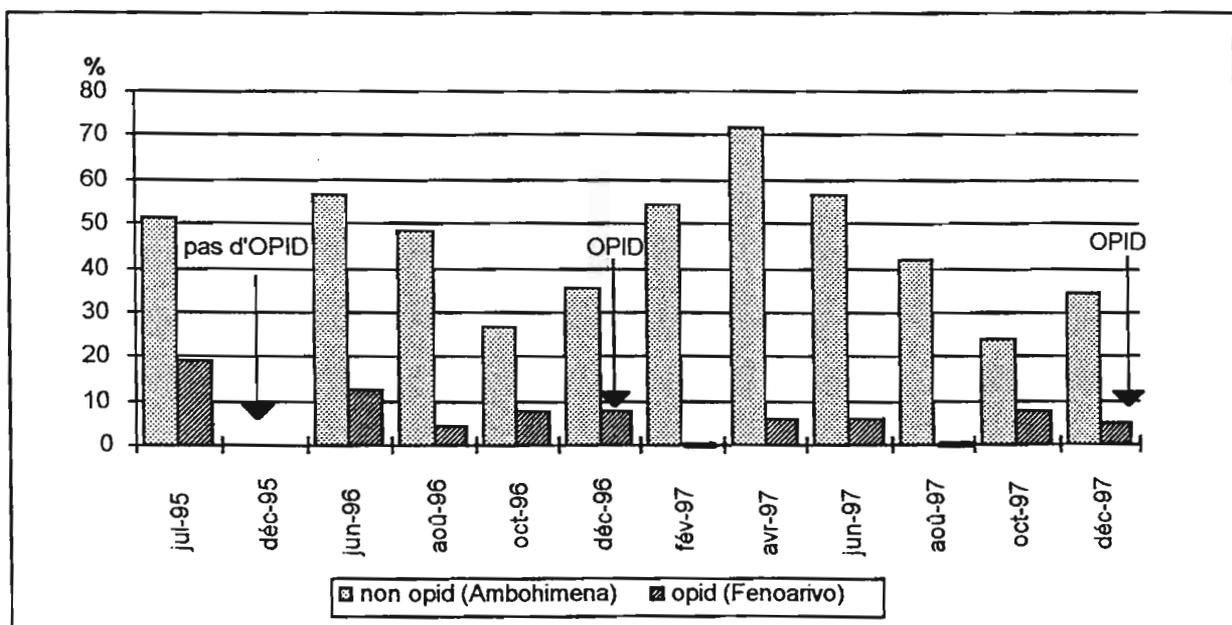


Figure 5 : Evolution des indices plasmodiques des enfants de 2 à 9 ans dans deux villages du Moyen ouest soumis ou non à l'OPID



## Déroulement des opérations d'aspersion (L. de G. RASOLONIAINA)

### Zone d'étude et villages retenus

Il s'agit d'une zone délimitée conjointement par l'équipe RAMSE (voir plus haut) et le responsable des pulvérisations, dans la commune de Mandoto, s'étendant sur une superficie d'environ 60 km<sup>2</sup>. L'altitude approximative de cette région varie entre 985 et 1000 m. Elle est constituée de 18 villages séparés d'Est en Ouest par l'axe routier RN 34. La zone « NewDDT » occupe la partie nord avec 9 villages et la zone « ICON<sup>®</sup> » la partie sud avec 9 villages également (figure 4).

### Aspersions proprement dites

A l'exclusion des autres activités préliminaires (reconnaissance géographique, formation, etc...), les aspersions ont été exécutées simultanément dans les deux zones citées ci-dessus, du 9 au 22 décembre 1997 par deux équipes constituées de dix aspergeurs et de deux chefs d'équipe recrutés dans les villages.

Il est à noter que le nettoyage et le transfert du matériel de pulvérisation d'un village à l'autre ont légèrement réduit le rendement journalier moyen par aspergeur qui a été de 1500 m<sup>2</sup>/j/h. Le sachet soluble d'ICON<sup>®</sup> a été dilué dans 8 litres d'eau et le DDT réduit à une suspension de 5 %.

### Population (voir annexes)

Population	ZONE		
	Totale	New DDT	ICON <sup>®</sup>
Recensée	5 860	2 937	2 923
Protégée	5 833	2 937	2 996

### Constructions (voir annexes)

Constructions	ZONE		
	Totale	New DDT	ICON <sup>®</sup>
Recensées	998	497	501
Protégées	977	486	491
Taux de couverture	97,8%	97,7%	98,0%

### **Estimations du dépôt en matières actives au m<sup>2</sup>**

Moyenne des 9 villages DDT (extrêmes 1,7 et 2,8 g) :	2,2 g/m <sup>2</sup>
Moyenne des 9 villages ICON <sup>®</sup> (extrêmes 28,4 et 35,3 mg) :	30,8 mg/m <sup>2</sup>

Notons toutefois que dans deux villages où a été réalisée la surveillance entomologique et parasitologique, les dépôts enregistrés au m<sup>2</sup> ont respectivement été de 2,3 g/m<sup>2</sup> à Ivory (DDT) et de 30,5 mg/m<sup>2</sup> à Tsarafara (ICON<sup>®</sup>).

### **Acceptabilité, effets secondaires**

La zone considérée avait bénéficié d'une campagne de pulvérisation d'insecticides intradomiciliaire en mai 1975, soit 22 ans auparavant.

Lors de la pulvérisation d'ICON<sup>®</sup>, l'acceptabilité de cet insecticide a été très bonne, peut-être due aux effets spectaculaires immédiats sur les insectes nuisants : blattes, mouches, punaises, etc... La réaction de la population préalablement informée oralement et par voie d'affiches (voir annexe) a été enthousiaste.

Sur le plan technique, les équipes ont travaillé dans des conditions de protection rigoureuses; parmi le personnel chargé des pulvérisations, aucun effet secondaire n'a été noté quel que soit l'insecticide employé (DDT ou ICON<sup>®</sup>).

### **Durée de la mission**

Le nombre total de journées passées sur le terrain a été de 33 jours au lieu de 28 initialement envisagés, depuis la prospection préliminaire jusqu'à la finalisation des aspersion à Maromandray et Atanambao (DDT).

## Résultats des enquêtes entomologiques et parasitologiques

Immédiatement avant les aspersions d'insecticides, une première enquête entomologique a eu lieu au début du mois de décembre 1997 dans les quatre localités soumises à évaluation, aussitôt suivie d'une enquête parasitologique. L'ensemble de ces opérations a pris fin le 14 décembre, conformément au calendrier prévu, sans problème particulier. Ces enquêtes avaient essentiellement pour but de faire un point avant les opérations de pulvérisation et de s'assurer de la comparabilité approximative des trois zones situées hors du périmètre OPID.

Après les aspersions de DDT (zone d'Ivory) ou d'ICON® (zone de Tsarafara-Ambararata) du 9 au 21 décembre, les enquêtes entomologiques se sont succédées à un rythme mensuel jusqu'en septembre 1998. Les enquêtes cliniques et parasitologiques portant sur la population des quatre villages ont eu lieu tous les deux mois, soit en février, avril, juin et août 1998.

### Enquêtes entomologiques

#### Déroulement des opérations

Les enquêtes entomologiques mensuelles (décembre 1997 à septembre 1998) ont consisté en deux nuits de capture consécutives dans chaque village (au total 28 hommes/nuit pour le village "témoin" et 24 hommes/nuit pour chacun des trois autres villages), avec collection de faune résiduelle matinale dans les habitations, dans les abris extérieurs artificiels et naturels, puis dissection des vecteurs potentiels. Ces enquêtes ont été réalisées par une équipe mixte ORSTOM/RAMSE-DLMT sous la supervision de G. Le Goff (ORSTOM) et E. Rakotondraibe (DLMT).

Les tests de rémanence ont été effectués selon le protocole OMS avec un temps de contact d'une heure et une mise en observation des *Anopheles* pendant 24 heures. Les pourcentages de mortalité ont été corrigés par la formule d'Abbott.

## Densités agressives pour l'homme

### *An. funestus*

Dans la zone "témoin" sans intervention, les densités agressives d'*An. funestus* se sont élevées durant la saison chaude et humide (entre décembre et juin) (figure 6). Deux pics d'agressivité ont été observés; en janvier et en avril (densités moyennes respectivement égales à 10,5 piqûres par homme et par nuit (phn) et à 18,9 phn).

Cette espèce est endophage à 50% et réputée très endophile et anthropophile. C'est pourquoi elle est la cible des pulvérisations intra-domiciliaires d'insecticides.

Dans les zones soumises à intervention, les densités agressives sont très basses. Dans la zone OPID (pulvérisée depuis 1993 avec le DDT), un seul exemplaire d'*An. funestus* a été capturé sur homme en décembre avant la campagne d'aspersions 1997/98.

Dans la zone "newDDT", les densités agressives pour l'homme ont diminué de façon très importante après la pulvérisation. On observe cependant un léger pic d'abondance en avril (2,5 phn).

Dans la zone "ICON<sup>®</sup>", la même réduction des effectifs capturés sur homme après la pulvérisation a été enregistrée. Après pulvérisation, le taux d'agressivité moyen maximal a été enregistré en mai (0,37 phn).

### *An. arabiensis*

Cette espèce s'est avérée peu présente dans le village "témoin". Les gîtes potentiels de cette espèce (rizières repiquées, flaques ou mares ensoleillées,...) ne sont pas également répartis dans tous les villages de la zone.

*An. arabiensis* est un vecteur potentiel du paludisme qui présente cependant des caractéristiques éthologiques qui lui confèrent un rôle secondaire dans la transmission. Il est exophage à 70%, exophile et volontiers zoophile. Il ne constitue pas la cible des aspersion intra-domiciliaires d'insecticides (figure 7).

Dans les trois zones pulvérisées, on observe le même pic d'abondance des femelles agressives pour l'homme en janvier (3,2 phn en zone OPID, 6,6 phn en zone "newDDT" et 8,3 phn en zone "ICON<sup>®</sup>"). Les densités agressives s'abaissent ensuite de façon importante dans toutes les zones jusqu'en septembre.

Compte tenu de son comportement, cette espèce est très peu affectée par les aspersion d'insecticides.

Figure 6 : Evolution mensuelle des densités quotidiennes d'*An. funestus* agressives pour l'homme, à l'intérieur et à l'extérieur des habitations humaines

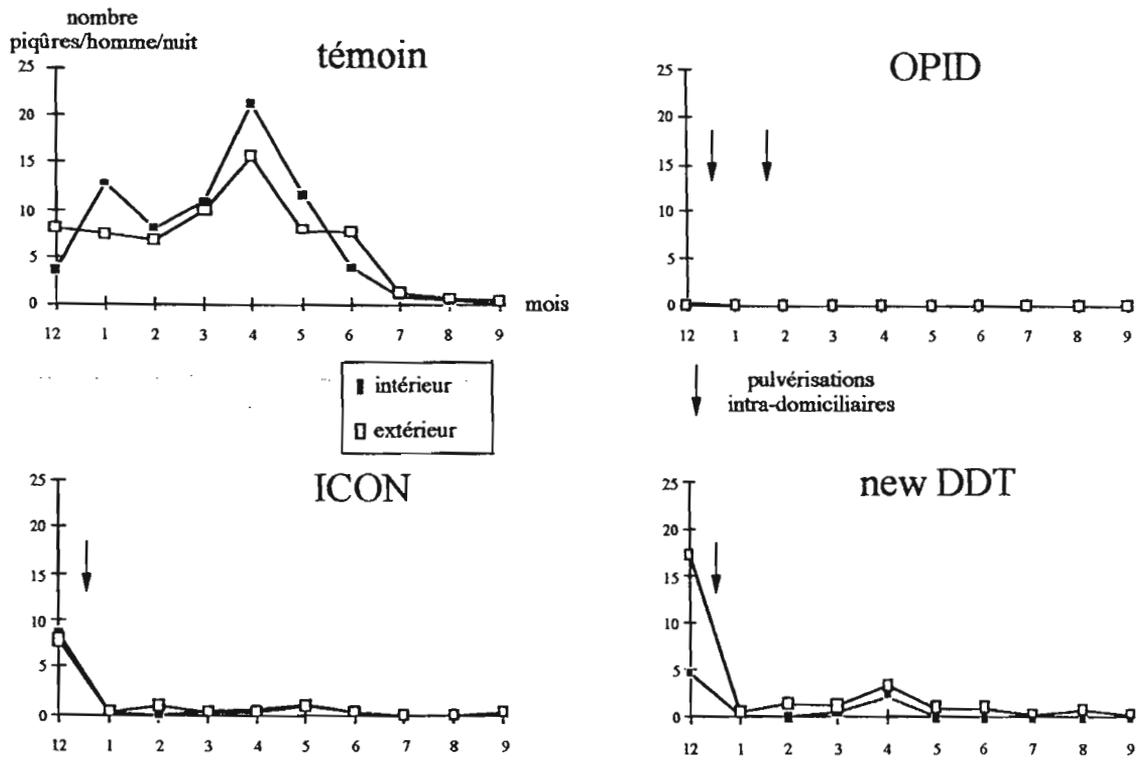
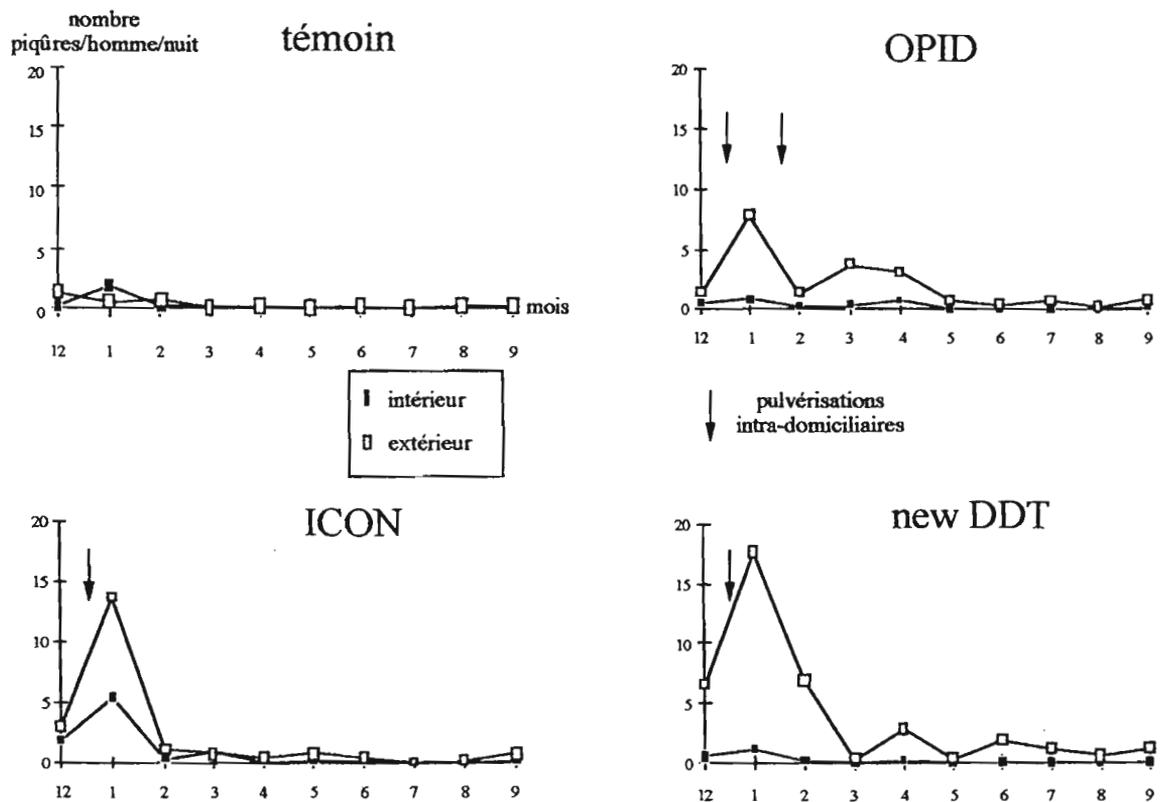


Figure 7 : Evolution mensuelle des densités quotidiennes d'*An. arabiensis* agressives pour l'homme, à l'intérieur et à l'extérieur des habitations humaines



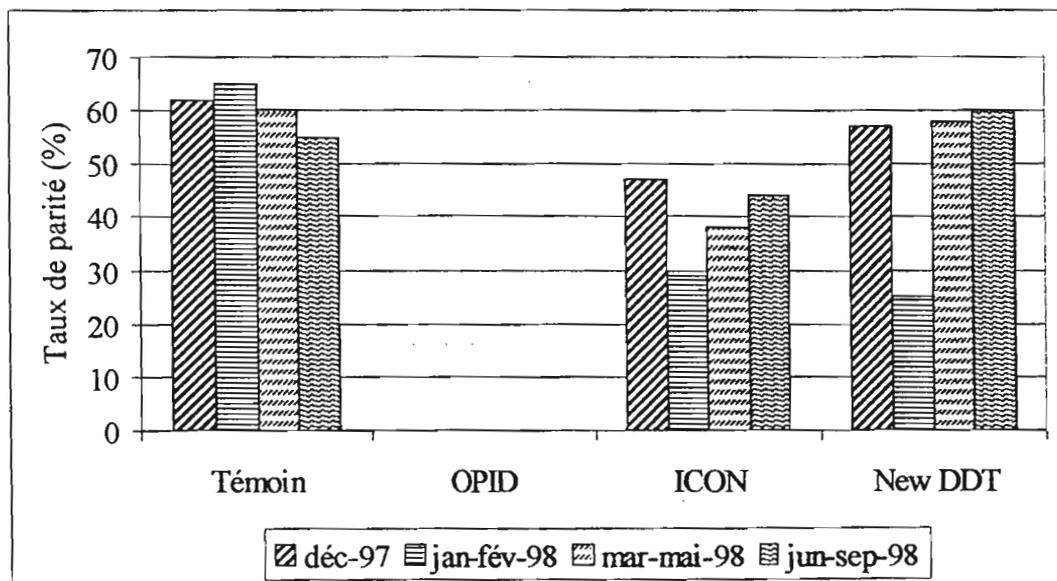
## Longévité des vecteurs

### *An. funestus*

Dans la zone "témoin", le taux de parité d'*An. funestus* s'est maintenu au-dessus de 55%, conférant à cette espèce un taux quotidien de survie supérieur à 80% (figure 8).

Dans les zones pulvérisées, le nombre d'exemplaires capturés est faible. Dans la zone "newDDT" le taux quotidien de survie est demeuré supérieur à 80% sauf au cours des deux premiers mois après pulvérisation (57%). Dans cette zone et dès le troisième mois, le taux quotidien de survie dépasse 80% (différence significative ;  $p=0.01$ ). Par contre, ce taux n'était que de 74% en décembre 1997 dans la zone "ICON<sup>®</sup>" et il s'est nettement abaissé après les pulvérisations (respectivement 61% entre janvier et février, 68% de mars à mai et 72% entre juin et septembre ; différences non significatives). Dans la zone "ICON<sup>®</sup>", le taux quotidien de survie reste nettement inférieur à 80% après les pulvérisations ; la longévité du principal vecteur est faible et sa capacité vectrice est réduite.

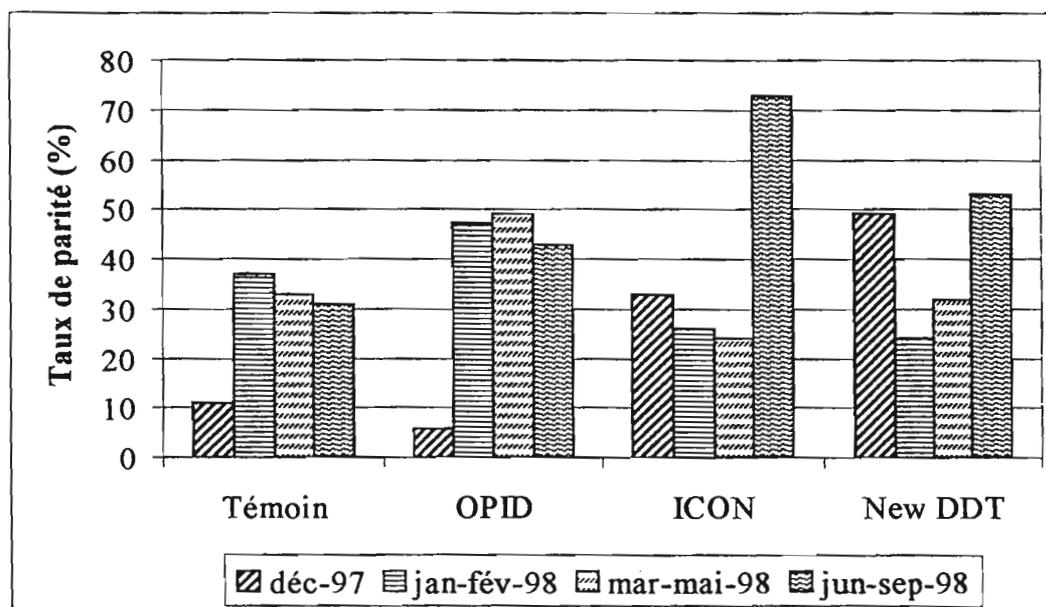
Figure 8 : Variations des taux de parité d'*An. funestus* par zone et par période



## *An. arabiensis*

Au cours de la saison de transmission, les taux de parité de cette espèce sont restés constamment inférieurs à 50% dans les quatre zones (figure 9). Le taux quotidien de survie d'*An. arabiensis* est inférieur à 75% (et parfois très nettement) toute l'année. Compte tenu de ce faible taux de survie, le rôle vecteur de cette espèce dans cette région peut raisonnablement être infirmé. On n'observe pas de différence entre les taux de parité d'*An. arabiensis* dans la zone "ICON<sup>®</sup>" et dans la zone "newDDT". En revanche, il existe une différence significative ( $p < 0.001$ ) entre les taux de parité des deux zones « DDT ». Ce résultat pourrait témoigner d'une baisse de sensibilité d'*An. arabiensis* au DDT en zone OPID soumise régulièrement aux pulvérisations depuis cinq années ou alors de sous-dosages de l'insecticide lors des aspersions.

Figure 9 : Variations des taux de parité d'*An. arabiensis* par zone et par période

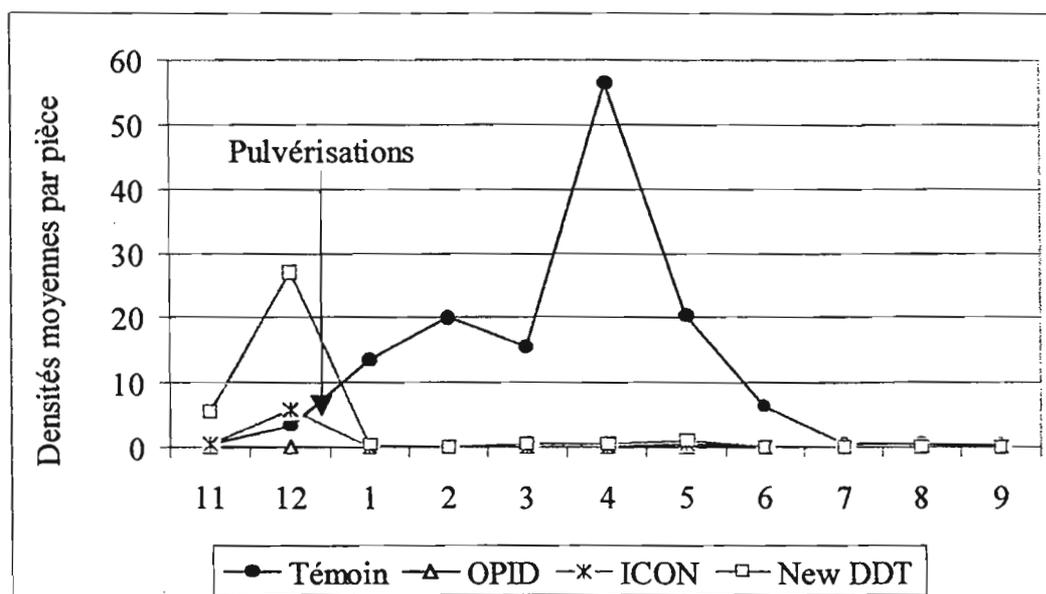


## Fraction endophile d'*An. funestus*

Les densités moyennes de ce vecteur en chambres à coucher suivent les mêmes variations mensuelles que les densités agressives pour l'homme (figure 10). Dans la zone "témoin", on observe une élévation progressive des densités en chambres à partir de décembre et un pic très net en avril avec 56,6 femelles par pièce. Puis les densités s'abaissent jusqu'en juin.

L'effet des pulvérisations intra-domiciliaires est net. Les densités moyennes par pièce se sont quasiment annulées dans les villages des trois zones soumises à intervention.

Figure 10 : Variation mensuelle des densités moyennes d'*An. funestus* en chambre à coucher



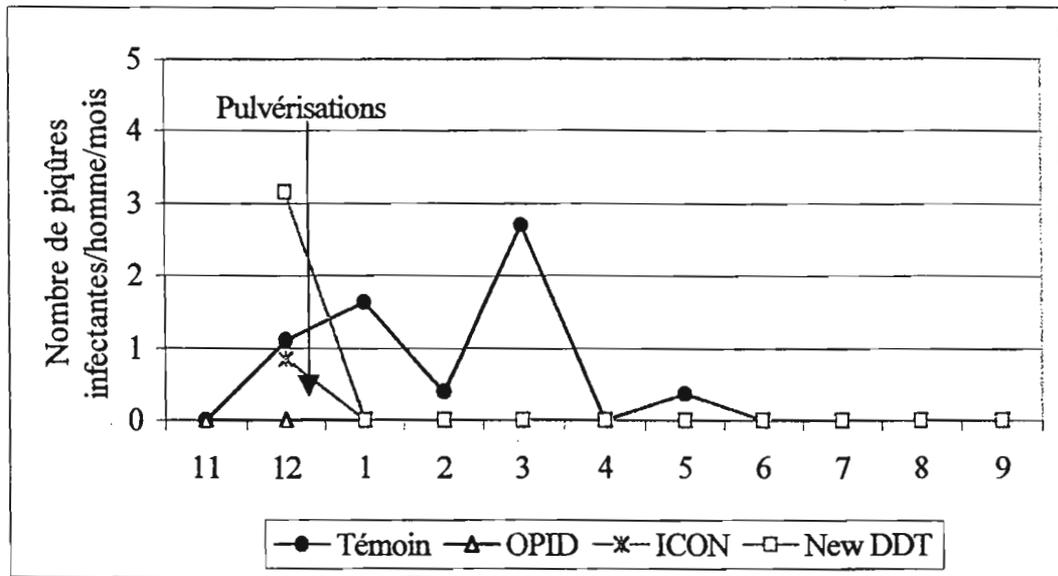
### Taux d'inoculation entomologique

Seuls des exemplaires de l'espèce *An. funestus* ont été trouvés porteurs de sporozoïtes de *Plasmodium*.

Dans la zone "témoin", la transmission du paludisme a été mise en évidence de décembre à mai soit pendant 6 mois (figure 11). On observe deux pics de transmission, le premier en janvier et le second en mars. Au total, le taux d'inoculation a été évaluée à 6,2 piqûres infectantes par homme et pendant la saison de transmission.

Dans les deux zones pulvérisées par le DDT et l'ICON®, la transmission mise en évidence en décembre 1997, avant intervention, a été interrompue totalement sous l'effet des pulvérisations.

Figure 11 : Variation mensuelle des taux d'inoculation entomologique par zone



### Rémanence des insecticides

Après 6, 13 et 25 semaines d'application sur les murs des maisons, on observe 100% de mortalité avec le DDT et seulement 95% à 13 semaines et 90% à 25 semaines avec l'ICON®. Sur le chaume des toits des maisons, l'efficacité létale à 25 semaines du DDT (66%) est inférieure à celle de l'ICON® (100%). Pour les supports en bois (volets et portes) la mortalité au contact du DDT est supérieure à 25 semaines à celle provoquée par l'ICON® (figure 12).

Six mois après la pulvérisation et au bout d'une heure de contact, l'efficacité létale des deux insecticides reste bonne quels que soient les supports.

La figure 13 montre une différence nette du pouvoir insecticide des deux molécules après 15 minutes de contact et 6 mois après les pulvérisations. L'efficacité létale du DDT est supérieure à celle enregistrée pour l'ICON®. Ces résultats ne correspondent pas à ceux du suivi entomo-parasitologique : nous pensons que la très bonne efficacité létale du DDT à 6 mois est limitée par un effet excito-répulsif très marqué. Cet effet excito-répulsif du DDT déjà largement documenté se traduirait par une fuite des vecteurs avant qu'ils n'aient été en contact suffisamment longtemps avec les supports imprégnés d'insecticide.

Figure 12 : Comparaison de l'activité résiduelle du DDT et de l'ICON® sur différents types de supports

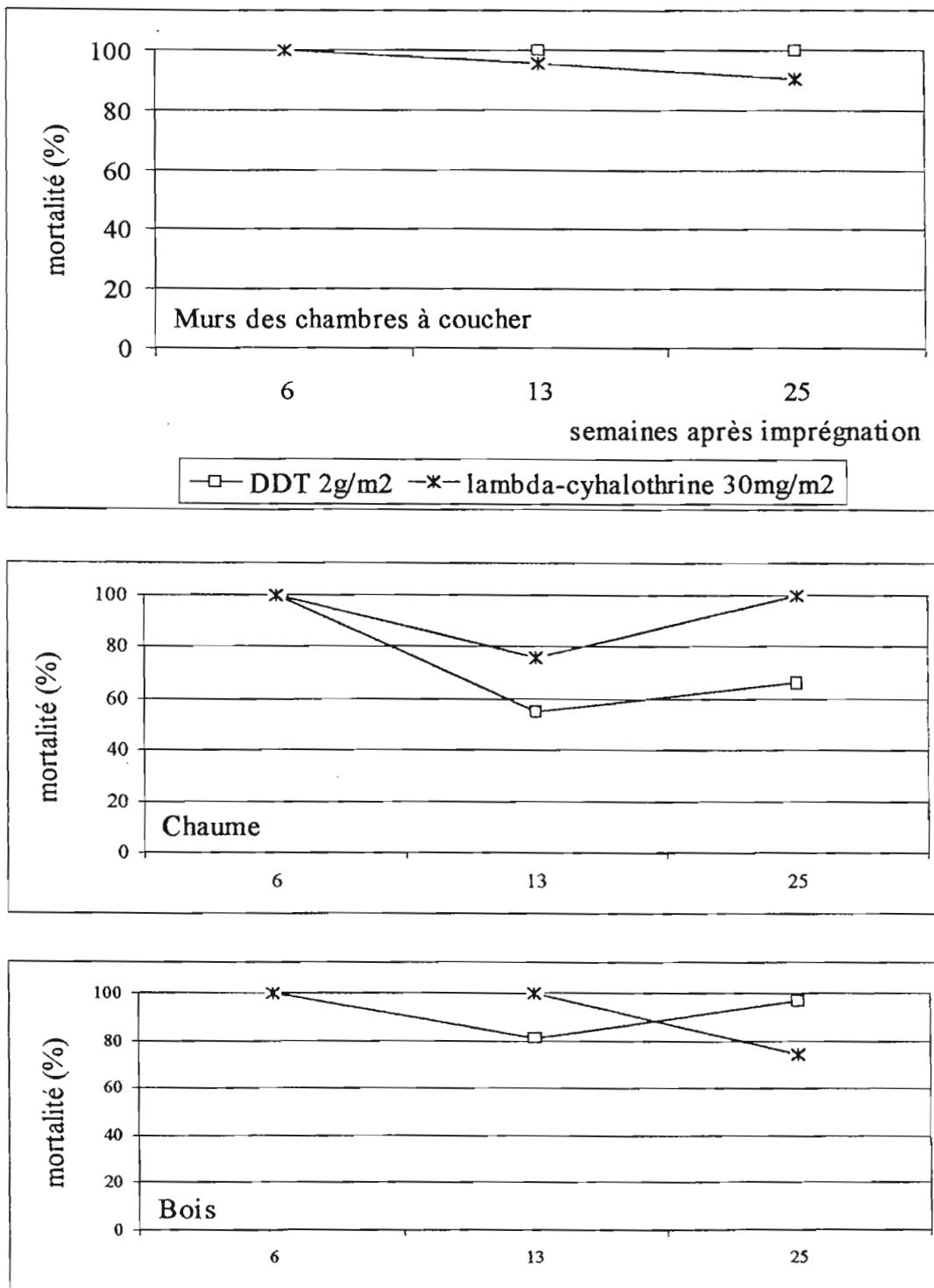
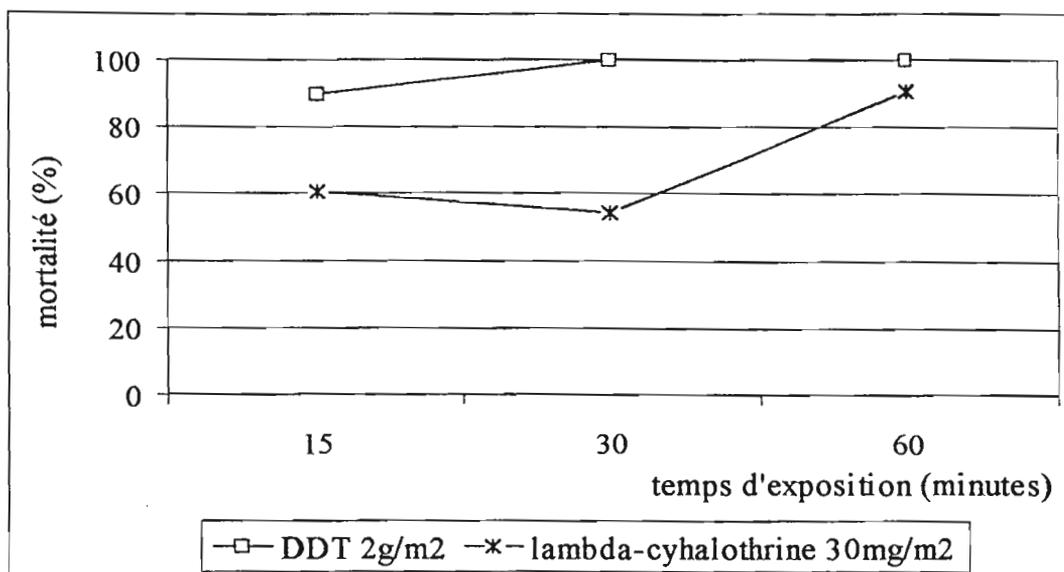


Figure 13 : Comparaison de l'activité résiduelle de l'ICON® et du DDT en fonction du temps d'exposition sur les murs des chambres à coucher



## Conclusions

Les aspersions intra-domiciliaires de DDT et d'ICON® ont entraîné un effondrement des densités agressives pour l'homme d'*An. funestus*. Cet effet semble plus marqué pour l'ICON® que pour le DDT. Surtout, la fraction endophile de cette espèce a totalement disparu dans les deux zones pulvérisées.

La longévité des quelques vecteurs capturés sur homme ne semble pas avoir été affectée par l'aspersion de DDT alors qu'elle s'est trouvée réduite dans la zone "ICON®". La capacité vectrice d'*An. funestus* dans cette zone a par conséquent été diminuée.

Dans les deux zones pulvérisées, la transmission mise en évidence avant les aspersions semble s'être totalement interrompue. Du moins aucun vecteur infecté n'a été détecté par les méthodes entomologiques utilisées dans cette étude.

Les densités agressives d'*An. arabiensis* ne semblent pas s'être modifiées sous l'effet des aspersions. Le comportement de cette espèce et sa très faible capacité vectrice ne la désignent de toute façon pas comme la cible de telles opérations de lutte antivectorielle. La rémanence à 6 mois des deux insecticides utilisés est satisfaisante. Selon les supports, la rémanence s'avère meilleure tantôt pour le DDT, tantôt pour l'ICON®.

Dans les trois zones situées hors du périmètre de l'OPID, la transmission du paludisme a été mise en évidence début décembre. Ce résultat indique qu'il est plus que jamais nécessaire de compléter l'ensemble des opérations d'aspersion avant la fin du mois de novembre.

**Déroulement des opérations**

Les enquêtes cliniques et parasitologiques bimestrielles ont eu lieu de décembre 1997 à août 1998, soit au total cinq enquêtes. Ces enquêtes ont été réalisées par une équipe ORSTOM/RAMSE (2 médecins, 1 technicien, 1 chauffeur) sous la supervision des responsables de cette équipe (M. Cot, L. Brutus, F. Mauny) et avec l'aide des trois enquêteurs chargés du dépistage actif des cas de paludisme dans les villages situés hors de la zone OPID (Ambohimena, Ivory et Tsarafara-Ambararata). Des questionnaires d'enquêtes ont été remplis à chaque passage (voir fiche en annexe). Lors de ces enquêtes, il a été proposé des consultations de médecine générale à l'ensemble des habitants.

La première enquête parasitologique a permis de prélever l'ensemble des habitants des villages-tests, avec une participation massive de la population (taux de présence variant de 94 % à 99 % selon les localités). A cette occasion, les pré-recensements ont été corrigés en fonction des habitants réellement présents dans les villages, établissant les chiffres définitifs des populations suivies (807 pour Ivory, 672 pour Tsarafara-Ambararata, 310 pour Ambohimena, 198 pour Fenoarivo). La composition de la population par classes d'âge et par village lors du recensement est indiquée dans le tableau I.

**Tableau I. Population d'étude (recensement de décembre 1997)**

	OPID		ICON*				Ivory DDT		TANON	
	Fenoarivo		Tsarafara		Ambararata		Ivory		Ambohimena	
	effectif	%	effectif	%	effectif	%	effectif	%	effectif	%
< 2 ans	12	6,1	32	8,2	22	7,8	66	8,2	18	5,8
2 à 9	62	31,3	101	25,9	61	21,6	209	25,9	87	28,1
10 à 14	26	13,1	50	12,8	34	12,1	105	13,0	43	13,9
≥ 15ans	98	49,5	207	53,1	165	58,5	427	52,9	162	52,3
Total	198		390		282		807		310	

Les enquêtes parasitologiques conduites dans les quatre zones d'étude en décembre 1997 ont porté sur 1909 sujets soit 96,1% de la population recensée (1987 personnes). Par la suite, les taux de présentation de la population sont restés très élevés (97,5 % en février, 96,7 % en avril, 91,2 % en juin et 89,6 % en août). Il faut noter que la

population d'Ambohimena (zone témoin) a été augmentée à partir de février d'un quartier non recensé lors de la première enquête ; portant l'effectif total à 358.

### Indices plasmodiques

Les trois zones "hors OPID" (ICON<sup>®</sup>, New DDT et témoin), bien qu'écologiquement semblables, ne sont pas comparables en ce qui concerne l'impaludation des communautés avant traitement (tableau II).

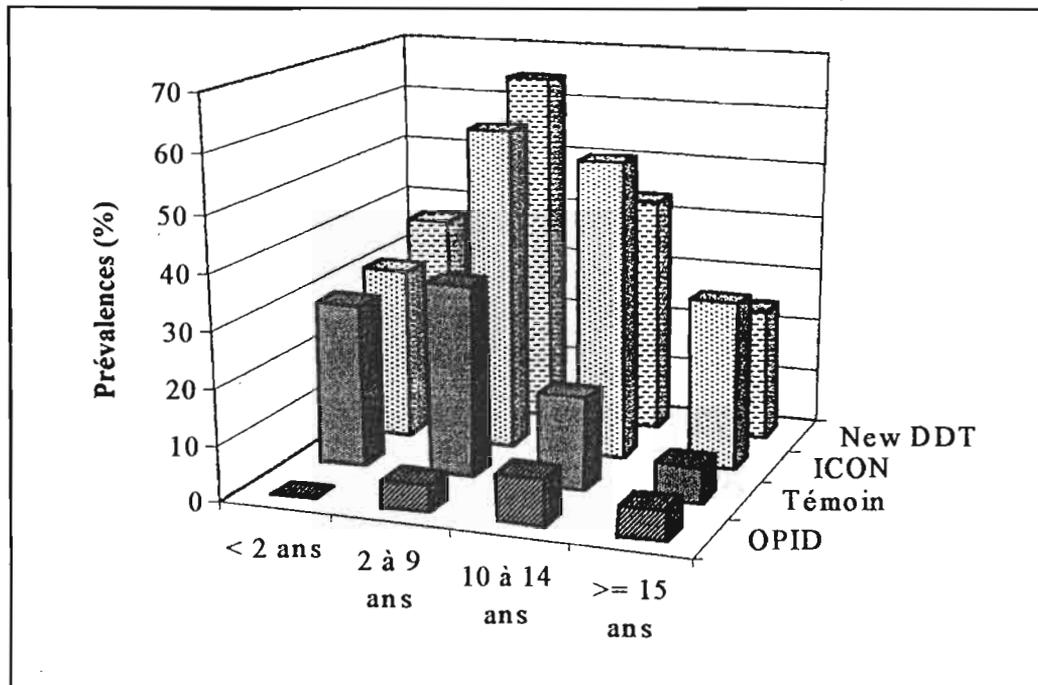
L'indice plasmodique global (toutes espèces confondues) est de 38,6 % à Ivory (New DDT) et de 33,5 % à Tsarafara/Ambararata (ICON<sup>®</sup>). Ces indices ne sont donc pas très différents dans les deux villages-tests bénéficiant de pulvérisations. Il est notablement inférieur (17,4 %) dans le village-témoin (Ambohimena), ce qui dans l'hypothèse d'une bonne efficacité des aspersion d'insecticides ne saurait constituer un inconvénient majeur, une différence significative entre ce village et les deux villages traités montrant *a fortiori* l'intérêt de ce type de lutte entomologique. Il est enfin très faible (5,3 %) dans le village de Fenoarivo, ce que l'on peut attribuer à l'altitude mais surtout aux pulvérisations intradomiciliaires de DDT effectuées à trois reprises (1993 à 1996) dans cette région concernée par l'OPID.

On note toutefois que la répartition par classe d'âge des infections plasmodiales est globalement comparable d'un village à l'autre hors de la zone OPID avec un maximum de prévalence dans la tranche d'âge 2 à 9 ans (Figure 14). A Fenoarivo en revanche, le taux de prévalence le plus élevé est atteint dans la tranche d'âge 10 à 14 ans, ce que l'on pourrait interpréter comme un retard à l'acquisition de la prémunition consécutif à la baisse de la transmission entraînée par cinq années de pulvérisations intra-domiciliaires de DDT.

Tableau II. Premier passage (décembre 1997)

	OPID		ICON <sup>®</sup>				New DDT		Témoin	
	Fenoarivo		Tsarafara		Ambararata		Ivory		Ambohimena	
	effectif	IP %	effectif	IP %	effectif	IP %	effectif	IP %	effectif	IP %
< 2 ans	10	0	32	31,3	19	10,5	60	36,7	17	29,4
2 à 9	61	4,9	101	58,4	60	41,7	205	64,9	87	34,5
10 à 14	24	8,3	50	5,4	33	21,2	104	43,3	42	16,7
>=15ans	95	5,3	204	30,4	151	17,2	401	24,2	153	6,5
Total	190	5,3	387	40,8	263	22,8	770	38,6	299	17,4

Figure 14 : Répartition par classes d'âge et par village des indices plasmodiques en décembre 1997



Après les aspersions, en dépit des différences systématiques entre les trois villages de la zone d'essai, on note une ascension progressive puis une stabilisation (correspondant à l'arrivée de la saison froide, peu propice à la multiplication des anophèles) des indices plasmodiques dans la zone témoin (17,4 % à 23 % entre décembre et juin, ce qui correspond à une augmentation de 32 %), alors qu'ils diminuent régulièrement dans les deux zones traitées pour se positionner en-dessous du village témoin (38,6 % à 21,7 % soit une réduction de 44 % pour la zone "New DDT" et 33,5 % à 12,7 % dans la zone ICON<sup>®</sup>, soit une réduction de 62 %) (Tableaux III à VI, Figure 15).

Lors de l'enquête d'août, les indices plasmodiques continuent à diminuer dans le village témoin hors OPID (17,5 % contre 23 % en juin), ce qui correspond à l'effondrement des densités agressives des vecteurs constatée dans cette zone (figure 1). Ces indices se rapprochent dans les deux villages "New DDT" et ICON<sup>®</sup> (17,8 % et 13,5 % respectivement). On peut attribuer cette convergence des indices des trois zones hors OPID vers un niveau très proche à l'absence de transmission pendant toute la saison froide.

En ce qui concerne le village de Fenoarivo, les indices plasmodiques restent constamment faibles, indépendamment des traitements insecticides effectués, ce qui traduit vraisemblablement l'effet cumulé des pulvérisations de DDT de l'OPID.

Tableau III. Deuxième passage (février 1998)

	OPID		ICON*				New DDT		Témoin	
	Fenoarivo		Isarafara		Ambararata		Ivory		Ambohimena	
	effectif	IP %	effectif	IP %	effectif	IP %	effectif	IP %	effectif	IP %
< 2 ans	11	0	23	13,0	15	20,0	54	20,4	10	20,0
2 à 9	64	6,2	101	57,4	61	32,8	219	56,2	108	37,0
10 à 14	27	11,1	46	43,5	32	25,0	101	33,7	50	24,0
>=15ans	96	4,2	186	18,3	144	13,2	423	20,3	166	16,3
Total	198	5,6	356	32,3	252	19,8	797	31,9	334	24,3

Tableau IV. Troisième passage (avril 1998)

	OPID		ICON*				New DDT		Témoin	
	Fenoarivo		Isarafara		Ambararata		Ivory		Ambohimena	
	effectif	IP %	effectif	IP %	effectif	IP %	effectif	IP %	effectif	IP %
< 2 ans	10	0	24	20,8	13	15,4	51	15,7	12	33,3
2 à 9	67	1,5	104	26,9	62	27,4	216	53,7	113	46,0
10 à 14	22	4,5	47	23,4	30	33,3	97	47,4	53	22,6
>=15ans	94	1,1	198	13,6	132	12,1	402	17,2	175	12,6
Total	193	1,6	373	19,0	237	19,0	766	31,2	353	25,5

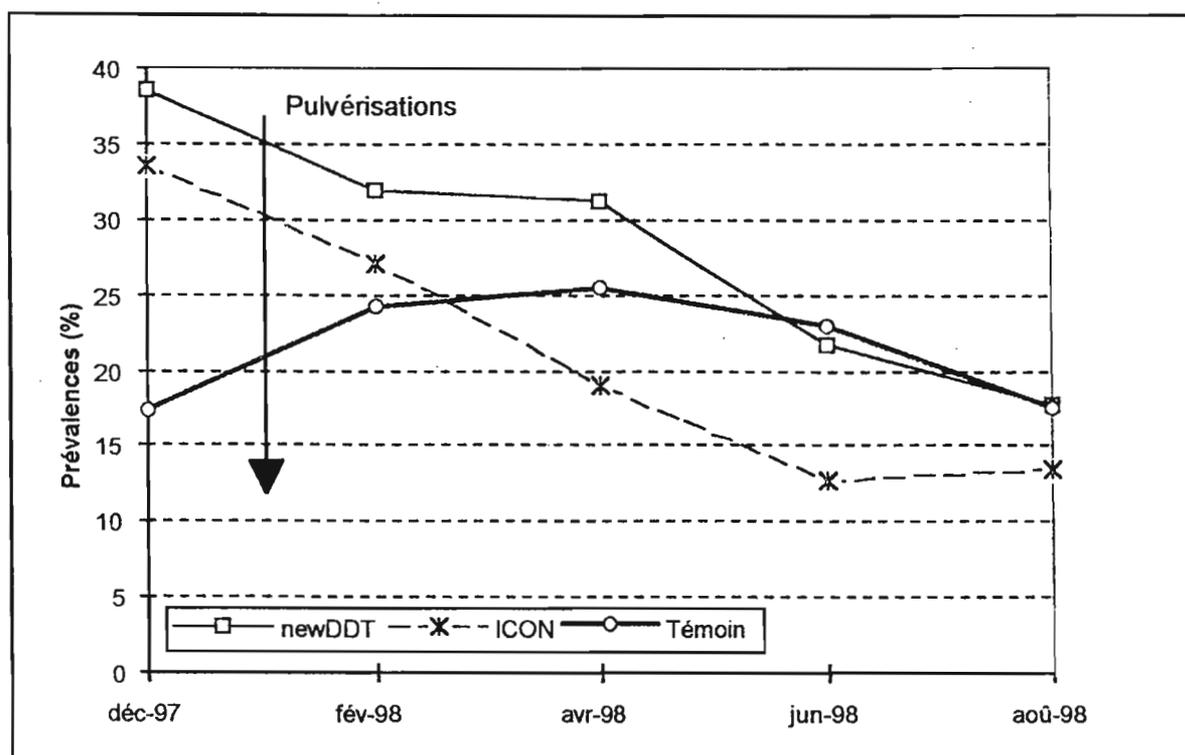
Tableau V. Quatrième passage (juin 1998)

	OPID		ICON*				New DDT		Témoin	
	Fenoarivo		Isarafara		Ambararata		Ivory		Ambohimena	
	effectif	IP %	effectif	IP %	effectif	IP %	effectif	IP %	effectif	IP %
< 2 ans	9	0	16	6,2	6	0	35	11,4	12	25,0
2 à 9	64	3,1	109	22,9	61	21,3	228	37,7	116	37,1
10 à 14	24	12,5	41	26,8	30	13,3	97	30,9	52	25,0
>=15ans	91	1,1	177	6,2	113	4,4	372	10,5	159	11,9
Total	188	3,2	343	14,0	210	10,5	732	21,7	339	23,0

Tableau VI. Cinquième passage (août 1998)

	OPID		ICON*				New DDT		Témoin	
	Fenoarivo		Isarafara		Ambararata		Ivory		Ambohimena	
	effectif	IP %	effectif	IP %	effectif	IP %	effectif	IP %	effectif	IP %
< 2 ans	6	0	19	5,3	10	0	32	12,5	13	23,1
2 à 9	70	1,4	101	26,7	55	25,5	212	34,0	111	30,6
10 à 14	24	8,3	42	21,4	30	10,0	91	18,7	50	18,0
>=15ans	91	0	181	7,2	118	6,8	361	8,6	163	8,0
Total	191	1,6	343	14,6	213	11,7	696	17,8	337	17,5

Figure 15 : Evolution des indices plasmodiques dans les trois zones testées



Parallèlement, le risque relatif d'impaludation par rapport au mois de décembre est significativement augmenté lors des trois enquêtes post-pulvérisations de février, avril et juin (1,39 ; 1,47 et 1,32 respectivement) dans la zone témoin et revient à son niveau de départ (1,01) en août lorsque la transmission s'est effondrée. Dans les zones traitées en revanche, on assiste à une diminution du risque de la moitié (New DDT ; 0,56) ou de presque deux tiers (ICON® ; 0,38) au mois de juin. Il continue à diminuer en août dans la zone DDT (0,46) et se stabilise dans la zone ICON® (0,40) (Tableau VII). Par ailleurs, les densités parasitaires ont été mesurées et figurent en annexe.

**Tableau VII. Risques relatifs d'impaludation dans les trois villages de l'essai après pulvérisations d'insecticides**  
(classe de référence : enquête de décembre 1997 avant pulvérisations : RR = 1)

	Risque relatif (IC)	Risque relatif (IC)	Risque relatif (IC)	Risque relatif (IC)
	Février	Avril	Jun	Août
<b>Témoin</b>	1,39 (1,02 - 1,90)	1,47 (1,08 - 1,99)	1,32 (0,97 - 1,81)	1,01 (0,72 - 1,41)
<b>new DDT</b>	0,83 (0,72 - 0,95)	0,81 (0,70 - 0,93)	0,56 (0,48 - 0,66)	0,46 (0,38 - 0,55)
<b>ICON®</b>	0,81 (0,68 - 0,96)	0,57 (0,47 - 0,69)	0,38 (0,30 - 0,48)	0,40 (0,32 - 0,51)

## Taux d'infection spécifique

Le taux d'infection spécifique est le ratio du nombre de sujets positifs pour chaque espèce par rapport au nombre total d'individus enquêtés. L'espèce *P. falciparum* prédomine largement, puisqu'elle représente, selon les passages, entre 85 % et 88 % de toutes les espèces diagnostiquées, suivie de *P. malariae* et dans une moindre mesure des deux espèces *P. vivax* et *P. ovale* (voir annexe). L'effondrement des indices spécifiques à *P. falciparum* est particulièrement marqué après les pulvérisations dans les deux zones ICON® et New DDT; les autres espèces, en particulier *P. malariae*, ne diminuent pas de manière aussi nette dans les villages traités, ce qui pourrait s'expliquer par la persistance de ces parasites dans l'organisme en l'absence de réinfection, responsable des accès de reviviscence clinique.

## Indices gamétocytaires à *P. falciparum*

Les indices gamétocytaires sont des indicateurs très importants sur le plan épidémiologique, puisqu'ils traduisent le potentiel infectant que présente la communauté humaine. Ces indices restent logiquement assez bas dans la zone OPID traitée depuis plusieurs années par le DDT, ils augmentent à partir de février dans le village témoin (en suivant le premier pic de transmission traditionnellement observé en janvier), se stabilisent en juin lorsque la transmission est faible et diminuent nettement en août où ils reviennent à une valeur proche du premier passage pré-aspersion. Ils diminuent nettement dans les deux zones traitées jusqu'en juin, cette diminution semblant un peu plus marquée pour les villages ICON® (Tableau XI). A partir d'août, les indices remontent légèrement dans la zone ICON®, tout en restant en-deçà des valeurs relevées dans la zone DDT

Tableau XI. Indices gamétocytaires dans les quatre villages

	OPID		ICON®				New DDT		Témoin	
	Fencarivo		Tsarafara		Ambararata		Ivory		Ambanocna	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Décembre	2	1,1	23	5,9	7	2,7	61	7,9	7	2,3
Février	3	1,5	21	5,9	6	2,4	63	7,9	21	6,3
Avril	2	1,0	13	3,5	4	1,7	39	5,1	19	5,4
Juin	1	0,5	3	0,9	1	0,5	19	2,6	16	4,7
Août	1	0,5	5	1,5	3	1,4	18	2,6	9	2,7

n : nombre de porteurs de gamétocytes de *P. falciparum*

## Conclusions

Les enquêtes entomologiques avaient permis de constater un effondrement des densités vectorielles dans les zones traitées, on peut conclure que de manière similaire, les aspersions intra-domiciliaires de DDT et d'ICON® ont réduit de façon importante les indices parasitologiques dans les populations humaines. Cette réduction est particulièrement marquée en ce qui concerne l'ICON®, aussi bien sur le plan des indices plasmodiques globaux (62 % de réduction contre 44 % pour le DDT au mois de juin) que des indices gamétocytaires, indicateurs du potentiel infectant de la communauté. Parallèlement, les indices correspondants ont augmenté dans la zone témoin non pulvérisée (32 % d'augmentation de l'indice plasmodique, doublement de l'indice gamétocytaire, toujours pendant le mois de juin).

Dans la zone OPID, pulvérisée à quatre reprises depuis 1993, tous les indices restent très bas, ce qui laisse favorablement augurer d'une répétition des traitements sur les marges des Hauts Plateaux.

## Conclusion générale

Cette enquête d'évaluation de l'efficacité de la lambda-cyhalothrine (ICON® 10 WP) en aspersions intra-domiciliaires dans le Moyen-Ouest de Madagascar s'est déroulée de manière très satisfaisante, dans le strict respect du calendrier et du budget initialement prévus.

Sur le plan pratique, les pulvérisations des deux produits utilisés, DDT et ICON®, n'ont pas occasionné de problème, tant au niveau des personnels techniques que des populations concernées. On note toutefois une grande satisfaction de la population des villages traités par l'ICON®, en particulier en raison de l'absence d'odeurs et de taches et de l'efficacité spectaculaire de ce produit sur les insectes nuisants domestiques.

Sur le plan entomologique, les deux insecticides ont entraîné un effondrement des densités agressives pour l'homme d'*An. funestus*. Cet effet semblait plus marqué pour l'ICON® que pour le DDT. La rémanence à 6 mois des deux insecticides s'est révélée globalement satisfaisante.

Les paramètres parasitologiques (indices plasmodique et gamétocytaire) ont été nettement diminués dans les deux zones traitées par rapport à la zone témoin hors OPID. L'effet était particulièrement marqué dans les villages traités par l'ICON®.

Au total, dans cette région de transition entre les hautes et les basses terres du Moyen Ouest de Madagascar, l'aspersion d'insecticides rémanents s'est montrée efficace pour réduire significativement voire interrompre la transmission du paludisme et s'est traduit par une diminution significative des indices parasitologiques. Dans plusieurs domaines (acceptabilité, diminution de la capacité vectrice du principal vecteur, diminution des indices plasmodiques et gamétocytaires), l'ICON® s'est révélé légèrement supérieur au DDT. Les marges des hauts Plateaux actuellement non incluses dans l'OPID représentent un réservoir de parasites et de vecteurs susceptibles de compromettre les acquis obtenus par les aspersions d'insecticides sur les hautes terres. Il serait donc important de les inclure dans les prochaines opérations de contrôle du paludisme.

**Annexes :**

# ***PROTOCOLE-PALUDISME-MADAGASCAR***

## **EVALUATION de l'“ICON” 10 WP en pulvérisations intra-domiciliaires dans la LUTTE contre les VECTEURS DU PALUDISME à MADAGASCAR**

**OBJECTIF** : démontrer l'efficacité de l'insecticide rémanent “ICON” 10 WP en pulvérisations intra-domiciliaires pour lutter contre les anophèles vecteurs de paludisme et réduire l'incidence de cette affection dans des villages de Madagascar.

**CALENDRIER** : 1997 - 1998

**Agence responsable** : Direction de la Lutte Contre les Maladies Transmissibles,  
Ministère de la Santé - Institut d'Hygiène Sociale  
République de Madagascar  
BP 460 Antananarivo 101

**Recherche de terrain/Evaluation scientifique** : Programme RAMSE/ORSTOM  
Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement  
en Coopération BP 434 Antananarivo 101  
tel 2612-40449; fax 2612-40451  
e-mail: cot@ramse.orstom.mg

**Financement** : ACM  
Directeurs: Frédéric Sancho & Ranarivelo Théodore Arison  
BP 8271 Antananarivo  
tel 2612-25249, fax 25259, e-mail: acm@bow.dts.mg

Zeneca Public Health  
Fernhurst, Haslemere  
Surrey GU27 3JE, U.K.  
tel 44-1428-657067, fax 44-1428-655134  
email: graham.white@AGUK..zeneca.com

### **RESUME**

Nous nous proposons de démontrer la meilleure efficacité et acceptabilité de l'ICON 10 WP (lambda-cyhalothrine, poudre mouillable à 10 %) comparé au DDT en pulvérisations intra-domiciliaires dans la lutte contre les vecteurs du paludisme à Madagascar. Le projet se déroulera dans quatre villages situés à la limite de la zone épidémique des Hauts Plateaux dans la région du Vakinankaratra, entre les villes de Betafo et de Mandoto, dont trois sont situés à l'extérieur de la zone couverte par l'Opération de Pulvérisation Intra-Domiciliaire (OPID). Quatre types de villages seront comparés : pas d'intervention (témoin); pulvérisation de DDT selon les modalités habituelles (5<sup>ème</sup> cycle de l'OPID); pulvérisation de DDT à la dose de 2 g m.a./m<sup>2</sup> dans des villages non pulvérisés précédemment; pulvérisation de lambda-cyhalothrine à la dose de 30 mg m.a./m<sup>2</sup> dans des villages non pulvérisés précédemment. Les pulvérisations devraient débuter le 10 décembre 1997; il s'ensuivra une évaluation pendant 9 mois, sur les plans épidémiologique et entomologique. L'analyse des observations mensuelles débouchera sur un rapport final avant la fin de l'année 1998.

## ETAT DE LA QUESTION

Madagascar compte environ 14 millions d'habitants. Le paludisme pose un problème de santé publique majeur dans la plus grande partie de l'île, en particulier à cause de l'espèce *Plasmodium falciparum* responsable d'une forte morbidité et mortalité. Les pulvérisations intra-domiciliaires par le DDT effectuées dans les années 50 ont permis d'améliorer la situation en réduisant les populations vectorielles, principalement dans la zone centrale des Hauts Plateaux où vivent plus de 5 millions de personnes. Vers 1962 le principal vecteur de paludisme, *Anopheles funestus*, était éliminé de cette région et la transmission de la maladie était arrêtée sur les hautes terres malgaches. Il n'en a pas été de même sur les basses terres, en-dessous de 1000 mètres d'altitude, où le paludisme a continué à sévir. Les épidémies ont repris sur les Hauts Plateaux en 1986-1988, occasionnant plusieurs dizaines de milliers de morts, probablement dues à la réinvasion des hautes terres par *An.funestus*. La réalisation de pulvérisations par le DDT grâce à des soutiens financiers internationaux a permis de réduire l'incidence du paludisme ces dernières années. La plupart des connaissances sur le paludisme à Madagascar proviennent des références suivantes (Fontenille et al., 1990; Mouchet et al., 1993; Laventure, 1995, 1996; Brutus & Rajaonarivelo, 1996; Brutus et al., 1996; et Rakotonjanabelo, 1997).

La pulvérisation intra-domiciliaire d'insecticides rémanents est la méthode de choix dans la lutte contre les épidémies et les résurgences saisonnières de la transmission. Il existe d'autres stratégies telles que la protection individuelle par moustiquaires imprégnées d'insecticides rémanents (principalement pyréthrinoïdes), l'amélioration du diagnostic précoce et de la prise en charge des cas de paludisme, la coopération inter-sectorielle pour réduire les risques de transmission liés à l'environnement, la sensibilisation et l'éducation sanitaire des populations (Gillies & Warrell, 1993). Fort heureusement, dans les zones à risque épidémique, la pulvérisation des habitations avec des insecticides rémanents permet de réduire rapidement la capacité vectorielle au point d'interrompre presque complètement la transmission (Kouznetsov, 1977). Les pulvérisations de DDT à Madagascar ont fait diminuer sensiblement la densité du principal vecteur *An.funestus*, mais pas du vecteur secondaire qu'est *An.arabiensis*. En Tanzanie toutefois, la pulvérisation intra-domiciliaire par ICON WP s'est révélée plus efficace que le DDT contre les trois vecteurs d'Afrique tropicale *An.funestus*, *An.arabiensis* et *An.gambiae* (Mnzava et al., 1993). La plupart des pays concernés ont abandonné le DDT en raison de sa toxicité sur l'homme -Afrique du Sud- ou des dommages causés à l'environnement -Europe, U.S.A., Indonésie, Thaïlande et Zimbabwe notamment. Il est donc temps pour Madagascar d'évaluer de nouveaux insecticides à utiliser en pulvérisations intra-domiciliaires.

Quatre groupes d'insecticides ont été utilisés pour ce type de pulvérisations (Chavasse & Yap, 1997) : les organochlorés (DDT), les organophosphorés (malathion), les carbamates (propoxur) et les pyréthrinoïdes mieux connus et d'un bon rapport qualité-prix. L'ICON 10 WP (lambda-cyhalothrine, poudre mouillable à 10 %) est le pyréthrinoïde le plus utilisé en pulvérisations intra-domiciliaires dans de nombreux pays (tels que le Brésil, l'Indonésie, le Mozambique, le Sri Lanka, le Vietnam) où il a remplacé le DDT. Les avantages particuliers de l'ICON 10 WP sont:

- un dosage très faible et un coefficient de sécurité élevé;
- un très haut pouvoir insecticide;
- une longue rémanence contre tous les *Anopheles* vecteurs de paludisme;

- une action knock-down très rapide sur les moustiques;
- une efficacité sur les espèces d'*Anopheles* résistantes aux autres classes d'insecticides;
- une efficacité sur les autres insectes domestiques telles que les puces, les mouches, les punaises de lit, les cafards, etc.;
- une présentation en sachets hydrosolubles qui permettent la manipulation sans contamination;
- l'absence de nécessité de mesurer ou de pré-mélanger la dose contenue dans le sachet;
- une plus grande longévité de la buse de pulvérisation;
- pas d'odeur ni de taches ;
- une très bonne acceptabilité pour les occupants des habitations pulvérisées;
- un faible encombrement facilitant le transport et le stockage;
- une excellente stabilité lors du stockage.

Il est donc proposé de comparer l'efficacité et l'acceptabilité de l'ICON 10 WP par rapport au DDT en pulvérisations intra-domiciliaires dans le contrôle de la transmission du paludisme à Madagascar en 1997-1998. Cette étude fournira aux autorités l'expérience et les arguments nécessaires pour envisager l'utilisation de l'ICON 10 WP à la place du DDT.

### REALISATION PRATIQUE

#### **Lieux d'étude**

Quatre groupes de villages comparables, comprenant environ 500 maisons soit 2500 habitants, seront sélectionnés dans la bordure des plateaux du Moyen-Ouest de Madagascar entre Betafo et Mandoto (région du Vakinankaratra). Cette zone est située dans la région d'étude du programme RAMSE (Recherches Appliquées a Madagascar sur la Santé et l'Environnement), où des données de base sur les vecteurs, l'épidémiologie et la lutte contre le paludisme ont été recueillies (Brutus et al., 1996; Brutus & Rajaonarivelo, 1996). Les vecteurs présents localement sont *Anopheles funestus* et *Anopheles arabiensis*. Un groupe de villages sera situé sur les plateaux et couvert par l'OPID (Opération de Pulvérisation Intra-Domiciliaire), donc pulvérisé tous les ans depuis 1993. Les trois autres villages seront en-dehors de la zone OPID. Quatre situations seront comparées :-

1. non pulvérisé précédemment; pas de nouvelle intervention (témoin);
2. non pulvérisé précédemment; pulvérisation de toutes les habitations avec de l'ICON 10 WP 30 mg m.a./m<sup>2</sup>;
3. non pulvérisé précédemment; ; pulvérisation de toutes les habitations avec du DDT 75% WP 2g m.a./m<sup>2</sup>;
4. régulièrement pulvérisé au DDT et devant subir une nouvelle pulvérisation (zone OPID).

#### **Etudes avant pulvérisations**

Au cours du mois de novembre 1997, l'ORSTOM et la DLMT délimiteront les quatre zones d'étude et recueilleront le consentement des populations locales avec l'aide du personnel des districts sanitaires de Betafo et d'Antsirabe II. Il sera ensuite procédé au recensement des villages, des maisons et des habitants de manière à dresser un plan détaillé de chaque zone. Les données paludométriques de base recueillies dans cette zone par le Programme RAMSE seront validées et étendues selon les besoins.

Au centre de chaque zone d'étude, un village-test sera choisi afin d'y conduire régulièrement des enquêtes concernant la parasitologie, l'entomologie et les études d'impact des interventions.

### **Etudes entomologiques**

Les méthodes habituelles d'évaluation des densités vectorielles (WHO, 1975) seront conduites dans chacun des quatre villages-tests au début du mois de décembre 1997 (avant pulvérisation) et tous les mois après le début des interventions (de janvier à septembre 1998). Ces méthodes consisteront en:

- collecte matinale intra-domiciliaire des femelles *d'Anopheles* (faunes résiduelles intra-domiciliaires);
- collecte matinale des femelles *d'Anopheles* à l'extérieur des habitations;
- captures de nuit sur appâts humains des *Anopheles*.

Les femelles *d'Anopheles* seront ensuite transportées dans un laboratoire de terrain pour décompte, identification, dissection et détermination des taux de parturité et des indices sporozoïtiques.

Des tests de sensibilité avant pulvérisation et de rémanence des insecticides (DDT et ICON) seront réalisés dans les habitations concernées 1, 3 et 6 mois après les pulvérisations. On utilisera des femelles *d'Anopheles* capturées sur le bétail dans les villages non pulvérisés: 3 échantillons x 10 femelles gorgées x 3 substrats (bois, brique, chaume) x 2 insecticides + contrôles = 200 moustiques par test, suivant les procédures habituelles de l'OMS (1975), avec enregistrement de l'effet «knock-down» à une heure et de la mortalité à 24 heures après exposition.

### **Etudes parasitologiques**

Les méthodes d'évaluation des indices paludométriques de la population des villages-tests comprendront:

- détection passive des cas: recensement de tous les cas présumés enregistrés dans les postes de santé desservant chaque zone;
  - détection active des cas: visites bimensuelles dans tous les foyers d'habitation par les travailleurs de santé villageois;
- ces travailleurs de santé villageois administreront un traitement présomptif à chaque sujet suspect de paludisme qu'ils rencontreront; ils réaliseront un frottis-goutte épaisse pour le diagnostic d'infection plasmodiale et pour le suivi du patient;
- des enquêtes concernant l'ensemble la population seront conduites dans chaque village-test avant les pulvérisations (décembre 1997) et tous les deux mois après intervention (février, avril, juin et août 1998) afin de préciser les taux d'impaludation et les indices plasmodiques spécifiques.

### **Déroulement des pulvérisations**

Au cours du mois de novembre 1997, toutes les maisons des quatre villages-tests seront dénombrées et un recensement de la population totale effectué. Les dimensions de quelques

maisons représentatives des villages seront mesurées afin de préparer le matériel de pulvérisation ainsi que les quantités d'insecticides nécessaires.

Parmi la population des villages de la zone 2 (ICON) et de ceux de la zone 3 (DDT), deux équipes de cinq aspergeurs et un superviseur seront recrutées fin novembre et formées à l'utilisation des pulvérisateurs Hudson 'X-pert' et aux aspersion intra-domiciliaires selon la méthode de l'OMS (1996).

La zone 4 (5<sup>ème</sup> cycle OPID) sera pulvérisée comme chaque année par les équipes de la DLMT.

Toutes les maisons seront pulvérisées avec la quantité adéquate d'insecticide à partir du 10 décembre 1997:

- lambda-cyhalothrine (ICON 10 WP) à la concentration de 30 mg de matière active/m<sup>2</sup>
- DDT 75% WP à la concentration de 2g de matière active/m<sup>2</sup>.

Si chaque aspergeur couvre 10 maisons par jour, il faudra environ 10 jours à 5 aspergeurs pour couvrir 500 maisons pour chaque zone. L'ensemble de l'opération de pulvérisation devrait donc durer une quinzaine de jours (du 10 au 24 décembre 1997).

### **Analyse des données et rapports**

Les responsables du projet prépareront un rapport courant janvier 1998 résumant les points suivants:

- noms des villages, altitudes, références cartographiques et brève description de la zone;
- nombre de maisons;
- nombre d'habitants (adultes et enfants);
- nombre d'étables, de porcheries et de poulaillers;
- toute autre information d'intérêt telle que accessibilité aux soins médicaux, antécédents de pulvérisations.

Par ailleurs, un rapport sur le déroulement des enquêtes parasito-cliniques avant pulvérisation dans chaque village et sur les opérations de pulvérisation sera établi.

Au cours de la période mars-avril 1998, les données sur les interventions seront résumées et interprétées comme suit :

- impact entomologique : les densités anophéliennes, les taux de parturité et les indices sporozoïtiques seront comparés entre les villages pulvérisés et non pulvérisés;
- impact parasitologique : les résultats de la première enquête réalisée après pulvérisation seront comparés à ceux obtenus avant intervention.

Des rapports trimestriels concernant l'ensemble des activités et des résultats seront rédigés en mars, juin et septembre 1998. Un rapport final comprenant les conclusions et les recommandations sera établi en septembre 1998 afin de donner à la DLMT les informations nécessaires quant à l'utilisation appropriée de l'ICON 10 WP au cours de la prochaine campagne d'aspersion d'insecticides à visée anti-paludique en 1998.

## CONDUITE DU PROJET

La coordination scientifique des opérations d'évaluation sur le terrain sera assurée par l'équipe ORSTOM du programme RAMSE, qui rendra compte au bailleur de fonds (laboratoire Zeneca) et à l'agence responsable (DLMT) du déroulement des opérations et des principaux résultats scientifiques au moyen des rapports dont la périodicité a été précisée plus haut.

Les aspergeurs, les captureurs de moustiques et les autres personnels locaux seront recrutés et formés dans les villages concernés. Les personnels techniques nécessaires à l'évaluation scientifique seront recrutés par l'équipe coordinatrice, de préférence dans la région de l'étude.

La DLMT fournira le DDT, les équipements (pulvérisateurs et transport) et, dans la mesure de ses disponibilités, l'équipe collaboratrice pour les activités entomologiques, parasitologiques, la formation et la supervision etc...

Zeneca/ALM/ACM fourniront l'ICON 10 WP et les autres matériels nécessaires aux opérations de pulvérisation.

Toutes les dépenses concernant le projet seront payées par Zeneca/ALM/ACM selon le budget présenté lors de la réunion conjointe DLMT/RAMSE/ACM du 3 novembre 1997.

La gestion financière sera assurée par l'équipe coordinatrice (ORSTOM/RAMSE) qui fournira au bailleur de fonds (laboratoire Zeneca) et à l'agence responsable (DLMT) un état de dépenses à la moitié du déroulement du projet et à la fin de l'essai.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES (rapport final et protocole de l'essai)

- Blanchy S. (1990) Indicateurs parasitologiques de la transmission palustre sur les Hauts Plateaux en fin de saison chaude 1989, Rapport SLMT/USEPI n°89/23/USEPI/CT, 22 pp.
- Brutus, L. *et al.* (1996) Résultats bio-médicaux de l'enquête ORSTOM/DLMT/IPM dans la région de Betafo-Miandrivazo en juillet-août 1995. RAMSE. MINSAN/ORSTOM No.5/96.
- Brutus, L. & Rajaonarivelo, V. (1996) Résultats préliminaires du protocole d'évaluation entomologique de la transmission du paludisme dans le Moyen Ouest de Madagascar. Zones de transition paludisme stable-instable. MINSAN/ORSTOM No. 6/96.
- Brutus, L. *et al.* (1997) Rapport final : suivi entomo-parasitologique longitudinal du paludisme dans les zones intermédiaires de transmission stable-instable : l'exemple du Moyen-Ouest malgache. RAMSE. MINSAN/ORSTOM/IPM 54 pp.
- Chavasse, D. C. & Yap, H. H., eds (1997) Chemical methods for the control of vectors and pests of public health importance. WHO/CTD. 129pp.
- Fontenille, D. *et al.* (1990) Malaria transmission and vector biology in Manarintosa, high plateau of Madagascar. Journal of the American Society of Tropical Medicine, 43, 107-115.
- Gillies, H. M. & Warrell, D A (1996) Bruce-Chwatt's Essential Malariology (3<sup>rd</sup> edn). Arnold, London. 340pp.
- Kouznetsov, R. L. (1977) Malaria control by application of indoor spraying of residual insecticides in tropical Africa and its impact on community health. Tropical Doctor, 145, 81-91.
- Laventure, S. *et al.* (1995) Paludisme: perspectives de recherches en entomologie médicale à Madagascar. Cahiers Santé, 5, 406-410.
- Laventure, S. *et al.* (1996) Le riz, source de vie et de mort sur les plateaux de Madagascar. Cahiers Santé, 6, 79-86.
- Lumaret (1963) Etude sur le paludisme à Madagascar, situation en 1962. Ministère de la Santé Publique et de la Population, service général d'hygiène et de prophylaxie. rapport du Service Central Antipaludique, 232 pp.
- Mnzava, A. E. P. *et al* (1993) The effects of house-spraying with DDT or lambda-cyhalothrin against *Anopheles arabiensis* on measures of malaria morbidity in children in Tanzania. Acta Tropica, 54, 141-151.
- Mouchet, J. *et al.* (1993) Stratification épidémiologique du paludisme à Madagascar. Archives de l'Institut Pasteur, Madagascar, 60, 50-59
- Rakotonjanabelo, L. A. (1996) Malaria situation in Madagascar. DLMT. 13pp.
- WHO (1975) Manual on Practical Entomology in Malaria. WHO Geneva. 2 Vols.
- WHO (1996) Operational Manual on the Application of Insecticides for Control of the Mosquito Vectors of Malaria and Other Diseases. WHO/CTD/VBC/96.1000. 198pp.

**Tableau VIII. Taux d'infection spécifique, premier passage (décembre 1997)**

	OPID	ICON		New DDT	Témoin
	Fenoarivo	Tsarafara	Ambararata	Ivory	Ambohimena
<i>P. falciparum</i>	5,3	34,9	19,8	34,8	14,7
<i>P. malariae</i>	1	16,5	5,7	9,3	2,3
<i>P. ovale</i>	0	1,0	3,0	2,6	2,7
<i>P. vivax</i>	0	1,0	0,4	1,8	0

**Tableau IX. Taux d'infection spécifique, deuxième passage (février 1998)**

	OPID	ICON		New DDT	Témoin
	Fenoarivo	Tsarafara	Ambararata	Ivory	Ambohimena
<i>P. falciparum</i>	5,6	28,9	17,4	26,2	24,3
<i>P. malariae</i>	0	7,0	6,7	13,0	3,6
<i>P. ovale</i>	0	5,9	1,2	0	0,3
<i>P. vivax</i>	0	0,6	0,4	0	0,6

**Tableau X. Taux d'infection spécifique, troisième passage (avril 1998)**

	OPID	ICON		New DDT	Témoin
	Fenoarivo	Tsarafara	Ambararata	Ivory	Ambohimena
<i>P. falciparum</i>	1,6	15,8	14,8	26,9	24,4
<i>P. malariae</i>	0	3,8	6,8	7,6	0,6
<i>P. ovale</i>	0,5	1,6	0	1,7	3,4
<i>P. vivax</i>	0	2,1	0	3,4	1,4

**Tableau XI. Taux d'infection spécifique, quatrième passage (juin 1998)**

	OPID	ICON		New DDT	Témoin
	Fenoarivo	Tsarafara	Ambararata	Ivory	Ambohimena
<i>P. falciparum</i>	2,1	10,8	7,1	18,7	22,1
<i>P. malariae</i>	0,5	0,9	0	2,9	1,2
<i>P. ovale</i>	0,5	2,0	0,5	3,0	3,5
<i>P. vivax</i>	0	0,6	3,8	0,4	0,9

**Tableau XII. Taux d'infection spécifique, cinquième passage (août 1998)**

	OPID		ICON			New DDT		Témoin	
	Fenoarivo		Tsarafara		Ambararata	Ivory		Ambohimena	
<i>P. falciparum</i>	1,6		10,5		9,4	13,9		13,1	
<i>P. malariae</i>	0,5		4,4		1,4	4,5		1,2	
<i>P. ovale</i>	0		2,3		2,8	3,2		5,3	
<i>P. vivax</i>	0		0,9		1,9	1,1		1,5	

**Tableau XIII. Moyennes arithmétiques et géométriques des densités parasitaires à *P. falciparum* en décembre 1997**

Age	OPID			ICON®						New DDT			Témoin		
	Fenoarivo			Tsarafara			Ambararata			Ivory			Ambohimena		
n	MA	MG	n	MA	MG	n	MA	MG	n	MA	MG	n	MA	MG	
<2	10	0	0	32	1557.5	4.9	19	96.8	1.0	60	2146.7	6.5	17	58.8	2.6
2-9	61	30.8	0.3	101	906.7	25.8	60	574.0	6.8	205	1869.1	48.7	87	319.3	5.2
10-14	24	20.0	0.6	50	433.2	13.3	33	117.6	2.4	104	585.6	10.2	42	92.4	0.9
>=15	95	29.5	0.3	204	118.0	3.0	151	87.1	1.3	401	191.7	2.6	153	43.7	0.3

MA : Moyennes arithmétiques  
MG : Moyennes géométriques

**Tableau XIV. Moyennes arithmétiques et géométriques des densités parasitaires à *P. falciparum* en février 1998**

Age	OPID			ICON®						New DDT			Témoin		
	Fenoarivo			Tsarafara			Ambararata			Ivory			Ambohimena		
n	MA	MG	n	MA	MG	n	MA	MG	n	MA	MG	n	MA	MG	
<2	11	0	0	23	102.6	0.8	15	56.0	1.0	54	316.3	1.8	10	76.0	2.3
2-9	64	27.5	0.4	101	1347.3	29.4	61	196.7	4.9	219	519.2	15.9	108	2047.0	10.7
10-14	27	20.7	0.7	46	593.9	12.8	32	102.5	2.7	102	229.2	4.1	50	2004.0	3.1
>=15	96	7.1	0.2	186	119.6	1.4	144	155.3	0.8	423	258.9	1.5	166	57.1	1.3

MA : Moyennes arithmétiques  
MG : Moyennes géométriques

Tableau XV. Moyennes arithmétiques et géométriques des densités parasitaires à *P. falciparum* en avril 1998

Age	OPID			ICON®						New DDT			Témoin		
	n	MA	MG	Fenoarivo		Tsarafara		Ambararata		Ivory			Ambohimena		
	n	MA	MG	n	MA	MG	n	MA	MG	n	MA	MG	n	MA	MG
<2	10	0	0	24	315.0	1.1	13	184.6	0.8	51	439.2	1.7	12	330	6.3
2-9	67	22.7	0.1	104	1153.8	2.8	62	99.4	2.5	216	1625.9	17.5	113	981.5	15.5
10-14	22	63.6	1.4	47	157.4	2.2	30	57.3	2.8	97	281.2	10.8	53	330.6	1.8
>=15	94	9.8	0.1	198	129.5	1.1	132	28.2	0.6	402	170.5	1.4	175	31.5	0.8

MA : Moyennes arithmétiques  
MG : Moyennes géométriques

Tableau XVI. Moyennes arithmétiques et géométriques des densités parasitaires à *P. falciparum* en juin 1998

Age	OPID			ICON®						New DDT			Témoin		
	n	MA	MG	Fenoarivo		Tsarafara		Ambararata		Ivory			Ambohimena		
	n	MA	MG	n	MA	MG	n	MA	MG	n	MA	MG	n	MA	MG
<2	9	0	0	16	27.5	0.5	6	0	0	35	468.6	0.7	12	1543.3	5.2
2-9	64	124.4	0.2	109	238.2	1.9	61	243.3	1.1	228	420.5	6.0	116	1347.6	8.8
10-14	24	3.3	0.2	41	241.0	3.7	30	3600.0	1.5	97	141.9	3.9	52	290.8	3.3
>=15	91	4.8	0.1	177	35.3	0.3	113	6.0	0.2	372	66.7	0.8	159	104.9	1.0

MA : Moyennes arithmétiques  
MG : Moyennes géométriques

Tableau XVII. Moyennes arithmétiques et géométriques des densités parasitaires à *P. falciparum* en août 1998

Age	OPID			ICON®						New DDT			Témoin		
	n	MA	MG	Fenoarivo		Tsarafara		Ambararata		Ivory			Ambohimena		
	n	MA	MG	n	MA	MG	n	MA	MG	n	MA	MG	n	MA	MG
<2	6	0	0	19	168.4	0.5	10	0	0	32	137.5	0.9	13	156.9	3.5
2-9	70	21.1	0.1	101	545.3	3.2	55	107.6	2.1	212	345.1	3.9	111	789.7	4.4
10-14	24	18.3	0.5	42	821.0	1.6	30	90.7	0.9	91	131.0	1.4	50	204.0	0.9
>=15	91	0	0	181	11.3	0.2	118	13.2	0.3	361	60.3	0.5	163	9.8	0.3

MA : Moyennes arithmétiques  
MG : Moyennes géométriques

## Tests de sensibilité

### Sensibilité d'*Anopheles funestus* aux insecticides, avant intervention

Tableau XVIII - Tests de sensibilité des femelles d'*Anopheles funestus*, collectées à Tsarafara en faune agressive pour l'homme (1 test) et de la faune au repos dans les abris extérieurs (1 test) (Mandoto, Moyen Ouest), à la lambda-cyhalothrine 0,1%  
Tests réalisés le 10 décembre 1997

	nombre de tests diagnostics	nombre total de moustiques testés	nombre de Kd après 1 heure de contact	nombre de morts après 24 heures d'observation	% mortalité
Témoins	2	26	0	2	7,7%
lambda-cyhalothrine	2	25	22	25	100%

### Sensibilité d'*Anopheles funestus* aux insecticides, après intervention

Tests de sensibilité des femelles d'*Anopheles funestus*, de la faune au repos dans les abris extérieurs collectées à Ambohimena (Mandoto, Moyen Ouest), à la lambda-cyhalothrine 0,1% et au DDT 4%.

Tableau XIX - Tests réalisés les 16 et 17 janvier 1998

	nombre de tests diagnostics	nombre total de moustiques testés	nombre de Kd après 1 heure de contact	nombre de morts après 24 heures d'observation	% mortalité
Témoin	1	10	0	3	30%
DDT	1	25	21	25	100%
lambda-cyhalothrine	2	32	31	32	100%

Tableau XX - Tests réalisés les 10 et 11 mars 1998

	nombre de tests diagnostics	nombre total de moustiques testés	nombre de Kd après 1 heure de contact	nombre de morts après 24 heures d'observation	% mortalité
Témoins	1	24	0	0	0%
DDT	2	49	49	49	100%
lambda-cyhalothrine	2	48	47	48	100%

Tableau XXI - Tests réalisés le 2 juin 1998

	nombre de tests diagnostics	nombre total de moustiques testés	nombre de Kd après 1 heure de contact	nombre de morts après 24 heures d'observation	% mortalité
Témoins	2	44	2	2	4,5%
DDT	2	46	45	46	100%
lambda-cyhalothrine	2	41	41	41	100%

**Sensibilité d'*Anopheles arabiensis* aux insecticides**

Tableau XXII - Tests de sensibilité des femelles d'*Anopheles arabiensis*, de la faune au repos dans les abris extérieurs collectées à Ambohimena (Mandoto, Moyen Ouest), à la lambda-cyhalothrine 0,1% et au DDT 4%

Tests réalisés les 16 et 17 janvier 1998

	nombre de tests diagnostics	nombre total de moustiques testés	nombre de Kd après 1 heure de contact	nombre de morts après 24 heures d'observation	% mortalité
Témoin	1	15	0	14	> 20%
DDT	1	24	20	24	
lambda-cyhalothrine	4	86	86	86	

Note : ce dernier test ne peut être valablement pris en compte du fait de la forte mortalité constatée chez les témoins.

## Evaluation de la rémanence des insecticides

Rémanence évaluée sur *Anopheles funestus* et pour 1 heure de contact

### Tableau récapitulatif

Tableau XXIII : Pourcentages de mortalité d'*Anopheles funestus* observés après 1 heure de contact sur différents supports pulvérisés d'insecticide et mise en observation durant 24 heures, en fonction du nombre de semaines après le début des pulvérisations intra-domiciliaires

		Nombre de semaines après pulvérisation		
		6	13	25
ICON® 30 mg/m <sup>2</sup>	mur	100	95,6	90,6
	chaume	100	75,8	100
	bois	100	100	74,5
DDT 2 g/m <sup>2</sup>	mur	100	100	100
	chaume	100	55,0	66,3
	bois	100	81,0	97,0

### Activité résiduelle du DDT et de l'ICON® sur *An. funestus*

Tableau XXIV - Six semaines après pulvérisation.

surfaces testées	Nb total de moutiques testés	Nb de morts après 24 H d'observation	% de mortalité	observations	
Témoins carton	22	2	9,1%	2 tests valides sur 6	
ICON®	mur	40	40	100%	
	bois	23	23	100%	effet Kd très marqué
	chaume	23	23	100%	effet Kd très marqué
DDT 2 g/m <sup>2</sup>	mur	35	35	100%	effet Kd très marqué
	bois	24	24	100%	
	chaume	15	15	100%	

Tableau XXV - Treize semaines après pulvérisation.

	surfaces testées	Nb total de moutiques testés	Nb de morts après 24 H d'observation	% de mortalité corrigé	observations
Témoins	carton	28	4	14,3%	2 tests valides sur 7
ICON®	mur	79	76	95,6%	
	bois	32	32	100,0%	
	chaume	29	23	75,8%	
DDT 2 g/m <sup>2</sup>	mur	86	86	100,0%	
	bois	49	41	81,0%	
	chaume	44	27	55,0%	survivants à 1 heure

Tableau XXVI - Vingt cinq semaines après pulvérisation.

	surfaces testées	Nb total de moutiques testés	Nb de morts après 24 H d'observation	% de mortalité corrigé	observations
Témoins	carton	128	8	6,3%	10 tests valides sur 16
ICON®	mur	97	89	90,6%	
	bois	46	35	74,5%	
	chaume	55	55	100,0%	
DDT 2 g/m <sup>2</sup>	mur	121	121	100,0%	
	bois	72	70	97,0%	
	chaume	57	39	66,3%	survivants à 1 heure

## Rémanence évaluée sur *Anopheles funestus* en fonction des temps de contact

### Tableau récapitulatif

Tableau XXVII : Pourcentages de mortalité d'*Anopheles funestus* observés sur les murs des chambres à coucher, 25 semaines après le début des pulvérisations intradomiciliaires.

	15 minutes	30 minutes	60 minutes
ICON® 30 mg/m <sup>2</sup>	60,8	54,2	90,6
DDT 2 g/m <sup>2</sup>	89,6	100	100

### Activité résiduelle du DDT et de l'ICON® sur *An.funestus*

Tableau XXVIII - Pourcentages de mortalité observés sur les murs des chambres à coucher, 25 semaines après pulvérisation.

	Temps de contact (minutes)	Nb total de moutiques testés	Nb de morts après 24 H d'observation	% de mortalité corrigé	observations
Témoins	60	128	8	6,3%	10 tests valides sur 16
ICON®	15	49	31	60,8%	survivants à 15 min.
	30	42	24	54,2%	
	60	97	89	90,6%	
DDT 2 g/m <sup>2</sup>	15	72	65	89,6%	survivants à 15 min.
	30	71	71	100%	
	60	121	121	100%	

### Activité résiduelle du DDT sur *An.funestus*, en zone OPID

Tableau XXIX - Zone OPID (Fenoarivo), 24 semaines après pulvérisation.

	Temps de contact (minutes)	Nb total de moutiques testés	Nb de morts après 24 H d'observation	% de mortalité corrigé	observations
Témoins	60	69	4	5,8%	5 tests valides sur 5
DDT	15	69	52	73,9%	
2 g/m <sup>2</sup>	60	76	71	93,0%	

**Rémanence évaluée sur *Anopheles arabiensis* et pour 1 heure de contact**

Tableau XXX - Activité résiduelle du DDT et de l'ICON®, six semaines après pulvérisation.

surfaces testées	Nb total de moutiques testés	Nb de morts après 24 H d'observation	% de mortalité	observations
Témoins carton	33	1	3,0%	3 tests valides sur 4
mur	36	36	100%	effet Kd marqué
ICON® bois	17	17	100%	effet Kd marqué
chaume	19	19	100%	effet Kd marqué
mur	71	70	98,6%	effet Kd marqué
DDT bois	42	39	92,9%	effet Kd marqué
2 g/m <sup>2</sup> chaume	40	38	95,0%	survivants après 1 H de contact

**Tableau XXXI - Récapitulatifs par village et par périodes, des âges physiologiques moyens d'*Anopheles arabiensis* agressif pour l'homme à l'intérieur et à l'extérieur des habitations humaines (décembre 1997 - septembre 1998; Moyen Ouest; procole Zeneca)**

		témoin		OPID		ICON		new DDT	
		pare/pare	taux parité						
		+ nullipare		+ nullipare		+ nullipare		+ nullipare	
intérieur	déc. 97	0/4	-	0/8	-	9/28	32%	7/9	-
	jan. à fév. 98	16/31	52%	5/15	33%	26/84	31%	6/21	29%
	mars à mai 98	1/5	-	9/16	56%	4/21	19%	1/2	-
	juin à sept 98	-	-	1/4	-	3/4	-	0/1	-
extérieur	déc. 97	2/15	13%	1/10	-	8/24	33%	21/48	44%
	jan. à fév. 98	1/15	7%	36/72	50%	26/113	23%	43/181	24%
	mars à mai 98	3/7	-	28/60	47%	6/21	29%	8/26	31%
	juin à sept 98	4/13	31%	8/17	47%	8/11	73%	19/35	54%
total	déc. 97	2/19	11%	1/18	6%	17/52	33%	28/57	49%
	jan. à fév. 98	17/46	37%	41/87	47%	52/197	26%	49/202	24%
	mars à mai 98	4/12	33%	37/76	49%	10/42	24%	9/28	32%
	juin à sept 98	4/13	31%	9/21	43%	11/15	73%	19/36	53%

**Tableau XXXII - Récapitulatifs par village et par périodes, des âges physiologiques moyens d'*Anopheles funestus* agressif pour l'homme à l'intérieur et à l'extérieur des habitations humaines (décembre 1997 - septembre 1998; Moyen Ouest; procole Zeneca)**

		témoin		OPID		ICON		new DDT	
		pare/pare	taux parité						
		+ nullipare		+ nullipare		+ nullipare		+ nullipare	
	déc. 97	33/54	61%	0/1	-	53/115	46%	34/55	62%
intérieur	jan. à fév. 98	196/302	65%	-	-	3/6	-	1/1	-
	mars à mai 98	397/676	59%	-	-	14/36	39%	19/42	45%
	juin à sept 98	50/88	57%	-	-	4/6	-	1/1	-
	déc. 97	60/95	63%	-	-	31/62	50%	59/109	54%
extérieur	jan. à fév. 98	101/156	65%	-	-	1/8	-	3/15	20%
	mars à mai 98	239/386	62%	-	-	4/12	33%	30/42	71%
	juin à sept 98	67/123	54%	-	-	0/3	-	8/14	57%
	déc. 97	93/149	62%	0/1	-	84/177	47%	93/164	57%
total	jan. à fév. 98	297/458	65%	-	-	4/14	29%	4/16	25%
	mars à mai 98	636/1062	60%	-	-	18/48	38%	49/84	58%
	juin à sept 98	117/211	55%	-	-	4/9	44%	9/15	60%



TANANA \_\_\_\_\_

DATY HANAOVANA FAMENDRAHANA \_\_\_\_\_

- 1° MANOMANA RANDOMADIO SEAU IRAY ISAN-TRANO
- 2° TSY VIDIANA NY FANAFODY  
ARY
- 3° MAIMAIM-POANA NY FAMENDRAHANA
- 4° TOMBOTSOAN'NY BESINIMARO HATRANY  
NO HAROVAN' NY MINISITERA NY FAHASALAMANA



FIVONDRONANA BETAFO			RECONNAISSANCE GEOGRAPHIQUE								COMMUNE MANDOTO										
SITES CONCERNES DONNEES COLLECTEES			VILLAGES DDT (NEUF)								VILLAGES ICON : SEPT + 2 ILOTS = NEUF										
			IVORY	SOANIERA NA	TSARAMAS OANDRO	AMBOA SARY	ANTSA HABE	ANKADJ MAFANA	MIARINA RIVO	SOAMIA FARA	ANTANAMB AO	TOTAL	MAROMAN DRAY	TSARA FARA	TSARAFION ENANA	ANDJIOHANI KOMBIRO	ANKELI DRANO	TSITIASA RAKA	MANERI MERINA	TOTAL	TOTAUX
1°	POPULATION TOTALE		836	167	297	91	72	206	320	344	604	2937	921	413	286	172	429	477	225	2923	5860
2°	STRUCTURES EXISTANTES																				
	. Nombre total		114	36	68	23	11	46	49	57	93	497	169	64	44	27	82	75	40	501	998
	. Sans étage		39	9	47	11	3	23	27	28	48	235	96	15	6	11	48	31	25	232	467
	. Avec étage		75	27	21	12	8	23	22	29	45	262	73	49	38	16	34	44	15	269	531
	. En construction		3	0	0	0	0	3	2	0	0	8	1	3	1	0	0	0	0	5	13
	. Inhabitées		2	0	0	0	0	1	1	0	0	4	1	1	0	0	0	0	0	2	6
	. Edifice religieux		1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	0	0	0	2	0	5	7
	. Ecole		1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	2	0	0	0	1	1	7	3
	. Magasin - Bureau		0	0	0	0	0	0	3	0	1	4	3	0	0	0	0	0	0	3	7
3°	PIECES PAR STRUCTURE																				
	. Nombre total		513	136	185	81	36	158	161	218	325	1813	574	280	220	99	273	268	122	1836	3649
	. Nombre moyen par structure		4,5	3,7	2,7	3,5	3,2	3,4	3,2	3,8	3,1	3,6	3,3	4,3	5	3,6	3,3	3,5	3	3,6	3,6
4°	PERSONNES PAR STRUCTURE																				
	. Nombre moyen de personnes		7,3	4,6	4,3	3,9	6,5	4,4	6,5	6	6,4	5,9	5,4	6,4	6,5	6,3	5,2	6,3	5,6	5,5	5,7
5°	LATRINES EXISTANTES		57	21	21	12	2	5	22	24	50	214	85	40	31	6	19	40	23	244	458
	Ratio	Par structure	2,0	1,7	3,2	1,9	5,5	9,2	2,2	2,3	1,8	2,3	1,9	1,6	1,4	4,5	4,3	1,8	1,7	2,0	2,1
		Par habitant	14	7,9	14,1	7,5	36	41,2	14,5	14,3	12	13,7	10,8	10,3	9,2	28,6	22,5	11,9	9,7	12,4	12,4
6°	PORCHERIES		72	15	17	8	6	15	32	38	54	257	64	27	30	11	42	28	22	224	481
	Ratio	Par structure	1,5	2,4	4,0	2,8	1,8	3,0	1,5	1,5	1,7	1,9	2,6	2,3	1,4	2,4	1,9	2,6	1,8	2,2	2,0
		Par habitant	11,6	11,1	17,4	11,3	12	13,7	10	9	11,1	11,4	14,3	15,2	9,2	15,6	10,2	17,0	10,2	12,4	11,8
7°	POULAILLERS		8	4	8	7	2	6	6	16	23	80	3	5	5	0	19	6	7	45	125
	Ratio	Par structure	14,2	9,0	8,5	3,2	5,5	7,6	8,1	3,5	4,0	6,2	56,3	12,8	8,8	0,0	4,3	12,5	5,7	11,1	7,9
		Par habitant	104,5	41,7	37,1	13	36	34,3	53,3	21,5	26,2	36,7	307	82,6	57,2	0	22,5	79,5	32,1	61,8	46,2
8°	PARCS A BOEUF		42	9	15	9	4	5	21	21	35	161	19	5	12	8	33	31	8	116	277
	Ratio	Par structure	2,7	4,0	4,5	2,5	2,7	9,2	2,3	2,7	2,6	3,0	8,8	12,8	3,6	3,3	2,4	2,4	5,0	4,3	3,6
		Par habitant	19,9	18	19,8	10,1	18	41,2	15,2	16,3	17,2	18,2	48,4	82,6	23,8	21,5	13	15,3	28,1	23,9	20,8
9°	ABRIS POUR CHARETTES		27	6	9	1	0	8	11	12	23	97	23	5	11	1	15	20	8	83	180
	Ratio	Par structure	4,2	6,0	7,5	23,0	0,0	5,7	4,4	4,7	4,0	5,1	7,3	12,8	4,0	27,0	5,4	3,7	5,0	6,0	5,5
		Par habitant	19,9	27,8	3,3	91	0	25,7	29	28,6	26,2	30,2	40	82,6	26	172	28,6	23,8	28,1	33,5	32,8
10°	ETABLES		0	0	0	0	0	0	5	4	3	12	4	3	7	0	0	0	0	14	26
	Ratio	Par structure	0	0	0	0	0	0	9,8	14,2	31,0	41,4	42,2	21,3	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	35,7	38,3
		Par habitant	0	0	0	0	0	0	64	86	201	244,7	230	137,6	40,8	0	0	0	0	198,6	223,3

RECONNAISSANCE GEOGRAPHIQUE  
FICHE RECAPITULATIVE

VILLAGE  
OU  
HAMEAU

1 village en zone OPID

FENOARIVO

Produit proposé :

X	DDT
	ICON

Altitude approximative : 1250 mètres

1°	POPULATION TOTALE :		213 personnes
2°	STRUCTURES TOTALES :		30
	2.1. sans étage	10	
	avec étage	20	
	2.2. En construction inhabitées		
	2.3. Edifice religieux		
	Ecole		
	Magasin - stockage		
	Bureau		
3°	PIECES TOTALES :		105
	3.1. Nombre moyen de pièce par structure	3,5	
4°	Nombre moyen de personne par structure	7,1	
5°	LATRINES :		8
	Ratio par structure	3,7	
	Ratio par habitant	26,6	
6°	PORCHERIES :		19
	Ratio par structure	1,6	
	Ratio par habitant	11,2	
7°	POULAILLERS :		6
	Ratio par structure	5,0	
	Ratio par habitant	35,5	
8°	PARCS A BOEUFs :		5
	Ratio par structure	6,0	
	Ratio par habitant	42,6	
9°	ABRI POUR CHARRETTES :		1
	Ratio par structure	30,0	
	Ratio par habitant	213	
10°	ETABLES :		0
	Ratio par structure	-	
	Ratio par habitant	-	

**RECONNAISSANCE GEOGRAPHIQUE  
FICHE RECAPITULATIVE**

VILLAGE OU HAMEAU	<b>9 Villages retenus</b>	Produit proposé	X	DDT
				ICON
Ivory- Soanierana- Tsaramasoandro- Amboasary- Antsahabe- Ankadimafana- Miarinarivo- Soamiafara - Antanambao				
Altitude approximative <u>990 - 1.000 m</u>				
1°	<u>POPULATION</u> TOTALE .....		2.937	
2°	<u>STRUCTURES</u> TOTALES .....		497	
	2.1.	Sans étage .....	235	%
		Avec étage .....	262	
	2.2.	En construction .....	8	
		Inhabitées .....	4	
	2.3.	Edifice religieux .....	2	
		Ecole .....	2	
		Magasin - stockage		
		Bureau .....	4	
3°	<u>PIECES</u> TOTALES .....		1.813	
	3.1.	Nombre moyen de pièces par structure .....	3,6	
4°	Nombre moyen de personne par structure .....		5,9	
5°	<u>LATRINES</u> ▽ Ratio par structure .....		2,3	214
		▽ "- par habitant .....	13,7	
6°	<u>PORCHERIES</u> ▽ Ratio par structure .....		1,9	257
		▽ "- par habitant .....	11,4	
7°	<u>POULAILLERS</u> ▽ Ratio par structure .....		6,2	80
		▽ "- par habitant .....	36,7	
8°	<u>PARC A BŒUFS</u> ▽ Ratio par structure .....		3,0	161
		▽ "- par habitant .....	18,2	
9°	<u>ABRI POUR CHARRETTES</u> ▽ Ratio par structure .....		5,1	97
		▽ "- par habitant .....	30,2	
10°	<u>ETABLES</u> ▽ Ratio par structure .....		41,4	12
		▽ "- par habitant .....	244,7	

**RECONNAISSANCE GEOGRAPHIQUE**  
**FICHE RECAPITULATIVE**

VILLAGE OU HAMEAU	<u>7 Villages + 2 (Hameaux) =9</u>	Produit proposé	<table border="1"><tr><td></td><td>DDT</td></tr><tr><td>X</td><td>ICON</td></tr></table>		DDT	X	ICON
	DDT						
X	ICON						
Tsarahonenana – Tsarafara – Ankelidrano – Manerinerina (Morafeno – Soaniernana) – Andohanikombizo – Maromandray							
Altitude approximative		<u>985 – 1.000 m</u>					
1°	<u>POPULATION</u> <u>TOTALE</u> .....		2.923				
2°	<u>STRUCTURES</u> <u>TOTALES</u> .....		501				
2.1.	Sans étage .....	232	%				
	Avec étage .....	269					
2.2.	En construction .....	5					
	Inhabitées .....	2					
2.3.	Edifice religieux .....	5					
	Ecole .....	7					
	Magasin – stockage						
	Bureau .....	3					
3°	<u>PIECES</u> <u>TOTALES</u>	1.836	1.836				
3.1.	Nombre moyen de pièces par structure .....	3,6					
4°	Nombre moyen de personne par structure .....	5,5					
5°	<u>LATRINES</u> ▽ Ratio par structure .....	2,0	244				
	▽ "- par habitant .....	12,4					
6°	<u>PORCHERIES</u> ▽ Ratio par structure .....	2,2	224				
	▽ "- par habitant .....	12,4					
7°	<u>POULAILLERS</u> ▽ Ratio par structure .....	11,1	45				
	▽ "- par habitant .....	61,8					
8°	<u>PARC A BŒUFS</u> ▽ Ratio par structure .....	4,3	116				
	▽ "- par habitant .....	23,9					
9°	<u>ABRI POUR CHARRETTES</u> ▽ Ratio par structure .....	6,0	83				
	▽ "- par habitant .....	33,5					
10°	<u>ETABLES</u> ▽ Ratio par structure .....	35,7	14				
	▽ "- par habitant .....	198,6					

RECONNAISSANCE GEOGRAPHIQUE  
FICHE RECAPITULATIVE

VILLAGE  
OU  
HAMEAU

1 village témoin

-----  
AMBOHIMENA

Produit proposé :

	DDT
	ICON

Altitude approximative : 980 mètres  
-----

1° POPULATION TOTALE : 313 personnes

2° STRUCTURES TOTALES :		52
2.1. sans étage	12	
avec étage	40	
2.2. En construction inhabitées		
2.3. Edifice religieux		
Ecole		
Magasin - stockage		
Bureau		

3° PIECES TOTALES :		220
3.1. Nombre moyen de pièce par structure	4,23	

4°	Nombre moyen de personne par structure	6,02
----	---	------

5° LATRINES :		31
Ratio par structure	1,7	
Ratio par habitant	10,1	

6° PORCHERIES :		36
Ratio par structure	1,4	
Ratio par habitant	8,7	

7° POULAILLERS :		7
Ratio par structure	7,4	
Ratio par habitant	86	

8° PARCS A BOEUFs :		11
Ratio par structure	4,7	
Ratio par habitant	28,4	

9° ABRI POUR CHARRETTES :		8
Ratio par structure	6,5	
Ratio par habitant	39,1	

10° ETABLES :		0
Ratio par structure	-	
Ratio par habitant	-	

ANNEXE

**RESULTATS ENREGISTRES  
OPERATION DE PULVERISATIONS INTRADOMICILIAIRES  
REALISEE AVEC L'INSECTICIDE A EFFET REMANENT  
"DDT WP 75%"  
DANS NEUF VILLAGES DE LA COMMUNE DE MANDOTO  
(FIVONDRONANA DE BETAFO)**

DU 09 AU 22 DECEMBRE 1997

## NOMBRE TOTAL DES STRUCTURES ET TAUX DE COUVERTURE

## HABITATIONS HUMAINES

## ANIMALES

## DENOMBREMENT EN PIECES

VILLAGES CONCERNES	POPULATION		HABITATIONS HUMAINES										ANIMALES						
	RECEENSE PAR RG	EFFECTIVEMENT PROTEGEE	RECEENSEES & NUMEROTEES	EFFECTIVEMENT TRAITEES	% COUVERTURE	FERMEES	% ENREGISTREES	REFUSEES	% ENREGISTREES	DENOMBREMENT EN PIECES						EXISTANTES	TRAITEES	%	
										RECEENSEES	ENTIEREMENT TRAITEES	% COUVERTURE	PARTIELLEMENT TRAITEES	%	NON TRAITEES				%
MIARINARIVO	320	305	49	42	85,7	7	14,2	0	0	146	125	85,6	5	3,4	16	10,9	62	62	100
SOAMIAFARA	344	371	57	59	103,5	0	0	0	0	242	212	85,6	0	0	30	12,3	81	81	100
IVORY	836	795	114	111	97,3	3	2,6	0	0	481	434	87,6	13	2,7	34	7	88	88	100
SOANIERANA	167	177	36	34	94,4	1	2,7	1	2,7	158	129	90,2	4	2,5	25	15,8	21	21	100
ANKADIMAFANA	206	212	46	45	97,8	0	0	1	2,1	156	152	81,6	2	1,2	2	1,3	16	16	100
AMBOASARY	91	92	23	23	100	0	0	0	0	80	77	97,4	0	0	3	3,7	6	6	100
ANTSAHABE	72	72	11	11	100	0	0	0	0	34	32	96,2	0	0	2	5,8	8	8	100
SARAMASOANDRO	297	270	68	63	92,6	5	7,3	0	0	185	163	88,1	6	3,2	16	8,6	31	31	100
ANTANAMBAO	604	643	93	93	100	0	0	0	0	328	320	97,5	8	2,4	0	0	67	67	100
<b>9 VILLAGES</b>																			
<b>TOTAL</b>	<b>2937</b>	<b>2937</b>	<b>497</b>	<b>481</b>	<b>96,7</b>	<b>16</b>	<b>3,2</b>	<b>2</b>	<b>0,4</b>	<b>1810</b>	<b>1644</b>	<b>90,8</b>	<b>38</b>	<b>2,0</b>	<b>128</b>	<b>7,0</b>	<b>380</b>	<b>380</b>	<b>100</b>

ANNEXE

**RESULTATS ENREGISTRES**  
**OPERATION DE PULVERISATIONS INTRADOMICILIAIRES**  
**REALISEE AVEC L'INSECTICIDE A EFFET REMANENT**  
**"LAMBDA-CYHALOTHRIN (ICON) 10 WP"**  
**DANS NEUF VILLAGES DE LA COMMUNE DE MANDOTO**  
**(FIVONDRONANA DE BETAFO)**

DU 10 AU 22 DECEMBRE 1997

## NOMBRE TOTAL DES STRUCTURES ET TAUX DE COUVERTURE

## HABITATIONS HUMAINES

## ANIMALES

VILLAGES CONCERNES	POPULATION		DENOMBREMENT EN PIECES														ANIMALES			
	RECEENSE PAR RG	EFFECTIVEMENT PROTEGEE	RECEENSEES & NUMEROTEES	EFFECTIVEMENT TRAITES	% COUVERTURE	FERMEES	% ENREGISTREES	REFUSEES	% ENREGISTREES	DENOMBREMENT EN PIECES								EXISTANTES	TRAITEES	%
										RECEENSEES	ENTIEREMENT TRAITES	% COUVERTURE	PARTIELLEMENT TRAITES	%	NON TRAITES	%				
TSARAHONENANA (Ambararata)	286	271	44	42	95,4	2	4,5	0	0	223	214	95,9	1	0,4	8	3,5	28	28	100	
TSARAFARA (Bemikitrana)	413	397	64	62	96,8	2	3,1	0	0	248	247	99,5	0	0	1	0,4	19	19	100	
ANKELIDRANO	429	409	82	80	97,5	2	2,4	0	0	267	260	97,3	3	1,1	4	1,4	38	38	100	
MANERINERNA MORAFENO SOANIERANA	225	206	40	37	92,5	2	5,0	1	2,5	111	106	95,4	3	2,7	2	1,8	22	22	100	
TSITIASARAKA	477	496	75	79	105,3	0	-	0	0	257	254	98,8	3	1,1	0	0	30	30	100	
ANDOHANIKOMBIZO	172	170	27	27	100,0	0	-	0	0	105	101	96,1	0	0	4	3,8	15	15	100	
ANTSAHANIMAROMANDRAY	921	1047	169	164	97,0	5	2,9	0	0	619	595	96,1	7	0,3	17	2,7	117	117	100	
<b>9 VILLAGES</b>																				
<b>TOTAL</b>	<b>2923</b>	<b>2996</b>	<b>501</b>	<b>491</b>	<b>98,0</b>	<b>13</b>	<b>2,5</b>	<b>1</b>	<b>0,2</b>	<b>1830</b>	<b>1777</b>	<b>97,1</b>	<b>17</b>	<b>0,9</b>	<b>36</b>	<b>1,9</b>	<b>269</b>	<b>269</b>	<b>100</b>	