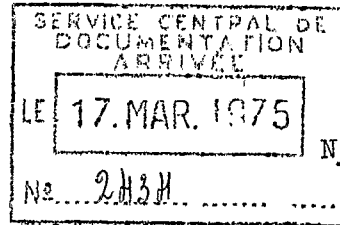


N°11/ENT.74

du 13 juillet 1974



N°5.724/DOC.TECH.OCCGE

APPLICATION PAR HELICOPTERE D'INSECTICIDES CONTRE
LES GLOSSINES RIVERAINES, EN SAVANE SOUDANAIENNE D'AFRIQUE OCCIDENTALE

par

A. CHALLIER⁺, C. LAVEISSIERE⁺, M. EYRAUD⁺⁺; H. KULZER^o,
O. PAWLICK^{oo} et M. KRUPKE^{oo}

Résumé : Des essais d'application d'insecticides par hélicoptère ont été réalisés sur des galeries forestières de la région de Koutiala (Mali). Les meilleurs résultats ont été obtenus à l'aide des atomiseurs (formulation ULV). Pour les organophosphorés, bromophos et iodofenphos, la dose efficace est de 1 Kg de matière active par hectare (superficie correspondant grosso modo à 0,5 Km de galerie forestière); pour le fénitrothion, la dose doit dépasser le kilo.

Le NRDC 119, pyréthrianoïde de synthèse, a une action rapide et efficace, mais les essais n'ont pu être menés à leur terme en raison d'une panne des atomiseurs.

Les traitements rémanents par pulvérisation à l'aide de buses n'ont pas été satisfaisants. Le Gardona et le méthoxychlore n'ont pas été efficaces à la dose de 3 Kg de matière active par hectare.

L'efficacité des formulations ULV tient à la petite taille des gouttelettes d'insecticides qui peuvent pénétrer dans la galerie forestière et atteindre les lieux de repos et d'activité des glossines. Les insecticides pulvérisés à l'aide de buses sont en partie interceptés par la végétation.

+ Entomologiste médical de l'O.R.S.T.O.M.

++ Technicien d'Entomologie médicale de l'O.R.S.T.O.M.

o Pilote d'hélicoptère

oo Mécanicien d'hélicoptère

17 MARS 1975

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 37433 Ent. Med.

I - INTRODUCTION

La trypanosomiase humaine à Trypanosoma gambiense Dutton, en Afrique occidentale, ne se trouve plus que dans des "foyers résiduels". Cependant, les risques de recrudescence de l'endémie demeurent et en particulier dans les régions d'implantation nouvelle de populations.

Durant la dernière décennie, il a été en effet observé que les populations immigrantes sont très sensibles aux souches locales de trypanosomes. Dans le projet de lutte contre l'onchocercose dans la région du bassin de la Volta (O.M.S., 1973) il est prévu de remettre en exploitation les terres fertiles des vallées que les populations agricoles avaient abandonnées à cause de la forte prévalence de l'endémie onchocerquienne.

Pour prévenir le danger d'une réapparition de la maladie du sommeil parmi les populations réinstallées, il devient urgent de trouver une technique de lutte contre les glossines qui permette d'agir rapidement sur de vastes espaces. L'application aérienne d'insecticides par aéronef semble répondre à de tels impératifs.

En Afrique orientale, l'avion a été utilisé dès 1948 pour lutter contre des glossines de savane (revue des travaux de 1948 à 1970 : LEE, 1969; TARIMO, 1971). L'hélicoptère, d'utilisation beaucoup plus récente (SPIELBERGER, 1971; SPIELBERGER & ABDURRAHIM, 1971; SPIELBERGER et al., 1971) semble mieux adapté que l'avion aux conditions écologiques qui prévalent en savane d'Afrique occidentale. Dans cette partie de l'Afrique, les espèces de glossines impliquées dans la trypanosomiase humaine sont des espèces riveraines (G. palpalis gambiense Vanderplank et G. tachinoides Westw.). Leur habitat est limité aux galeries forestières, aux "bois sacrés" et à la végétation qui croît en bordure des trous d'eau permanents. Le tracé des cours d'eau présente le plus souvent de nombreux méandres serrés que l'avion ne pourrait suivre fidèlement. L'hélicoptère peut survoler à vitesse réduite et au plus près, la canopée⁺ des galeries. De plus, dans un programme de grande envergure, la base logistique de l'hélicoptère peut être déplacée au rythme de la progression des travaux, tandis que l'avion doit disposer de terrains d'atterrissage.

Sous l'égide de l'Organisation Mondiale de la Santé et avec l'aide du gouvernement de l'Allemagne fédérale ainsi que celle de l'U.S.-A.I.D. des essais ont été effectués durant la saison sèche 72-73, dans la région de KOUTIALA, en République du MALI.

+ canopée : voûte de végétation dense au sommet de la galerie.

II - GENERALITES SUR L'EXPERIMENTATION

1 - Objectif de l'expérimentation.

L'objectif de l'expérimentation est d'étudier l'efficacité de plusieurs insecticides appliqués en ULV (Ultra Low Volume = ultra bas volume) ou en pulvérisation à effet rémanent.

Comme l'insecticide est dispersé au-dessus de la galerie forestière et que les lieux de repos des glossines se trouvent dans la strate inférieure de la végétation, le problème est donc de savoir si les gouttelettes émises au-dessus de la canopée peuvent traverser le feuillage et parvenir en nombre suffisant au microenvironnement des mouches.

2 - Terrains d'essais.

Les terrains d'essais ont été choisis dans la région de KOUTIALA (République du MALI), située dans le degré carré défini par les 12ème et 13ème parallèles nord ainsi que par les 5ème et 6ème méridiens ouest : (carte n°1).

La région de KOUTIALA se trouve dans la zone n°20 de la "Carte de la végétation de l'Afrique au sud du Tropique du Cancer" publiée sous les auspices de l'U.N.E.S.C.O. et qui correspond aux "savanes de type relativement sec non différencié" ou "savanes boisées soudanaises". C'est le domaine climatique de sept à huit mois et demi secs et de 500 à 1.000 mm de pluie.

L'habitat permanent de G. palpalis gambiensis et de G. tachinoide est constitué de galeries forestières bordant les cours d'eau, de bois sacrés proches des villages, de mares, lacs et trous d'eau qui demeurent relativement humides pendant la saison sèche grâce à la présence d'eau courante, stagnante ou souterraine.

Afin de disposer d'une longueur suffisante de galerie forestière pour chaque essai, les expériences se sont déroulées dans plusieurs zones dans lesquelles des sections ont été délimitées. Nous décrivons brièvement chacune de ces dernières (Carte n°1).

- Expériences I & II : Zone de KOUTIALA.

La distribution géographique des sections expérimentales de galeries forestières est détaillée dans la carte n°2.

. section 1 : galerie assez haute avec de nombreux palmiers recouvrant des buissons denses, interrompue par des ouvertures dans la canopée;

. section 2 : galerie avec des palmiers espacés et des buissons;

. section 3 : touffes de palmiers séparées par des espaces sans végétation;

.../...

- . section 4 : bois dense de manguiers près d'un village;
- . section 5 : mélange de palmiers et d'arbres fruitiers alternant avec une galerie d'aspect habituel, large parfois de 15 m;
- . section 6 : mélange de palmiers et d'arbres fruitiers;
- . sections 7, 8, 15 : buissons fermés de 3-4 m de hauteur;
- . sections 9 et 10 : galerie de 10 m de largeur avec de grands arbres et des buissons;
- . sections 11, 12, 13 et 14 : galerie d'une quinzaine de mètres de largeur avec de grands arbres et des buissons.

- Expérience III : Zone de KONSEGUELA.

Les sections, de 4 à 5 km de longueur, se succèdent au nombre de 10 sur le même cours d'eau, le KOKA (Carte n°3). A la hauteur du village de FISSANKORO commence une galerie dans laquelle on rencontre d'abord de grands palmiers qui abritent une végétation dense (section 10). Par la suite, le ruisseau, assez rectiligne, est entièrement recouvert par une voûte végétale entièrement fermée et rarement interrompue. La végétation riveraine s'étend sur une largeur d'environ 15 m; elle est constituée d'arbustes de 5 m de hauteur, à feuillage extraordinairement dense, sur plusieurs mètres d'épaisseur. Dans certaines sections, cette strate végétale est à l'abri de grands arbres, hauts parfois d'une douzaine de mètres. Les branches entremêlées des buissons de la lisière forment un lacis inextricable qui isole parfaitement le gîte.

- Expérience IV :

a) Zone du KONI.

Le KONI (Carte n°4) est une rivière assez importante dont trente kilomètres du cours moyen sont divisés en six sections expérimentales séparées les unes des autres par une barrière de 1 km traitée au DDT.

Le lit du cours d'eau dessine d'amples méandres bordés d'une galerie forestière ouverte, mais la végétation recouvre sans discontinuité chacune des rives sur une largeur assez constante de 10-15 m. Les grands arbres abritent des arbres plus petits, des arbustes et des buissons. Dans les sections 5 et 6 la végétation haute est bordée d'une bande de buissons de plusieurs dizaines de mètres de largeur.

b) Galerie forestière de N'TIESSO.

Longue de 6 km environ, la galerie est constituée de grands palmiers qui recouvrent des buissons denses mais interrompus de place en place.

c) Bois sacré de NIESSOUMANA.

Près du village de NIESSOUMANA, situé au sommet d'une plaine inondable dépourvue de galerie forestière, se trouve un petit bois sacré de forme grossièrement circulaire et d'un hectare de superficie. Une moitié de ce bois est occupée par de grands arbres tandis que l'autre moitié est couverte d'arbustes et de buissons de 4-5 m de hauteur formant un massif végétal impénétrable.

- Expérience complémentaire : galerie forestière de NASSO.

Pour accélérer les essais préliminaires sur le Gardona, une expérience complémentaire a été effectuée près de NASSO, à 17 km de BOBO-DIOULASSO. La galerie forestière, large d'une dizaine de mètres est formée de grands arbres; sous la canopée se trouvent des espaces libres avec quelques palmiers et des buissons.

III - METHODES ET TECHNIQUES

1 - Les insecticides et leur formulation.

a) Pyréthriinoïde :

- la formulation ULV du NRDC II9 (OMS-1800) est à la concentration de 2,5 % de matière active;

b) Organophosphorés :

- le Nexion est une formulation ULV à 35 % de bromophos (OMS-658)

- le Nuvanol est une formulation ULV à 20 % de iodofenphos (OMS-I2II);

- le fénitrothion (OMS-43), de formulation ULV, est à 100 % de matière active;

- le Gardona (OMS-595) ou tétrachlorvinphos est une formulation en concentré émulsifiable à 24 % de matière active;

c) Organochloré :

- le méthoxychlore (OMS-466) est une formulation en concentré émulsifiable à 20 % de matière active.

Au cours d'essais au laboratoire, les formulations ULV du NRDC II9 et de l'iodofenphos se sont révélées miscibles à l'eau, alors que tous les produits, sauf le fénitrothion, se mélangent à l'huile de diesel.

Le Gardona est un insecticide à action rapide tandis que le bromophos et l'iodofenphos sont à action lente.

.../...

2 - Techniques d'application des insecticides.

L'hélicoptère utilisé est un BELL 47 G- 4A de 305 CV dont la vitesse, en cours d'opération, est déterminée en fonction du débit des buses et des atomiseurs ainsi que de la quantité de produit à débiter à l'hectare. La gamme des vitesses est de 32 à 80 km/heure (20-50 m.p.h.).

Pour l'application des insecticides en ULV, deux atomiseurs rotatifs (spinners) sont montés à 6-8 m l'un de l'autre. Deux types sont utilisés : l'un, au cours de l'expérience I donne des gouttelettes d'un diamètre compris entre 20 μ et 30 μ avec un débit de 0,6 litre/minute, l'autre, à grands trous, produit des gouttelettes de 80 μ à 100 μ de diamètre avec un débit de 1,2 litre/minute.

Pour l'application des produits en pulvérisation, le nombre des buses est variable en fonction de la quantité de mélange à débiter à l'hectare. Les expériences ont été réalisées à l'aide du type D3-25 qui produit des gouttelettes de 200 à 300 μ de diamètre; dans le cas du fénitrothion, le type D2-23 a été utilisé (gouttelettes de 50 à 200 μ de diamètre).

Les buses sont montées sur une rampe de 16 m. La largeur de la bande de terrain traité est de 20 m, ce qui porte à 500 m la longueur de galerie forestière à survoler pour couvrir une superficie d'un hectare. Dans les sections très larges, l'hélicoptère doit effectuer deux, voire trois passages.

L'hélicoptère vole en se maintenant à deux mètres environ au-dessus de la canopée; il effectue des virages serrés pour suivre les sinuosités du cours d'eau. Le puissant courant d'air, propulsé vers le bas et l'arrière par le rotor, entraîne les gouttelettes d'insecticide qui peuvent ainsi pénétrer dans la végétation et atteindre le sol.

Pour éviter les courants de convection qui s'établissent au-dessus du sol après le lever du soleil, les applications d'ULV ont lieu à partir de 06.00 heures et jusqu'à 08.30 heures. La pulvérisation par buses peut se prolonger jusque vers 09.30 heures. Les opérations peuvent reprendre le soir à partir de 16.45 heures lorsque l'air est calme.

3 - Etude de la dimension et de la répartition des gouttelettes.

Des bandes de papier sensible sont placées au hasard dans les galeries, depuis le sol jusqu'à 0,80 m de hauteur. Lorsque les glossines captives sont utilisées, une bande de 10 cm de longueur est placée à l'intérieur des cages vides et une autre à proximité de ces dernières. Les gouttelettes qui se déposent sur le papier dissolvent ce dernier

en formant un cratère circulaire assez net et à fond noir. Comme nous ne disposons pas du matériel adéquat pour mesurer le diamètre des impacts, nous utilisons une chambre claire (1 Unité à la chambre claire = 9,6 μ).

4 - Evaluation de l'efficacité des techniques d'application et des insecticides.

a) Sur des lots de glossines maintenues dans des cages.

Les glossines capturées dans les sections expérimentales sont réparties dans des cages du type ROUBAUD modifié (15x8x5 cm), en treillage métallique. Ces cages sont placées avant le passage de l'hélicoptère dans les galeries, à hauteur variable du sol jusqu'à 1 m de hauteur; elles sont retirées un quart d'heure ou une demi-heure après la pulvérisation et déposées dans une boîte isotherme refroidie. Les lots témoins sont placés soit dans une galerie forestière non traitée, soit en dehors de la galerie traitée, à l'ombre de la végétation.

La mortalité des lots exposés est observée tant que celle des lots témoins n'est pas excessive. Lorsqu'elle dépasse 5 %, la mortalité est corrigée par la formule d'ABBOTT.

b) Sur les populations sauvages.

Lorsque l'emploi du temps le permet, des captures sont effectuées avant le traitement dans les sections expérimentales. Des équipes de deux à quatre captureurs parcourent la galerie en prenant les glossines au filet. Le jour du traitement et/ou les jours suivants, les mêmes équipes sont envoyées dans les mêmes sections pour prélever des échantillons de la population résiduelle.

Dans la mesure du temps disponible, les lots capturés sont disséqués pour déterminer leur âge.

Pour les mâles, six groupes d'âge ont été définis par JACKSON (1946) en fonction du degré d'usure du bord postérieur des ailes. Pour les femelles, nous appliquons la méthode de l'âge physiologique fondée sur le nombre de reliques folliculaires (SAUNDERS, 1960) et que l'un d'entre nous a améliorée (CHALLIER, 1965).

Dans le tableau VIII, les résultats sont présentés sous une forme simplifiée. Pour les deux sexes, les spécimens "ténéraux" (T, Nnt ou Nt) sont ceux qui n'ont pas encore pris leur premier repas de sang; ils sont éclos récemment et leur tégument est encore mou. Pour les mâles, nous considérons des "ténéraux" (T ou t), des jeunes (J) qui appartiennent aux trois premiers groupes d'âge de JACKSON, des vieux (V) qui appartiennent aux trois derniers groupes. Pour les femelles, nous distinguons : des nullipares ténérales (Nt), des

.../...

nullipares non ténérales (Nnt) qui ont de 2 à 8 jours d'âge, des jeunes pares (Pj) qui appartiennent aux groupes d'âge physiologique I, II et III et enfin, des vieilles pares (Pv) qui ont plus d'un mois d'âge.

La détermination de l'âge des femelles, plus précise que celle des mâles, permet de déduire la date d'éclosion d'un individu. Il est ainsi possible de savoir si une femelle capturée après un traitement a éclos avant ou après ce dernier. Ce renseignement est indispensable dans le cas d'un traitement à effet immédiat; en effet, comme l'insecticide n'a qu'une action très brève, les glossines écloses du stock de pupes enfouies dans le sol reconstituent une population qui ne doit comprendre que des individus très jeunes qu'un nouveau traitement doit tuer avant qu'ils ne puissent se reproduire.

IV - DEROULEMENT DES EXPERIENCES

- Expérience I, du 17 au 23 octobre, dans la zone de KOUTIALA.

Afin de disposer rapidement de résultats pour trouver la dose efficace, les essais sont réalisés sur des lots de glossines captives.

Le NRDC II9, le bromophos, le fénitrothion et le Gardona sont appliqués à faibles doses à l'aide des atomiseurs à petits trous et des buses.

- Expérience II, du 1er au 6 novembre, dans la zone de KOUTIALA.

En raison d'une panne des atomiseurs à petits trous, cette série d'expériences ne comporte que des essais à l'aide de buses. Des barrières traitées au DDT isolent les sections expérimentales.

Le NRDC II9, le bromophos, le fénitrothion et le Gardona sont appliqués à des doses doubles de celles employées dans l'expérience I. L'iodofenphos est pulvérisé à faible dose.

Comme aucun résultat n'est encore satisfaisant, un essai est effectué sur des lots de glossines captives placés en terrain découvert que survole, à quatre mètres du sol, l'hélicoptère équipé de buses. Cette expérience montre qu'il faut augmenter les doses d'insecticides.

- Expérience III, du 16 au 21 novembre, dans la zone de KONSICOU

Les dix sections délimitées sur le KOBA sont traitées à des doses deux fois plus fortes que celles appliquées dans l'expérience II. L'effet est évalué sur des lots de glossines captives et sur les populations sauvages.

.../...

- Expérience IV, du 28 novembre au 4 décembre, sur le KONI.

Pour cette dernière série d'essais, six sections de 4-5 km de longueur comprenant une barrière de 1 km traitée au DDT reçoivent des doses égales ou supérieures à celles employées dans l'expérience III.

Les essais sur le NRDC II9 ne sont pas poursuivis car il est apparu que le nombre de deux atomiseurs ne permet pas de répartir uniformément les gouttelettes sur toute la largeur de la galerie forestière.

Les essais sur le fénitrothion sont arrêtés en raison de l'épuisement du stock.

Le bromophos et l'iodofenphos sont appliqués en ULV tandis que le Gardona et le méthoxychlore sont pulvérisés à l'aide de buses en vue d'un traitement rémanent.

- Expérience complémentaire dans la galerie forestière de NASSO.

Comme les doses administrées au cours de l'expérience II ne donnent pas de résultats satisfaisants, un essai complémentaire est effectué entre les expériences II et III. Le Gardona est appliqué à l'aide des buses et des atomiseurs à raison de 1,440 K/ha. Le lendemain des essais et onze jours après, des feuilles sont prélevées pour étudier au laboratoire, par la méthode de KERNAGHAM et JOHNSTON (1962), l'effet du dépôt insecticide. Les glossines placées dans des tubes sont mises en contact pendant une minute avec la surface des feuilles.

- Etude de la rémanence du Gardona et du méthoxychlore.

Des captures sont effectuées vingt jours après le traitement au Gardona dans la galerie forestière de N'TIESSO et après le traitement au méthoxychlore dans le bois sacré de NIESSOUMANA. Du 8 au 13 janvier 1973, une dernière évaluation de la population résiduelle est faite dans les deux gîtes précédents ainsi que dans les sections 5 et 6, sur le KONI.

V - RESULTATS

1 - Aspects quantitatifs de l'effet des insecticides sur les glossines

Les résultats obtenus sont groupés, pour chaque insecticide, dans un tableau qui permet d'observer l'effet des traitements sur les glossines captives et les populations sauvages, dans les différentes conditions expérimentales.

.../...

NRDC II9 / Tableau I

A - Atoniseurs

La mortalité parmi les mouches captives est rapide; l'effet de "Knock down" est notable en un quart d'heure mais quelques individus récupèrent dans les heures qui suivent le traitement.

Aux faibles doses (10 et 20 g/ha) administrées à des galeries ouvertes, la mortalité des mouches captives approche 90 % alors qu'à 40 g/ha elle est négligeable et tout à fait nulle pour la population sauvage d'une galerie fermée.

B - Buses

Aux faibles doses, la mortalité des mouches captives est inférieure à celle observée au cours des essais à l'aide des atoniseurs. Dans l'expérience II (KOUNIANA-12) nous pouvons considérer que la mortalité est totale si l'on écarte des résultats une cage dans laquelle aucune glossine n'est morte; cette cage a été placée en lisière de galerie, à l'abri d'un buisson.

Les populations sauvages ne sont guère affectées; les spécimens capturés après les traitements sont en majorité des mouches non ténérales.

Le NRDC II9 mélangé à de l'eau a quelque effet sur les lots maintenus en cage (64 % de mortalité).

bromophos / Tableau II

A - Atoniseurs

Il faut atteindre la dose de 800 g m.a./ha pour obtenir une réduction satisfaisante de la population. Dans l'essai de l'expérience III (KONSEGUELA-5), aucune mouche n'est capturée trois jours après le traitement, mais dans les autres expériences la réduction atteint 96 % pour G. palpalis gambiensis et 94 % pour G. tachinoides. A plus forte dose, administrée à une galerie forestière dense (IV-KONI-3) le taux de réduction est seulement de 83 %. La présence de spécimens non ténéraux dans les échantillons capturés après le traitement montre que la dose efficace doit être supérieure à 1 K m.a./ha.

B - Buses

Les faibles doses appliquées à des galeries ouvertes ont une action non négligeable; la réduction atteint 93 % à la dose de 400 g m.a./ha dans l'expérience II (NIESSASSO-9) alors qu'elle n'est que de 84 % à la dose de 800 g administrée à une galerie fermée (III-KONSEGUELA-8). Les spécimens capturés deux jours et demi après le traitement sont pour la plupart des mouches non ténérales (13/20).

iodofenphos / Tableau III

A - Atomiseurs

Les deux traitements à 600 g m.a./ha donnent des réductions assez voisines (75 et 79,5 %). A 800 g l'effet est presque total (96,4 %) mais il demeure encore quelques mouches non ténérales après le traitement.

B - Buses

Le doublement des doses est suivi d'une nette augmentation de l'effet sur les populations sauvages : de 39 % à 160 g m.a./ha la réduction passe à 95,5 % à 600 g. Un résultat inattendu est celui obtenu avec une dose de 600 g mélangée à 12 litres d'eau : une seule femelle ténérale est capturée deux jours après le traitement.

fénitrothion / Tableau IV

A - Atomiseurs

Si les faibles doses ont un effet non négligeable sur la population des galeries ouvertes la dose maximum administrée à une galerie fermée est relativement inefficace. On observe en effet des réductions à peu près égales pour des doses variant dans la proportion de 1 à 10.

B - Buses

A la dose de 800 g m.a./ha la mortalité des glossines captives est faible (30 %) alors que la réduction de la population sauvage atteint 87,5 %.

Gardona / Tableau V

A - Atomiseurs

Les essais à faibles doses donnent des résultats nuls; à la dose de 720 g m.a./ha la mortalité des mouches captives n'est que de 45 %.

B - Buses

Au cours des premiers essais, les faibles doses ont une action assez forte pour provoquer une réduction de 93,7 % (I-DOUGOUMASSO-5).

Les derniers essais sur des galeries à végétation dense (KONI et N'TIESSO) donnent des résultats plutôt aberrants; plus la dose est forte, plus la réduction des populations de G.p.gambiensis est faible: pour 1,440 k, 2 k et 3 k les taux sont respectivement de 97 %, 81,5 % et 62 %.

.../...

C - Rémanence

Dans la galerie de N° TIESSO, vingt jours après le traitement, la proportion de glossines non ténérales capturées demeure élevée (12 nt/13) et quarante jours après, elle atteint 21/22; après cette même période, sur le KONI, 12 spécimens non ténéraux sont capturés dans la section traitée à 1,440 k et 9 dans la section traitée à 2 k (Tableau VIII).

La mortalité des mouches captives exposées dans la galerie de NASSO est de 42,4 %, valeur tout à fait comparable aux 43 % obtenus en mettant les mouches au contact des feuilles prélevées 24 heures après le traitement (Tableau VI). Elle n'est plus que de 12,5 % après exposition aux feuilles prélevées onze jours plus tard.

Méthoxychlore

L'unique traitement à 3,2 k m.a./ha, appliqué au bois sacré de NIESSOUMANA, ne présente aucun effet rémanent; la proportion des spécimens non ténéraux passe de 4/10 à 7/15 et 15/17, respectivement deux, vingt et quarante jours après le traitement.

Expérience en terrain découvert Tableau VII

Cette expérience montre que le Gardona et le fénitrothion qui n'ont pas donné de résultats satisfaisants dans les galeries forestières, sont néanmoins des insecticides relativement efficaces. Le doublement de la dose d'iodofenphos fait nettement augmenter la mortalité.

2 - Aspects qualitatifs de l'effet des insecticides sur les populations

Au cours des expériences III et IV des échantillons de populations prélevés avant les traitements (témoins) et après sont examinés pour déterminer l'âge des individus.

Si nous considérons le tableau VIII, nous constatons que les populations témoins présentent un âge moyen assez élevé; 50 % environ des individus ont plus d'un mois d'âge.

Dans l'expérience III (KONSEGUELA) la proportion des vieilles femelles, après le traitement, est demeurée assez élevée dans la plupart des cas. Seul, l'iodofenphos appliqué par buse et le bromophos appliqué par atomiseurs ont un effet net; dans le premier essai une seule femelle ténérale est capturée alors qu'aucune glossine n'est vue dans le second.

Dans l'expérience IV (KONI), malgré une réduction en nombre des mouches après les traitements, on observe encore la présence de spécimens vieux.

Dans la galerie de N'TIESSO et le bois sacré de NIESSOUMANA la situation est tout à fait comparable à celle observée sur le KONI ou à KONSEGUELA.

3 - Etude de la taille, de la densité et de l'effet des gouttelettes de Gardona sur des glossines en cages.

Des papiers sensibles ont été placés dans plusieurs sections expérimentales des cours d'eau. Les résultats sont très variables, aussi ne retiendrons-nous que les résultats obtenus au cours des essais de NASSO (voir Tableau V). Le Gardona est pulvérisé à l'aide de 24 buses D3-25 (1,440 k m.a./ha à 40 km/heure) et de deux atomiseurs à grands trous (720 g m.a./ha, non dilués, à 40 km/heure).

a) Interception des gouttelettes par le grillage des cages.

La comparaison de la densité des gouttelettes à l'intérieur des cages et à l'extérieur dans quatre séries de cages montre que le grillage intercepte environ 50 % de gouttelettes parvenues au sol (17 % - 47 % - 52 % - 55 %).

b) Diamètre et densité des gouttelettes pulvérisées par buse.

Le diamètre des gouttelettes est mesuré sur 10 échantillons (Tableau IX). L'histogramme de la figure 1A représente la distribution des diamètres de l'échantillon n°6.

Les diamètres sont convertis en unité métrique (1 unité de mesure = 9,6 μ).

L'analyse statistique des résultats (A. LAFAYE, in : Doc.Téch. OCCGE n°5.261/86/DOC-STAT.09 et Doc.Téch.OCCGE n°5.651/102/DOC-STAT.40) révèle que la distribution des diamètres est bimodale (1er mode vers 96 μ ; second mode vers 336 μ); nous distinguons donc deux sous-distributions (petites et grosses gouttelettes) avec la transition vers 221 - 230 μ .

La comparaison des moyennes est faite par l'analyse de variance après avoir transformé les données ($x' = \log x$). Pour les grandes gouttelettes comme pour les petites, les moyennes diffèrent très significativement ($P = 1/1000$).

.../...

Le "test de t" appliqué aux moyennes classées par ordre décroissant permet de répartir les moyennes en groupes homogènes :

. petites gouttelettes :

Echantillons : n°10(?) 7 4 5 3 8 1 2 9 6

. grosses gouttelettes :

Echantillons : 5 9 3 6 2(?) 4 10 8 7 1

Le classement par ordre croissant des moyennes pour l'ensemble petites + grosses gouttelettes est le suivant :

Echantillons : 10, 7, 4, 2, 9, 5, 3, 8, 6, 1.

La séquence des échantillons dans la galerie forestière, du sud au nord, était : n°1, 2, 3, 10, 4, 8, 7, 5, 6, 9; l'échantillon n°10 était en bordure de la galerie.

Il semble y avoir une périodicité dans la variation des diamètres des gouttelettes le long de la galerie.

c) Densité des gouttelettes appliquées en ULV.

Dans la figure 1 B est représentée la distribution des diamètres dans l'échantillon n°13. La densité des gouttelettes va en diminuant dans le sens du vol (Tableau X).

d) Mortalité des glossines exposées en cages.

La relation entre la mortalité des glossines captives et la densité des gouttelettes est étudiée d'après les données des expériences de NASSO (LAFAYE, loc.cit.). L'analyse des résultats obtenus après pulvérisation de Gardona à l'aide de buses (Tableau IX) est faite après transformation $\log x' = \log x + 0,060$ et ajustement probit. L'équation de régression est la suivante : $Y = 20,7 x' - 2,9$ (intervalle de confiance de la pente au risque $P = 5\%$: $20,7 \pm 12,15$ soit 8,5 à 32,9). De cette équation sont calculées les densités efficaces (DE) de gouttelettes qui provoquent 50,90 et 99 % de mortalité dans les cages :

DE 50 : 2,10 gouttelettes/cm² (int. de conf. 5 % : 1,99 - 2,23)

DE 90 : 2,41 gouttelettes/cm² (int. de conf. 5 % : 2,18 - 2,67)

DE 99 : 2,71 gouttelettes/cm² (int. de conf. 5 % : 2,31 - 3,18).

La DE 99, extrapolée avec toutes les réserves d'usage, montre qu'une densité de 3 gouttelettes/cm² suffit à tuer la totalité des glossines exposées en cage. Dans les essais avec les ULV (Tableau X) la mortalité est totale dans trois cages sur cinq, pour une densité supérieure à 3 alors qu'elle est faible pour les cages dans lesquelles ont pénétré moins de 3 gouttelettes au cm².

.../...

VI - DISCUSSION

Afin de faciliter la comparaison entre les divers types de traitements et entre insecticides, les résultats sont résumés dans le tableau XI.

1) Méthodes d'évaluation de l'effet des insecticides.

A une exception près, lorsque l'évaluation de l'effet des traitements est faite conjointement par la méthode des glossines captives et celle des enquêtes avant et après traitement sur les populations sauvages, la première méthode donne toujours des résultats sous-évalués par rapport à la seconde.

Nous n'avons pu transformer les diamètres des impacts en diamètre réel de gouttelettes, cependant les comparaisons demeurent valables.

Les variations de densités et des diamètres des gouttelettes sont dues sans doute aux différences de densité du feuillage. Il est donc possible que dans les sections de galerie à végétation très épaisse la densité des gouttelettes ne soit pas suffisante pour tuer 100 % de glossines.

Il semble bien que la densité des gouttelettes produites en ULV est en moyenne plus élevée que celle des gouttelettes pulvérisées au moyen des buses. Les petites gouttelettes ont plus de chance de parvenir au sol que les grosses.

La mortalité des glossines dans les cages est totale lorsque la densité des gouttelettes est supérieure à 3. Or, une superficie de 1 cm² peut contenir trois glossines; nous pouvons donc admettre que cette densité peut être prise comme limite inférieure de la densité-efficace.

L'évaluation de l'effet sur les populations sauvages est possible même avec un échantillonnage restreint grâce à l'étude de la composition par groupes d'âge des échantillons prélevés sur les populations résiduelles.

2) Efficacité des insecticides et des techniques d'application.

Certains résultats obtenus aux faibles doses ne sont pas négligeables (NRDC II9, bromophos et Gardona) et montrent que l'efficacité des traitements pourrait être satisfaisante dans le cas de galeries forestières à végétation peu dense telles que celles traitées dans les expériences I et II. Les galeries des expériences III et IV représentent les pires conditions que nous puissions rencontrer en zone de savane; or, les gîtes de la région de KOUTIALA sont situés près de la limite nord de répartition des espèces impliquées dans la transmission de la maladie du sommeil, il est donc fondé d'admettre

que ce sont, a fortiori, ces conditions de végétation qui prévalent dans les régions méridionales de la savane. Il est indispensable, pour juger de la valeur des techniques de lutte, d'expérimenter dans de telles conditions.

Les insecticides à l'essai ont été choisis en raison de leur efficacité mise en évidence par des épreuves au laboratoire ou sur le terrain (pour le Gardona, CHALLIER, 1972); les essais en terrain découvert (Tableau VII) indiquent qu'il faut cependant atteindre, pour une technique donnée, une dose caractéristique pour chaque insecticide.

Le problème fondamental est donc celui de la pénétration des gouttelettes à travers la végétation. Dans le cas d'une végétation très dense, il y a intérêt à répartir au mieux l'insecticide à travers tout l'espace de la galerie forestière. A cet égard, il semble que les atomiseurs à petits trous utilisés au cours de l'expérience I, soient préférables aux atomiseurs à grands trous. D'après IRVING et al. (1969) le meilleur effet du pyrèthre synergisé est obtenu avec un appareillage produisant des gouttelettes d'un diamètre compris entre 30 μ et 40 μ .

L'observation (II-KOUNIANA-I2) d'une cage dans laquelle aucune glossine n'est morte alors que dans toutes les autres cages toutes les glossines sont mortes montre bien que l'insecticide appliqué en ULV doit être bien réparti. Le nombre d'atomiseurs doit être suffisant pour produire un brouillard homogène sur toute la largeur de la galerie forestière.

Un résultat assez inattendu est celui obtenu avec l'iodofenphos mélangé à de l'eau.

Le Gardona et le méthoxychlore, dans les conditions des essais, ne présentent aucune rémanence appréciable alors que ces produits se sont révélés efficaces en pulvérisation au sol. La cause de la brièveté de l'effet est à rechercher dans la faible quantité d'insecticide qui parvient aux lieux de repos des glossines. Les doses doivent être augmentées, sans doute, assez fortement.

3) Le comportement des glossines comme facteur d'échec.

Au cours de l'expérience IV (KONI-3) une équipe de captureurs, placée sur le terrain à 06.30 h, avant le passage de l'hélicoptère, a relevé la présence d'une dizaine de glossines au repos parmi les grandes herbes qui bordent la galerie forestière. Ces glossines se trouvaient dispersées jusqu'à une dizaine de mètres de la lisière orientale d'une section du KONI dirigée nord-sud.

G. palpalis gambiensis, attirée par les rayons subhorizontaux du soleil levant se dirige vers l'est et sort de la galerie. Le nombre de mouches observées, relativement élevé pour un espace aussi réduit que celui dans lequel stationnait l'équipe de captureurs, laisse présumer qu'une proportion non négligeable de la population sort du gîte et échappe ainsi à un traitement à effet immédiat.

Ce comportement des glossines pourrait constituer un facteur d'échec. Mais il est possible que les insecticides appliqués en ULV présentent une rémanence très brève mais assez durable pour qu'à leur retour dans la galerie, lorsque le soleil est monté assez haut au-dessus de l'horizon, les glossines subissent l'action du traitement.

VII - CONCLUSION

Les insecticides appliqués en ULV par hélicoptère sont efficaces sur les populations de glossines des galeries forestières à végétation très dense à condition d'être uniformément répartis sur toute la largeur des gîtes.

Les doses qui permettent d'obtenir une densité de gouttelettes suffisante au niveau de la strate inférieure de la végétation sont de l'ordre de 1 k m.a./ha pour le bromophos et l'iodofenphos et de plus de 1 k pour le fénitrothion.

Les résultats très variables obtenus avec le NRDC II9 ne permettent pas de conclure définitivement. Il faudrait reprendre les essais avec un nombre suffisant d'atomiseurs.

En traitement rémanent, les pulvérisations de Gardona et de méthoxychlore n'ont donné qu'un effet limité dans le temps. Pour obtenir une efficacité totale de longue durée il faudrait dépasser la dose de 3 k m.a./ha. Le problème est donc de savoir si l'augmentation de la dose ne sera pas rédhibitoire eu égard au prix de revient du traitement et aux effets néfastes sur l'environnement et en particulier sur la faune non-cible.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient bien vivement :

- l'Organisation Mondiale de la Santé et en particulier la Division "Biologie et Contrôle des Vecteurs" (MM. WRIGHT, HALON, STILES, ainsi que M. VOS, consultant);
- le gouvernement d'Allemagne fédérale;
- l'U.S.-A.I.D.
qui ont financé les essais;
- l'équipe allemande de l'hélicoptère dirigée par M. BAUER, Directeur technique d'Air-Lloyd, pour sa grande compétence et son dévouement;
- les Autorités maliennes du Cercle de KOUTIALA : M. Le Commandant de Cercle de Koutiala, M. le Chef d'Arrondissement de Konseguela, M. le Chef du Secteur des Grandes Endémies de Koutiala, qui ont facilité notre tâche;
- M. le Chef du village de N'Tiesso, les révérends Pères du Centre familial d'Animation rurale du Koni et M. le Directeur du Centre professionnel rural de Konseguela, pour leur aimable hospitalité;
- M. le Directeur régional de la CFDT à Bobo-Dioulasso et M. le Directeur de la CFDT à Koutiala, qui ont mis à notre disposition une base logistique pendant la durée des travaux;
- M. le Docteur LAFAYE, Chef du Service Documentation-Statistique de l'OCCGE qui a effectué l'analyse des résultats;
- M. MOUCHET, Chef de la Mission ORSTOM auprès de l'OCCGE qui a été le Coordinateur des opérations;
- M. HERVE, entomologiste médical de l'ORSTOM, et M. SYLLA OUANO, infirmier spécialiste du Secteur des Grandes Endémies de Bamako, qui ont collaboré aux travaux sur le terrain.

BIBLIOGRAPHIE

- CHALLIER (A.), 1965 - Amélioration de la méthode de détermination de l'âge physiologique des glossines. Etudes faites sur Glossina palpalis gambiensis Vanderplank, 1949. Bull.Soc. Path.exot., 58, 250-259.
- CHALLIER (A.) & LORAND (A.), 1972 - Rémanence du DDT, Baygon, fénitrothion, Gardona et méthoxychlore pulvérisés, en saison sèche, dans une galerie forestière de savane soudanienne; effet sur des glossines sauvages (Glossina palpalis gambiensis Vanderplank, 1949) soumises à des épreuves de laboratoire. Rapport n°16/ENT.72, OCCGE-Centre Muraz, 11 p., multigr.
- IRVING (N.S.), LEE (C.W.), PARKER (J.D.) & BEESLEY (J.S.S.), 1969 - Aircraft applications of insecticides in East Africa. XVIII. Attempted control of Glossina pallidipes Aust. with pyrethrum in dense thicket. Bull.ent.Res., 59, 299-305.
- JACKSON (C.H.N.), 1946 - An artificially isolated generation of tsetse fly control in East Africa. Bull.ent.Res., 37, 291-299.
- KERNAGHAM (R.J.) & JOHNSTON (M.B.L.), 1962 - A method of determining insecticide persistence in tsetse fly control operations. Bull.Wld.Hlth.Org., 26, 139-141.
- LEE (C.W.), 1969 - Aerial applications of insecticides for tsetse fly control in East Africa. Bull.Wld.Hlth.Org., 41, 261-268.
- PNUD-FAO-BIRD-OMS., 1973 - Contrôle de l'onchocercose dans la région du bassin de la Volta.
Rapport de la mission d'assistance préparatoire aux gouvernements de : Côte d'Ivoire, Dahomey, Ghana, Haute-Volta, Mali, Niger, Togo. Genève, 90 pp. + Annexes.
- SAUNDERS (D.S.), 1960 - The ovulation cycle in Glossina morsitans Westwood (Diptera : Muscidae) and a possible method of age determination for female tsetse flies by the examination of their ovaries. Trans.R.Ent.Soc.Lond., 112, 221-238.
- SPEELBERGER (U.), 1971 - Report on the control of animal trypanosomiasis in the Niger. Com.Sci.Int.Rech.tryp./O.U.A. Public., 105, 289-291.

.../...

SPIELBERGER (U.) & ABDURRAHIM (U.), 1971 - Pilot trial of discriminative aerial application of persistent dieldrin deposits to eradicate Glossina morsitans submorsitans in the Anchau and Ikara forest reserves, Nigeria. Com.Sci.Int.Rech.tryp./O.U.A. Public., 105, 271-281.

SPIELBERGER (U.), SIVERS (P.von) & ISSA (M.), 1971 - Sprühversuche mit dem Hubschrauber in Gelrie-wald des Niger sur Bekämpfung der Tsetsefliege, Einfluss der Tröpfchengrösse von Multanin-flüssig-3 auf seine Wirkungsdauer. Ber.Münch.tierärztl. Wechenschr., 84 Jg,H.7, 132-145.

TARIMO (C.S.), 1971 - Recent advances in tsetse control from the air. Com.Sci.Int.Rech.tryp./O.U.A. Public., 105, 283-287.

TABLEAU I - Effet sur *G. palpalis gambiensis* du NRDC 119 (ULV 2,5 % m.a.) appliqué sur des galeries forestières

(1) Nombre de glossines mortes/total du lot - (2) t : glossines ténérales; nt : glossines non ténérales
 (3) 20 ♀ disséquées sur 38 capturées.

Appareillage	Dose d'insecticide appliquée/ha		Hélicoptère		Expérience N° lieu, section de la galerie forestière	Mortalité % dans les cages		Effet sur la population sauvage		
	Matière active (g/ha)	Mélange (litres)	Vitesse (km/h)	Heure		% corrigé (Nbre total après n heures d'observation)	Témoin morts/total	Nombre capturé avant le traitement	Nombre capturé après le traitement (n-jours après)	% de réduction
2 At petits trous	10	0,4 pur	80	07.25	I-Titi 2	89% (48-9h)	3/43	9	0 (3 j)	100
	20	0,8 pur	40	06.30	I-Koutiala 1	86,5% (48-9h)	3/43	5	0 (3 j)	100
2 At grands trous	40	1,5+1,5 diesel	40	06.20	III-Konsequela 10	II/30 ⁽¹⁾ (13h)	7/32	62♂, 30♀	♂13t, 42 nt ⁽²⁾ ♀38(20 nt) ⁽³⁾	0
2 B/D3-25	10	0,4 pur	80	08.15	I-Nietabougouro 4	25% (40-9h)	3/43	40	43 (3 j)	0
	20	0,8 pur	40	08.05	I-Kaniko 3	5/49 (7h)	3/43	-	5 (3 j)	?
6 B/D3-25	5	0,2+1 diesel	80	07.05	I-Kouniana 14	57% (30-4h)	1/20	32	13 (1 j)	59
	5	" " "	80	16.45	I-Niessaso 10	12,5% (40-4h)	0/24	15	11 (1 j)	27
	10	0,4+2 diesel	40	07.45	I-Kouniana 13	27% (30-8h)	1/20	32	19 (1 j)	40
	10	" " "	40	16.40	I-Niessaso 9	25% (40-4h)	0/24	15	2 (1 j)	87
10 B/D3-25	5	0,2 + diesel	80	17.30	I-Niessaso 10	3/15 (13h)	0/40	15	11 (3 j)	27
	10	0,4 + diesel	40	16.35	I-Niessaso 9	1/15 (4h)	0/43	15	2 (3 j)	87
12 B/D3-25	40	1,6+3,7 diesel	40	06.45	II-Kouniana 12	100% (54-8h)	3/60	18♂, 2♀	8♂ nt (1 j)	60
15 B/D3-25	37,5	1,5+7,5 diesel	40	07.00	III-Konsequela 1	97% (39-24h)	1/32	-	4t, 5nt ♂ (2j) 1t, 7nt ♀	?
24 B/D3-25	37,5	1,5+13,5 eau	40	08.15	III-Konsequela 4	64% (39-24h)	1/32	-	6t, 24 ♂ (2j) 2nt ♀	?

TABLEAU II - Effet sur G.p.gambiensis et G.tachinoides du bromophos (ULV 35% m.a.) appliqué sur des galeries forestières

(1) - P : G.palpalis; T : G. tachinoides - (2) Nombre de glossines mortes/nombre total du lot.
 (3) - t : glossines ténérales; nt : glossines non ténérales.

Appareillage	Dose d'insecticide appliquée/ha		Hélicoptère		Expérience n°, lieu, section de la galerie forestière	Mortalité % dans les cages		Effet sur la population sauvage		
	Matière active (g/ha)	Mélange (litres)	Vitesse (km/h)	Heure		% corrigé (Nbre total- après n heures d'ob- servation	Témoin morts/ total	Nombre capturé avant le traite- ment	Nombre capturé après le traitement (n-jours après)	% de réduction
2 At petits trous	100	0,3 pur	96	07.25	I-Karangasso 5	48% (23-14h)	2/24	P ⁽¹⁾ :80	29 (1 j)	64
	200	0,6 pur	48	07.20	I-Lele 6	29% (23-14h)	2/24	P : 3	2 (1 j)	-
2 At grands trous	800	2,3+0,7 diesel	40	07.00	III-Konseguela 5	14/16 ⁽²⁾ (8h)	5/32	P : 167	0 (3 j)	100
	"	" " "	"	07.20	" "	20/32 (12h)	7/32	-	0 (3 j)	-
	"	" " "	"	07.00	IV-Koni 4	-	-	P: 67♂, 76♀	P: 1♂, 2t, 3nt ⁽³⁾ ♀	96
	1050	3 pur	40	07.00	IV-Koni 3	-	-	T: 10♂, 7♀	T: 1♀ (3j)	94
6 B/D3-25	100	0,3+0,9 diesel	80	09.35	I-Famesasso 7	5/12 (12h)	0/24	P: 26	4 (1 j)	84,5
	200	0,6+1,8 diesel	40	09.35	I-Sourbasso 8	14% (22-12h)	0/24	-	-	-
12 B/D3-25	400	1,2+4,1 diesel	40	07.30	II-Niessasso 9	66% (79-13h)	3/79	P: 18♂, 12♀	1nt, 1t♀ (1j)	93
15 B/D3-25	800	2,3+6,7 diesel	40	07.30	III-Konseguela 9	3/32 (8h)	7/32	P: 127	5t, 6nt ♂ 2t, 7nt ♀ (2,5j)	84

TABLEAU III - Effet sur G.p.gambiensis du iodofenphos (ULV 20% m.a.) appliqué sur des galeries forestières

(1) Nombre de glossines mortes/nombre total du lot. (2) - t : glossines ténérales; nt : glossines non ténérales.

Appareillage B=buses(type) At=atomiseurs	Dose d'insecticide appliquée/ha		Hélicoptère		Expérience n°, lieu, section de la galerie forestière	Mortalité % dans les cages		Effet sur la population sauvage		
	Matière active (g/ha)	Mélange (litres)	Vitesse (km/h)	Heure		% corrigé (nbre total- après n heures d'observation)	Témoin morts/total	Nombre capturé avant le traitement	Nombre capturé après le traitement (n-jours après)	% de réduction
2 At grands	600	3 pur	40	06.50	III-Konsequela 9	48% (31-8h)	6/32 ⁽¹⁾	52♂, 20♀	4t, 6nt ♂ (2) 4t, 4nt ♀ (2 j)	75
	"	"	"	06.20	IV-Koni 1	-	-	37♂, 16♀	55♂, 23♀ (0 j) 2t, 8nt ♂ (2 j) 1t, 5nt ♀	79,5
	800	4 pur	32	06.30	IV-Koni 2	-	-	48♂, 91♀	42♂, 71♀ (0 j) 1t, 4t ♀ (2 j)	96,4
12 B/D3-25	160	0,8+4,5 diesel	40	07.00	II-Kouniana 13	5% (40-11h)	0/30	38♂, 3♀	25♂ (0 j)	39
	320	1,6+3,7 diesel	40	07.20	II-Kouniana 14	19% (37-11h)	0/30	24♂, 6♀	9♂ (0 j)	70
15 B/D3-25	600	3+6 diesel	40	07.10	III-Konsequela 7	21/29 (11h)	7/32	66	2nt ♂, 1nt ♀ (2 j)	95,5
24 B/D3-25	600	3+12 eau	40	17.15	III-Konsequela 3	37% (31-25h)	4/32	-	1t ♀ (2 j)	100

TABLEAU IV - Effet sur G.p.gambiensis du fénitrothion (ULV 100% m.a.) appliqué sur des galeries forestières

- (1) : nombre de glossines mortes/nombre total du lot
 (2) t : glossines ténérales; nt : glossines non ténérales.

Appareillage	Dose d'insecticide appliquée/ha		Hélicoptère		Expérience n°, lieu, section de la galerie forestière	Mortalité % dans les cages		Effet sur la population sauvage				
	B=buses (type)	At=atomiseurs	Matière active (g/ha)	Mélange (litres)		Vitesse (km/h)	Heure	% corrigé (Nbre total- heures d'ob- servation	Témoin morts/ total	Nombre capturé avant le traite- ment	Nombre capturé après le traitement (n-jours après)	% de réduction
2 At petits			100	0,1 pur	80	08.20	I-Kouniana 12	17,5%(40-9h)	1/20 ⁽¹⁾	32	13 (1 j)	60
			200	0,2 pur	80	07.35	I-Kouniana 11	18%(38-11h)	1/20	-	19 (1 j)	-
2 At grands			1000	1 pur	40	06.50	III-Konsequela 6	74%(32-11h)	5/32	167	15t ⁽²⁾ , 37nt ♂ 9nt ♀ (2 j)	63
4 B/D2-23			800	0,8 pur	72	06.55	II-Kouniana 11	30%(78-11h)	4/60	51♂, 6♀	5nt ♂, 2nt ♀ (1j)	87,5

TABLEAU V - Effet sur G.p.gambiensis et G.tachinoides du Gardona (CE 24% m.a.) appliqué sur des galeries forestières

(1) Nombre de glossines mortes/total du lot. (2) t : glossines ténérales; nt : glossines non ténérales.
 (3) P : G.palpalis; T : G.tachinoides.

Appareillage	Dose d'insecticide appliquée/ha		Hélicoptère		Expérience n°, lieu, section de la galerie forestière	Mortalité % dans les cages		Effet sur la population sauvage		
	Matière active (g/ha)	Mélange (litres)	Vitesse (km/h)	Heure		% corrigé (Nbre total après n heures d'observation)	Témoin morts/total	Nombre capturé avant le traitement	Nombre capturé après le traitement (n-jours après)	% de réduction
B=buses(type) At=atomiseurs	100	0,4 pur	80	08.10	I-Sourbasso 8	7/56 ⁽¹⁾ (8h)	8/57	P : 26	56 (1 j)	0
	200	0,8 pur	40	08.20	I-Zougumasso 7	10/60 (9h)	8/57	-	3 (1 j)	-
2 At grands trous	720	3 pur	40	07.15	Nasso 2	45% (61-27h)	5/36	-	-	-
6 B/D3-25	100	0,4+0,8 diesel	80	06.45	I-Dougoumasso 5	8/56 (8h)	7/57	P : 80	5 (1 j)	93,7
	200	0,8+1,6 diesel	40	07.05	I-Famessasso 15	6/56 (8h)	7/57	-	6 (1 j)	-
12 B/D3-25	400	1,6+3,7 diesel	40	06.45	II-Niessasso 10	16% (79-13h)	3/79	P: 5♂, 1♀	2 vues (1 j)	-
15 B/D3-25	1440	6+3 diesel	40	07.30	III-Konseguela 2	79% (28-11h)	0/32	P:-	2t ⁽²⁾ , 1nt♂ (2j) 2t, 2nt♀	-
24B/D3-25	1440	6+9 eau	40	08.00	Nasso 1	42% (36-24h)	0/36	-	-	-
	1440	6+9 eau	40	06.30	IV-Koni 5	-	-	P(3): 58♂, 112♀ T: 20♂, 13♀	P: 7♂, 9♀ (0j) T: 2♂, 3♀ (2j) P: 2nt♂, 3nt♀ (2j) T: 0♂, 0♀	97 100
	2000	8,3+6,7 eau	40	06.30	IV-Koni 6	-	-	P: 28♂, 37♀ T: 14♂, 4♀	P: 1t♂, 7nt♂ 4nt♀ T: 2t, 5nt♂ 3t, 4nt♀ (2j)	81,5 22
	3000	11,5+3,5 eau	40	06.45	IV-N'Tiesso	-	-	P: 31♂, 8♀	P: 11nt♂, 3t, 14nt♀ (2j) T: 1t, 12nt♂, ♀ (20j)	62 62

TABLEAU VI - Mortalité observée au laboratoire sur des lots de glossines mâles (*G. palpalis gambiensis*) mis en contact pendant une minute avec la surface de feuilles prélevées dans la galerie forestière de Nasso après traitement au Gardona - Méthode de KERNAGHAN et JOHNSTON.

Dose de mat. active/ha mélange	Prélèvement des feuilles après	Mortalité témoin	Mortalité après n heures d'observation	Mortalité corrigée %
1440 g (6 l. +9l. d'eau)-24bus.	24 heures	2/25	10/25 (21 h)	43 %
	11 jours	0/40	6/40 (26 h)	15 %
720 g (pur) 2 atomiseurs	24 heures	2/25	4/25 (21 h)	8,7 %

TABLEAU VII - Mortalité de *G. palpalis gambiensis* exposée dans des cages placées en terrain découvert, à des insecticides appliqués par hélicoptère volant à 4 mètres du sol.

Insecticide et dose m.a./ha	Appareillage	Observation n heures après l'exposition	Mortalité des glossines	
			Témoin	% corrigé et (nombre)
Gardona 400 g	I2 B/D3-25	16	3/79	68,4 % (13/19)
fénitrothion 800 g	4 B/D2-23	11	2/20	94,1 % (18/19)
NRDC II9 40 g	I2 B/D3-25	3	2/20	100 % (18/18)
iodofenphos 400 g	I2 B/D3-25	13	0/30	10 % (2/20)
	I2 B/D3-25	13	0/30	65 % (13/20)

B = buses (type)

TABLEAU VIII - Composition par groupes d'âge des échantillons de population (*G. palpalis gambiensis*) capturés après les applications d'insecticides ou avant (témoins) - (pour les groupes d'âge, voir le texte).

- (1) nt: spécimens non ténéraux; (2) 16 disséquées sur 38;
 (3) +2 d'âge indéterminé; 2p : 2 pares; (4) mâles à tégument mou;
 (5) 10 mâles à ailes "enfumées" de ténéraux et avec du sang encore rouge dans l'intestin moyen.

Lieu d'observation (date)	Traitement : dose (g/ha) Appareillage	Capture avant traitem.	Age des mâles et des femelles							
			n jours après traitem.	♂			♀			
				T	J	V	Nt	Nnt	Pj	Pv
Koni (13.X)	Témoin	-	-	0	0	-	I	3	0	7
Koni (2.XII)	"	-	-	I	6	2	0	0	2	7
Tiri (12.XII)	"	-	-	-	-	-	2	I	8	3
Konseguela (16-21.XI)	NRDC II9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	37,5-15 buses	-	2	4	5nt (I)	I	0	I	6	
	37,5-24 buses	-	2	6	24nt	0	0	I	I	
	40-2 atomiseurs	62♂, 30♀	2	13	42nt	0	2	2	16(2)	
	bromophos	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	800-2 atomiseurs	I67	3	0	0	0	0	0	0	
	800-15 buses	I27	2,5	5	6nt	2	0	2	5	
	iodofenphos	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	600-2 atomiseurs	52♂, 20♀	2	4	6nt	4	0	I	3	
	600-15 buses	66	2	0	2nt	0	0	0	I	
600-24 buses	-	2	0	0	I	0	0	0		
fénitrothion	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
I000-15 buses	I67	2	15	37nt	0	0	2	6(+2)		
Gardona	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
I440-15 buses	-	2	2	I nt	2	I	0	I		
Koni (28.XI-4.XII et I.73)	bromophos	-	-	-	-	-	-	-	-	
	800-2 atomiseurs	67♂, 30♀	3	I	0	0	2	0	I	2
	I050-2 atomis.	23♂, 30♀	3	I	I	2	0	I	3	2
	iodofenphos	-	-	-	-	-	-	-	-	
	600-2 atomiseurs	37♂, 16♀	2	2	6	2	I	I	I	3
	800-2 atomiseurs	48♂, 9I♀	2	I	0	0	0	0	2	2
Gardona	-	-	-	-	-	-	-	-		
I440-24 buses	58♂, 112♀	2	0	2(4)	0	3	0	0	0	
		40	0	4	I	0	0	7	0(3)	
2000-24 buses	28♂, 37♀	40	0	3	0	0	0	I	3(2p)	
N(Tiesso (2.XII et I.73)	Gardona	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3000-24 buses	31♂, 8 ♀	2	0	10(5)	I	3	I	0	0
			20	I	12	0	0	0	0	0
		40	0	15	I	I	I	3	I	
Niessoumana (2.XII et I.73)	méthoxychlore	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3200-24 buses	22♂, 4 ♀	2	4	I	0	2	0	2	I
			20	4	3	0	4	I	3	0
		40	0	7	0	2	2	4	0	

TABLEAU IX - Diamètre moyen (μ) des gouttelettes de Gardona sur papier sensible, densité au cm² et mortalité des glossines exposées dans des cages (Essai de Nasso : 1,440 k m.a./ha - 24 buses D3-25 - 40 km/h).

Echantillons	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Diamètre moyen des gouttelettes	G+	413	352	344	366	319	348	413	412	334	401
	P	108	115	104	98	102	125	95	106	119	86
	T	269	173	221	154	192	250	144	250	192	125
Nombre de gouttelettes/cm ²	0,88	2,58	1,92	2,20	1,97	6,70	2,38	3,19	3,80	1,50	
Mortalité des glossines en cage	0/5	8/8	1/7	4/8	3/8	-	-	-	-	-	

+ G : Grandes gouttelettes; P : Petites; T : Total.

TABLEAU X - Densité au cm² des gouttelettes de Gardona sur papier sensible et mortalité des glossines exposées dans des cages (Essai de Nasso : 720 g m.a./ha - 2 atomiseurs grands trous - 40 km/h).

Echantillons	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nombre de gouttelettes/cm ²	6,2	6,6	7,4	5,3	3,5	2	2,9	1,5	2	0,6
Mortalité des glossines en cage	8/8	4/8	2/7	6/6	7/7	2/7	0/3	3/8	1/6	1/7

TABLEAU XI - RECAPITULATIF DES RESULTATS

Pourcentage de réduction de la population sauvage et mortalité % parmi des lots de G. palpalis gambiensis en cage (entre parenthèses) après l'application d'insecticides sur des galeries forestières, à l'aide de deux atomiseurs à petits trous (A) et à grands trous (B).

	INSECTICIDE et formulation	PRODUIT+SOLVANT (litres/ha)	% m.a.	Dose de matière active/(g/ha)								
				10	20	40	100	200	600	720	800	1000-1050
A	NRDC 119	0,4 + 0	2,5	100(89)								
	ULV 2,5	0,8 + 0	2,5	100(86,5)								
	bromophos	0,3 + 0	35				64(48)					
	ULV 35	0,6 + 0	35					(29)				
	fénitrothion	0,1 + 0	100				60(17,5)					
ULV 100	0,2 + 0	100					19 ⁺ (18)					
	Gardona	0,4 + 0	24				0(0)					
	CE 24	0,8 + 0	24					3 ⁺ (0)				
B	NRDC 119	1,5+1,5 diesel	1,25				0(11/30) ⁺⁺					
	ULV 2,5											
	bromophos	2,3+0,7 diesel	26,6								100(14/16)	
	ULV 35	" " "	"								(20/32)	
		3 + 0	35								96 ^{p°} 94 ^{t°}	83
	iodofenphos	3 + 0	20							75(48)		
	ULV 20	" " "	"							79,5		
	4 + 0	"								96,4		
	fénitrothion	1 + 0	100									63(74)
	ULV 100											
	Gardona	3 + 0	24							(45)		
	CE 20											

+ : Nombre de glossines capturées après le traitement, sans capture avant le traitement.

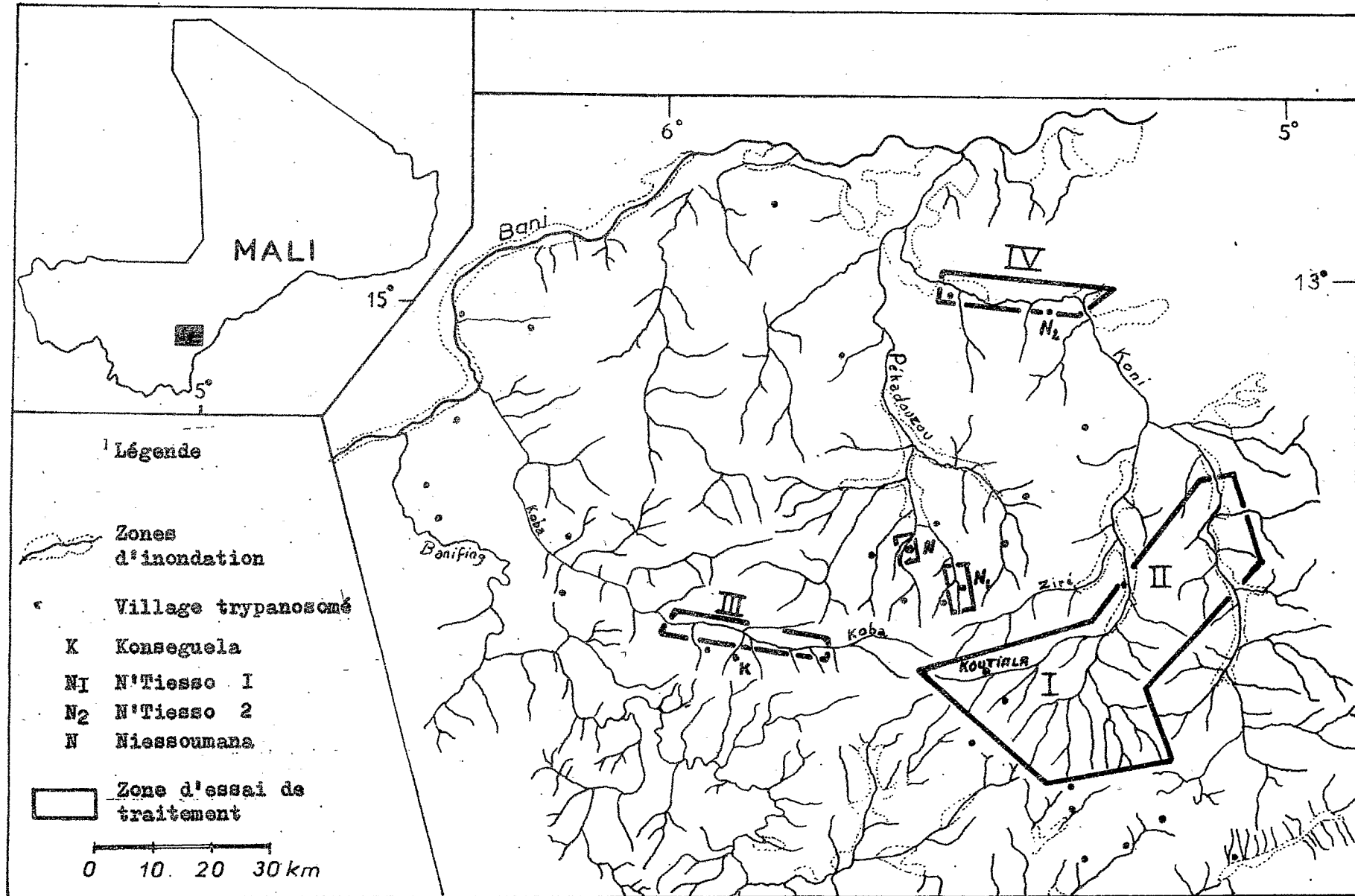
° p : G.p.gambiensis; t : G.tachinoides.

++ : effet sur les glossines, dans des galeries à canopée très dense (souligné).

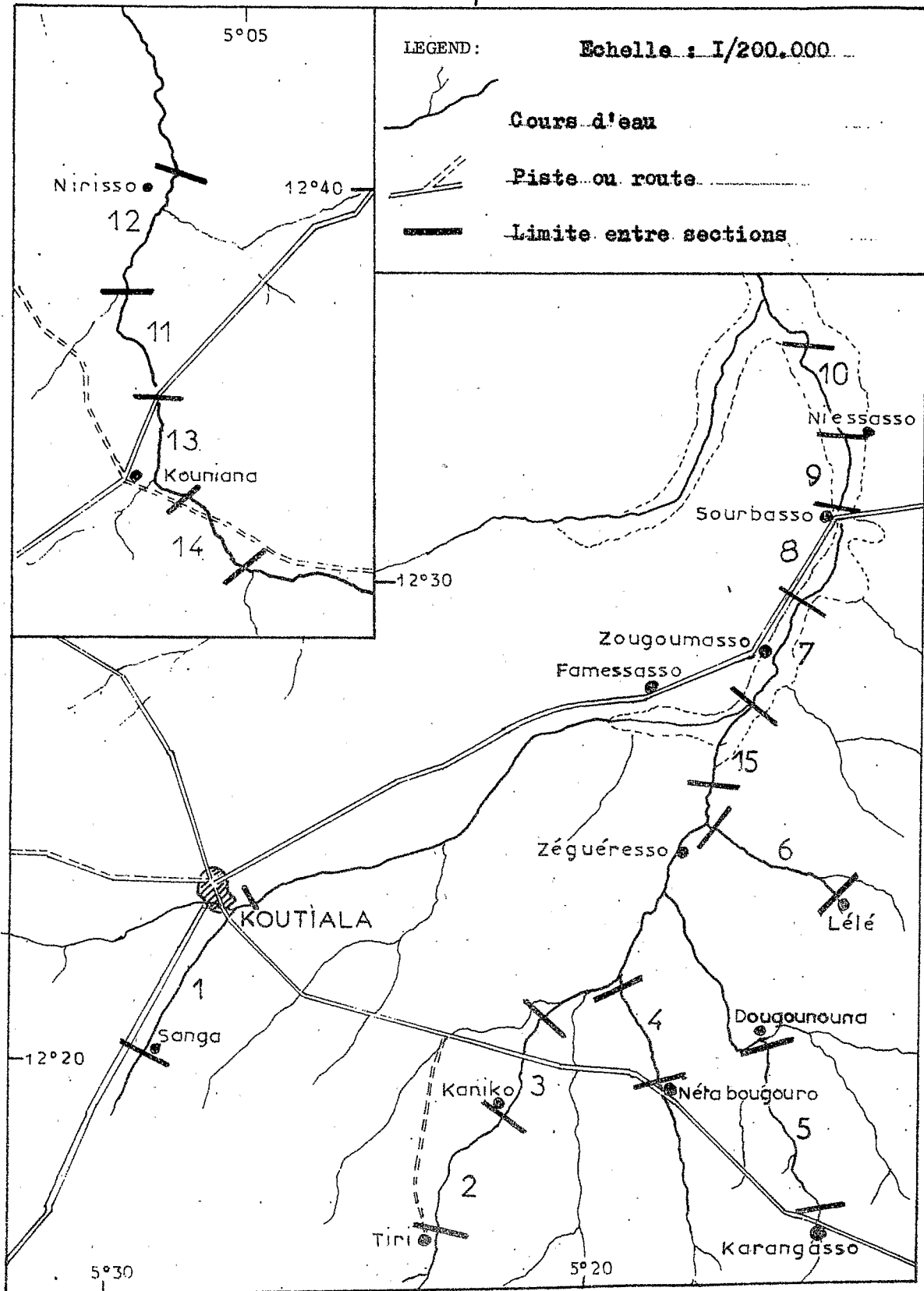
TABLEAU XI (suite) - RECAPITULATIF DES RESULTATS. Pourcentage de réduction de la population sauvage et mortalité % parmi des lots de *G. palpalis gambiensis* en cage (entre parenthèses) après l'application d'insecticides sur des galeries forestières, à l'aide de buses D3-25 (D2-23, pour le fénitrothion).

INSECTICIDE & Nbre de formulation	Nbre de buses	PRODUIT + SOLVANT (litres/ha)	% m.a.	Dose de matière active (g/ha)													
				5	10	20	40	100	160	200	320	400	600	800	1440	2000	3000
NRDC 119 (ULV 2,5)	2	0,4+0 0,8+0	2,5 2,5		0(25)	5 ⁺											
	6	0,2+1 diesel	0,4	59(57) 27(12,5)													
		0,4+2 diesel	0,4		40(27) 87(25)												
	10	0,2+1 diesel	0,4	27(3/15)													
		0,4+2 diesel	0,4		87(1/15)												
	12	1,6+3,7dies.	0,7			60(100)											
	15	1,5+7,5dies.	0,4			17 ⁺ (97)											
24	1,5+13,5eau	0,25			32 ⁺ (64)												
Dicrophos (ULV 35)	6	0,3+0,9dies.	8,7					84,5(5/12)									
		0,6+1,8dies.	8,7						(14)								
	12	1,2+4,1dies.	8,0								93(66)						
15	2,3+3,6dies.	8,8										84(3/32)					
Dichlorofenphos (ULV 20)	12	0,8+4,5dies.	3,2							39(5)							
		1,6+3,7dies.	6,4								70(19)						
	15	3+6 diesel	6,6										95,5(21/29)				
24	3+12 diesel	4,8										100(37)					
Fénitrothion (ULV 100)	4/D2-23	0,8+0	100											87,5(30)			
Dardona (CE 24)	6	0,4+0,8dies.	8					93,7									
		0,8+1,6dies.	8							6 ⁺							
	12	1,3,7diesel	7,2									(16)					
	15	6 + 3 diesel	16													7+(79)	
	24	6 + 9 eau " " " "	9,6 "													(42)	
		8,3+6,7 eau	13,3													97p100t ⁹	
		11,5+3,5	20														81,5p (22 t)

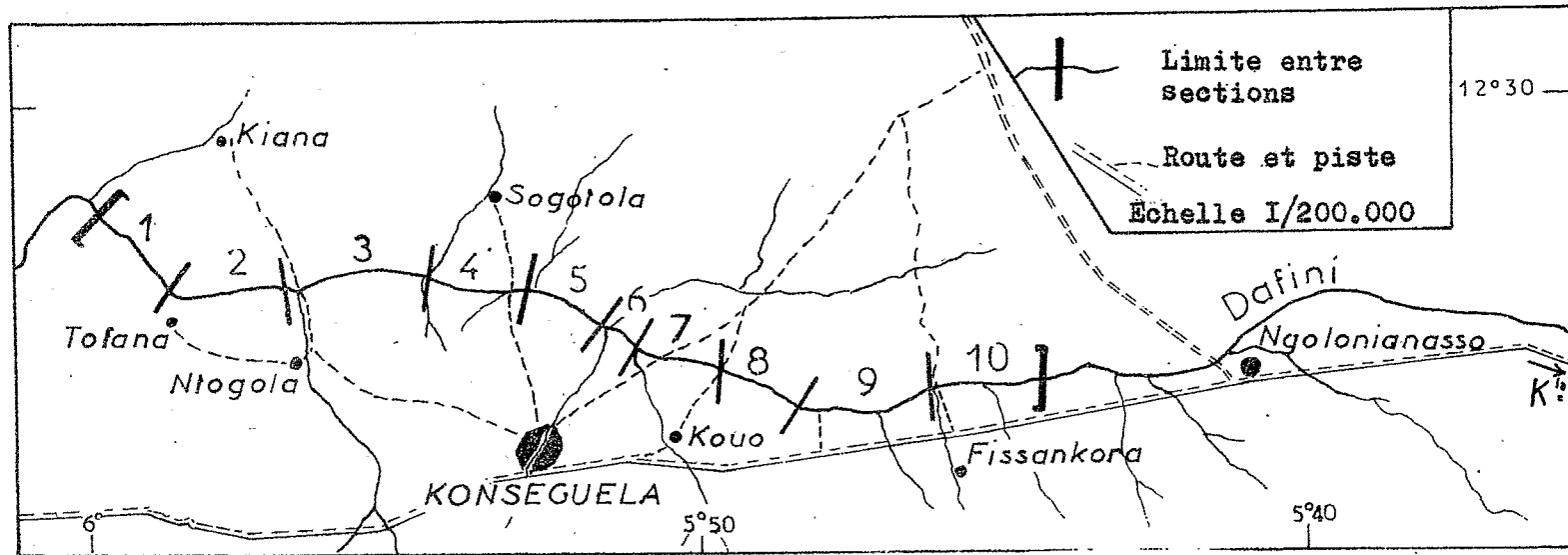
Carte I : Foyer de Koutiala - Mali -



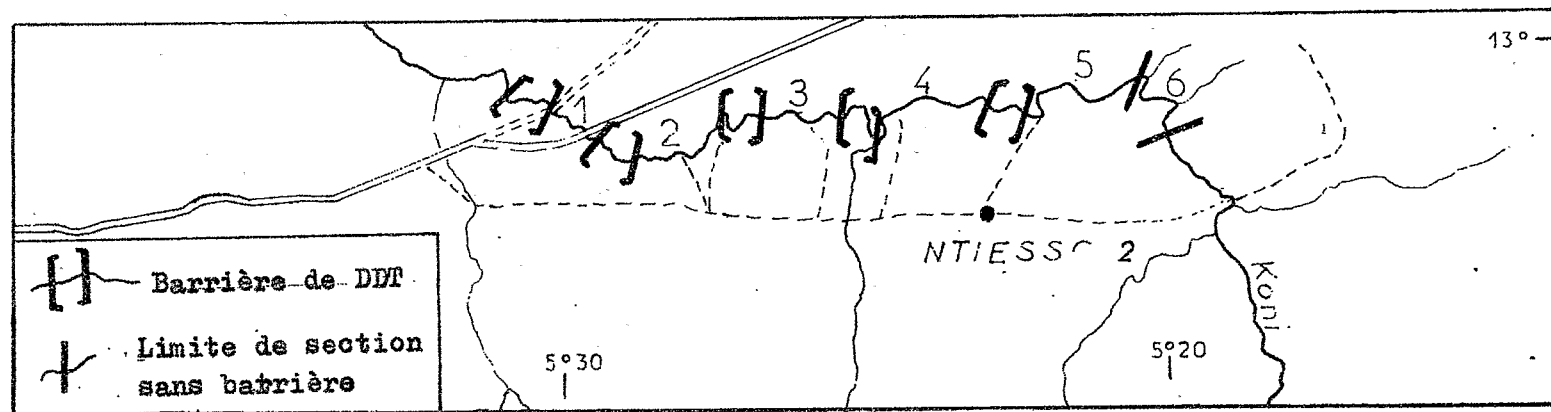
Carte 2 - Zone d'essai I et II - Koutiala



Carte 3 - Zone d'essai III - Konseguela



Carte - 4 - Zone d'essai IV - Koni -



Echelle : 1/200.000