

Lâchers de mâles stériles de *Glossina tachinoides* West. dans un gîte naturel de faible densité (Bas-Logone, Cameroun)

par D. CUISANCE (*) et J. ITARD (**)

(avec la collaboration technique de B. BITSI (*), G. SERMA (*), D. ADAMA (*)
et B. MAHAMAT (*))

RESUME

Des mâles adultes de *G. tachinoides*, élevés à Maisons-Alfort et irradiés entre 7 600 et 10 650 rads à Saclay (France), ont été expédiés chaque semaine par avion à N'Djamena (Tchad) entre février et juin 1973, pour être, après marquage, lâchés en plusieurs points d'un gîte naturel sur les berges du Logone.

Par suite d'une sécheresse exceptionnelle, la population de mouches sauvages dans ce gîte étant de faible densité, la proportion de mâles stériles lâchés a pu être élevée, le rapport mâles stériles / mâles sauvages étant, en moyenne, pendant toute la période des lâchers, de 2,8/1.

La longévité moyenne des mâles stériles a été de 6,5 jours contre 8 jours pour les mâles sauvages. Les mâles stériles ont eu un comportement identique à celui des mâles sauvages.

Bien qu'un autre gîte, qui servait de témoin, ait été fortement dégradé par l'homme et les animaux, ce qui n'a pas permis d'apprécier exactement l'effet des lâchers de mâles stériles dans le gîte d'expérience, on estime cependant qu'à partir de la mi-mars, la chute de densité de la population sauvage est en grande partie due à la présence des mâles stériles, ce qui semble confirmé par l'observation de femelles sauvages capturées dans les deux gîtes : 69 p. 100 des femelles capturées dans le gîte d'expérience n'ont eu aucune descendance au cours de trois semaines d'observation, alors que toutes les femelles du gîte témoin ont produit une puppe dans les huit jours suivant leur capture.

INTRODUCTION

Dans des publications antérieures (4, 5, 6), les auteurs ont étudié le comportement de mâles d'élevage de *G. tachinoides* rendus stériles par irradiation gamma à 15.500 rads, expédiés par avion à N'Djamena (Fort-Lamy) et lâchés, après marquage, dans un gîte naturel de la rive camerounaise du fleuve Chari.

Les résultats d'ensemble de ces observations, effectuées au cours du premier semestre 1972,

ont montré que, après une période d'adaptation dont la durée est comprise entre 48 heures et 6 jours, les mâles stériles ont un comportement identique à celui des mâles sauvages : mêmes distances de dispersion, mêmes réponses aux facteurs écologiques, même choix des lieux de repos, même ordre de préférences alimentaires. Cependant les longévités moyenne et maximale des mouches d'élevage irradiées sont nettement inférieures à celles des mouches sauvages et, du fait de la moindre vigueur des mâles stériles et de leur nombre insuffisant, par rapport aux mâles sauvages, ces lâchers n'ont pas eu d'effet mesurable sur l'évolution de la population naturelle.

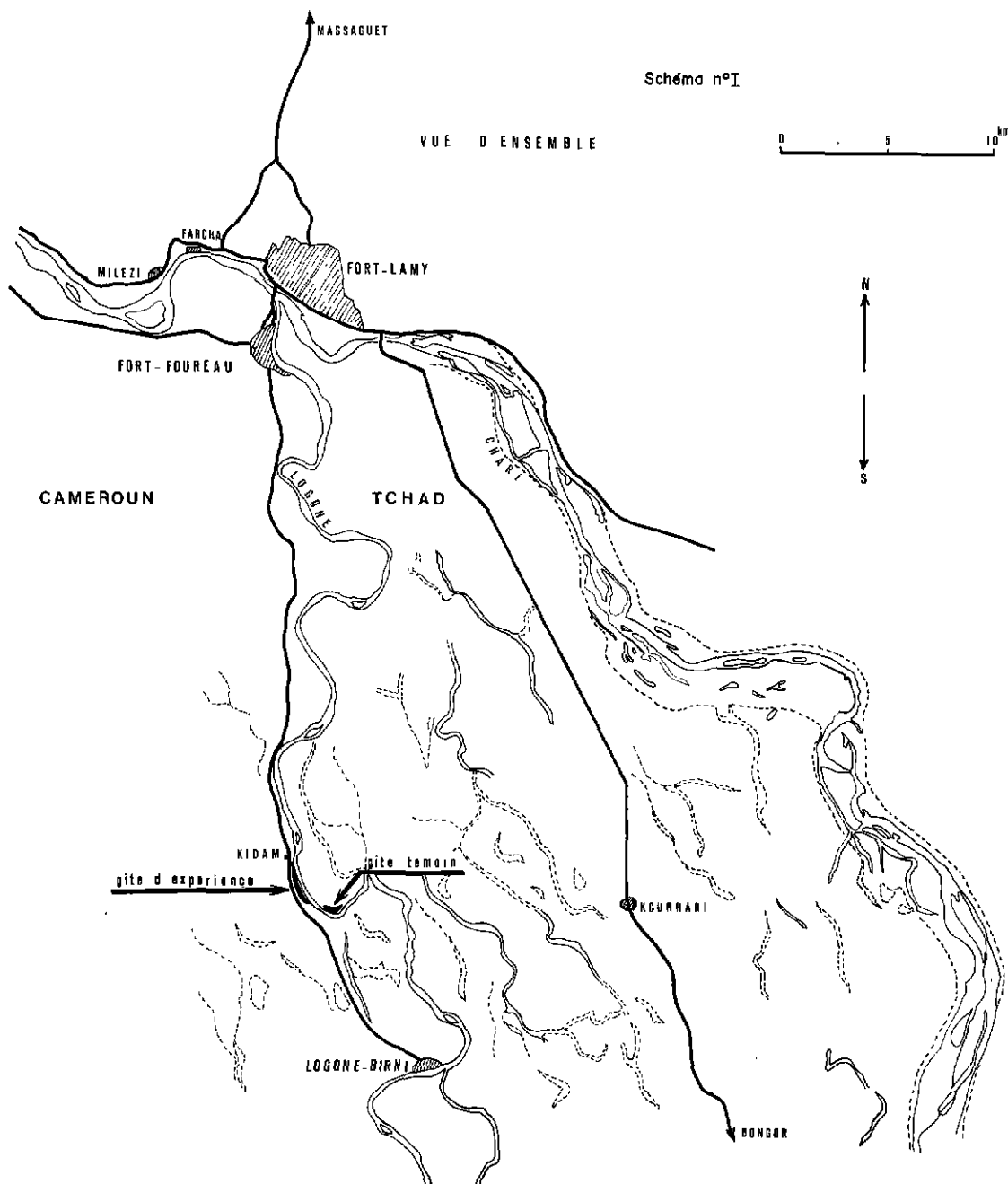
(*) Laboratoire de Farcha, B.P. 433, N'Djamena, Tchad.

(**) I.E.M.V.T., 10, rue Pierre Curie, 94700 Maisons-Alfort (France).

La présente étude, réalisée entre décembre 1972 et juillet 1973 dans un gîte différent situé sur le Logone (le gîte de la Kalamaloue, où avaient été effectuées les précédentes études, n'a pu être réutilisé du fait de la campagne de désinsectisation par pulvérisation de D.D.T. actuellement en cours dans le bassin du Lac Tchad), se propose d'étudier précisément l'action des lâchers de mâles stériles sur une population naturelle de faible densité.

LIEUX D'OBSERVATION

Pour éprouver la méthode du lâcher de mâles stériles, il est nécessaire de disposer d'un gîte répondant à certaines caractéristiques indispensables à la validité du test. Ce gîte ne devra abriter qu'une seule espèce de glossines; devra être naturellement isolé d'autres populations de mouches et être d'accès facile (recommandations F.A.O./I.A.E.A.) (15).



A partir de ces principaux impératifs, on a choisi, après des prospections par voies fluviale et aérienne, deux gîtes à *Glossina tachioides* West., situés à 30 km environ au sud de N'Djamena, le long des berges du Logone (schéma n° I); l'un servira de gîte d'expérience où seront lâchés des mâles stériles; l'autre servira de témoin où la population demeurera dans son état naturel.

La période d'observation s'étend de décembre 1972 à juillet 1973, c'est-à-dire au cours de la saison sèche.

1. Situation et aspect

a) Gîte d'expérience : ce dernier, ayant la forme d'un long fuseau de 600 m de long, est enclavé entre le Logone d'une part, et la route Fort Foureau-Logone Birni d'autre part (schéma n° II). A son extrémité nord se situe le village de Kidam.

— Il a l'aspect d'une bande de végétation très dense qui s'étire sur les berges du fleuve, en contrebas du village édifié sur une butte (butte Sao) et de la route construite sur une digue de terre. Cette bande de végétation tapisse un bas-fond, sorte de chenal, parallèle au lit du fleuve et rempli d'eau en saison des pluies.

— De l'intérieur des terres vers le fleuve, on rencontre (schéma n° III) :

- des *Mimosa pigra*, végétation basse mais très serrée, large de 45 m et particulièrement luxuriante dès le mois de mars;

- quelques îlots de *Mitragyna inermis* en bosquets dispersés;

- une bande large (70 m) de *Morelia senegalensis*, arbustes à feuillage dense et non caduque, dont les cimes jointives constituent une voûte protectrice particulièrement efficace en saison chaude;

- quelques buissons de *Salix ledermannii* accrochés aux berges abruptes du fleuve.

— Ce gîte a été retenu parce qu'il représentait un ensemble végétal continu, très bien délimité et isolé de façon naturelle :

- sur son côté ouest, on trouve des terrains mis à nu pour la culture du mil, auxquels font suite la route et des zones totalement déboisées;

- à l'est, le fleuve crée une barrière naturelle; de plus la berge opposée est dénudée, l'instal-

lation d'un village ayant largement contribué à la déforestation;

- au nord, le village de Kidam et tous ses abords cultivés (oignons, piments, tomates, etc.) constitue une étendue difficilement franchissable par les mouches; la plus grande partie des berges du Logone ne peut offrir d'abris véritables, tant cette région a été dégradée par l'homme;

- au sud par contre, le gîte d'expérience est en communication par un mince « cordon » végétal plus ou moins continu avec le gîte témoin, situé lui-même à 3 km en amont. Une barrière d'éclaircissement de 1 km a été réalisée par abattage total de la végétation que l'on a ensuite brûlée. Durant la saison d'observation, elle s'est montrée très efficace.

b) Gîte témoin : ce dernier fait l'objet d'une description très précise dans une autre publication (8). On signalera simplement ici que cet îlot végétal se situe sur la berge tchadienne du Logone et que sa longueur est plus réduite (≠ 250 m). Les espèces végétales y sont comparables; seule leur disposition les unes par rapport aux autres est différente.

— Dans ce bas-fond riverain, on rencontre de l'intérieur des terres vers le fleuve (schémas nos IV et V) :

- des bosquets de *Mitragyna inermis* au milieu des savanes;

- une bande dense de *Morelia senegalensis* (30 m);

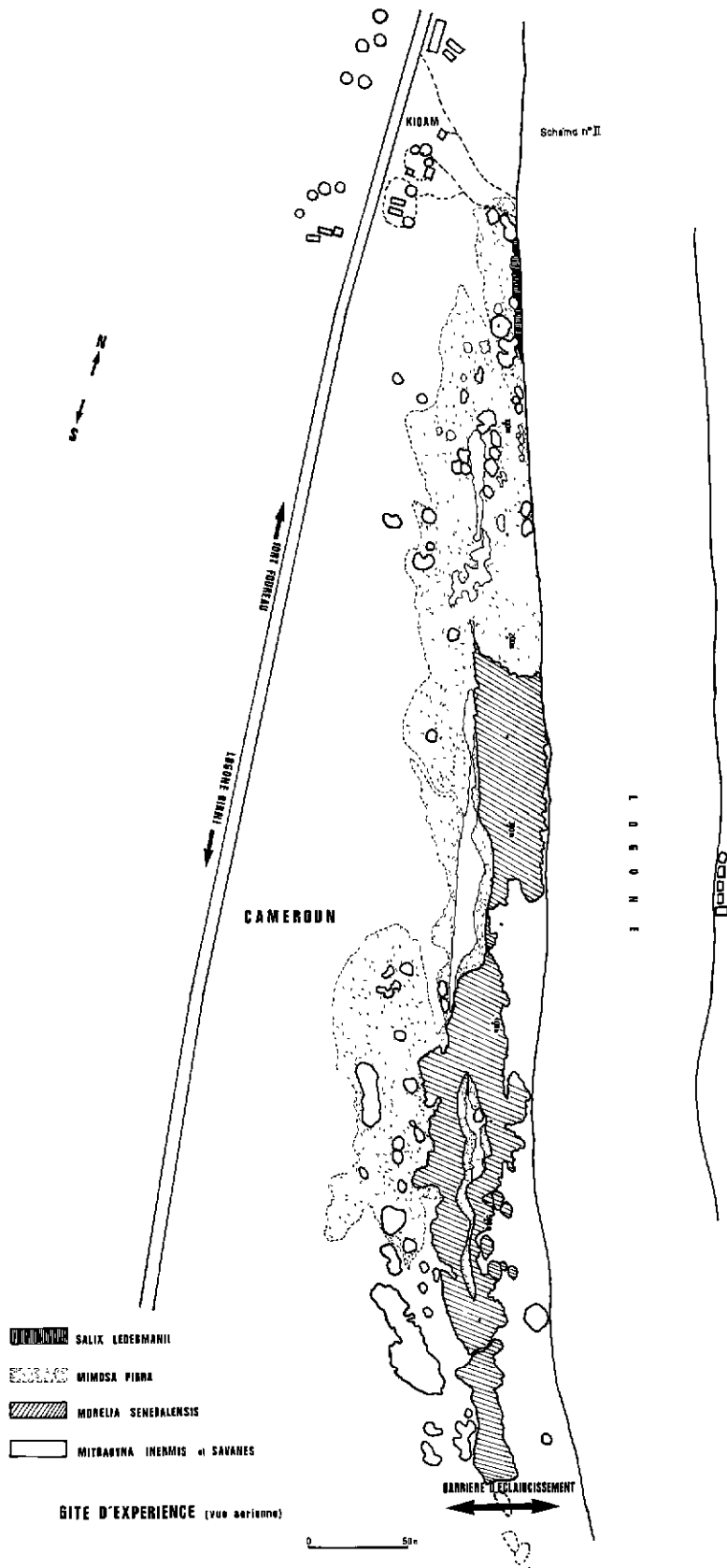
- une bande de *Mimosa pigra* d'égale largeur;

- en dernier lieu, une bande étroite mais continue de *Salix ledermannii*.

— L'isolement de ce gîte est assuré de façon naturelle en saison sèche; toutes les savanes qui l'entourent sont totalement brûlées par les feux de brousse et les quelques rares îlots de végétation susceptibles d'abriter des glossines sont distants de plus de 5 km. La bande de *Salix ledermannii* n'existe qu'au niveau du coude du fleuve; elle disparaît ensuite et ne peut assurer de ce fait un éventuel passage.

2. Dynamique de population dans ces gîtes

Au cours d'années à pluviométrie normale, ces bas-fonds sont inondés de juillet à décembre-janvier, au moment de la crue du fleuve;



Erratum : sur les schémas II, IV et V, au lieu de Salix Ledermani, lire : Salix Ledermannii.

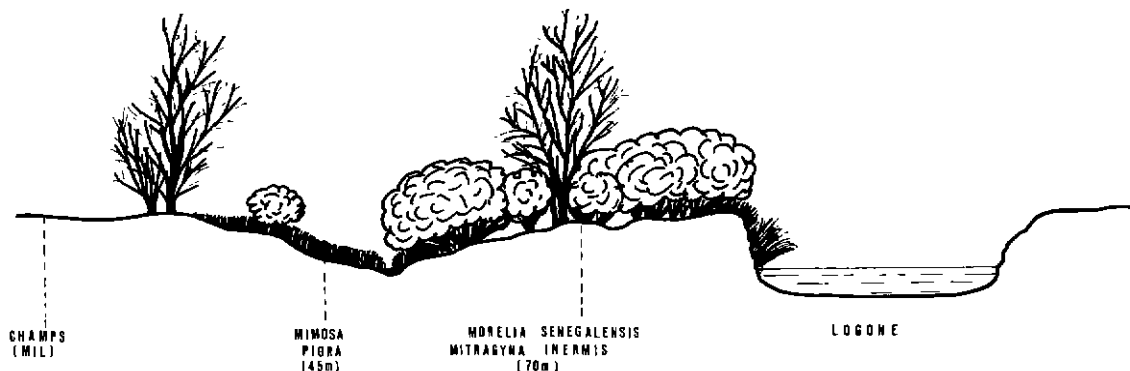


Schéma n° III

GITE D'EXPERIENCE . COUPE TRANSVERSALE

0 20m

la végétation est alors partiellement ou même totalement sous l'eau; les conditions climatiques étant favorables, les glossines sont dispersées dans les savanes arborées, les *Mitragyna* constituant des refuges connus (18).

Avec la saison sèche, ces dépressions se vident de leur eau, tandis que la température s'élève et que l'humidité reste faible; les glossines se replient alors dans ces gîtes riverains bien protégés où elles se concentrent.

Dès qu'ils sont exondés (décembre-janvier), ces lieux abritent donc des populations de glossines dont la densité croît rapidement pour atteindre un maximum en avril, puis décroître jusqu'au début des pluies (juillet).

On soulignera qu'une sécheresse exceptionnelle a sévi cette année; elle a eu pour conséquence de précipiter l'évolution habituelle; les glossines se sont groupées plus tôt dans les gîtes riverains.

Une concentration humaine et animale, anormalement élevée au bord de l'eau, a entraîné une dégradation du biotope dans le gîte témoin (8); joint aux rigueurs du climat, son effet néfaste a provoqué une chute rapide et importante de la densité des populations de mouches. Aucun épandage insecticide n'a été effectué.

La sécheresse a donc mis à notre disposition des populations de glossines isolées, accessibles et de faible densité. Cet état de fait favorable à l'observation n'a duré que 7 mois; avec les

pluies, les glossines se dispersent et un brassage des populations riveraines se produit à nouveau; en outre, à partir de ce moment, l'accès des gîtes et les investigations deviennent extrêmement difficiles.

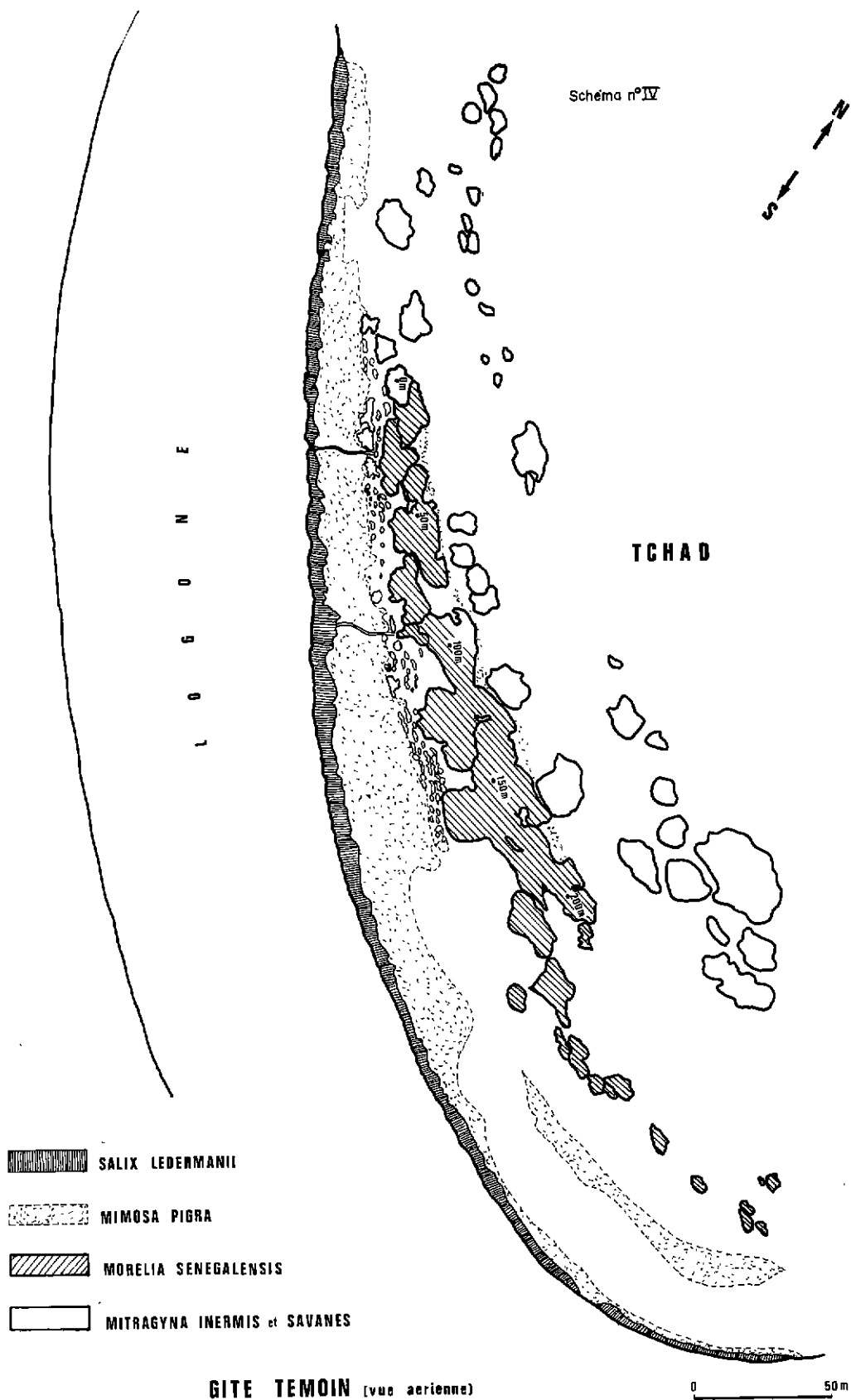
ORIGINE DES MALES STERILES

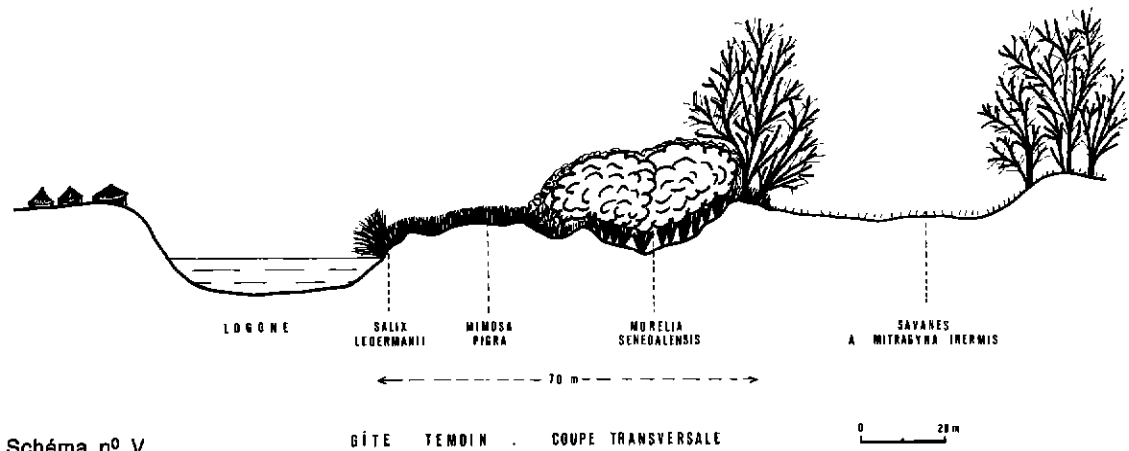
1. Elevage

Les mâles utilisés pour les lâchers proviennent de l'élevage réalisé, dans le laboratoire d'entomologie de l'I.E.M.V.T., à Maisons-Alfort, depuis 1966, à partir de pupes sauvages récoltées, à l'époque, dans les environs de N'Djamena (22, 25). Ces mâles sont donc, depuis de très nombreuses générations, adaptés aux conditions d'élevage en laboratoire.

Afin d'assurer un approvisionnement suffisant en mâles stériles, on a maintenu, entre fin décembre 1972 et fin mai 1973, un effectif moyen de 3.164 femelles qui ont produit pendant cette période 25.872 pupes, dont 1.379 ont été utilisées à diverses fins. Les 24.493 pupes restantes ont donné 11.512 mâles et 12.027 femelles (pourcentage d'éclosion : 96,10 p. 100).

3.500 mâles environ ont été conservés comme reproducteurs. Des 8.000 mâles restants, 6.730 ont pu être, après irradiation, expédiés à N'Djamena, compte tenu des mortalités et des pertes provoquées par les perturbations dans les transports aériens.





2. Stérilisation

Les mâles âgés de 1 à 6 jours sont transportés, une fois par semaine, au Centre d'Etudes nucléaires de Saclay, où ils sont soumis pendant une demi-heure aux rayonnements gamma émis par une bombe au Cobalt d'une puissance de 20.000 rads/heure environ. Suivant la géométrie, la dose reçue, au cours des 30 minutes d'exposition, est comprise entre 7.600 et 10.650 rads (*).

Ces doses ont été utilisées de préférence à la dose précédente qui était de 15.500 rads, car si elles n'assurent pas une stérilité totale, elles permettent une plus grande longévité et un meilleur comportement sexuel des mâles traités et lâchés. De plus, les individus de première génération issus des quelques pupes produites sont en majorité stériles ou semi-stériles et le sex-ratio est dévié en faveur des mâles (9, 20, 24).

3. Transport

Le soir même du jour où ils sont stérilisés, les mâles sont expédiés par voie aérienne de France vers le Tchad, où ils sont réceptionnés le lendemain matin vers 7 heures.

Le transport se fait en boîtes isothermes contenant chacune deux cages de type Roubaud; ces dernières renferment entre 100 et 150 indi-

vidus. Dès leur arrivée, les glossines sont nourries; leur acheminement en container refroidi jusqu'au lieu du lâcher se fait en voiture puis en bateau; il n'excède pas une heure.

La régularité des envois et des réceptions a été quelque peu perturbée par suite de grèves des transports aériens, de vols différés ou erronés, etc.; aussi l'arrivée des mouches à N'Djamena, prévue aux heures fraîches, a souvent eu lieu en pleine journée, rendant l'acheminement plus délicat, particulièrement au cours de la saison chaude.

LACHERS DES MALES STERILES

Transportées dans le gîte d'expérience, les cages sont sorties du container puis les glossines, extraites une par une, sont marquées, puis lâchées.

1. Marquage des mâles stériles

Pendant toute la durée de l'expérience, les mâles stériles ont été marqués suivant une seule technique; elle consiste à déposer sur le thorax de l'insecte une petite goutte de gouaches acryliques (Linel 7-77).

Un coloris différent est utilisé à chaque lâcher.

Cette technique, bien que longue puisqu'il faut prendre les mouches une par une, est simple et donne satisfaction pour des marquages de cet ordre.

(*) Nous remercions M. D.J. Nadel (Division de Recherches et des Laboratoires I.A.E.A., Vienne, Autriche) qui a bien voulu effectuer cette dosimétrie.

2. Bilan au moment du lâcher

Les glossines sont classées en quatre catégories suivant leur état ou leur comportement aussitôt après leur mise en liberté (tableau I). *Mâles stériles ayant pris leur envol*

TABLEAU N° I

Bilan au moment du lâcher des mâles stériles

Mâles stériles	Nombre	Pourcentage
Ayant pris envol	4 585	68,15
Tombés au sol	1 005	14,93
Echappés	40	0,59
Morts	1 097	16,30

68 p. 100 se sont envolés normalement après le marquage; on avait enregistré 80 p. 100 l'an dernier dans un autre gîte (4). Cette baisse est attribuable à certaines défections des transports aériens qui ont entraîné des acheminements prolongés et des lâchers aux heures chaudes, ce qui avait déjà été signalé comme préjudiciable à l'état des glossines.

Mâles stériles tombés au sol

15 p. 100 n'ont pu prendre un envol correct et restent au sol (9,3 p. 100 en 1972). L'épuisement à la suite d'un transport trop long est certainement à mettre en cause; il provoque ce manque de vigueur; mais on a remarqué à nouveau (4) que la plupart de ces glossines souffraient de malformations alaires (ailes atrophiées ou non dépliées) ou d'une usure anormale de ces dernières (forte concentration dans les cages; agitation excessive du fait des manipulations). De plus, on sait que les glossines élevées au laboratoire peuvent présenter à un haut degré un développement insuffisant de la musculature alaire (11).

Mâles stériles échappés

Au moment de la préhension de la glossine, celle-ci échappe au manipulateur; ceci traduit en partie la vivacité de l'insecte. 0,6 p. 100 se sont échappés (0,9 p. 100 en 1972). Un voyage défectueux suivi d'un acheminement dans des conditions climatiques particulièrement sévères cette année sont responsables de ce taux plus faible.

Ce bilan montre qu'un élevage à distance pose de sérieux problèmes d'utilisation en

matière de lutte par lâchers de mâles stériles; la création d'élevage locaux paraît souhaitable, mais n'exclut pas l'existence de relais (18) permettant un stockage des glossines entre le lieu de production et le lieu du lâcher dans l'attente notamment de conditions climatiques acceptables (matin et soir).

3. Points de lâchers

Des observations antérieures (5) ont montré que les mâles stériles se dispersent mal les premiers jours suivant le lâcher; ils atteignent des distances égales à celles des mâles sauvages au 6^e jour seulement. Par contre, ils peuplent les mêmes zones géographiques du gîte, recherchant comme les mâles sauvages, les mêmes conditions écologiques pour leur survie.

Tenant compte de ces faits, les mâles stériles sont lâchés non plus en un point unique, mais en trois points, afin de faciliter et d'accélérer leur dilution dans la population sauvage. Ceux-ci (300 m, 400 m, 500 m) sont choisis pour les raisons suivantes :

- Distants chacun de 100 m, ils couvrent la longueur de fuseau où la végétation est dense et permettent aux mâles stériles d'être présents sur toute la superficie le jour du lâcher;
- Ils n'ont pas été choisis arbitrairement, mais correspondent aux lieux les mieux protégés du fait d'une couverture végétale particulièrement dense;
- En dernier lieu, ils correspondent aux endroits où les captures de glossines sauvages sont de plus grande fréquence, donc répondent aux conditions éoclimatiques les plus favorables à leur survie.

Les mâles stériles sont donc lâchés en plusieurs points, correspondant aux zones les mieux protégées et les plus riches en glossines sauvages.

4. Nombre et fréquence des lâchers

Sur la période d'observation de 7 mois, les mâles stériles ont été introduits dans le gîte de fin janvier à la mi-juin, soit pendant 4 mois 1/2, au cours de 16 séances de lâchers.

Les expériences antérieures (5) montrant que la longévité moyenne des mâles stériles est de 5 jours environ (longévité maximale : 12 jours),

on s'est efforcé, en fonction des envois, de réaliser un lâcher tous les 7 jours afin de maintenir dans le gîte un taux élevé et constant de mâles stériles.

Ce rythme a pu être respecté en février, il a été interrompu en mars (grèves) et a été à peu près observé en avril, mai et juin.

5. Quantités de mâles stériles lâchés

— Sur un total de 6.727 mâles stériles ($\emptyset \rightarrow$) reçus à Fort-Lamy, 4.625 ont pris un envol normal dans le gîte d'expérience dont 4.585 marqués, 40 ayant échappé au marquage.

— Les quantités par point de lâcher ont été rendues volontairement inégales; elles sont proportionnelles à la densité de glossines sauvages rencontrée en chacun des trois lieux (fréquence des attaques).

De cette façon, la distribution par point a été la suivante :

- 300 m : 2.664 $\emptyset \rightarrow$ lâchés, soit 58 p. 100;
- 400 m : 1.282 $\emptyset \rightarrow$ lâchés, soit 27 p. 100;
- 500 m : 679 $\emptyset \rightarrow$ lâchés, soit 15 p. 100.

Elle s'est efforcée de répondre à la répartition spatiale des glossines sauvages dans le gîte dont on a une idée assez précise lorsque des captures sont faites régulièrement dans le temps.

6. Comportement des mâles stériles dans le gîte

Ce sujet, ayant été particulièrement approfondi dans une étude antérieure (4, 5, 6), n'a pas été repris ici. Cependant les observations et les sondages réguliers ont confirmé certains points déjà acquis.

— Les mâles stériles peuplent les mêmes zones géographiques du gîte que les mâles sauvages; ce sont toujours les parties de végétation les plus denses et situées le plus en contrebas. Ils recherchent donc les mêmes conditions écologiques pour leur survie. Avec la sévérité du climat, une petite migration locale se produit du bord du fleuve vers le bas-fond; mâles stériles et mâles sauvages la respectent de la même façon et en pleine saison chaude ils sont tous plus ou moins concentrés sur une ligne qui correspond à la limite *Morelia-Mimosa*.

En fin de saison sèche, lorsque les premières pluies arrivent, quelques mâles stériles ont été capturés à 3 km environ du point de lâcher, prouvant ainsi leur capacité de dispersion.

— Des captures pratiquées toutes les semaines ou tous les 15 jours ont permis de retrouver des fractions de glossines marquées et d'évaluer leur longévité.

Pour respecter le même protocole déjà utilisé (5), on a rapporté par convention le nombre de mâles stériles et de mâles sauvages retrouvés marqués, au nombre initialement lâché et au nombre total capturé.

• De cette façon, la longévité moyenne du groupe (temps au bout duquel la population a décliné de moitié) est la suivante pour la saison d'observation :

- $\emptyset \rightarrow$: 6,5 j
- σ sauvages (gîte d'expérience) : 8 j
- σ sauvages (gîte témoin) : 8 j.

Pour les mâles stériles comme pour les mâles sauvages, la durée de survie moyenne est supérieure de 2 j environ à celle enregistrée en 1972 dans la région du Bas-Chari où les lâchers avaient eu lieu en un point unique. Cette meilleure survie est attribuable à la dispersion rapide résultant de lâchers en plusieurs points du gîte, les glossines trouvant immédiatement un refuge favorable dans une situation climatique difficile.

• La longévité individuelle (temps au bout duquel on trouve encore un individu marqué en vie) est en moyenne la suivante pour chaque catégorie de mouches :

- $\emptyset \rightarrow$: 20,3 j (1 cas à 26 j)
- σ sauvages (gîte d'expérience) : 28,7 j (1 cas à 44 j)
- σ sauvages (gîte témoin) : 23,4 j (1 cas à 52 j).

Les mâles stériles ont une durée de survie maximale (20,3 j) nettement supérieure à celle enregistrée en 1972 (12,1 j) ($t = 3,07$; significatif). Pour les mâles sauvages, il n'y a pas de différence avec les données obtenues en 1972 (28,4 j) ($t = 0,06$; non significatif), ni avec celles enregistrées au cours de l'observation dans le gîte témoin (23,4 j) ($t = 0,74$; non significatif).

Nous attribuons volontiers aux lâchers en

points multiples, le résultat de cette survie plus longue, d'autant plus remarquable que la sécheresse a sévi exceptionnellement cette année. Mais, cette longévité maximale très supérieure est sans nul doute aussi la conséquence des taux d'irradiation plus faibles (10.000 rads au lieu de 15.500 rads en 1972), appliqués ici aux mâles stériles (20, 24).

Les mâles stériles, soumis d'une part à des doses de rayonnement gamma plus faibles et d'autre part mieux dispersés au moment du lâcher, ont survécu plus longtemps dans les conditions naturelles.

EVOLUTION DE LA POPULATION DU GITE RECEVEUR

Le but de la présente expérimentation est d'essayer d'apprécier l'efficacité de lâchers de mâles stériles dans une population dont la densité est devenue faible naturellement sans mesures adjuvantes (pulvérisations insecticides notamment). Sa durée n'est que de 7 mois et correspond à la saison sèche, les pluies annulant ensuite les conditions idéales d'observation (isolement du gîte, concentration de la population, facilité d'accès et de surveillance, etc.).

On analysera successivement la composition et la densité de la population sauvage du gîte d'expérience, ainsi que leur évolution dans le temps pour observer en dernier lieu la fertilité des femelles présentes. Toutes ces données seront comparées à celles du gîte témoin.

1. Composition de la population

a) Rapport mâles/femelles sauvages : sex-ratio comparé dans les deux gîtes.

— Valeurs moyennes :

- Au cours de 25 séances de captures dans le gîte d'expérience, le sex-ratio est en moyenne de 2,29 : 1; on a collecté au cours de la saison d'observation 69,6 p. 100 de mâles contre 30,4 p. 100 de femelles (\pm 4,24 p. 100).

- Au cours de 20 séances de capture dans le gîte témoin, on a relevé un sex-ratio moyen de 2,28 : 1 correspondant à 69,5 p. 100 de mâles et 30,5 p. 100 de femelles (\pm 7,29 p. 100).

Donc, en moyenne, le rapport des sexes

capturés est semblable dans les deux gîtes ($t = 0,01$; non significatif).

— Evolution des pourcentages de mâles et de femelles dans le temps :

- Sur les 7 mois d'observation, le pourcentage de mâles dans le gîte d'expérience oscille autour de sa valeur moyenne, mais reste sensiblement constant (graphique I). Par complémentarité, il en est de même du pourcentage de femelles dont la courbe en dents de scie varie autour de l'horizontale (graphique II).

- Dans le gîte témoin, par contre, les quantités de mâles capturés tendent à baisser, tandis que celles des femelles vont en augmentant à mesure que l'on avance dans la saison chaude.

Au cours des captures, les femelles augmentent en nombre dans le gîte témoin, alors qu'elles restent en même proportion dans le gîte d'expérience.

b) Rapport mâles stériles ($\emptyset \rightarrow$) / mâles sauvages (σ^7) dans le gîte d'expérience :

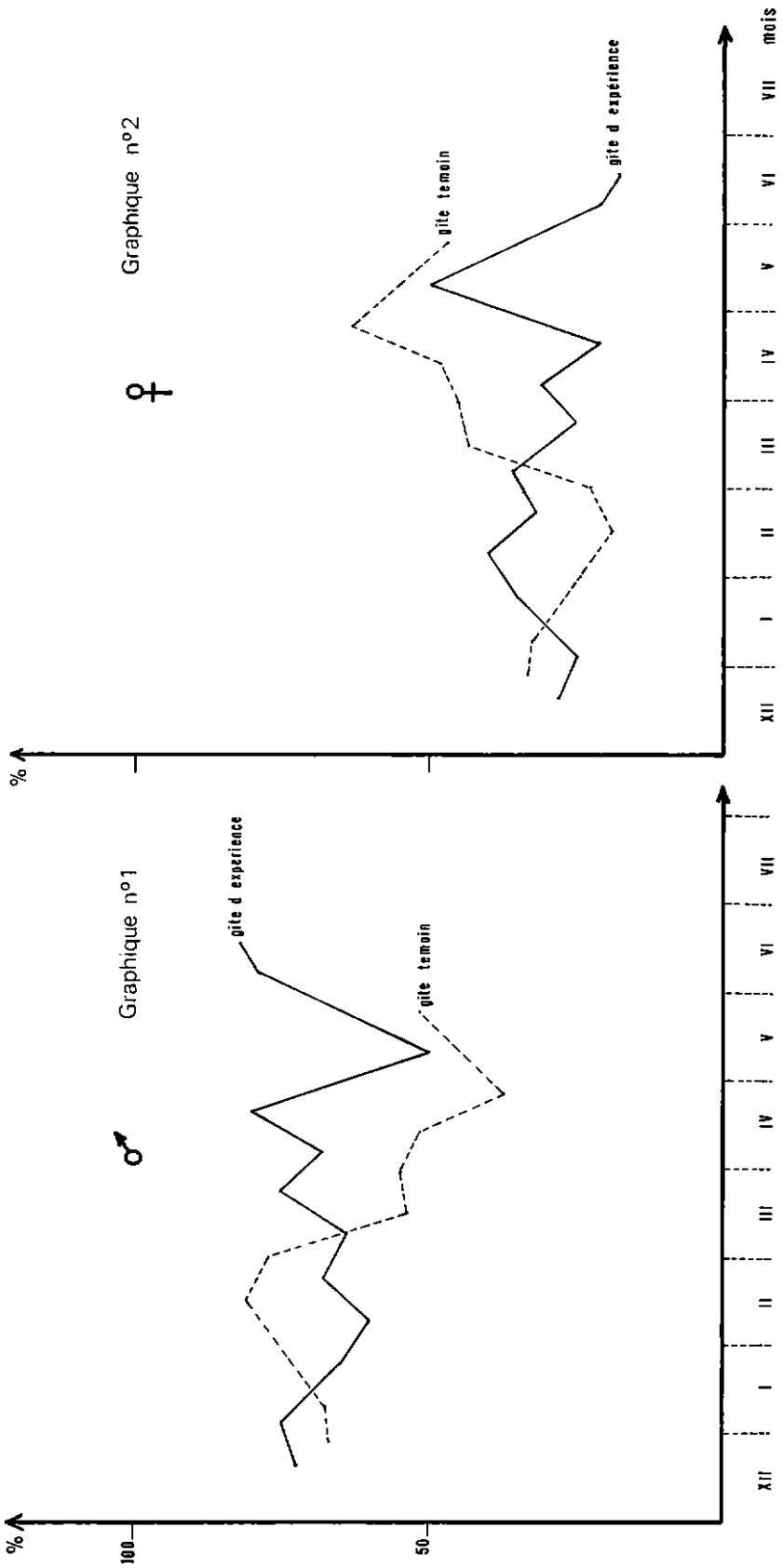
— Valeurs moyennes :

- Les mâles stériles étant porteurs d'une marque, il est aisé d'évaluer, au cours des sondages réguliers dans le temps, les quantités respectives de mâles stériles et de mâles sauvages capturés. Du début février au début juillet, soit sur 5 mois qui correspondent à la période des lâchers, on a trouvé dans le gîte en moyenne 2,8 mâles stériles pour un mâle sauvage, ce qui correspond aux proportions de 73,7 p. 100 contre 26,3 p. 100.

A titre de comparaison, les lâchers effectués l'an dernier (4.370 mâles stériles) dans un gîte de forte densité n'ont permis d'atteindre sur la même période qu'un taux de 11,6 p. 100 de mâles stériles. Ceci confirme l'intérêt des lâchers de mâles stériles dans des gîtes de basse densité.

- Une autre méthode d'évaluation consiste à rapporter les quantités de mâles stériles lâchés à la valeur de la population de mâles sauvages estimée par la méthode marquage-recapture ($P = \frac{M.T.}{m}$) au jour du lâcher.

Le rapport est alors de 5,4 mâles stériles pour 1 mâle sauvage, mais cette valeur s'abaisse vite dans les premiers jours qui font suite au lâcher du fait même de la mortalité causée par l'adaptation au milieu naturel.



EVOLUTION DES POURCENTAGES DE MALES ET DE FEMELLES DANS LES GITES

Le sex-ratio $\frac{\sigma \rightarrow}{\sigma}$, établi lors d'échantillonnages réguliers, reflète mieux la réalité; on retiendra donc que dans ce gîte il existe environ 3 mâles stériles pour 1 mâle sauvage.

— Evolution du pourcentage de mâles stériles dans le temps, (tableau II).

La méthode sera réellement efficace si, d'une part le taux d'insectes stériles introduits dans le gîte est élevé au départ et si d'autre part, cet apport reste à un niveau élevé et constant dans le temps.

• Dans le gîte défini, malgré quatre lâchers réguliers en février, on constate que la propor-

tion de mâles stériles reste médiocre. Pour cette période de début, le rapport est de 2 mâles stériles pour 1 mâle sauvage, au moment du lâcher, ce qui maintient dans le gîte un taux de 1,45 : 1 seulement les jours suivants.

Ceci montre la nécessité de pratiquer des lâchers quantitativement très supérieurs à la population sauvage du gîte.

• En mars, du fait des perturbations du transport aérien, un seul lâcher a lieu; il est numériquement important (601 $\sigma \rightarrow$). Au moment du lâcher, les mâles stériles sont avec les mâles sauvages dans un rapport de 11,5 : 1. Mais dans les jours suivants, ce taux chute rapidement et reste à un niveau moyen de 0,07 : 1.

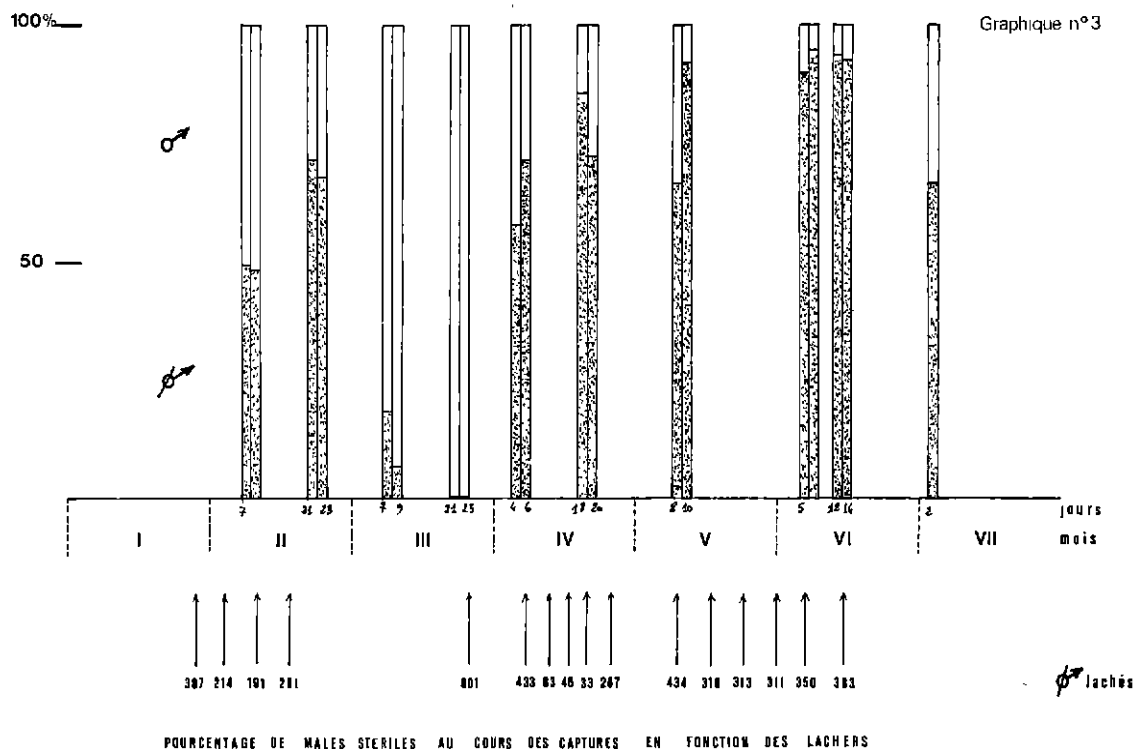


TABLEAU N° II

Evolution du taux de mâles stériles dans le gîte en fonction des quantités lâchées et du rythme des lâchers.

Mois	Nombre de mâles stériles lâchés	Nombre de séances de lâcher	Sex ratio stérile : fertile au moment du lâcher	Sex ratio stérile : fertile dans les jours suivants
Février	1 053	4	2,09 : 1	1,45 : 1
Mars	601	1	11,55 : 1	0,07 : 1
Avril	862	5	6,95 : 1	2,84 : 1
Mai	1 376	4	12,07 : 1	8,09 : 1
Juin	733	2	11,63 : 1	12,15 : 1

Un lâcher mensuel important mais isolé maintient un très faible pourcentage de mâles stériles dans le gîte.

- En avril, mai et au début-juin, les lâchers ont été réguliers et quantitativement importants; le rapport au moment du lâcher est de 7 : 1, 12 : 1 et 11 : 1 pour chacun des mois et sa valeur moyenne dans le temps est respectivement de 2,8 : 1, 8 : 1, 12 : 1. Elle demeure élevée.

— L'évolution du taux de mâles stériles dans le gîte en fonction des lâchers (graphique III) suggère les réflexions suivantes).

- Le taux de mâles stériles est important lorsque les fractions lâchées sont quantitativement très supérieures à la population sauvage; on peut estimer, d'après les résultats enregistrés (avril, mai, juin), qu'il faut lâcher au moins 10 mâles stériles pour un mâle sauvage; à titre de comparaison WEIDHAAS (35) chez *Culex pipiens fatigans* Wied. estime que le sex-ratio stérile : fertile doit être supérieur à 9 : 1.

- Il se maintient à un haut niveau dans le temps, si les apports sont :

— *réguliers* : une interruption dans le rythme des lâchers fait baisser rapidement le taux moyens de mâles stériles dans le gîte;

— *rapprochés* : l'expérience indique que la survie moyenne des mâles stériles est d'environ 7 j; un lâcher hebdomadaire est donc à respecter;

— *maintenus quantitativement importants* relativement à la densité naturelle du gîte. Des évaluations régulières de la population sauvage indiqueront les volumes à libérer.

Il est donc indispensable d'effectuer des lâchers toujours très supérieurs à la population sauvage ($> 10 : 1$), de façon ininterrompue et à un rythme hebdomadaire pour que la présence des mâles stériles domine largement celle des mâles sauvages.

Ces trois conditions sont impératives; l'observation d'une seule d'entre elles fait rapidement chuter le rapport $\emptyset \rightarrow / \sigma^7$.

2. Densité de la population

a) Méthode d'appréciation

— De façon classique, la méthode de capture-

marquage-recapture ($P = \frac{M.T.}{m}$) est uti-

lisée une fois tous les 15 jours environ dans chacun des deux gîtes afin de suivre l'évolution des densités des populations respectives. Les captures sont effectuées par une équipe de 8 personnes, suivant un circuit bien défini pendant une durée journalière de 4 heures. Cette méthode implique certaines conditions, dont celle d'un échantillonnage assez grand sous peine de perdre sa validité.

Son usage pour des estimations de très faibles densités est à exclure; elle n'a été retenue que pour la période de décembre à fin mars.

— La méthode du « fly-round », appliquée parallèlement, permet alors de suppléer à la précédente lorsque celle-ci fait défaut; elle fournit une densité apparente exprimée en glossines/heure/capteur.

Une autre étude (7) montre que les deux méthodes donnent des résultats très concordants à condition d'être employées suivant un protocole constant et régulier.

b) Résultats

Le graphique IV traduit l'évolution des densités de population dans le gîte d'expérience et dans le gîte témoin, obtenues en utilisant les deux méthodes précédentes lesquelles donnent des résultats très semblables.

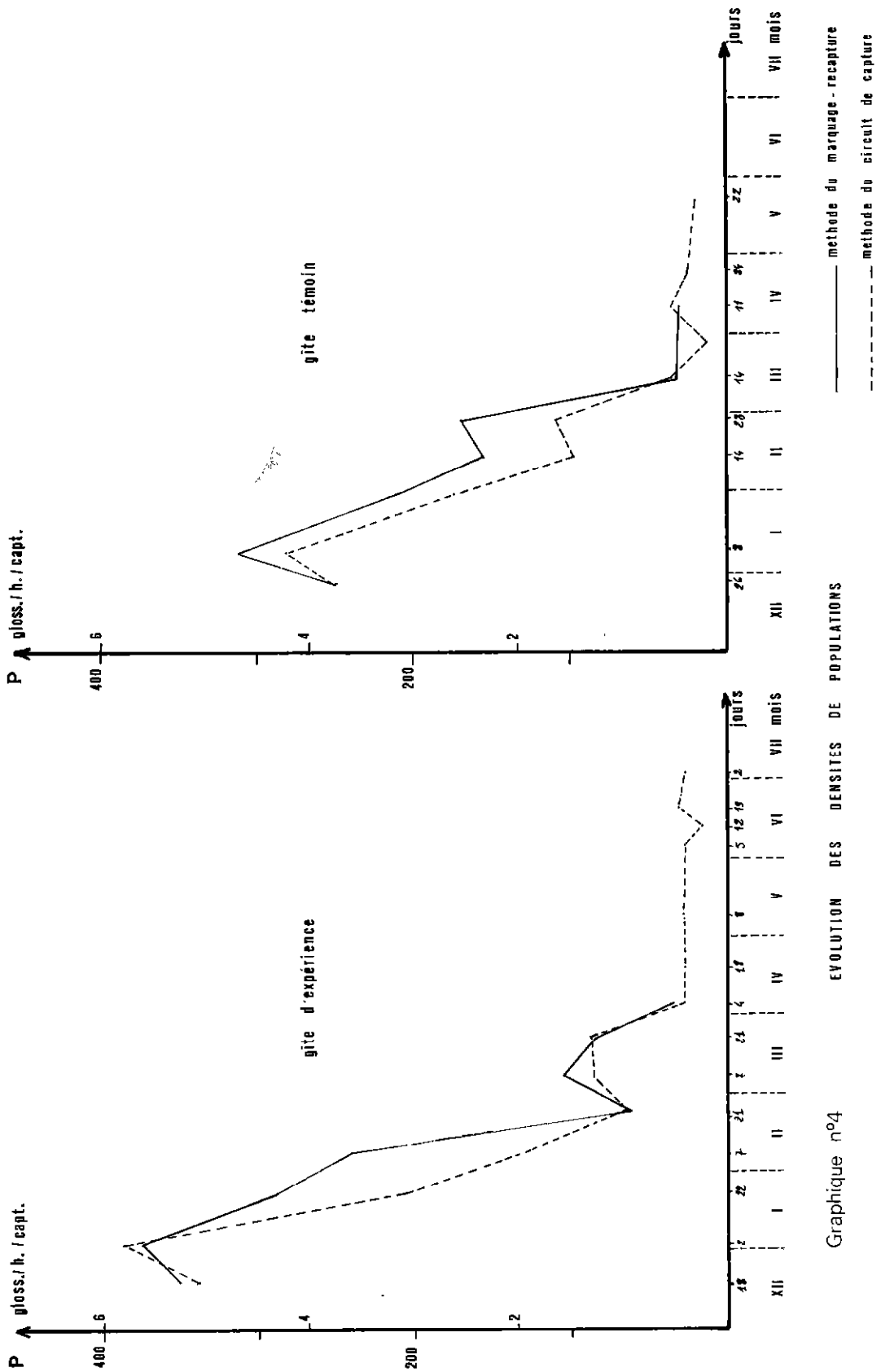
— Gîte d'expérience : en décembre-janvier, la population croît en densité pour atteindre un maximum au début janvier; elle décroît ensuite très rapidement en février-mars, et demeure à un niveau bas et constant en avril, mai, juin, juillet.

— Gîte témoin : on notera que la population est quantitativement moins importante, mais qu'elle suit une évolution tout à fait semblable.

A un maximum atteint dans la première quinzaine de janvier fait suite une décroissance rapide de la population dans le mois suivant avec stabilisation à un bas niveau en avril, mai, juin.

c) Discussion

On a souligné, dans la description précédente des gîtes, que la sécheresse exceptionnelle avait



Graphique n°4 EVOLUTION DES DENSITES DE POPULATIONS

fortement marqué le biotope à *G. tachinoides* sur les berges du fleuve.

— Le gîte témoin a particulièrement souffert (8) en subissant des dégradations répétées par l'homme et le bétail notamment; de part sa superficie réduite, les conséquences, dues au climat sévère, ont été d'autant plus graves pour la survie de la population qu'il abrite.

— Le gîte d'expérience beaucoup plus vaste n'a subi aucune dégradation.

De fortes contraintes climatiques se sont donc exercées sur ces deux gîtes, dont l'un a été fortement dégradé (gîte témoin) et l'autre a reçu des mâles stériles pendant 4 mois 1/2.

Or, dans les deux cas, les populations ont suivi une évolution sensiblement égale. Il est donc difficile de séparer ce qui revient au climat et ce qui est l'effet des mâles stériles dans le gîte d'expérience, puisque le témoin n'est pas resté dans son état naturel.

Ce qui est certain, c'est que dans le gîte d'expérience, plus grand, mieux protégé et non dévasté, la population chute considérablement. Si on se reporte 48 jours après le premier lâcher, délai au bout duquel l'influence des mâles stériles peut être sensible, on peut estimer que la portion de courbe postérieure au 16 mars reflète une action des mâles stériles sur la densité de la population sauvage.

Les mâles stériles ont certainement une part dans l'évolution observée, mais leur incidence est difficilement appréciable, car elle reste profondément associée aux effets du climat.

L'apport de mâles stériles, relativement à la population sauvage a été important; ils ont toujours dominé en quantité une population sauvage que les fortes températures ont fait décroître régulièrement. De part leur nombre, ils ont été largement compétitifs; toutefois, l'efficacité de la méthode ne sera réelle que si, à la compétitivité de nombre se joint la compétitivité sexuelle, qui aboutit à une infécondité croissante de la population femelle. Elle demeure une preuve de l'action des mâles stériles sur l'évolution de cette population sauvage.

3. Contrôle de la fertilité des femelles

L'arrivée des premières pluies rendant difficile tout accès aux gîtes, on a récolté dans chacun d'eux le plus de femelles possible au

cours des dernières captures, afin de déceler un effet des mâles stériles sur leur fertilité.

Il a été difficile de rassembler un grand nombre de femelles, les tornades perturbant la régularité des captures, les proportions de femelles prises restant faibles par rapport aux mâles, et les densités dans les deux gîtes étant très basses à ce moment.

On a cependant pu réunir un groupe de 8 femelles dans le gîte témoin et un autre de 14 femelles dans le gîte d'expérience.

Ces femelles ont été placées, individuellement, dans des cages Roubaud à mailles très fines afin que les larves produites ne puissent les traverser.

Les cages sont maintenues dans les gîtes à l'endroit jugé le mieux protégé, le but étant de les maintenir dans le microclimat le plus favorable.

Elles sont nourries une fois par jour et gardées en observation jusqu'à la première ponte enregistrée ou alors jusqu'au 30^e jour environ.

Les résultats obtenus sont les suivants :

— Gîte témoin :

Sur 8 femelles observées, une est morte presque immédiatement tandis que toutes les autres ont pondu à des délais variant de 4 à 8 jours après leur mise en cage.

La fertilité de ces femelles peut être considérée comme totale.

— Gîte d'expérience :

Sur 14 femelles observées :

- 1 est morte rapidement 2 jours après l'observation;

- 5 sont mortes à des délais de 4 j, 8 j, 15 j, 16 j, 22 j, après le début de l'observation; il s'agit de femelles adultes (d'après l'usure des ailes); leur abdomen est demeuré plat et ne recèle la présence d'aucune larve prête à être expulsée. Elles sont à considérer comme stériles;

- 4 sont restées en observation plus de trois semaines sans produire de pupes;

- 4 ont produit une puce chacune aux délais de 3 j, 5 j, 12 j, 13 j après leur mise en cage.

Ces chiffres, bien que réduits, indiquent une forte perturbation des productions de pupes

chez les femelles du gîte d'expérience par rapport à celles du gîte témoin. L'échantillonnage, reposant sur 5 séances de captures pour chacun des gîtes, peut être considéré comme représentatif; il révèle que dans le gîte receveur de mâles stériles, 9 femelles sur 13 sont demeurées stériles.

CONCLUSION

Au cours de la saison sèche 1973, on a mis à profit l'isolement naturel d'une population de faible densité de *Glossina tachinoides* dans un gîte bordant le Logone, la sécheresse empêchant tout accroissement de cette dernière.

Dans ce lieu, on a lâché 4.625 mâles stériles en 16 séances sur une durée de 5 mois. Leur pouvoir de dispersion a été confirmé et une meilleure longévité dans les conditions naturelles a été obtenue; elle est le résultat de lâchers fractionnés aux endroits les mieux protégés du gîte, ainsi que d'une irradiation gamma ménagée (10.000 rads).

Des dégradations imprévues dans un autre gîte considéré comme témoin n'ont pas permis, par comparaison, de mesurer l'impact exact des mâles stériles dans le gîte dit d'expérience, dont la densité de population a chuté considé-

ablement. Cette décroissance résulte de conditions climatiques sévères, mais aussi d'un effet des mâles stériles si l'on en juge par le haut pourcentage de stérilité rencontré chez les femelles sauvages mises en observation.

L'action des mâles stériles a été fortement favorisée par la sécheresse qui a fait baisser la densité de population sauvage et a instauré un rapport de nombre nettement à leur avantage. Un sex-ratio stérile : fertile supérieur à 10 : 1 semble indispensable. Cette compétitivité de nombre autorise alors un fléchissement du taux de fertilité des femelles sauvages.

La durée d'expérimentation (7 mois) dont seulement 5 mois de lâchers, liée à l'isolement passager du gîte et aux facultés d'accès, est trop courte; 12 mois semblent un minimum indispensable à l'éradication d'une population de faible densité d'après les modèles théoriques (15).

Cette observation a confirmé certains points de comportement; elle souligne à nouveau les difficultés d'un travail suivi dans le milieu naturel et apporte quelques compléments d'information sur l'utilisation de la méthode du mâle stérile dans la lutte contre les glossines chez *Glossina tachinoides*.

SUMMARY

Release of sterile males of *Glossina tachinoides* West. in natural area of low density (Bas-Logone, Cameroon)

Glossina tachinoides adult males, bred in Maisons-Alfort (France) and exposed between 7 600 to 10 650 rads of gamma rays in Saclay (France) were dispatched by air mail to N'Djamena (Chad) between February and June 1973, in order to be released, after marking, in several places of a natural area in Logone river-side.

Because of an exceptional dryness, the number of wild flies, in this area being slow, the quantity of released sterile males could be high, the proportion sterile males/wild males being during all the period on an average of 2,8/1, the average longevity of sterile males has been of 6,5 days against 8 days for wild males. Behaviour of sterile males is the same as that of wild males.

Though another area, used as control was strongly damaged by man and animals, which does not permit to measure exactly the effect of released sterile males in an experiment-area, however, we may estimate that from mid-March, the fall of density in wild population is partly due to sterile males presence. This is confirmed after observation of wild females, captured in both areas: 69 p. 100 of females captured in the experiment area had not any offspring during the 3 weeks of observation. On the contrary, each female belonging to the control area produced one pupa in the 8 days following their capture.

RESUMEN

Sueñas de machos esteriles de *Glossina tachinoides* West. en un sitio natural poco poblado (Bajo Logone, Camerún)

Se enviaron cada semana por avión en N'Djamena (Fort-Lamy), Chad, entre febrero y junio de 1973, machos adultos de *G. tachinoides*, criados en Maisons-Alfort e irradiados con 7.600 a 10.650 rads en Saclay (Francia), con el objeto de soltarlos despues de marcado, en varios lugares de un sitio natural de las riberas del rio Logone.

Como consecuencia de una sequía excepcional, la población de moscas salvajes siendo poco importante, se pudo soltar un número elevado de machos esteriles; durante todo el periodo de las sueltas, la razon machos esteriles/machos salvajes ha sido de 2,8/1.

Fué de 6,5 dias la longevidad media de los machos esteriles, y de 8 dias la de los machos salvajes.

Los machos esteriles mostraron un comportamiento idéntico al de los machos salvajes.

Aunque un otro sitio testigo poblado de moscas fuera degradado por el hombre y los animales, lo que no permitió apreciar exactamente el efecto de las sueltas de machos esteriles en el sitio de experiencia, sin embargo se estima que, desde a mediados de marzo, la presencia de machos esteriles fué causa de la disminuci3n del número de la población salvaje; lo que parece confirmado por la observaci3n de las hembras salvajes capturadas en los dos sitios: 69 p. 100 de las hembras capturadas en el sitio de experiencia no tuvieron descendencia durante tres semanas de observaci3n, mientras que todas las hembras del sitio testigo produjeron una pupa durante los ocho dias despues de su captura.

BIBLIOGRAPHIE

1. AILAM (G.), GALUN (R.). Optimal sex ratio for the control of insects by the sterility method. *Ann. ent. Soc. Am.*, 1967, **60** (1): 41-43.
2. AZEVEDO (J. Fraga de), SANTOS (A.M.T. dos). Evolution des muscles thoraciques chez *Glossina morsitans* élevée au laboratoire. Criação da mosca tsetse em laboratorio e sua aplicação prática, 1er Symposium International Lisbonne, 1970: 287-298.
3. CUISANCE (D.). Quelques aspects du comportement des mâles stériles de *G. tachinoides* West. lâchés dans les conditions naturelles; leur incidence sur l'utilisation de la méthode du mâle stérile, 8e Conférence technique, O.C.E.A.C., Yaoundé (Cameroun), 28 février - 3 mars 1973.
4. CUISANCE (D.), ITARD (J.). Comportement de mâles stériles de *G. tachinoides* West. lâchés dans les conditions naturelles — environs de Fort-Lamy (Tchad). I. Transport, lâchers, rythme d'activité, action sur la population sauvage. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1973, **26** (1): 55-76.
5. CUISANCE (D.), ITARD (J.). Comportement de mâles stériles de *G. tachinoides* West. lâchés dans les conditions naturelles — environs de Fort-Lamy (Tchad). II. Longévité et dispersion. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1973, **26** (2): 169-186.
6. CUISANCE (D.), ITARD (J.). Comportement de mâles stériles de *G. tachinoides* West. lâchés dans les conditions naturelles — environs de Fort-Lamy (Tchad). III. Lieux et hauteurs de repos; comportement alimentaire. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1973, **26** (3): 339-347.
7. CUISANCE (D.). Appréciation comparée de la densité d'une population isolée de *G. tachinoides* West. par deux méthodes classiques: le circuit de capture et les marquages-recaptures. (A paraître.)
8. CUISANCE (D.). Evolution sous l'action de la sécheresse d'une population isolée de *G. tachinoides* West. (région du Bas-Logone, Tchad). (A paraître.)
9. CURTIS (C.F.) et LANGLEY (P.A.). Sex-ratio distortion and semi-sterility in the progeny of irradiated *Glossina morsitans*. *Genet. Res., Camb.*, 1973, **21**: 153-165.
10. DAME (D.A.), FORD (H.R.). Multiple mating of *Glossina morsitans* West. and its potential effect on the sterile male technique. *Bull. ent. Res.*, 1968, **58** (2): 213-219.
11. DAME (D.A.), BIRKENMEYER (D.R.), BURSSELL (E.). Development of the thoracic muscle and flight behaviour of *Glossina morsitans orientalis* Vanderplank. *Bull. ent. Res.*, 1969, **55**: 345-350.
12. DAME (D.A.), SCHMIDT (C.H.). The sterile-male technique against tsetse flies, *Glossina* spp. *Bull. ent. Soc. Amer.*, 1970, **16** (1): 24-30.
13. DEAN (G.J.W.), DAME (D.A.), BIRKENMEYER (D.R.). Field cage evaluation of the competitiveness of male *Glossina morsitans orientalis* Vanderplank sterilised with tepa or gamma irradiation. *Bull. ent. Res.*, 1969, **59** (2): 339-344.
14. EVENS (F.). Some aspects of the irradiation of tsetse flies by means of the sterile male technique. Criação da mosca tsetse em laboratorio e sua aplicação prática, 1er Symposium International Lisbonne, 1970: 385-391.
15. F.A.O./I.A.E.A. Division of Atomic Energy in Food and Agriculture (Vienna). Application of sterility principle for tsetse fly suppression (Review of a panel). *Atomic Energy Review*, 1972, **10** (1): 101-130.
16. FINELLE (P.). Lutte contre les glossines par la méthode du mâle stérile. Colloque Elevage, O.C.A.M., Fort-Lamy, décembre 1969: 174-177.
17. FORD (J.). The practical application of sterile male control techniques. Criação da mosca tsetse em laboratorio e sua aplicação prática, 1er Symposium International Lisbonne, 1970: 393-396.
18. GRUVEL (J.). Observations écologiques concernant *Glossina tachinoides* dans la région du Bas-Chari. Criação da mosca tsetse em laboratorio

- e sua aplicação prática, 1^{er} Symposium International Lisbonne, 1970, 445-454.
19. GRUVEL (J.). Orientation des études écologiques en vue de l'application de la méthode du mâle stérile dans la lutte contre les glossines de l'espèce *G. tachinoides* West. 39^e Session générale de l'O.I.E., Paris, 24-29 mai 1971, document n° 204.
 20. ITARD (J.). Stérilisation des mâles de *Glossina tachinoides* West. par irradiation aux rayons gamma. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, **21** (4) : 479-491.
 21. ITARD (J.). Difficultés de la lutte contre les trypanosomes et leurs vecteurs. Colloque Elevage, O.C.A.M., Fort-Lamy, décembre 1969 : 152-157.
 22. ITARD (J.). Elevage, cytogénétique et spermatogénèse des insectes du genre *Glossina*. Stérilisation des mâles par irradiation gamma. *Ann. Parasit.*, Paris, 1971, **46** (3 bis) : 35-66.
 23. ITARD (J.). Techniques d'élevage des Glossines. Perspectives offertes pour l'utilisation de la méthode de lutte par lâchers de mâles stériles. 39^e Session générale de l'O.I.E., Paris, 24-29 mai 1971, Doc. n° 200.
 24. ITARD (J.). Stérilisation par irradiation gamma de mâles adultes de Glossines. Irradiation à faibles doses (4.000 à 6.000 rads) de mâles adultes de *G. tachinoides*. I.S.C.T.R., 13^e réunion, Lagos, 1971, Publication n° 105 : 321-324.
 25. ITARD (J.), MAILLOT (L.). Les élevages de glossines à Maisons-Alfort (France). Criação da mosca tsetse em laboratorio e sua aplicação prática, 1^{er} Symposium International Lisbonne, 1970, 125-136.
 26. KNIPLING (E.F.). The potential role of the sterility method for insect population control with special reference to combining this method with conventional methods. U.S.D.A., ARS 1964; 33-98, 54 p.
 27. KOLBE (F.F.). The tsetse fly killer or conservator? *Animals*, London, 1972, **14** (4) : 148-150.
 28. MOUCHET (J.). La stérilisation par les moyens physiques et chimiques et son utilisation dans la lutte contre les insectes. *Ann. Parasit. hum. comp.*, 1971, **46** (3 bis) : 67-89.
 29. NASH (T. A. M.), JORDAN (A. M.), TREWERN (M. A.). Mass rearing of tsetse flies (*Glossina* spp.): Recent advances. Symposium on the sterility principle for insect control or eradication. Athènes (Grèce), 14-18 septembre 1970. Vienne, I.A.E.A., 1971 : 99-110.
 30. PATTERSON (S. R.), FORD (H. R.), LOFGREN (C. S.), WEIDHAAS (D. E.). Sterile males: their effect on an isolated population of mosquitoes. *Mosquito News*, 1971, **30** (1) : 23-27.
 31. PINHAO (R. da Costa). The mathematics of the utilization of the sterile males method of control of tsetse flies. Criação da mosca tsetse em laboratorio e sua aplicação prática, 1^{er} Symposium International Lisbonne, 1970, 397-401.
 32. Région de Recherches vétérinaires et zootechniques de l'Afrique Centrale — Laboratoire de Farcha — Rapports Annuels 1970-1971.
 33. SIMPSON (H. R.). The effect of sterilized males on a natural tsetse fly population. *Biometrics*, 1958, **14** (1) : 159-173.
 34. TIBAYRENC (R.), ITARD (J.), CUISANCE (D.). Marquage des glossines par des substances fluorescentes. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, **24** (2) : 277-286.
 35. WEIDHAAS (D. E.), LABRECQUE (G. C.), LOFGREN (C. S.), SCHMIDT (C. H.). Insect sterility in population dynamics research. *Bull Wild. Hlth. Org.*, 1972, **47** : 309-315.