

MALES STERILES DE Glossina tachinoides West. LACHES DANS DEUX GITES NATURELS: RESULTATS, PERSPECTIVES

D. CUISANCE*, J. ITARD**

Institut d'élevage et de médecine
vétérinaire des pays tropicaux

Abstract-Résumé

774 52 774

RELEASES OF Glossina tachinoides West. MALES AT TWO NATURAL BREEDING SITES: RESULTS AND PROSPECTS.

Sterile-male releases of Glossina tachinoides were made during the dry seasons in 1972 and 1973, at breeding sites along the Chari and Logone rivers. The high density of wild flies at the first site makes it impossible to determine the effect of the releases (7000 males sterilized with 15 000 rad). With regard to the batches irradiated to a greater or lesser extent, it can be said that the factors of "rearing" and "travel" reduce the flying ability of the insects and disrupt their natural rhythm during the first few days: their average lifetime is reduced to 4.8 d; and the "irradiation" factor reduces the maximum lifetime to 12 d - less than half the value for unirradiated males (28 d). The sterile males disperse over the same parts of the breeding ground and seek out the same ecological conditions for survival, but do so at a much slower pace. Their resting places during the day and night are the same, as is the elevation of the refuge points. The sterile males acquire feeding habits similar to those of the wild insects, though not until the sixth day after release.

Releases carried out at the second site (4625 males sterilized with 10 000 rad) confirm the behavioural characteristics already discussed. Better performance (longevity) is obtained by making a number of releases at the most effectively protected spots and by reducing the radiation dose. Deterioration of the control site makes it impossible, by comparison, to measure the precise effect of the sterile males at the experimental breeding site, where the population is decreasing. That the sterile males do exert an influence is evident from the high percentage of sterility found in the females under observation. In view of the limitations observed during the first experiment, certain modifications were made in the second test in order to cut down as far as possible the phase required for adaptation of the released insects. The results suggest certain comments as to possible solutions and indications for use of the sterile-male technique as applied to G. tachinoides under natural conditions.

MALES STERILES DE Glossina tachinoides West. LACHES DANS DEUX GITES NATURELS: RESULTATS, PERSPECTIVES.

Des lâchers de mâles stériles de Glossina tachinoides ont été effectués au cours des saisons sèches de 1972 et 1973 dans des gîtes riverains des fleuves Chari et Logone. La densité élevée de glossines sauvages dans le premier gîte ne permet pas d'observer un effet des lâchers effectués (7000 mâles stérilisés à 15 000 rad). Par comparaison avec des lots plus ou moins irradiés, on note que les facteurs «élevage, voyage» abaissent leur capacité d'envol et perturbent leur rythme d'activité durant les premiers jours: ils raccourcissent la durée de survie moyenne (4,8 j). Le facteur «irradiation» diminue la survie maximale (12 j): elle est plus de deux fois inférieure à celle des mâles sauvages (28 j). Les mâles stériles se dispersent dans les mêmes zones géographiques du gîte et recherchent les mêmes conditions écologiques pour leur survie, mais le font de façon beaucoup plus lente. Les lieux de repos diurnes et nocturnes sont identiques et les hauteurs de ces points-refuges sont égales. Les mâles stériles acquièrent un comportement alimentaire comparable à celui des mâles sauvages, mais seulement vers le sixième jour après le lâcher.

Les lâchers effectués dans le deuxième gîte (4625 mâles stérilisés à 10 000 rad) confirment les aspects du comportement déjà signalés. De meilleures performances (longévité) sont obtenues en fractionnant les lâchers aux lieux les mieux protégés et en abaissant la dose d'irradiation. Des dégradations dans le gîte témoin ne permettent pas de mesurer par comparaison l'influence exacte des mâles stériles dans le gîte d'expérience dont la population baisse. Un effet des mâles stériles est certain, si on considère le haut pourcentage de stérilité rencontré chez les femelles mises en observation. Compte tenu des contraintes

* Laboratoire de recherches vétérinaires de Farcha, N'Djaména, Tchad.

** Maisons-Alfort, France.

observées au cours de la première expérience, certains palliatifs ont été utilisés dans la seconde afin d'écourter au maximum la phase d'adaptation de l'insecte lâché. Les résultats notés suggèrent quelques remarques sur les solutions à envisager et sur les indications de l'utilisation de la méthode de lâcher de mâles stériles de G. tachinoïdes dans les conditions naturelles.

INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, des études régulières ont permis d'approfondir l'écologie de Glossina techinoïdes dans la région du Bas-Chari et du Bas-Logone [1, 2]. Dans un certain nombre de gîtes riverains, la dynamique des populations a pu ainsi être appréciée, en particulier la distribution de ces dernières et leurs fluctuations saisonnières. Cette région du Tchad est caractérisée par une pluviométrie réduite pendant trois mois et par une saison sèche très longue. Cette dernière favorise le regroupement des glossines qui se concentrent dans des îlots de végétation dense que l'on appelle gîtes, où les populations sont isolées pendant les mois chauds.

Au laboratoire, de grands progrès ont été réalisés en matière d'élevage en masse de ces insectes [3, 4]; de nombreuses données ont été fournies sur la stérilisation des mâles de Gl. tachinoïdes en particulier [5-7], et sur leur compétitivité [5]. Ces données demandaient à être confirmées sur le terrain. Mettant à profit l'isolement naturel de populations de Gl. tachinoïdes bien connues, des lâchers ont été effectués régulièrement pendant la saison sèche de 1972 dans un gîte riverain du fleuve Chari ainsi qu'au cours de la saison sèche de 1973 dans un gîte bordant le fleuve Logone.

Les résultats de ces deux séries d'observations sont ici présentés ainsi que quelques conclusions sur les perspectives d'utilisation de la méthode du lâcher de mâles stériles, compte tenu des données acquises.

1. RESULTATS

1.1. Observations faites au cours de la saison sèche de 1972 [8-10]

1.1.1. Lieux d'expérience

Les lâchers ont eu lieu dans le parc national de Kalamaloué à une vingtaine de kilomètres de N'Djaména (ex Fort-Lamy) où deux gîtes particulièrement isolés et d'accès facile ont été retenus.

— Situation

Ces deux îlots de végétation dense s'étirent au bord du Chari (950 m × 100 m) pour le premier, au bord du Serbewel, son défluent (1200 m × 100 m), pour le second. Distants d'environ 4 km, l'un sert de gîte d'expérience, l'autre de gîte témoin.

— Dynamique des populations dans ces gîtes

La population s'installe en saison sèche et fraîche. Avec le début de la saison sèche et chaude, les glossines, dispersées dans la réserve,

TABLEAU I. BILAN AU MOMENT DU LACHER (1972)

Comportement des glossines au lâcher	Glossines irradiées à 15 000 rad (%)	Glossines sauvages (%)
Envol	80,7	86,4
Tombées au sol	9,3	2,3
Mortes	8,9	10,0

se regroupent dans ces gîtes où elles trouvent dans la végétation ripicole dense une protection contre les rigueurs climatiques de cette saison. La population croît rapidement en densité pour atteindre un maximum en avril et décroît lentement jusqu'aux pluies.

Dans ces deux gîtes, la densité en glossines est élevée: 6000 glossines en moyenne dans le gîte d'expérience, 8000 glossines dans le gîte témoin (méthode de marquage-recapture appliquée toutes les semaines).

1.1.2. Comportement au lâcher

- Irradiation

Agés de 2 à 10 jours, les mâles issus de l'élevage de Maisons-Alfort [3, 4] sont soumis au rayonnement gamma d'une bombe au cobalt à la dose de 15 000 rad.

- Conditions de transport

Placés dans des boîtes isothermes, ils sont expédiés par voie aérienne et arrivent au Tchad dans les 10 heures qui suivent. Ils sont acheminés dans les gîtes en voiture puis en bateau (durée: 1 h).

- Alimentation

Dès l'arrivée, les glossines sont nourries sur lapin avant d'être marquées puis lâchées.

- Marquage

Chaque mâle reçoit sur la partie supérieure du thorax une petite tache de gouache acrylique dont la couleur change à chaque séance de lâcher.

- Bilan au moment du lâcher

9572 mâles ont été expédiés de Maisons-Alfort. Ils étaient tous irradiés à 15 000 rad à l'exception d'un lot de 197 individus irradiés à 6000 rad et 317 non irradiés. Chaque lâcher de glossines d'Alfort s'accompagnait d'un lâcher de glossines sauvages capturées dans le gîte la veille du lâcher, afin de comparer le comportement respectif de chaque lot. Douze séances de

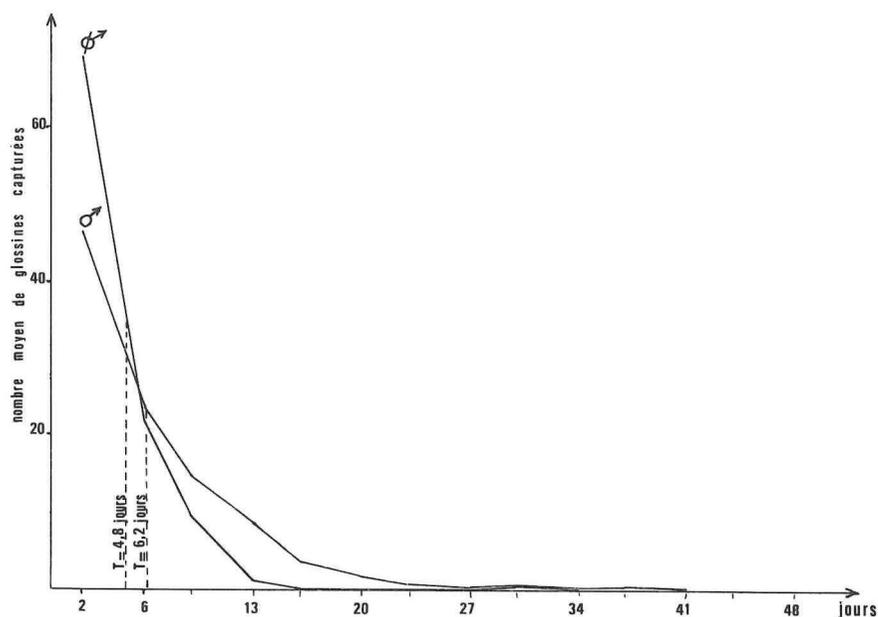


FIG. 1. Courbes de survie des mâles stériles et des mâles sauvages (capture moyenne après différents délais).

lâchers ont ainsi eu lieu en un seul point du gîte; 300 à 500 mâles ont été libérés toutes les semaines de février à mai.

Les facteurs «élevage, voyage» abaissent le pourcentage d'envol (moindre vigueur, ailes anormales ou abîmées); ils sont sans effet sur le taux de mortalité comparativement aux glossines sauvages (tableau I).

Par comparaison entre eux des lots irradiés à des doses variables, on observe que le facteur «irradiation» abaisse le pourcentage d'envol (moindre vigueur) mais n'entraîne aucune mortalité anormale.

Ces trois facteurs agissent en commun pour handicaper légèrement, au lâcher, les glossines importées et en particulier les mâles stériles.

1.1.3. Comportement dans le gîte

— Rythme journalier d'activité

Des captures régulières ont permis de calculer le pourcentage horaire de glossines lâchées retrouvées, c'est-à-dire, d'apprécier la façon dont les glossines se mobilisent au long de la journée pour venir piquer les captureurs.

Le transport et les manipulations (contention, marquage, etc.) perturbent légèrement le rythme d'activité des glossines lâchées (saison sèche et fraîche), au moins pendant les 48 premières heures. Le facteur «élevage» semble responsable d'un optimum thermique d'activité plus bas chez les mâles stériles (27°C) que chez les mâles sauvages (31°C); la température des salles d'élevage est en effet de 25°C.

TABLEAU II. DISTANCES MOYENNES PARCOURUES A PARTIR DU POINT DU LACHER (en mètres)

	Délai de recapture			
	2 j	6 j	9 j	13 j
Mâles stériles	61,75	104,54	144,96	188,00
Mâles sauvages	99,47	121,35	114,22	116,37

La comparaison des lots plus ou moins irradiés n'a pas révélé de différences entre eux; le facteur «irradiation» est sans effet.

— Longévité

Après la vigueur sexuelle, la longévité conditionne en grande partie la compétitivité des mâles stériles. Des recaptures régulières sont faites après chaque lâcher au bout de 2, 6, 9, 13, 16, 20, 23 ... jours.

Durée de survie moyenne ou longévité de groupe. Si on appelle «période» le temps au bout duquel la population a décru de moitié, on note que les mâles stériles ont une longévité moyenne de 4,8 j, inférieure à celle des mâles sauvages (6,2 j) lâchés en même temps qu'eux. La décroissance est rapide pour les mâles stériles alors qu'elle est lente pour les mâles sauvages (fig. 1).

Les facteurs «élevage, voyage» sont responsables de cette longévité moyenne inférieure à celle des mâles sauvages, le facteur «irradiation» étant sans effet par comparaison avec les autres groupes.

Durée de survie maximale ou longévité individuelle. Par les recaptures régulières on obtient une évaluation assez bonne de la durée maximale après les lâchers au bout de laquelle il est possible de capturer encore un individu marqué. Il s'agit des individus qui se sont le mieux adaptés et qui ont vécu le plus longtemps: mâles stériles: 12,1 j (1 cas à 30 j); mâles sauvages: 28,4 j (1 cas à 41 j).

Les mâles stériles ont une longévité maximale plus de deux fois inférieure à celle des mâles sauvages et celle-ci baisse lorsque le taux d'irradiation augmente.

Avec la saison chaude, les longévités baissent nettement chez les mâles stériles; elles restent constantes chez les mâles sauvages.

— Dispersion

Vitesse et étendue de la dispersion (tableau II). Les mâles stériles se dispersent moins vite que les mâles sauvages pendant les deux premiers jours; la dispersion devient semblable vers le sixième jour. Cette capacité moindre à se diluer dans le gîte est due au manque de vigueur déjà signalé ainsi qu'à l'état des ailes, l'élevage et le transport en cage provoquant l'usure prématurée de celles-ci.

TABLEAU III. HAUTEURS MOYENNES DE REPOS DIURNE SUR LES TRONCS DE Morelia senegalensis (en centimètres)

	15 h	16 h
Mâles stériles	50,92 ± 5,16	35,28 ± 5,00
Mâles sauvages	46,46 ± 6,70	38,22 ± 8,95

Zones de dispersion. Cinq zones ont été définies dans le gîte et on a comparé les fractions de glossines d'élevage et de glossines sauvages qui y étaient respectivement capturées. La distribution géographique est identique et les deux catégories de glossines peuplent en même proportion les mêmes parties du gîte, qui sont celles les mieux protégées. Bien que numériquement réduits les lâchers de glossines plus ou moins irradiées autorisent les mêmes conclusions.

Variation de la dispersion dans le gîte. Avec l'élévation de température au cours de la saison sèche et les passages d'animaux sauvages (éléphants), la végétation s'éclaircit dans certaines zones du gîte et les mâles stériles, comme les mâles sauvages, respectent les déplacements saisonniers en se réfugiant dans les lieux les mieux protégés (végétation dense des zones les plus basses).

— Lieux et hauteurs de repos

Ces observations se sont déroulées en espace limité dans une grande cage de 6 m de haut et 30 m de périmètre entourant un bosquet de Morelia senegalensis dans un biotope riche en G. tachinoides. Un lot de 420 glossines sauvages est prélevé dans le gîte puis marqué (gouache acrylique fluorescente) et lâché en même temps qu'un lot de mâles irradiés également marqués, au nombre de 859. Tous sont nourris avant le lâcher qui a lieu aux heures très chaudes (14 h).

Observations diurnes. Du fait des fortes températures, les glossines se réfugient sur les troncs de Morelia. Le fait est habituellement observé pour les glossines sauvages. Les mâles stériles, réagissant à ces conditions climatiques, adoptent des lieux de repos identiques.

Deux mesures des hauteurs de repos sont faites à 15 h et à 16 h (tableau III). Il n'y a aucune différence significative entre les hauteurs enregistrées. Le comportement des mâles stériles et des mâles sauvages est le même dans le choix et la hauteur des lieux de repos aux heures chaudes.

Observations nocturnes. La détection de nuit des glossines marquées est relativement aisée grâce à l'usage d'une lampe portative à rayonnement ultra-violet qui rend particulièrement visible la petite tache de gouache.

Au crépuscule, mâles stériles et mâles sauvages cherchent en fort pourcentage à sortir de l'espace limité de la cage et se retrouvent sur le

TABLEAU IV. HAUTEURS MOYENNES DE REPOS NOCTURNE
(en centimètres)

	Sur <u>Morelia</u>	Sur grillage
Mâles stériles	195,00 ± 28,00	82,49 ± 8,38
Mâles sauvages	216,66 ± 48,00	132,20 ± 42,83

grillage de celle-ci tandis que le restant gagne les parties supérieures de la végétation (Morelia).

La mesure des hauteurs de repos nocturne (tableau IV) montre qu'il n'existe aucune différence significative entre les mâles stériles et les mâles sauvages. Par contre, les hauteurs d'arrêt sur le grillage sont plus faibles chez les mâles stériles que chez les mâles sauvages (moindre vigueur, usure des ailes, etc.).

- Comportement alimentaire

Etat de réplétion des glossines au repos. 62% environ des mâles stériles au repos sont gorgés, contre 50% des mâles sauvages. Peu dispersés les premiers jours, les mâles stériles se nourrissent plus volontiers sur l'équipe de captureurs qui pénètre dans le gîte et vient à leur portée.

Choix des hôtes nourriciers. Les méthodes sérologiques permettant d'identifier l'origine du repas de sang chez la glossine montrent que le choix des hôtes nourriciers des mâles stériles est très différent de celui des mâles sauvages pendant les 48 premières heures. Il s'en rapproche lentement dans les jours suivants et devient identique vers le sixième jour; il est alors le suivant: bovidés (Guib harnaché): 69,23%; primates (homme): 15,38%; suidés (phacochère): 7,69%; reptiles (varans): 7,69%.

Du fait d'une faible dispersion les premières heures, les mâles stériles sollicitent surtout les captureurs qui pénètrent dans le gîte. Mieux répartis ensuite dans le gîte, leur source principale de nourriture devient la faune sauvage (fig. 2).

1.1.4. Efficacité

Cette dernière résulte de la compétitivité que les mâles stériles peuvent soutenir vis-à-vis des mâles sauvages. Elle est la conséquence de leur vigueur mais aussi de leur nombre relatif.

Après douze lâchers, aucune modification de la densité et de la composition de la population du gîte receveur n'a pu être observée; ceci est attribuable en grande partie aux quantités insuffisantes de mâles stériles lâchés dans une population naturelle de très forte densité où ils se retrouvent dans un rapport de 0,1 μ /1 σ .

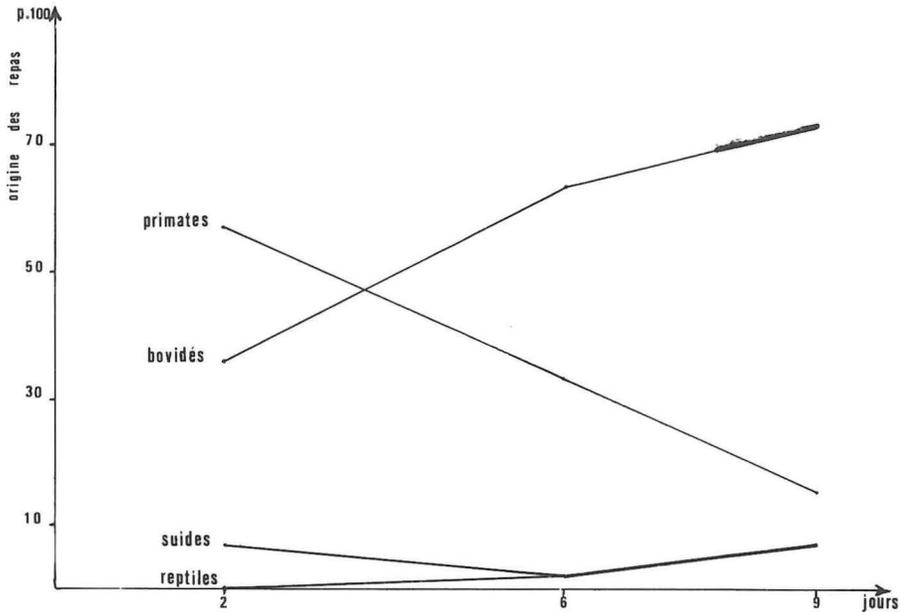


FIG. 2. Evolution de l'origine des repas de sang des mâles stériles avec le temps.

1. 2. Observations faites au cours de la saison sèche de 1973 [11]

1. 2. 1. Lieux d'expérience

Deux gîtes ont été retenus sur les berges du fleuve Logone à 30 km au sud de N'Djaména, l'un servant de gîte d'expérience, l'autre de gîte témoin. Leur aspect et leur composition végétale sont identiques à ceux précédemment décrits; ils s'étirent en fuseau de 600 m × 100 m pour le premier, 300 m × 70 m pour le second, et sont bien isolés.

La dynamique des populations naturelles qu'ils abritent est semblable à celle décrite, mais on souligne ici que la sécheresse anormale a précipité cette évolution (concentration plus précoce des glossines) et a surtout provoqué une chute de densité importante. Les conditions climatiques exceptionnelles ont mis à notre disposition deux populations de G. tachinoides isolées, accessibles et de faible densité (elle est estimée à 300 glossines environ pour chaque gîte).

1. 2. 2. Comportement au lâcher

— Irradiation

A la suite d'une exposition de 30 minutes au rayonnement gamma, la dose reçue par les mâles, âgés de 1 à 6 jours, est de 7600 à 10 000 rad; elle assure une stérilité à 95%.

TABLEAU V. BILAN AU MOMENT DU LACHER (1973)

Comportement des glossines au lâcher	Glossines irradiées à 10 000 rad (%)
Envol	68,7
Tombées au sol	14,9
Mortes	16,3

— Conditions de transport, d'alimentation et de marquage

Elles sont identiques à celles de la précédente observation.

— Protocole de lâcher

Les lâchers n'ont plus lieu en un seul point mais en trois, correspondant aux endroits les mieux protégés et les plus denses en glossines sauvages.

Seize lâchers s'étalent sur quatre mois et demi à un rythme hebdomadaire à peu près respecté, sauf au mois de mars (grèves).

Sur 6727 mâles reçus, 4625 prennent leur envol normalement.

— Bilan au moment du lâcher (tableau V)

Le taux d'envol (68,7%), plus bas qu'en 1972, est attribuable à la défection des transports aériens entraînant des acheminements prolongés et des lâchers aux heures chaudes.

1.2.3. Comportement dans le gîte

Les résultats de la première observation se confirment ici. On notera en particulier que les mâles stériles peuplent les mêmes zones géographiques du gîte que les mâles sauvages et recherchent les mêmes conditions écologiques pour leur survie en fonction des rigueurs climatiques.

— Longévité

La durée de survie moyenne est supérieure de 2 jours à celle observée en 1972: mâles stériles: 6,5 j; mâles sauvages: 8 j. Ceci est attribuable à la dispersion rapide résultant de lâchers en plusieurs points du gîte qui permettent aux mâles de trouver rapidement un refuge favorable.

La durée de survie maximale est nettement supérieure elle aussi: mâles stériles: 20,3 j (1 cas à 26 j); mâles sauvages: 28,7 j (1 cas à 44 j).

Ces meilleures performances sont dues au fractionnement des lâchers dans les lieux les mieux protégés ainsi qu'à l'usage d'une irradiation ménagée.

TABLEAU VI. EVOLUTION DU TAUX DE MALES STERILES DANS LE GITE EN FONCTION DES QUANTITES LACHEES ET DU RYTHME DES LACHERS

Mois	Nombre de mâles stériles lâchés	Nombre de séances de lâchers	Rapport mâles stériles/ mâles fertiles au moment du lâcher	Rapport mâles stériles/ mâles fertiles dans les jours suivants
février	1053	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	1376	4	12,07/1	8,09/1
juin	733	2	11,63/1	12,15/1

1.2.4. Efficacité

L'objet de cette observation portait principalement sur l'appréciation de l'efficacité des lâchers dans une population dont la densité est devenue naturellement faible sous l'action de la sécheresse.

— Rapport mâles stériles/mâles sauvages

Sur quatre mois et demi qui correspondent à la période des lâchers on trouve en moyenne, lors des captures, 2,8 mâles stériles pour 1 mâle sauvage (0,1 mâle stérile pour 1 mâle sauvage en 1972).

— Evolution du taux de mâles stériles en fonction des lâchers (tableau VI)

Le taux de mâles stériles dans le gîte est important lorsque les fractions lâchées sont très supérieures à la population sauvage. Un rapport au lâcher de 10/1 semble souhaitable.

Il se maintient à un niveau valable si les lâchers sont réguliers, rapprochés (tous les 7 j environ), et demeurent quantitativement importants.

Ces conditions sont impératives et l'inobservation d'une seule d'entre elles fait vite tomber le rapport mâles stériles/mâles sauvages.

— Evolution de la densité de population

A un maximum atteint en janvier fait suite une décroissance rapide dans les mois suivants. Des dégradations imprévues dans le gîte témoin (sécheresse) n'ont pas permis de mesurer l'effet exact des mâles stériles sur la baisse de densité de la population du gîte d'expérience qui résulte en partie de l'effet de conditions climatiques sévères mais certainement aussi de l'action des mâles stériles si on considère le taux de fertilité des femelles sauvages capturées.

— Contrôle de la fertilité des femelles

Sur 8 femelles capturées en fin d'expérience dans le gîte témoin, toutes ont pondu entre le quatrième et le huitième jour suivant leur mise en cage.

Sur 13 femelles du gîte d'expérience, 9 sont demeurées stériles.

Ces chiffres, bien que réduits, indiquent une forte perturbation de la fertilité des femelles sauvages de cette population.

2. PERSPECTIVES

Ces deux séries d'observations sur G. tachinoides permettent de noter un certain nombre de contraintes dans l'utilisation de la méthode du lâcher de mâles stériles. En fonction des données de la première expérience, quelques palliatifs ont été utilisés dans la seconde. L'ensemble permet de proposer quelques solutions et de mieux définir les indications de cette technique particulière.

2.1. Contraintes observées

— L'éloignement du centre de production par rapport au lieu du lâcher semble un inconvénient majeur. Le facteur «voyage» abaisse la vigueur générale des mouches et compromet leur compétitivité.

— La glossine d'élevage paraît se différencier quelque peu de l'insecte sauvage:

- le maintien en cage occasionne une usure prématurée des ailes, voire des anomalies (ailes non dépliées ou atrophiées);
- certains auteurs ont montré qu'une insuffisance de la musculature alaire pouvait se manifester [12] (processus de «domestication»?) [13];
- dans nos observations, l'optimum thermique d'activité des glossines lâchées semble se rapprocher de celui enregistré dans les salles d'élevage et diffère de celui des glossines sauvages.

— Les facteurs «élevage» et «voyage» semblent les plus néfastes: baisse des capacités d'envol, longévité moins grande, dispersion plus faible les premiers jours. Le facteur «irradiation» n'aurait qu'une action de second ordre en abaissant surtout la durée de survie maximale et pour une moindre part la vigueur de l'insecte.

Tous ces facteurs sont responsables d'une phase d'adaptation des mâles stériles qui abaisse leur compétitivité vis-à-vis des mâles sauvages et les rendent vulnérables.

— La méthode exige un minimum de connaissances écologiques de la zone à «traiter» (densité de la population sauvage, dispersion saisonnière, lieux de plus grande concentration, etc.), donc un certain nombre d'investigations [14, 15].

— Dans le cadre de ces observations sur G. tachinoides un lâcher toutes les semaines paraît indispensable; ce rythme doit être ininterrompu.

2.2. Palliatifs utilisés

Il convient d'écourter le plus possible la durée de la phase d'adaptation en facilitant aux mâles stériles leur insertion dans la population sauvage [16].

- Les lâchers se font au niveau des zones du gîte les mieux protégées.
- On choisit de préférence les heures où les conditions climatiques

(température, humidité relative, lumière) se rapprochent le plus de celles des salles d'élevage (matin et soir en saison chaude).

- On favorise leur dispersion en fractionnant le total à lâcher sur toute la surface du gîte.
- Les mâles stériles sont nourris avant le lâcher.
- L'abaissement du taux d'irradiation (10 000 rad) des adultes entraîne une longévité meilleure tout en assurant une stérilité correcte.
- On a choisi un gîte de faible densité afin de compenser par la quantité lâchée la qualité inférieure du mâle stérile (nécessité d'avoir un rapport 10/1).

2.3. Solutions à envisager

Il est bien sûr souhaitable d'arriver à une production massive d'insectes dans les élevages, mais il reste à améliorer surtout la qualité de l'insecte que l'on va lâcher. Ces observations suggèrent les quelques remarques suivantes.

- On soignera au maximum la transition entre les conditions de l'insectarium et celles du gîte où l'on intervient. Dans la perspective de lâchers d'adultes, le transport sera le plus court possible et se fera en enceintes climatisées. On pourrait même envisager de maintenir les mâles pendant les heures précédant le lâcher dans des conditions climatiques intermédiaires entre celles des salles d'élevage et celles des gîtes afin d'atténuer les effets néfastes des brusques variations thermiques, hygrométriques et lumineuses.

- La remise dans le milieu naturel au stade pupal quelques jours, voire quelques heures avant l'éclosion semble être une solution favorable [17]. L'adulte ne subit pas les effets d'un transport traumatisant et l'adaptation aux conditions naturelles est en grande partie facilitée. De ce fait, on peut espérer abaisser le rapport μ/σ , les mâles stériles s'adaptant plus vite et étant plus compétitifs. Une meilleure «qualité» du mâle stérile permet de réduire les quantités à lâcher. La stérilisation aurait lieu alors dans les tout derniers jours précédant l'éclosion, à la fin du stade pupal.

2.4. Indications de l'utilisation de la méthode chez *G. tachinoides*

Si la méthode du mâle stérile reste séduisante, il demeure qu'elle exige que de nombreuses conditions soient remplies pour son application pratique sur le terrain.

- Le biotope

Elle n'est pas la solution à n'importe quelle situation. Elle conviendra aux gîtes de surface délimitée, à végétation très dense, inaccessibles en partie aux techniques de pulvérisation classiques. Cette méthode semble, de ce fait, indiquée dans le cas des espèces riveraines et en particulier pour *G. tachinoides*.

- La population

Les mâles stériles seront lâchés dans des populations naturelles de faible densité et le plus isolées possible.

— La saison d'intervention

La saison sèche au Tchad provoque un repli et une concentration saisonnière des glossines dans les zones bien boisées du bord de l'eau. Cette situation est très favorable à des lâchers de mâles stériles, la population-cible étant alors répartie sur une faible surface.

— L'objectif visé

Il n'est pas dans ses objectifs d'obtenir l'éradication immédiate d'une population de glossines. La méthode du mâle stérile reste une méthode à moyen ou à long terme et ne saurait être utilisée en cas d'épidémies ou d'épizooties graves.

A partir des éléments d'observation rassemblés, il apparaît que la technique du mâle stérile pourrait rendre de grands services, en particulier dans l'éradication de populations de basse densité (traitements aux insecticides) ou résiduelles (sécheresse, déforestation), inexpugnables avec les moyens classiques habituels.

CONCLUSION

Ces deux séries d'observations permettent une meilleure connaissance du comportement d'insectes de laboratoire lâchés dans le milieu naturel. Elles montrent que le mâle stérile de G. tachinoides soumis à plusieurs manipulations présente une phase d'adaptation non négligeable pour atteindre les performances des mâles sauvages. Pour remédier à cette moindre compétitivité générale, il devient nécessaire d'établir dans le gîte à «traiter» un rapport de nombre très en faveur des mâles stériles. Les efforts de recherche doivent permettre d'obtenir des élevages de masse toujours plus productifs, mais si la quantité est indispensable, il convient de rester soucieux de la qualité de l'insecte élevé.

La durée de cette expérimentation, conditionnée par les facteurs saisonniers, reste courte, mais elle permet de noter des résultats encourageants. Ces premiers essais, bien que limités, laissent entrevoir l'utilité certaine de la méthode dans la perspective d'une lutte intégrée.

REFERENCES

- [1] GRUVEL, J., Contribution à l'étude écologique de Glossina tachinoides Westwood, 1850 (Diptera, Muscidae) dans la réserve de Kalamaloué, vallée du Bas-Chari), Thèse Doct. ès Sciences, Paris, 1974.
- [2] GRUVEL, J., CUISANCE, D., «Données récentes sur l'écologie de G. tachinoides, Application aux méthodes de lutte», Colloque sur les moyens de lutte contre les trypanosomes et leurs vecteurs, Paris, 12 - 15 mars 1974.
- [3] ITARD, J., «Techniques d'élevage des glossines, Perspectives offertes pour l'utilisation de la méthode de lutte par lâchers de mâles stériles», Conseil scient. int. de recherches sur la trypanosomiase (ISCTR), 13^e réunion, Lagos, Publ. n° 105 (1971) 243-48.
- [4] ITARD, J., «Situation actuelle des élevages de glossines à Maisons-Alfort», Colloque sur les moyens de lutte contre les trypanosomes et leurs vecteurs, Paris, 12 - 15 mars 1974.
- [5] ITARD, J., Stérilisation des mâles de Glossina tachinoides West. par irradiation aux rayons gamma, Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop. 21 4 (1968) 479-91.

- [6] ITARD, J., Elevage, cytogénétique et spermatogénèse des insectes du genre Glossina, Stérilisation des mâles par irradiation gamma, Ann. Parasit. Hum. Comp. 46 3bis (1971) 35-63.
- [7] ITARD, J., «Sterilization by gamma irradiation of adult male Glossinae, Low dosage irradiation (4000 to 6000 rads) of adult male G. tachinoïdes», Conseil scient. int. de recherches sur la trypanosomiase (ISCTR), 13^e réunion, Lagos, Publ. n° 105 (1971) 321-25.
- [8] CUISANCE, D., ITARD, J., Comportement de mâles stériles de Glossina tachinoïdes 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. 26 1 (1973) 55-76.
- [9] CUISANCE, D., ITARD, J., Comportement de mâles stériles de Glossina tachinoïdes West. lâchés dans les conditions naturelles, environs de Fort-Lamy (Tchad), II. Longévité, dispersion, Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop. 26 2 (1973) 169-86.
- [10] CUISANCE, D., ITARD, J., Comportement de mâles stériles de Glossina tachinoïdes 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. 26 3 (1973) 323-38.
- [11] CUISANCE, D., ITARD, J., Lâchers de mâles stériles de Glossina tachinoïdes West. dans un gîte naturel de faible densité (Bas-Logone, Cameroun) sous presse.
- [12] DAME, D. A., BIRKENMEYER, D. R., BURSELL, E., Development of the thoracic muscle and flight behaviour of Glossina morsitans orientalis Vanderplank, Bull. Ent. Res. 55 (1969) 345-50.
- [13] BOLLER, E., Behavioral aspects of mass-rearing of insects, Entomophaga 17 1 (1972) 9-25.
- [14] GLOWER, P. E., Importance of ecological studies in tsetse fly control, Bull. World Health Org. 37 4 (1967) 581-614.
- [15] BILLOTTI, E., L'écologie, fondement et support de la lutte biologique, Ann. Parasit. Hum. Comp. 46 3bis (1971) 5-10.
- [16] CUISANCE, D., «Quelques aspects du comportement des mâles stériles de G. tachinoïdes W. lâchés dans les conditions naturelles; leur incidence sur l'utilisation de la méthode du mâle stérile», Organisation commune de lutte contre les endémies en Afrique Centrale, 8^e Conf. tech., Yaoundé (Cameroun) 28 février-3 mars 1973.
- [17] DAME, D. A., SCHMIDT, C. H., The sterile-male technique against tsetse flies, Glossina spp., Bull. Ent. Soc. Am. 16 1 (1970) 24-30.

DISCUSSION

B. NA'ISA: Your paper has merely served to emphasize the difficulty of applying the sterile-male technique to the tsetse fly, i. e. the difficulty of reproducing large numbers of flies in the laboratory and the lack of a method of accurately determining the number of flies in the wild population. Although the correct season (dry season) was chosen in which to release the flies, you have suggested that, to achieve better results, more frequent releases need to be made, i. e. weekly (because the wild flies outnumbered the sterilized by 10:1). I would suggest that non-persistent insecticide should have been used to reduce this ratio, in order to give the sterilized flies a chance to mate with the wild population.

D. CUISANCE: In the first experiment our aim was to determine the behaviour of laboratory insects released into the natural environment. The aim of the second experiment was to measure the efficiency of sterile-male releases. The wild population was isolated and its density low because of the climatic conditions (dryness). Therefore the use of insecticides was not called for. If we had been dealing with a high-density population preliminary insecticide treatment would of course have been desirable. We took advantage here of the favourable conditions for experimental observation created by the extreme dryness in that region of Chad.

J.F. COZ: How did you measure changes in the population density in the experimental and control areas?

D. CUISANCE: We used two conventional methods simultaneously, the first being the marking and recapture method with a recapture time of 48 hours. It was employed once a week to obtain an approximate indication of the true density. This method seemed particularly suitable, as it was being applied to an isolated population during a period when the climatic conditions remained stable and did not give rise to any violent change in the population density of the area. Moreover, the marked flies we released seemed to mix well with the wild ones in the course of 48 hours. The other method used was the fly-round method which consists in monitoring a fixed circuit for five hours and recording the number of flies caught hourly per catcher. This provides what we call the apparent density. The population density curves obtained with the two methods are in satisfactory agreement.

P.R. FINELLE: What is the effect of the "irradiation" factor on the fly behaviour or, in other words, have you tried releasing both normal and sterilized males and, if so, were there any differences in behaviour?

D. CUISANCE: In our first experiment three batches of flies were released, the first two having been irradiated with 15 krad and 6 krad respectively and the third being non-irradiated. Observations showed that the flight capacity decreases with increasing dose and that irradiation also reduces the longevity of the released flies.

A.A. AMODU: How do you calculate longevity? Is your calculation based on recapture data alone?

D. CUISANCE: The calculation of longevity is based on the results of the frequent and regular capturing operations following each release. The large numbers of marked insects recaptured enabled us to obtain fairly reliable data.

A.A. AMODU: Why were the irradiated released flies attracted to feeding on men?

D. CUISANCE: The sterile males are not particularly attracted by man. However they do tend to bite the fly-catchers, because the latter come within their range as they move around the area. When the sterile males are well dispersed - by about the sixth day - the number of natural hosts (wild animals) bitten is high and the harnessed antelope is then a welcome prey.

F.M. EVENS: To what do you attribute the change in behaviour of the irradiated flies at around the sixth day? Is it due to the elimination of the weak specimens or is it due to the flies adapting to their new environment?

D. CUISANCE: It is without doubt due to the elimination of the insects which were too weak to survive, for I think that by the sixth day the rest would have adapted to the natural environment. This seems to be confirmed by their choice of host which is the same as that of males of the wild strain.

F.M. EVENS: The presence of flies with abnormal wings cannot be due to their transportation. In our experience this is caused by sub-optimal rearing conditions.

D. CUISANCE: The existence of anomalies in wing structure has, of course, something to do with the rearing but transport does cause premature wear of the wings.

F.M. EVENS: You are proposing to overcome transport difficulties by putting out irradiated pupae to eclose in the field. I should like to point out that you would thereby run the risk of increasing the trypanosomic

infestation rate. I would propose an intermediate solution whereby you would irradiate and transport the pupae, allow them to eclose and give the first feed in the laboratory and then release the adults.

D. CUISANCE: Yes, that is a good idea. There is no doubt that transporting the pupae is less traumatic for the insect which is to be released, and it avoids wear of the wings due to agitation of the adult flies in their cage.