

L'élevage de *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949 (Diptera-Muscidae) à Maisons-Alfort

par J. ITARD *

RÉSUMÉ

Un élevage de *Glossina palpalis gambiensis* a débuté, en juillet 1972, au laboratoire d'entomologie de l'I. E. M. V. T., à Maisons-Alfort (France) à partir de 126 femelles parentales issues de pupes et femelles sauvages récoltées en Haute-Volta.

Cet élevage a été créé dans le but d'étudier, en laboratoire, la biologie de cette espèce et les conditions de production en élevage de masse, en vue d'une application, en Haute-Volta, de la technique de lutte par lâchers de mâles stériles.

L'auteur fait le point des résultats obtenus depuis l'origine de l'élevage jusqu'en septembre 1975. La souche a été en « phase d'expansion » pendant 2 ans (août 1972-août 1974), avec un coefficient d'accroissement moyen de 0,006 72. Depuis août 1974, les effectifs sont maintenus à un niveau moyen constant de 4 800 femelles environ, par retrait des pupes ou adultes en excédent (3 000 pupes et 180 femelles environ par mois).

Ces résultats permettent de faire des prévisions pour l'établissement d'un élevage de masse de cette espèce en Afrique.

I. INTRODUCTION

Des élevages de glossines sont entrepris, depuis août 1964, au laboratoire d'Entomologie de l'Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays tropicaux, à Maisons-Alfort (France). Ces élevages permettent de disposer d'un important surplus d'insectes à l'état pupal ou à l'état adulte, utilisables pour des études diverses et, en particulier, pour la mise au point de techniques de lutte génétique (7).

Les méthodes utilisées dans ce laboratoire sont maintenant entrées dans une phase de routine et permettent, avec un personnel réduit, mais bien entraîné et consciencieux, de manipuler chaque jour près de 30 000 insectes.

5 espèces différentes sont actuellement élevées :
G. m. morsitans (début de l'élevage : mars 1965),

G. tachinoides (début de l'élevage : avril 1965),
G. austeni (début de l'élevage : novembre 1966),
G. f. fuscipes (début de l'élevage : juin 1968),
G. p. gambiensis.

L'élevage de la dernière espèce, *Glossina palpalis gambiensis*, a débuté en juillet 1972, à partir de 2 lots de femelles sauvages et de pupes récoltées dans la région de Bobo-Dioulasso (Haute-Volta), où l'I. E. M. V. T. vient d'achever la construction d'un centre de recherche et d'application de la technique du lâcher de mâles stériles. Ce centre a pour premier objectif d'étudier sur le terrain les modalités pratiques d'utilisation de cette technique de lutte et son efficacité contre *Glossina palpalis gambiensis*, espèce dominante dans cette région (3).

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

Un élevage de *G. p. gambiensis* a, en conséquence, été créé à Maisons-Alfort, dans le but d'étudier, en laboratoire, d'une part la biologie de cette espèce et les conditions de production en élevage de masse, d'autre part de disposer d'un surplus d'insectes permettant, éventuellement, d'alimenter l'insectarium de Bobo-Dioulasso, et enfin de définir les doses optimales d'irradiation gamma applicables aux mâles de cette espèce.

Dans cet article, nous ferons le point des résultats obtenus avec l'élevage en laboratoire de cette souche, qui a été en « phase d'expansion » d'août 1972 à août 1974, et qui est maintenue, depuis cette époque, à un niveau moyen constant par retrait des pupes ou adultes en excédent.

II. TECHNIQUES D'ÉLEVAGE

Les conditions générales d'élevage utilisées à Maisons-Alfort et appliquées aux 5 espèces maintenues dans ce laboratoire ont été décrites, pour l'essentiel, dans différents articles parus précédemment (8, 5, 6).

Rappelons simplement que les adultes sont exclusivement nourris sur lapins, 6 jours par semaine. Des lots de 9 lapins sont utilisés chaque jour, sauf le dimanche, et restent au repos les 6 jours suivants. La nourriture des glossines nécessite 4 h 30 de travail par jour (de 8 h à 12 h 30) bien que chaque cage ne soit maintenue sur l'oreille du lapin que pendant 4 à 5 mn.

Les femelles sont groupées, par lots de 10 cages de type Roubaud (14 × 8,5 × 5 cm) contenant chacune de 30 à 35 individus, dans des appareils métalliques sous lesquels repose un tiroir garni d'une feuille de tissu de papier. Les larves pondues tombent dans le tiroir où elles se transforment en pupes.

Les femelles reproductrices de *G. p. gambiensis* sont maintenues, sur des étagères garnissant une extrémité de la salle de stockage, à une température de 25 °C ± 1 °C et une humidité relative d'environ 80 p. 100 (± 5 p. 100).

Les jeunes femelles sont accouplées à l'âge de 3 à 4 jours avec des mâles âgés de 7 à 10 jours, à raison de 20 femelles pour 15 mâles. Les sexes sont séparés au bout de 48 h.

Les pupes, récoltées chaque matin, sont aussitôt placées dans des tubes de verre stériles de 8 cm de hauteur sur 3,6 cm de diamètre, sans

sable, à raison de 30 à 35 pupes par tube. Ces tubes, recouverts d'un carré de tulle de tergal maintenu par un bracelet de caoutchouc, sont stockés jusqu'à éclosion dans une petite pièce à 24 ° ± 1 °C et à 80-85 p. 100 d'H. R.

III. L'ÉLEVAGE EN PHASE D'EXPANSION

1. GÉNÉRATION PARENTALE

Les deux lots de pupes et de femelles sauvages de *G. p. gambiensis* récoltés en Haute-Volta par notre confrère, le Dr Vétérinaire CLAIR, ont été reçus à Maisons-Alfort le 30 juin et le 17 juillet 1972. Le premier lot comprenait à l'arrivée 37 femelles vivantes et 20 pupes ; le second lot, 58 femelles vivantes et 76 pupes.

Les femelles sauvages ont eu une longévité moyenne, au laboratoire, de 35,2 jours et ont pondu 201 pupes, ayant donné naissance à 95 mâles et 92 femelles (pourcentage d'éclosion = 93,03 p. 100).

Les pupes pondues au laboratoire par les femelles sauvages du premier lot pesaient en moyenne 22,45 mg ± 0,73 mg. Le poids des pupes pondues, au laboratoire, par les femelles sauvages du second lot a été de 21,01 mg ± 0,78 mg (différence significative à 1 p. 100 : $\varepsilon = 2,71$).

Les durées de nymphose des individus issus de ces pupes ont été de 38,2 ± 0,6 jours pour les femelles et de 40,7 ± 0,5 jours pour les mâles.

Les pupes sauvages ont donné naissance, au laboratoire, entre le 24 juillet et le 28 août, à 25 mâles et 34 femelles viables (pourcentage d'éclosion = 61,45 p. 100).

L'ensemble de ces individus, éclos au laboratoire, a constitué la génération parentale.

La mortalité des femelles non reproductrices (ensemble des femelles mortes entre l'éclosion et la séparation des sexes après l'accouplement), a été de 22,07 p. 100.

La longévité maximale des femelles reproductrices a atteint 160 jours. Plus de la moitié d'entre elles ont vécu au-delà de 40 jours. La production moyenne a été de 3 pupes par femelle reproductrice.

Les pupes pesaient en moyenne 22,16 ± 0,39 mg. Il n'y a pas de différence significative ($\varepsilon = 1,071$) entre le poids des pupes

mâles ($m = 21,94 \pm 0,56$; $n = 142$) et celui des pupes femelles ($m = 22,36 \pm 0,54$; $n = 159$).

Les durées de nymphose des individus de première génération issus de ces pupes ont été de $34,6 \pm 0,5$ jours pour les femelles et de $36,7 \pm 0,6$ jours pour les mâles, soit en moyenne 4 jours de moins que pour la génération parentale (différences très hautement significatives : $\varepsilon = 8,84$ pour les femelles et $10,00$ pour les mâles). Les conditions d'élevage en laboratoire (température et humidité constantes) expliquent ce raccourcissement de la durée de nymphose.

2. COMPORTEMENT GÉNÉRAL DE L'ÉLEVAGE

Une population animale soumise à des conditions constantes, sans qu'aucune limitation ne soit imposée à sa croissance, avec une longévité et une fécondité moyenne non affectées par les modifications de la densité, approchera d'une forme fixe de répartition des âges. Lorsque la proportion des différents âges est constante, la population aura un taux de croissance exponentiel mesuré par la fonction :

$$N_t = N_0 e^{r_m t}$$

où : N_0 est l'effectif au temps 0,

N_t , l'effectif au temps t ,

r_m , le coefficient naturel d'accroissement dans les conditions d'environnement auxquelles est soumise la population.

La souche de *G. p. gambiensis* de Maisons-Alfort semble s'être adaptée d'emblée aux conditions du laboratoire. La progression des effectifs des femelles, bien que relativement lente, a été régulière. Les productions de pupes ont également été en progression constante (graphique 1).

L'effectif moyen, qui était, en août 1972, de 54 femelles, a atteint son minimum (47 femelles) en octobre 1972. Il a ensuite progressé régulièrement, atteignant une moyenne mensuelle de 94 femelles en janvier 1973, 1 300 femelles en janvier 1974 et 4 700 femelles en août 1974 (tabl. I et graphique 1).

Les productions mensuelles de pupes sont passées de 70 pupes en octobre 1972 à 185 pupes en janvier 1973, 1 850 pupes en janvier 1974 et 7 300 pupes en août 1974.

A partir du 10 janvier 1973 (effectif des femelles $N_0 = 100$) jusqu'au 14 août 1974 (effectif des femelles $N_t = 4 997$), soit pendant

le temps $t = 582$ jours, la population en élevage a été dans une phase de croissance approchant une forme exponentielle.

Le coefficient naturel d'accroissement r_m , pendant toute cette période, est égal à $0,006 72$.

En fait, l'accroissement des effectifs n'a pas suivi rigoureusement une courbe exponentielle. Elle a subi des fluctuations dues à des causes diverses ayant momentanément provoqué soit un accroissement des mortalités, soit une diminution des taux d'éclosion ou de la fécondité des femelles.

Pour citer un exemple précis, une forte mortalité des femelles reproductrices, atteignant 50 p. 100 de l'effectif, s'est produite pendant la période comprise entre le 20 août et le 18 septembre 1973. Cette mortalité a été provoquée par l'utilisation, du 17 au 22 août 1973, pour le lavage du sol de l'insectarium, d'un savon noir parfumé dégageant des vapeurs irritantes. Cette période de mortalité a été suivie d'une diminution du nombre de pupes par femelle, puis d'une baisse du pourcentage d'éclosion. Les répercussions de cette intoxication accidentelle ont été ressenties jusqu'en décembre 1973.

L'analyse de la courbe d'accroissement des effectifs permet ainsi de distinguer cinq périodes pendant lesquelles les taux de croissance ont subi des variations importantes (graphique 2).

La première période, comprise entre août 1972 et janvier 1973, correspond à la phase initiale pendant laquelle le nombre moyen de femelles étant inférieur à 100, la distribution d'âge de la population ne peut être considérée comme stable.

La seconde période s'étend de fin janvier à fin juillet 1973. Le coefficient d'accroissement atteint une valeur r_m égale à $0,008 7$.

Pendant la troisième période (fin juillet à mi-décembre 1973), r_m est égal à $0,005 3$. C'est pendant cette période que s'est produite l'intoxication signalée précédemment.

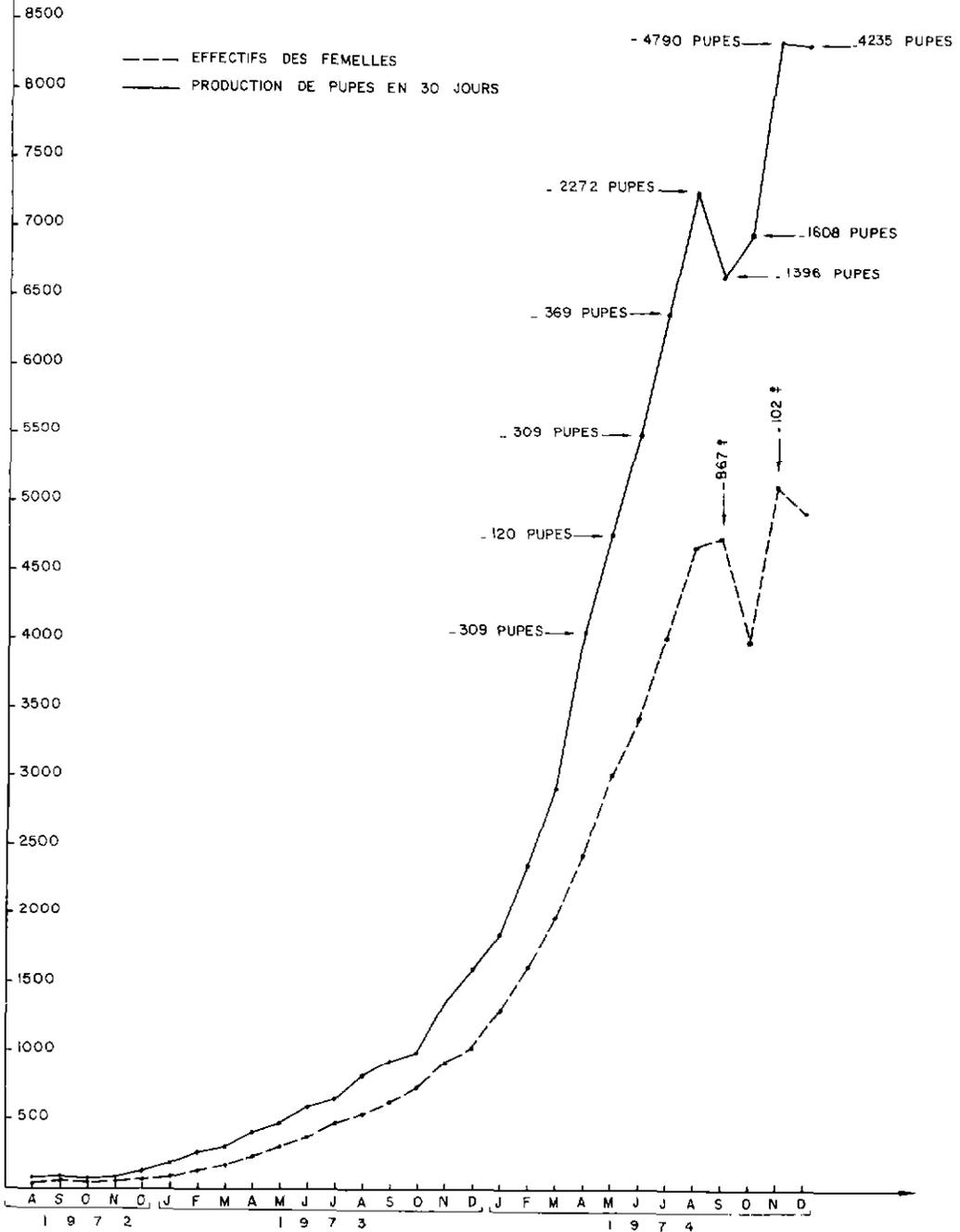
Au cours de la 4^e période (fin décembre 1973 à mi-mai 1974) r_m augmente à nouveau pour atteindre une valeur légèrement supérieure à $0,006 7$.

C'est pendant la 5^e période (mi-mai à mi-août 1974) que r_m atteint sa valeur la plus faible ($r_m = 0,004 7$). Dès cette époque, des prélèvements de pupes destinées à des expérimentations diverses ont en effet été effectués, à une moyenne d'environ 300 pupes par mois, pendant 4 mois.

TABLEAU N° I-G. *p. gambiensis* - Elevage en phase d'expansion.

Périodes de 30 jours Dates	Nombre moyen de femelles	Production de pupes	Pourcentage d'éclosion	Pupes par femelle en 30 jours	Mortalité journalière-p.100 du nombre moyen de femelles	Pupes ou adultes prélevés
26. 7.72 24. 8.72	54	67	92,53	1,24	2,77	.
25. 8.72 23. 9.72	59	93	94,93	1,58	2,43	14 pupes
24. 9.72 23.10.72	47	70	94,20	1,49	3,04	
24.10.72 22.11.72	53	75	95,94	1,41	2,18	
23.11.72 22.12.72	65	132	95,45	2,01	1,62	
23.12.72 21. 1.73	94	185	91,35	1,97	0,77	
22. 1.73 20. 2.73	139	261	93,87	1,87	1,31	
21. 2.73 22. 3.73	177	306	96,73	1,73	1,33	
23. 3.73 21. 4.73	235	412	94,41	1,75	1,23	
22. 4.73 21. 5.73	303	475	90,94	1,56	1,09	
22. 5.73 20. 6.73	381	592	95,03	1,55	1,50	8 pupes
21. 6.73 20. 7.73	481	646	95,63	1,34	1,29	5 pupes
21. 7.73 19. 8.73	542	830	91,19	1,53	1,33	12 pupes
20. 8.73 18. 9.73	623	935	91,29	1,50	2,01	4 pupes
19. 9.73 18.10.73	744	990	93,79	1,33	0,68	7 pupes
19.10.73 17.11.73	929	1 362	90,69	1,46	1,42	19 pupes
18.11.73 17.12.73	1 037	1 588	92,34	1,53	0,96	21 pupes
18.12.73 16. 1.74	1 300	1 849	93,80	1,42	0,98	26 pupes
17. 1.74 15. 2.74	1 613	2 370	94,00	1,46	0,88	
16. 2.74 17. 3.74	1 969	2 919	92,27	1,48	0,88	73♀ et 60 p.
18. 3.74 16. 4.74	2 448	4 062	93,12	1,66	1,29	309 pupes
17. 4.74 16. 5.74	3 030	4 777	95,89	1,57	1,20	120 pupes
17. 5.74 15. 6.74	3 450	5 516	95,46	1,59	1,22	309 pupes
16. 6.74 15. 7.74	4 030	6 402	95,80	1,58	1,33	369 pupes
16. 7.74 14. 8.74	4 699	7 285	94,63	1,55	1,63	2 272 pupes

ELEVAGE DE G. P. GAMBIENSIS



âgés de 7 à 10 jours, puis séparées des mâles 48 h après l'accouplement, et disséquées 2 jours plus tard, donne un pourcentage d'insémination supérieur à 98 p. 100 :

— spermathèques pleines : 116 femelles (92,8 p. 100),

— spermathèques presque pleines : 5 femelles (4,0 p. 100),

— spermathèques à demi pleines : 2 femelles (1,6 p. 100),

— spermathèques vides : 2 femelles (1,6 p. 100).

3.3. Longévité des femelles après accouplement et production de pupes

Les longévités et productions de pupes des femelles reproductrices ont été calculées à partir d'un échantillonnage de plusieurs lots de femelles pris dans chacune des 5 périodes de la phase d'expansion.

Afin de pouvoir comparer les différents lots entre eux, les nombres réels de femelles au jour 0 (moyenne des dates d'éclosion des femelles vivantes après l'accouplement dans chaque lot) ont été ramenés à 100 femelles.

Compte tenu du nombre moyen de femelles vivantes, à chaque décade, et du nombre de pupes produites, on obtient ainsi les pourcentages mensuels de femelles vivantes et le nombre de pupes produites en 30 jours pour 100 femelles initiales figurant dans le tableau II.

En moyenne (avant dernière colonne du tableau), plus de la moitié des femelles vivent au-delà de 100 jours, la longévité maximale dépasse 200 jours et chaque femelle produit au cours de sa vie 4,7 pupes.

Ces chiffres sont nettement améliorés dans les conditions de l'élevage individuel.

C'est ainsi que 64 femelles écloses les 5 et 6 mars 1974 (au cours de la 5^e période), et mises, après accouplement, en petites cages individuelles, ont eu une longévité moyenne de 107 jours. La longévité la plus faible a été de 13 jours et la plus longue de 300 jours.

L'ensemble de ces femelles a produit 483 pupes, soit 7,5 pupes par femelle, mais 4 femelles n'ayant produit aucune puce, la production moyenne des femelles pondueuses a été en fait de 8 pupes par femelle. Les productions maximales ont été de 22 pupes (1 femelle morte au 258^e jour) et de 25 pupes (1 femelle morte au 261^e jour).

TABLEAU N°II - *G. p. gambiensis* - Longévités des femelles et productions de pupes

Périodes		1ère	2e	3e	4e	5e	Moyenne	Elevage individuel
		du 26.7.1972 au 21.1.1973	du 22.1.73 au 20.7.73	du 21. 7.73 au 17.12.73	du 18.12.73 au 16. 5.73	du 17.5.73 au 14.8.74		
Nombres réels de femelles accouplées dans chacun des échantillons		88	158	663	561	622	2 092	64
P. 100 de femelles vivantes à :	30 j	85,2	82,9	79,3	90,0	79,9	82,9	79,6
	60 j	62,5	66,4	60,2	75,9	63,1	65,9	65,6
	90 j	40,9	41,7	38,7	58,2	40,9	44,9	53,1
	120 j	18,2	22,1	23,9	34,9	18,8	25,0	42,1
	150 j	12,5	10,1	9,3	14,4	7,0	10,2	23,4
	180 j	4,5	1,9	2,7	3,4	1,4	2,5	12,5
Nombres de pupes produites p.100 ♀ initiales (Totaux cumulés)	30 j	101	97	56	69	81	72	130
	60 j	292	271	198	239	232	228	309
	90 j	438	402	313	388	346	355	461
	120 j	512	487	386	495	401	433	587
	150 j	537	515	417	544	423	465	675
	180 j	545	521	425	557	425	473	720

4 femelles n'ont produit aucune pupa
 19 femelles ont produit de 1 à 3 pupes
 9 femelles ont produit de 4 à 6 pupes
 7 femelles ont produit de 8 à 9 pupes
 13 femelles ont produit de 10 à 12 pupes
 8 femelles ont produit de 13 à 16 pupes
 4 femelles ont produit de 18 à 25 pupes

3.4. Rythme de ponte

Dans les conditions de l'élevage, la première larve est pondue entre le 15^e et le 21^e jour qui suit l'éclosion de la femelle (moyenne sur 44 femelles parmi les 60 femelles pondueuses suivies individuellement = 17,6 jours).

Les observations portant sur 345 périodes séparant 2 pontes successives sans avortement donnent une durée interlarvaire moyenne de 9,8 jours (minimum = 6 jours ; maximum = 13 jours).

Des irrégularités dans les délais successifs de ponte peuvent se produire, généralement par émission, à un stade très précoce, d'une larve non viable. Les intervalles séparant alors la ponte de 2 larves normales sont en moyenne de 14,4 jours, soit un raccourcissement de près de 3 jours entre 2 ovulations successives.

3.5. Poids des pupes

Trois séries de pesées, réalisées dans des conditions identiques, (pupes âgées de moins de 24 h ; balance de précision sensible au 1/100 de mg ; conditions d'environnement semblables) ont été effectuées à 3 époques différentes :

a) Les pesées effectuées sur 592 pupes pondues entre le 22 mai et le 20 juin 1973, par des femelles élevées en groupe, donnent un poids moyen de $22,69 \pm 0,32$ mg.

439 pupes (74,1 p. 100) pèsent plus de 20 mg (poids moyen = $24,42 \pm 0,27$ mg) et 153 pupes (25,8 p. 100) pèsent moins de 20 mg (poids moyen = $17,71 \pm 0,31$ mg).

b) Le poids moyen de 475 pupes produites par les femelles du lot 05.03.74 élevées individuellement est de $21,61 \pm 0,36$ mg.

326 pupes (68,6 p. 100) pèsent plus de 20 mg (poids moyen = $23,75 \pm 0,27$ mg), et 149 pupes (31,3 p. 100) pèsent moins de 20 mg (poids moyen = $16,92 \pm 0,34$ mg).

c) Le poids moyen de 310 pupes, pondues le 16 décembre 1975, par des femelles élevées en groupe, est de $23,91 \pm 0,40$ mg.

273 pupes (88,06 p. 100) pèsent plus de 20 mg (poids moyen = $24,76 \pm 0,35$ mg) et 37 (11,93 p. 100) moins de 20 mg (poids moyen = $17,64 \pm 0,55$ mg).

Alors que les proportions entre les pupes légères et les pupes lourdes diffèrent de façon peu significative entre les lots a) et b)

$$(X^2 = 3,961 - \text{d. d. l.} = 1),$$

cette différence est très significative entre les lots a) et c) ($X^2 = 23,671 - \text{d. d. l.} = 1$).

Les moyennes des poids diffèrent également de façon très significative entre les 3 lots (lots a) et b) : $\varepsilon = 4,691$ - lots a) et c) : $\varepsilon = 4,919$).

Le poids des pupes du lot a), significativement moins élevé que celui du lot c), est par contre plus élevé que celui des pupes de 1^{re} génération (différence significative : $\varepsilon = 2,64$).

Il y a donc eu, au cours du temps, augmentation du poids des pupes en même temps qu'une proportion plus importante pesait plus de 20 mg.

Assez curieusement, les femelles élevées individuellement pondent des pupes plus légères que les femelles élevées en groupe.

Une comparaison entre le poids moyen de pupes ayant donné naissance à des mâles et le poids moyen de pupes ayant donné naissance à des femelles, a en outre été effectuée, à partir de pupes de plus de 20 mg pondues par des femelles élevées individuellement :

— les pupes mâles (n = 97) ont un poids moyen de $24,58 \pm 0,52$ mg,

— les pupes femelles (n = 89) ont un poids moyen de $25,10 \pm 0,60$ mg.

Il n'y a pas de différence significative entre ces deux moyennes ($\varepsilon = 1,279$).

CHALLIER (2) trouve au contraire une différence significative entre les pupes mâles (poids moyen 22,77 mg) et les pupes femelles (poids moyen 24,63 mg) qu'il a élevées en Haute-Volta.

3.6. Durées de nymphoses

Les durées du stade pupal, calculées sur 287 mâles et 345 femelles éclos entre le 19 mars et le 2 avril 1974, sont de $37,86 \pm 0,15$ jours pour les mâles, avec des écarts de 35 à 40 jours, et de $35,46 \pm 0,15$ jours pour les femelles, avec des écarts de 32 à 39 jours.

Par comparaison avec les individus de première génération, il y a eu allongement des durées de nymphose de près d'un jour pour les femelles (différence significative à 1 p. 100) et d'un peu plus d'un jour pour les mâles (différence significative à 1 p. 10 000).

3.7. Pourcentages d'éclosion et sex-ratio

On trouvera, dans le tableau I, 4^e colonne, les taux d'éclosion correspondant à chacune des périodes de 30 jours de la phase d'expansion. Ces pourcentages ont été calculés à partir des nombres bruts d'individus éclos, qu'ils aient, ou non, survécus plus de 24 h après l'éclosion.

Le pourcentage réel d'éclosion des individus viables (ayant vécu plus de 24 h), pour l'ensemble de la période comprise entre le 25 août 1972 et le 14 août 1974, est de 94,07 p. 100 (40 577 pupes conservées dont sont éclos 19 340 mâles et 18 831 femelles).

Le sex-ratio est en faveur des mâles ; il éclôt en effet 50,66 p. 100 de mâles contre 49,33 p. 100 de femelles. Par contre, la longévité des mâles est inférieure à celle des femelles (longévité moyenne des mâles = 50 jours environ ; longévité moyenne des femelles = 100 jours environ).

IV. L'ÉLEVAGE EN PHASE STATIONNAIRE

1. PRODUCTIVITÉ GLOBALE

La souche de *G. p. gambiensis* de Maisons-Alfort est entrée dans la phase stationnaire, par retrait des pupes et femelles adultes en excédent, à partir du 15 août 1974.

Entre cette date et le 8 septembre 1975, soit 390 jours, l'effectif a été maintenu à une moyenne de 4 800 femelles/jour.

Le taux moyen de mortalité de ces femelles n'a pas dépassé 1,5 p. 100 par jour.

La production moyenne, en 30 jours, a été de 1,66 pupes par femelle, soit 8 000 pupes environ par mois (104 500 pupes en 390 jours).

Le pourcentage moyen d'éclosion des pupes conservées atteint 95,5 p. 100.

La production excédentaire globale a été de 38 800 pupes (700 pupes environ par semaine) et de 2 400 femelles adultes (environ 180 femelles par mois), qui ont été distribuées à divers laboratoires ou organismes de recherche, français ou étrangers.

2. PRODUCTIVITÉ OPTIMALE

Deux lots de femelles, l'un (lot n° 29.11.73) comprenant 177 femelles élevées en groupe, l'autre (lot n° 05.03.74) comprenant 64 femelles élevées individuellement, choisis en fonction des durées de vie, rythme de ponte et quantités de pupes obtenues, ont servi à calculer, suivant la méthode décrite par CURTIS et JORDAN (4), et JORDAN et CURTIS (9, 10), la productivité optimale de *G. p. gambiensis* dans les conditions d'élevage réalisées à Maisons-Alfort.

Dans ces conditions, la durée moyenne de nymphose des femelles est de 35 jours environ. La première larve est pondue lorsque la femelle adulte est âgée de 18 jours et les périodes inter-larvaires suivantes sont proches de 10 jours. Les pourcentages d'éclosion et les mortalités des jeunes femelles non reproductrices ont été respectivement de 93,6 p. 100 et 8,29 p. 100 pour le lot 29.11.73 et de 95,0 p. 100 et 12,32 p. 100 pour le lot 05.03.74.

2.1. Etablissement des tables de vie et calcul du coefficient d'accroissement

Dans les calculs ayant servi à l'établissement des tables de vie (tabl. III et IV), la longévité des femelles, depuis la ponte à l'état larvaire jusqu'à la mort des dernières femelles reproductrices, a été divisée en périodes (g_x) de 10 jours numérotées de 0 à n.

Les 3 premières (0, 1, 2) correspondent à la vie pupale. Les éclosions se produisent dans le groupe d'âge $g_x 3$; la classe $g_x 4$ ne comprend que des jeunes femelles non reproductrices et les pontes (femelles reproductrices) commencent à partir de $g_x 5$.

On considère qu'il n'y a pas de mortalité pendant la vie pupale ($g_x 0$ à $g_x 2$). Les mortalités correspondantes et la mortalité à l'éclosion sont rassemblées dans le groupe d'âge $g_x 3$. Dans la classe $g_x 4$, on tient compte de la mortalité des jeunes femelles avant la ponte. A partir de $g_x 5$, figurent les proportions de femelles reproductrices survivantes dans chacun des groupes d'âge correspondants.

On considère en outre que le sex-ratio est de 1/1 à la ponte ; la fécondité spécifique (m_x), qui est exprimée en larves femelles, est donc obtenue en divisant la moitié du nombre total des pupes produites pendant la période g_x correspondante

TABLE. N° III - *G. palpatis gambiensis*. Table de vie.
Lot 05.03.74 (64 ♀ élevées individuellement)

1	2	3	4	5	6
g_x	x	l_x	m_x	$l_x m_x$	$e^{-r_m x} l_x m_x$
0	5	1,000	0	0	
1	15	1,000	0	0	
2	25	1,000	0	0	
3	35	0,950	0	0	
4	45	0,833	0	0	
5	55	0,755	0,362	0,2733	0,1538
6	65	0,664	0,402	0,2669	0,1353
7	75	0,650	0,380	0,2470	0,1128
8	85	0,585	0,455	0,2661	0,1095
9	95	0,546	0,428	0,2337	0,08660
10	105	0,494	0,500	0,2470	0,08245
11	115	0,442	0,500	0,2210	0,06645
12	125	0,442	0,367	0,1622	0,04393
13	135	0,390	0,500	0,1950	0,04757
14	145	0,377	0,465	0,1753	0,03852
15	155	0,351	0,444	0,1558	0,03084
16	165	0,312	0,416	0,1298	0,02314
17	175	0,234	0,583	0,1364	0,02191
18	185	0,195	0,500	0,0975	0,01410
19	195	0,156	0,500	0,0780	0,01016
20	205	0,156	0,375	0,0585	0,00686
21	215	0,104	0,500	0,0520	0,00549
22	225	0,104	0,250	0,0260	0,00247
23	235	0,104	0,187	0,0194	0,00166
24	245	0,104	0,312	0,0324	0,00250
25	255	0,091	0,071	0,0064	0,00044
26	265	0,091	0,285	0,0259	0,00162
27	275	0,065	0,200	0,0130	0,00073
28	285	0,065	0,200	0,0130	0,00066
29	295	0,039	0,166	0,0064	0,00029
30	305	0,039	0	0	
31	315	0,013	0	0	
32	325	0,013	0	0	
		$\sum_{0}^{32} l_x =$ 12,364		$\sum_{0}^{32} l_x m_x =$ 3,1380	$\sum_{0}^{32} e^{-r_m x} l_x m_x$ = 0,99979 pour $r_m = 0,01045$
		$\sum_{0}^{21} l_x =$ 11,636		$\sum_{0}^{21} l_x m_x =$ 2,9955	

g_x = classe d'âge ; x = âge central de la classe correspondante ;

l_x = probabilité de survie des femelles ; m_x = fécondité spécifique.

(l'unité de temps de r_m est 1 jour et les valeurs de x sont exprimées en jours).

par le nombre de femelles survivant pendant cette période.

Les longévités des femelles des deux lots ayant servi à cette étude et leurs fécondités spécifiques sont représentées sur les graphiques 3 et 4. On constate que la fécondité des femelles reproductrices est pratiquement constante et proche de 0,45 pour le lot 05.03.74 et de 0,40 pour le lot 29.11.73, jusqu'au groupe d'âge 21 (215 jours). Elle chute ensuite, dans le premier lot, à une valeur inférieure à 0,25. Ceci signifie que, jusqu'au groupe d'âge 21, 80 à 90 p. 100 des femelles produisent une larve à chaque cycle d'ovulation.

Le coefficient d'accroissement r_m a été calculé

à partir des tables de vie établies pour chacun des deux lots (tabl. III et IV), par essais-erreurs des différentes valeurs possibles de r_m telles que

$$\sum_{0}^{n} e^{-r_m x} l_x m_x = 1.$$

Par cette méthode, on obtient les valeurs suivantes de r_m :

— femelles élevées individuellement (lot 05.03.74)

$$r_m = 0,01045$$

— femelles élevées en groupe (lot 29.11.73)

$$r_m = 0,0095.$$

TABLE. N° IV - *G. palpalis gambiensis*. Table de vie.
Lot 29.11.73 (177 ♀ élevées en groupe)

1	2	3	4	5	6
E_x	x	l_x	m_x	$l_x m_x$	$e^{-r_m x} l_x m_x$
0	5	1,000	0	0	
1	15	1,000	0	0	
2	25	1,000	0	0	
3	35	0,936	0	0	
4	45	0,858	0	0	
5	55	0,838	0,118	0,0988	0,05859
6	65	0,809	0,224	0,1812	0,09772
7	75	0,775	0,362	0,2805	0,13756
8	85	0,756	0,359	0,2714	0,12103
9	95	0,722	0,409	0,2953	0,11976
10	105	0,674	0,356	0,2399	0,08847
11	115	0,625	0,360	0,2250	0,07546
12	125	0,586	0,446	0,2613	0,07969
13	135	0,509	0,428	0,2178	0,06040
14	145	0,470	0,428	0,2011	0,05072
15	155	0,426	0,369	0,1572	0,03605
16	165	0,349	0,388	0,1354	0,02824
17	175	0,281	0,275	0,0772	0,01464
18	185	0,203	0,452	0,0917	0,01581
19	195	0,145	0,333	0,0482	0,00756
20	205	0,082	0,382	0,0313	0,00446
21	215	0,053	0,500	0,0265	0,00343
		$\sum_0^{21} l_x =$ 13,097	$\sum_0^{21} l_x m_x =$ 2,8398		$\sum_0^{21} e^{-r_m x} l_x m_x$ = 0,99959 pour $r_m = 0,0095$

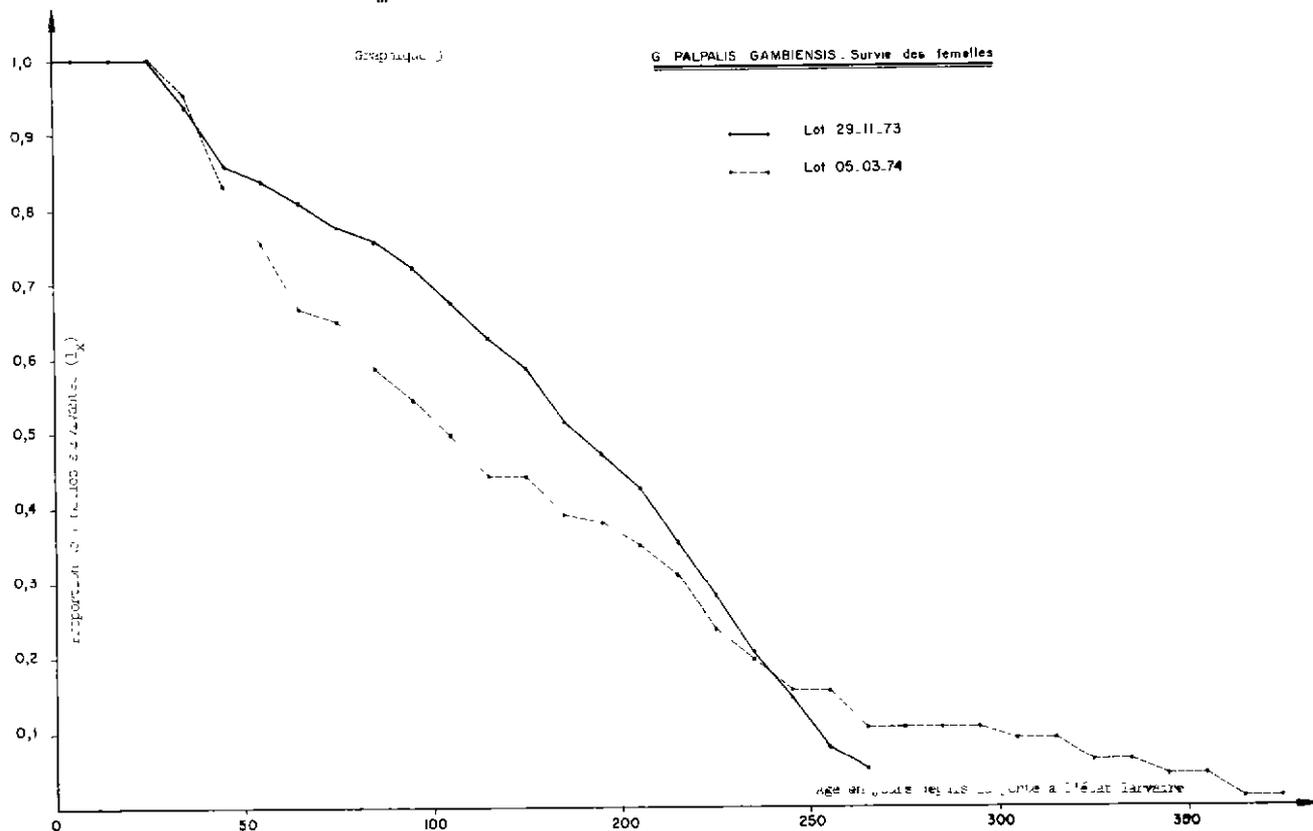
E_x = classe d'âge ; x = âge central de la classe correspondante ;

l_x = probabilité de survie des femelles ; m_x = fécondité spécifique.

(l'unité de temps de r_m est 1 jour et les valeurs de x sont exprimées en jours).

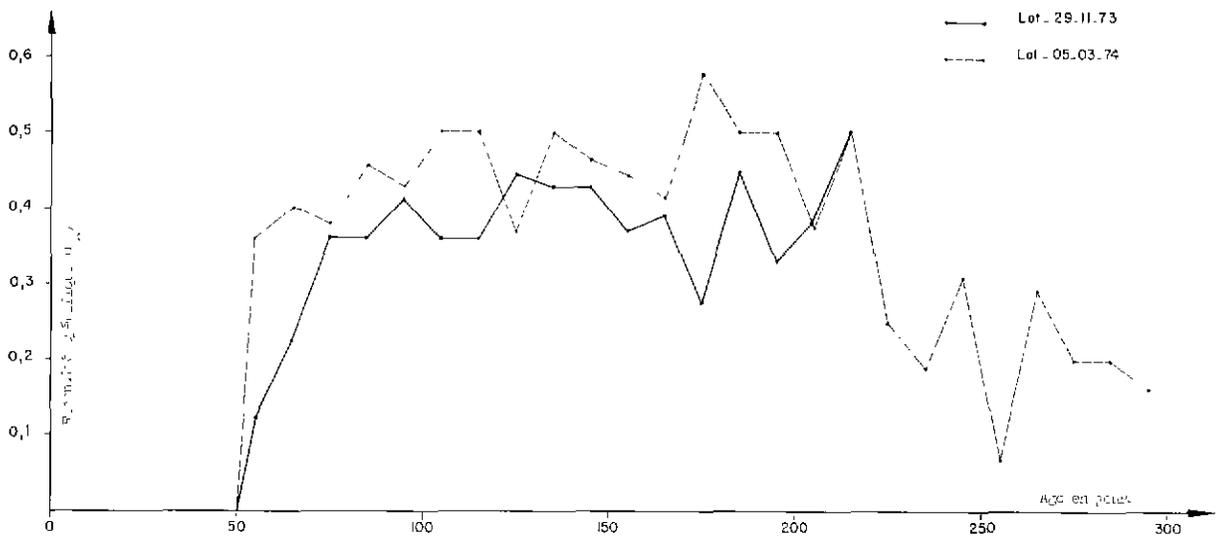
Graphique :

G PALPALIS GAMBIENSIS. Survie des femelles



G. PALPALIS GAMBIIENSIS

Fecondité spécifique



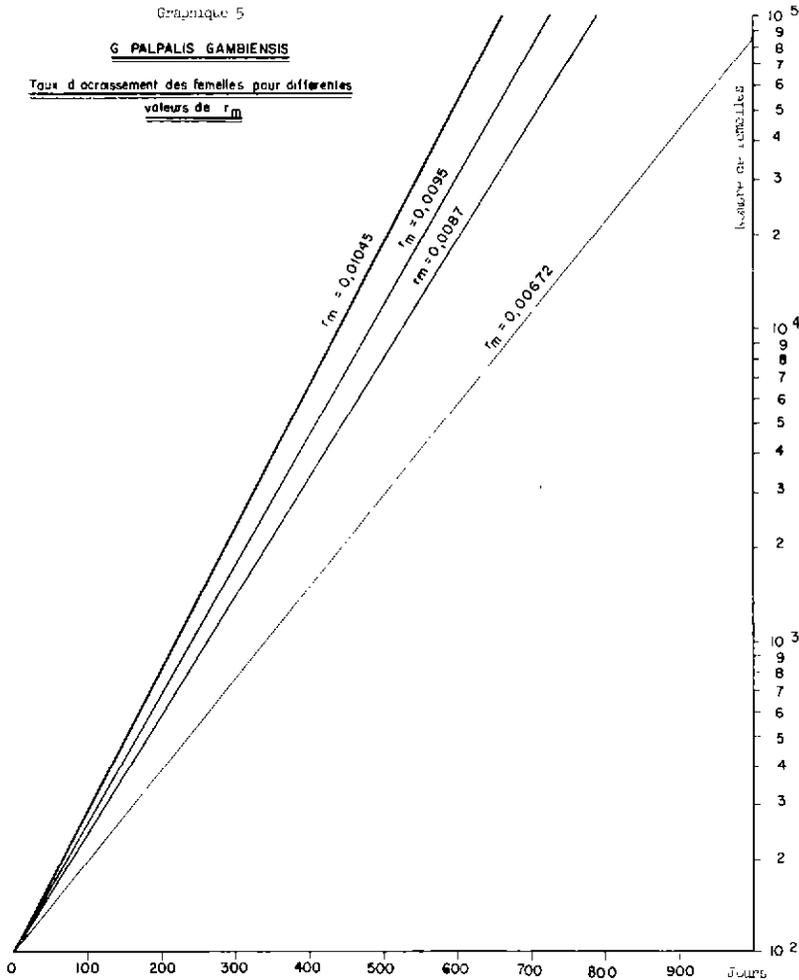
Dans le tableau V, on a indiqué le temps de doublement, qui est un facteur constant dans le cas d'une croissance exponentielle, des effectifs dans des élevages en phase d'expansion (colonne 2) où r_m aurait les valeurs calculées ci-dessus.

On a également fait figurer dans ce tableau (colonne 3) les facteurs d'accroissement des effectifs en un an.

Les courbes de croissance exponentielle correspondantes sont représentées sur le graphique 5, où l'axe des ordonnées (effectif des femelles) est à l'échelle logarithmique. Par comparaison, on a également tracé sur ce graphique les courbes de croissance correspondant aux valeurs de r_m obtenues à partir de la courbe réelle des effectifs pendant la 2^e période ($r_m = 0,0087$) et pendant la totalité de la phase d'expansion ($r_m = 0,00672$).

TABLEAU N° V - *G. p. gambiense*.

			Elevage individuel (lot 05.03.74)	Elevage en groupe (lot 29.11.73)	Courbe réelle des effectifs en phase d'expansion
Colonie en phase d'expansion	(1) Valeur de r_m		0,01045	0,0095	0,00672
	(2) Temps de doublement en jours		66,3	72,9	103,4
	(3) Accroissement en 1 an		45 fois	32 fois	12 fois
Colonie en phase stationnaire	(4) Excédent de pupes viables	Quantité hebdomadaire de pupes de chaque sexe pour une colonie de N mouches adultes	0,157 N	0,119 N	
		Dimension de la colonie pour une production excé- dentaire de 10 000 pupes de chaque sexe par semaine	64 000 adultes	84 000 adultes	
	(6) (7) Excédent de jeunes mâles adultes	Quantité hebdomadaire de mâles disponibles pour une colonie de N mouches adultes	0,205 N	0,162 N	
		Dimension de la colonie pour une production excé- dentaire de 5 000 (ou 10 000) mâles par semaine	25 000 adultes (49 000 adultes)	31 000 adultes (62 000 adultes)	



2.2. Productivité optimale de l'élevage en phase stationnaire

Les nombres d'individus, à l'état pupal ou à l'état adulte, disponibles dans des élevages de *G. p. gambiensis* en phase stationnaire, pour lesquels les coefficients d'accroissement r_m ont les valeurs calculées précédemment ($r_m = 0,01045$ et $r_m = 0,0095$), ont été obtenus par la méthode de MONRO et OSBORN (12) adaptée par CURTIS et JORDAN (4) à leurs élevages de glossines.

Dans le cas des élevages de *G. p. gambiensis*, on a tenu compte de ce que les périodes interlarvaires sont de 10 jours et on a estimé que les femelles reproductrices étaient tuées après le groupe d'âge 21. On a également supposé que les mâles conservés comme reproducteurs sont accouplés une première fois à l'âge de 7 jours (pendant le groupe d'âge $g_x 4$), à nouveau 2 fois pendant le groupe d'âge $g_x 5$ et qu'ils sont tués à

la fin du groupe d'âge 5. Chaque mâle « étalon » est ainsi conservé pendant 2 unités de temps pendant lesquelles il est accouplé 3 fois. La moitié de ces mâles doit être remplacée à chaque unité de temps. Le nombre de mâles étalons à conserver, sans tenir compte des mortalités, sera donc :

$$\frac{2}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{3} \text{ du nombre de mâles éclos}$$

au groupe d'âge 3.

A partir d'un élevage en phase stationnaire de N mouches adultes, les nombres de pupes de chaque sexe disponibles par semaine seront obtenus en résolvant l'équation :

$$\frac{7}{10} N I_3 \left[\sum_0^{21} (l_x m_x) - 1 \right] = \sum_3^{21} l_x$$

et le nombre de jeunes mâles adultes disponibles chaque semaine sera donné par l'équation :

$$\frac{7}{10} Nl_3 \left[\frac{\sum_0^{21} (l_x m_x) - 1}{\sum_3^{21} l_x} \right]$$

dans lesquelles

$$l_3, \sum_0^{21} (l_x m_x) \quad \text{et} \quad \sum_3^{21} l_x$$

sont obtenus à partir des tables de vie des tableaux III et IV.

Les valeurs correspondantes ainsi calculées figurent dans le tableau V.

On a en outre indiqué dans ce tableau les nombres d'individus adultes qu'il sera nécessaire d'élever pour avoir une production excédentaire soit de 10 000 pupes de chaque sexe par semaine (5^e colonne), soit de 5 000 (ou 10 000) jeunes mâles adultes par semaine (7^e colonne).

V. CONCLUSIONS

CHALLIER (1) et LAVEISSIÈRE (11) ont montré les difficultés d'élevage, en Afrique, de *G. p. gambiensis*. CHALLIER estime que les conditions d'élevage en laboratoire favorisent la survie des individus de petite taille et des individus chétifs dont la multiplication provoque, au bout de quelques générations, l'extinction de l'élevage.

LAVEISSIÈRE préconise, pour augmenter la production et la taille des pupes, d'élever cette espèce dans l'obscurité totale.

Les techniques utilisées à Maisons-Alfort ont toutefois permis à la souche de *G. p. gambiensis* en élevage de dépasser la 20^e génération tout en étant maintenue à un effectif élevé.

Le poids des pupes produites au laboratoire constitue un bon critère de la qualité d'un élevage. Bien que nous ne disposions pas de données sur le poids des pupes sauvages de *G. p. gambiensis*, il semble raisonnable d'estimer que, par comparaison avec le poids des pupes pondues au laboratoire par les femelles sauvages, le poids des pupes de l'élevage de Maisons-Alfort se rapproche de celui des pupes pondues dans la nature.

Le fait que le poids des pupes pondues au laboratoire ait augmenté de façon significative au cours du temps, pendant que la proportion de

pupes légères allait en diminuant, peut en tout cas être interprété comme un signe de la bonne qualité de cet élevage.

CURTIS et JORDAN (4), ont calculé les coefficients d'accroissement, dans les conditions d'élevage réalisées à Langford, de *G. austeni* ($r_m = 0,0173$) et de *G. morsitans* ($r_m = 0,0166$) nourries sur lapin. A Lisbonne, PINHAO (13) a trouvé une valeur de r_m de 0,0123 avec son élevage de *G. morsitans* nourrie sur cobaye.

Avec les espèces du groupe *palpalis* élevées individuellement à Anvers, VAN DER VLOEDT (14) obtient les coefficients suivants :

$$\begin{aligned} G. p. palpalis & : r_m = 0,0092 \\ G. f. quanzensis & : r_m = 0,0077 \end{aligned}$$

Les résultats obtenus avec la souche de *G. p. gambiensis* élevée à Maisons-Alfort sont en accord avec ceux obtenus à Anvers et semblent confirmer que l'élevage des espèces du groupe *palpalis*, à l'exception de *G. tachinoides* (8), est plus délicat que celui des espèces du groupe *morsitans*.

Ces résultats, qui ont été obtenus à partir d'individus élevés en grand nombre, avec des méthodes simples et standardisées, peuvent certainement être améliorés dans des conditions d'élevage en petites unités expérimentales dans lesquelles il est possible d'apporter plus de soin à chaque individu.

Les buts qui sont poursuivis à Maisons-Alfort visent au contraire à obtenir, à partir de méthodes applicables aux conditions difficiles du continent africain, des élevages importants permettant de disposer d'un nombre élevé de mâles utilisables dans des campagnes de lutte génétique.

A partir des données figurant dans le tableau V il est possible de faire, dans ces conditions, des prévisions pour l'établissement en Afrique d'un élevage de *G. p. gambiensis*.

Le programme établi pour le Centre I. E. M. V. T. de Bobo-Dioulasso prévoyait dans un premier temps la création d'un élevage de 30 000 femelles permettant une production de 20 000 mâles stériles par mois, soit 5 000 mâles par semaine (3). Les résultats obtenus à Maisons-Alfort montrent que ces prévisions étaient réalistes, et que, dans l'optique la moins favorable (coefficient $r_m = 0,00672$), l'effectif des 30 000 femelles peut être obtenu, avec 100 femelles seulement au départ, en 850 jours, soit un peu plus de 2 ans, et, dans le cas le plus favorable ($r_m = 0,01045$), en 550 jours, soit un an et demi.

SUMMARY

**The rearing of *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949
(Diptera-Muscidae) at Maisons-Alfort**

A colony of *Glossina palpalis gambiensis* was begun in July 1972, at the I. E. M. V. T. entomology laboratory in Maisons-Alfort (France), starting from 126 parental females, which emerged from pupae and wild females collected in Upper-Volta.

This colony was established in order to study, under laboratory conditions, the biology of that species and the conditions of mass rearing in view of an application, in Upper-Volta, of the control by the sterile male technique.

The author sums up the results gained from the beginning of the rearing to September 1975. The strain has followed an expanding phase for two years (August 1972-August 1974) with a mean rate of increase in numbers of females (r_m) of 0,006 72. Since August 1974, the number of flies is maintained at a constant size of about 4 800 females by withdrawing the surplus of offspring (about 3 000 pupae and 180 females per month).

On the basis of these results, predictions can be made for the establishment of a colony of that species in Africa.

RESUMEN

**La cría de *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949
(Diptera-Muscidae) en Maisons-Alfort**

En julio de 1972, se ha empezado una cría de *Glossina palpalis gambiensis* en el laboratorio de entomología del I. E. M. V. T., en Maisons-Alfort (Francia) a partir de 126 hembras nacidas de pupas y hembras salvajes recogidas en Alta-Volta.

Se creó dicha cría con el fin de estudiar, en laboratorio, la biología de esta especie y las condiciones de producción de una cría importante para aplicar, en Alta-Volta, la técnica de lucha por el soltar de machos estériles.

El autor indica los resultados obtenidos desde el principio de la cría hasta septiembre de 1975. Durante dos años (de agosto de 1972 a agosto de 1974) la cepa ha sido en « fase de expansión » con un coeficiente de aumento medio de 0,006 72. Desde agosto de 1974, el número medio de moscas sigue siendo constante, sea unas 4 800 hembras, por toma de las pupas o adultos excedentes (unas 3 000 pupas y 180 hembras por mes).

Estos resultados permiten hacer previsiones para el establecimiento de una cría importante de dicha especie en África.

BIBLIOGRAPHIE

1. CHALLIER (A.). L'élevage de *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949 en Haute-Volta. Criação de mosca tsé-tsé em laboratório e sua aplicação prática. 1^o Symp. intern. 1969. Coordenação de J. Fraga de Azevedo. Lisboa 1970, pp. 85-90.
2. CHALLIER (A.). Ecologie de *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949 (Diptera-Muscidae) en savane d'Afrique occidentale. *Mém. O. R. S. T. O. M., Paris*, 1973, **64**, 274 p.
3. CLAIR (M.). Projet de lutte contre les mouches tsé-tsé par lâchers de mâles stériles. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., suppl.* (Les moyens de lutte contre les trypanosomes et leurs vecteurs. Actes du colloque Paris, mars 1974), pp. 127-129.
4. CURTIS (C. F.) et JORDAN (A. M.). Calculations of the productivity of *Glossina austeni* Newst. maintained on goats and on lop-eared rabbits. *Bull. ent. Res.*, 1968, **59** : 651-658.
5. ITARD (J.). Elevage, cytogénétique et spermatogénèse des insectes du genre *Glossina*. Stérilisation des mâles par irradiation gamma. *Ann. Parasit. hum. comp.*, 1971, **46** (3 bis) : 35-66.
6. ITARD (J.). Techniques d'élevage des glossines. Perspectives offertes pour l'utilisation de la méthode de lutte par lâchers de mâles stériles. *Bull. Off. int. Epiz.*, 1971, **76** : 307-318.
7. ITARD (J.). Situation actuelle des élevages de glossines à l'I. E. M. V. T. (Maisons-Alfort). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop. suppl.* (Les moyens de lutte contre les trypanosomes et leurs vecteurs. Actes du colloque Paris, mars 1974), pp. 51-53.
8. ITARD (J.), MAILLOT (L.), BRUNET (J.) et GIRET (M.). Observations sur un élevage de *Glossina tachinoides* West., après adoption du lapin comme animal hôte. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, **21** (3) : 387-403.
9. JORDAN (A. M.) et CURTIS (C. F.). Productivity of *G. austeni* Newst. maintained on lop eared rabbits. *Bull. ent. Res.*, 1968, **58** (2) : 399-410.
10. JORDAN (A. M.) et CURTIS (C. F.). Productivity of *Glossina morsitans morsitans* Westwood maintained in the laboratory, with particular reference to the sterile-insect release method. *Bull. Org. mond. Santé*, 1972, **46** (1) : 33-38.
11. LAVEISSIÈRE (G.). Essais d'amélioration de la technique d'élevage de *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank en Afrique occidentale. *Cah. O. R. S. T. O. M., série Ent. méd. Parasit.*, 1973, **11** (3) : 205-209.

12. MONRO (J.) et OSBORN (A.). The use of sterile males to control populations of Queensland fruit-fly, *Dacus tryoni* (Frogg) (Diptera : Tephritidae). I. Methods of mass-rearing, transporting, irradiating and releasing sterile flies. *Aust. J. Zool.*, 1967, **15** : 461-473.
13. PINHAO (R. da C.). The innate capacity of increase of *G. morsitans* under laboratory conditions. Criação de mosca tsé-tsé em laboratório e sua aplicação prática. 1º Symp. intern. 1969. Coordenação de J. Fraga de Azevedo. Lisboa. 1970, pp. 305-310.
14. VAN DER VLOEDT (A.). L'élevage au laboratoire de *Glossina palpalis palpalis* et de *Glossina fuscipes quanzensis*. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop. suppl.* (Les moyens de lutte contre les trypanosomes et leurs vecteurs. Actes du colloque Paris, mars 1974), pp. 61-62.