

ESTIMATION DU TAUX DE SURVIE CHEZ LES ANOPHÈLES

Par J. COZ (*), H. GRUCHET (*), G. CHAUVET (*) et M. COZ (**) (***)

INTRODUCTION

A la suite d'une enquête sur la biologie des vecteurs du paludisme à Madagascar, nous avons été amenés à rechercher une méthode d'évaluation du taux de survie chez les anophèles. Pour ce faire, nous avons utilisé les deux espèces vectrices *A. gambiae* Giles et *A. funestus* Giles, déterminant l'âge physiologique par la méthode de DETINOVA, 1945, basée sur les caractères des trachéoles ovariennes. Dans l'exposé qui suit, nous donnons tout d'abord quelques généralités mathématiques, puis leurs applications aux deux anophèles précités.

La population P en moustiques d'un secteur supposé « clos » *i. e.* à l'abri de toute invasion extérieure, doit s'écrire :

- p , la probabilité de survie de l'espèce considérée ;
- x_0 , le nombre des moustiques nés aujourd'hui ;
- x_1 , le nombre des moustiques nés hier ;
- x_2 , le nombre des moustiques nés il y a deux jours ;
- x_n , le nombre des moustiques nés il y a n jours.

$$x_0 + x_1p + x_2p^2 + \dots + x_np^n.$$

Soit x le nombre moyen quotidien de naissances. Nous pouvons supposer le nombre quotidien de naissances à peu près constant en période d'équilibre biologique.

Rappelons la somme S d'une progression géométrique de raison $r < 1$.

$$S = a + ar + \dots + ar^n$$

$$S = a \frac{1}{1-r}$$

La population totale de moustiques N_1 d'un secteur clos peut s'écrire donc :

$$N_1 = x \frac{1}{1-p}$$

où x est le nombre de naissances quotidiennes, et p la probabilité de survie.

(*) Entomologistes médicaux O. R. S. T. O. M.

(**) Attaché de Recherches Section Mathématiques C. N. R. S.

(***) Séance du 13 décembre 1961.

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

Collection de Référence

10 MAI 1966

10572ex1

Les moustiques capturés en chasse de nuit constituent une population intéressante pour deux raisons :

— Tout d'abord, il semble qu'elle représente un échantillonnage correct de la population totale.

— Ensuite, l'établissement de la parité ou de la nulliparité est relativement aisé. On emploie la méthode de DETINOVA, basée sur l'examen des trachéoles ovariennes à l'état sec (1945). Chez les anophèles dans le cas considéré, les follicules ne dépassent guère les stades II moyen, II fin de CHRISTOPHERS.

Ainsi pour *A. gambiae* Giles, l'intervalle entre deux repas sanguins a été estimé à deux jours. La première ponte a lieu dans la cinquième journée après l'éclosion (xp^4).

En chasse de nuit, nous capturons :

$$xp + xp^3 + xp^5 + xp^7 + \dots$$

N somme de la progression géométrique s'écrit :

$$N = xp \frac{1}{1-p^2}$$

$xp + xp^3$ représente les femelles nullipares,

xp celles qui viennent d'éclore,

xp^3 celles qui ont déjà pris un repas sanguin.

Le nombre P de femelles ayant déjà pondu est représenté par la formule :

$$(2) \quad P = xp^5 \left(\frac{1}{1-p^2} \right)$$

De ces définitions, nous pouvons tirer :

$$(a) \quad \frac{\text{nullipares déjà gorgées une fois}}{\text{nullipares nouvellement écloses}} = \frac{xp^3}{xp} = p^2;$$

$$(b) \quad \frac{\text{pares}}{\text{pares} + \text{nullipares gorgées une fois}} = \frac{xp^5 \left(\frac{1}{1-p^2} \right)}{xp^3 \left(\frac{1}{1-p^2} \right)} = p^2;$$

$$(c) \quad \frac{\text{pares}}{\text{total des captures}} = \frac{xp^5 \left(\frac{1}{1-p^2} \right)}{xp \left(\frac{1}{1-p^2} \right)} = p^4.$$

Dans (a) et (b), nous obtenons p par l'extraction d'une racine carrée ; dans (c) par l'extraction d'une racine quatrième. Si le temps qui sépare deux repas sanguins est de n jours, dans (a) et (b), il faut extraire la racine $n^{\text{ième}}$, dans (c), la racine $n^{\text{ième}}$ au carré.

Exemples :

A. — Calcul du taux de survie chez *A. funestus* Giles, dans la région de Miandrivazo, 45-46° de longitude, 19-20° de latitude sud (ouest de Madagascar), 1960.

— En saison chaude, le cycle gonotrophique est en moyenne de deux jours pour les pares, et il faut cinq jours à une nullipare de la naissance à la première ponte. Ceci est vrai pour les périodes allant de janvier à mai, et de septembre à décembre.

— Nombre d'anophèles disséqués : $N = 1.129$;

— Nombre de pares : $P = 618$;

— Nombre de nullipares : $n = 511$.

Les nullipares se divisant en :

nullipares nouvellement écloses : $n_1 = 284$,

nullipares gorgées une fois : $n_2 = 227$.

Au cours d'expériences sur la durée des cycles gonotrophiques chez *A. funestus* Giles, les ovaires de toutes les femelles gorgées mises en observation avaient atteint ou dépassé le stade II moyen après digestion du sang. En conséquence, les femelles nullipares capturées en chasse de nuit ont été classées en :

n_1 : ovaires aux stades I et II début.

n_2 : ovaires au stade II moyen et plus.

$$1^{\circ} \quad p = \sqrt[4]{\frac{P}{N}} = \sqrt[4]{\frac{618}{1.129}} = 0,86 ;$$

$$2^{\circ} \quad p = \sqrt[2]{\frac{n_2}{n_1}} = \sqrt[2]{\frac{227}{284}} = 0,89 ;$$

$$3^{\circ} \quad p = \sqrt[2]{\frac{P}{P + n_2}} = \sqrt[2]{\frac{618}{845}} = 8,86.$$

— En saison froide, de mai à septembre, où l'intervalle entre deux repas sanguins est de trois jours :

$$N = 892 \quad n_1 = 183$$

$$P = 569 \quad n_2 = 140.$$

$$n = 323$$

$$1^{\circ} \quad p = \sqrt[6]{\frac{P}{N}} = \sqrt[6]{\frac{569}{892}} = 0,93 ;$$

$$2^{\circ} \quad p = \sqrt[3]{\frac{n_2}{n_1}} = \sqrt[3]{\frac{140}{183}} = 0,91 ;$$

$$3^{\circ} \quad p = \sqrt[3]{\frac{P}{P + n_2}} = \sqrt[3]{\frac{569}{709}} = 0,93.$$

B. — Calcul du taux de survie chez *A. gambiae* Giles, dans la région de Morombé, 43-44° de longitude et 21-22° de latitude sud (ouest de Madagascar). Nous nous basons sur les dissections effectuées sur cet anophèle pendant la période allant de septembre à décembre 1961. La durée de digestion du repas sanguin est de deux jours. Il faut, comme pour *A. funestus*, cinq jours à une femelle nullipare pour pondre.

$$\begin{array}{ll} N = 1.670 & n_1 = 324 \\ P = 1.096 & n_2 = 250. \\ n = 574 & \end{array}$$

$$\begin{aligned} 1^{\circ} \quad p &= \sqrt[4]{\frac{P}{N}} = \sqrt[4]{\frac{1.096}{1.670}} = 0,90; \\ p &= \sqrt{\frac{n_2}{n_1}} = \sqrt{\frac{250}{324}} = 0,88; \\ p &= \sqrt{\frac{P}{P + n_2}} = \sqrt{\frac{1.096}{1.346}} = 0,90. \end{aligned}$$

Utilisant la même méthode d'étude (DETINOVA, 1945), nous avons examiné les anophèles gorgés restant le jour dans les habitations; les pelotons trachéolaires sur les ovaires ne sont observés que chez les anophèles nullipares n'ayant pris qu'un seul repas sanguin.

La fraction nullipare dont on aperçoit les nodules trachéaux est représentée par xp^2 (pour une alternance de deux jours entre les repas sanguins).

La somme des femelles gorgées :

$$xp^2 \left(\frac{1}{1-p^2} \right).$$

A Morombé, pour *A. gambiae* Giles, en saison chaude :

$$\begin{aligned} xp^2 &= 107 \\ xp^2 \left(\frac{1}{1-p^2} \right) &= 533 \\ \frac{xp^2}{xp^2 \left(\frac{1}{1-p^2} \right)} &= \frac{107}{533} \\ xp^2 \left(\frac{1}{1-p^2} \right) &= 533 \end{aligned}$$

$$p = \sqrt{1 - 0,20} = 0,89.$$

A Miandrivazo, pour *A. funestus* Giles, en saison chaude :

$$xp^2 = 114$$

$$xp^2 \left(\frac{1}{1-p^2} \right) = 568$$

$$p = 0,89.$$

CONCLUSION

En vue de contrôler l'efficacité des produits insecticides sur les vecteurs du paludisme nous avons, utilisant une méthode de dissection et de lecture de l'âge physiologique relativement simple, mis au point pour une population donnée (les moustiques capturés en chasse de nuit) une méthode de calcul du taux de survie. Pour les deux populations anophéliennes analysées, nous avons admis un stade prégravidé.

RÉSUMÉ

Une population anophélienne en équilibre peut être représentée par la somme d'une progression géométrique de raison $p < 1$, la raison de cette progression étant le taux de survie. L'échantillonnage analysé doit être correct et représenter une image de la population totale. Ceci semble vérifié pour les anophèles capturés en chasse de nuit.

SUMMARY

A population of mosquitoes in equilibrium may be represented by the sum of a geometric progression of ratio $p < 1$. The ratio of this progression being the survival rate. Captured mosquitoes must represent a picture of the whole population. This fact seems to be true for these caught by night.

O. R. S. T. O. M. (Section Entomologie Médicale),
C. N. R. S., Institut H.-Poincaré, Paris.

BIBLIOGRAPHIE

- DETINOVA (T. S.). — Modifications physiologiques des ovaires chez les femelles d'anophèles. *Parasitologie médicale* (Moscou), 1945, 5, 410-420.
- GILLIES (M. T.). — The duration of the gonotrophic cycle in *Anopheles gambiae* and *Anopheles funestus* with a note on the efficiency of hand catching. *East. Afr. Med. J.*, 1953, 30, 129-135.

- GILLIES (M. T.). — Studies on the dispersion and survival of *Anopheles gambiae* Giles in East Africa, by means of marking and release experiments. *Bull. Ent. Res.*, 1961, 52, 99-127.
- MACDONALD (G.). — The epidemiology and control of malaria (London), University Press, 1957, 201 pages.