

Fécondité des femelles du complexe *Simulium damnosum* en Afrique de l'Ouest ⁽¹⁾

Christian BELLEC ⁽²⁾, Georges HÉBRARD ⁽³⁾

Résumé

La fécondité des femelles de plusieurs espèces du complexe *Simulium damnosum* (*S. damnosum* s.s., *S. sirbanum*, *S. sanctipauli*, *S. soubrense*, *S. yahense*) a été estimée par comptage des œufs mûrs (stade V) chez des femelles gravides récoltées par piégeage au moyen de plaques d'aluminium engluées. La fécondité se caractérise d'une part par des nombres moyens d'œufs toujours élevés, entre 400 et 600, quelles que soient les espèces du complexe, les zones bioclimatiques et les saisons et d'autre part par une grande variabilité individuelle (valeurs minimale et maximale observées respectivement de 90 et 1123). Plusieurs facteurs de variation ont été considérés. La fécondité diffère selon les espèces du complexe : les moyennes d'œufs des espèces forestières (comprises entre 550 et 620) sont supérieures à celles des espèces savanicoles (450 à 510). Elle varie saisonnièrement. La fécondité n'est pas liée, dans la plupart des cas, à la taille des individus. Le facteur essentiel de variation est l'âge de la femelle : si la fécondité diminue au fur et à mesure du vieillissement des femelles (moyennes de 560 et 450 respectivement chez des femelles savanicoles jeunes et âgées), il n'est pas possible cependant de définir la structure d'âge (nombre de cycles gonotrophiques) par les comptages d'œufs.

Mots-clés : Fécondité — Complexe *Simulium damnosum* — Méthode de piégeage — Côte d'Ivoire.

Summary

THE FECUNDITY OF *Simulium damnosum* S.L. IN WEST AFRICA. The fecundity of several species of the *Simulium damnosum* complex (*S. damnosum* s.s., *S. sirbanum*, *S. sanctipauli*, *S. soubrense*, *S. yahense*) has been estimated by counting mature oocytes (stage V) from gravid females trapped on sticky aluminium plaques. The fecundity was characterized on the one hand by high eggs-means (from 400 to 600) in every season, bioclimatic area and complex species and the other hand by a great individual variability (minimum and maximum values amounting to 90 and 1123 respectively). Several factors of variations have been considered : fecundity varies with the season but not, in major cases, with the size of female ; the eggs-means of the forest species (range from 550 to 620) were higher than those of savanna species (450 to 510). The main factor is the age of females : if the fecundity decreases as females grow older (eggsmeans amounting to 560 and 450 respectively in young and old savanna females populations) nevertheless it was not possible to determine a population age structure through a study of the number of eggs in gravid females.

Key words : Fecundity — *Simulium damnosum* complex — Trapping methods — Ivory Coast.

(1) Ce travail a bénéficié d'une subvention de l'Organisation Mondiale de la Santé et a été réalisé à l'Institut de Recherches sur la Trypanosomiase et l'Onchocercose (I.R.T.O.), B.P. 1500, Bouaké, Côte d'Ivoire, dans le cadre des accords O.C.C.G.E./O.R.S.T.O.M.

(2) Entomologiste médical O.R.S.T.O.M., adresse ci-dessus.

(3) Technicien d'entomologie médicale O.R.S.T.O.M., adresse ci-dessus

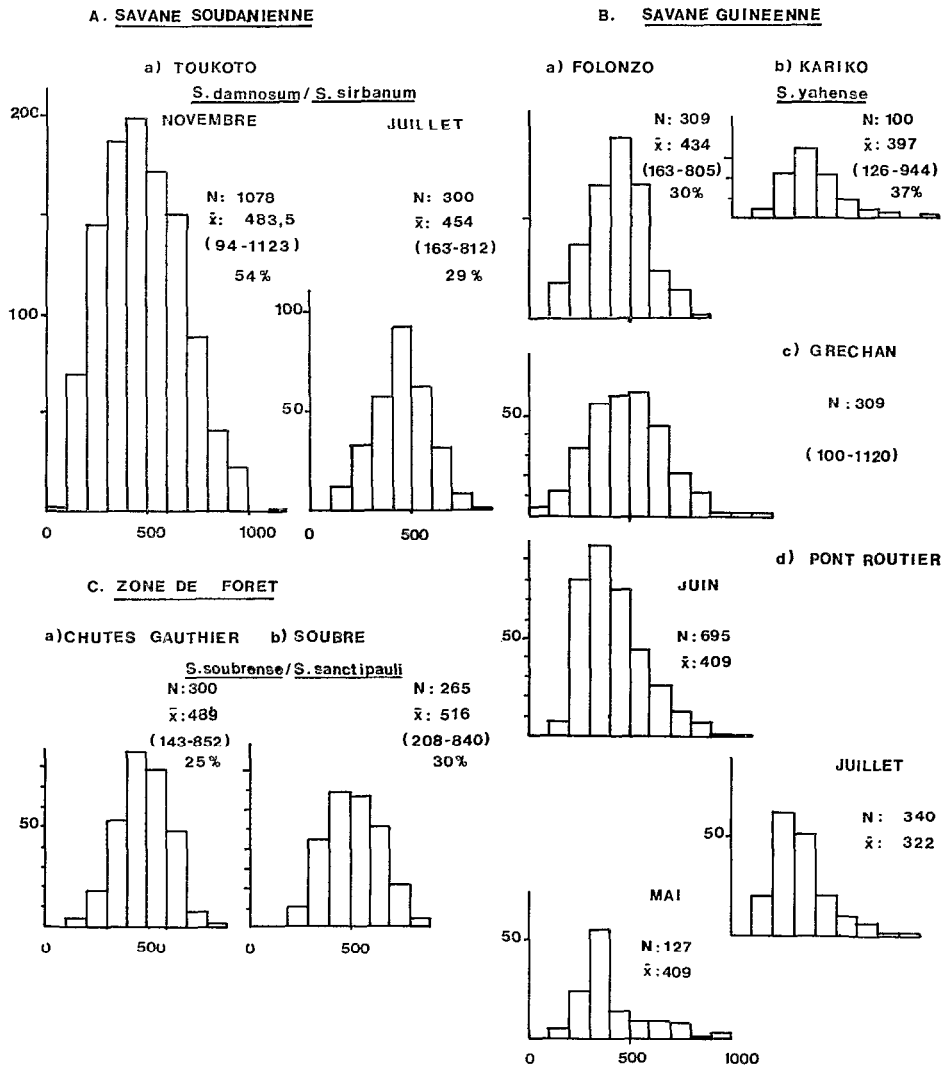


FIG. 1. — Fécondité des femelles du complexe *Simulium damnosum* récoltées au moyen de plaques d'aluminium en plusieurs stations. (En abscisse : nombre d'œufs (rangés par classe 100) par femelle; en ordonnée : effectifs de chaque classe. N : nombre de femelles examinées; \bar{x} : moyennes du nombre d'œufs; % : coefficient de variation, $\frac{100 s}{\bar{x}}$; les valeurs minimales et maximales d'œufs contenus dans l'abdomen sont indiquées entre parenthèses)

1. Introduction

La fécondité des femelles et ses variations est un des déterminants de la taille et de la dynamique des populations d'insectes. S'agissant de vecteurs, elle acquiert donc une importance épidémiologique. Le piégeage des simuliés à l'aide de plaques d'aluminium engluées (Bellec, 1976) permettant de capturer en nombre important des femelles gravides du complexe *Simulium damnosum*, vecteurs de l'onchocercose, nous avons utilisé ce moyen pour étudier au cours d'un cycle saisonnier ou annuel la fécondité des différentes espèces du complexe dans les diverses zones bioclimatiques d'Afrique de l'Ouest qui constituent leur aire de répartition.

2. Matériel et méthodes

Les femelles gravides (stade V, selon la nomenclature de Christophers, 1911) récoltées sur plaques ont été conservées dans l'alcool à 70°; elles ont ensuite été réhydratées dans un bain d'eau distillée durant 12 à 24 heures. Après incision de l'abdomen, chaque ovaire, isolé dans une goutte d'eau distillée, est délicatement dilacéré pour isoler les œufs et ceux-ci sont comptés.

L'identification des espèces du complexe a été faite chez les adultes, d'après la coloration des soies des touffes alaires (Lewis et Duke, 1966; Garms, 1978) et l'aspect et la taille des segments antennaires (Quillévéry *et al.*, 1977). Ces techniques ne permettent cependant la discrimination qu'entre les trois paires d'espèces, *S. damnosum* s.s./*S. sirbanum*, *S. sanctipauli*/*S. soubrense* et *S. yahense*/*S. squamosum*. C'est pourquoi nous avons tenu le plus grand compte des identifications cytotoxonomiques des stades larvaires antérieurement faites dans nos stations d'études (Quillévéry, 1979 et comm. pers.).

3. Stations d'études

Les femelles gravides proviennent de plusieurs gîtes appartenant à différentes régions bioclimatiques :

— à la limite septentrionale de la savane soudanienne du Mali : les femelles d'espèces dites savaniques,

S. damnosum s.s. et *S. sirbanum* (seule espèce identifiée lors d'examen cytotoxonomique) ont été récoltées en novembre 1978 (saison sèche) et en juillet 1979 (saison des pluies), à Siramakana (cercle de Kita, 14°35' N-9°55' W) sur la rivière Baoulé ;

— en savane guinéenne de Côte d'Ivoire et de Haute-Volta : ces mêmes espèces savaniques ont été récoltées en 1977 dans plusieurs gîtes de la Léraba et de la Comoé en saison sèche (de février à avril) et en début de saison des pluies (de mai à juillet). Les femelles provenaient des populations autochtones, aux gîtes Gréchan (9°53' N-4°50' W) et de Folonzo (9°8' N-4°40' W) et allochtones (femelles immigrantes) au pont routier de la Léraba (10°10' N-5° W). Des comptages portant sur des femelles de *S. yahense*, seule espèce identifiée ont été effectués à Kariko, sur la Bagoé, en janvier 1976 (saison sèche) ;

— en secteur pré-forestier de Côte d'Ivoire : les œufs de femelles dites savaniques (*S. damnosum*/*S. sirbanum*) et de femelles présumées forestières (probablement *S. soubrense*, seule espèce identifiée) ont été comptés durant 9 mois, en 1977, après récolte sur les gîtes de Danangoro (7°10' N-5°56' W) ;

— en zone forestière de Côte d'Ivoire : les femelles d'espèces présumées forestières (*S. sanctipauli*/*S. soubrense*) ont été récoltées à Soubré, sur le Sassandra, et aux chutes Gauthier (près de Tiassalé) sur le Bandama, en saison sèche.

4. Résultats et discussion

Étant donné les faibles quantités d'œufs résiduels observées au cours de cette étude chez les femelles capturées sur homme, nous avons considéré que la fécondité des espèces en cause pouvait être estimée à partir du nombre d'œufs contenus dans l'abdomen des femelles gravides. Les résultats (fig. 1, 2, 4) sont exprimés par des histogrammes présentant en abscisse le nombre d'œufs par femelle, regroupés en classe de 100, et, en ordonnée, les effectifs de femelles pour chaque classe. On a précisé, sur chaque histogramme, le nombre de femelles examinées, la moyenne, les valeurs minimale⁽¹⁾ et maximale, le coefficient de variation.

(1) On notera ici que certaines valeurs minimales de la fécondité ont peut-être été sous-estimées du fait d'une oviposition partielle sur les plaques.

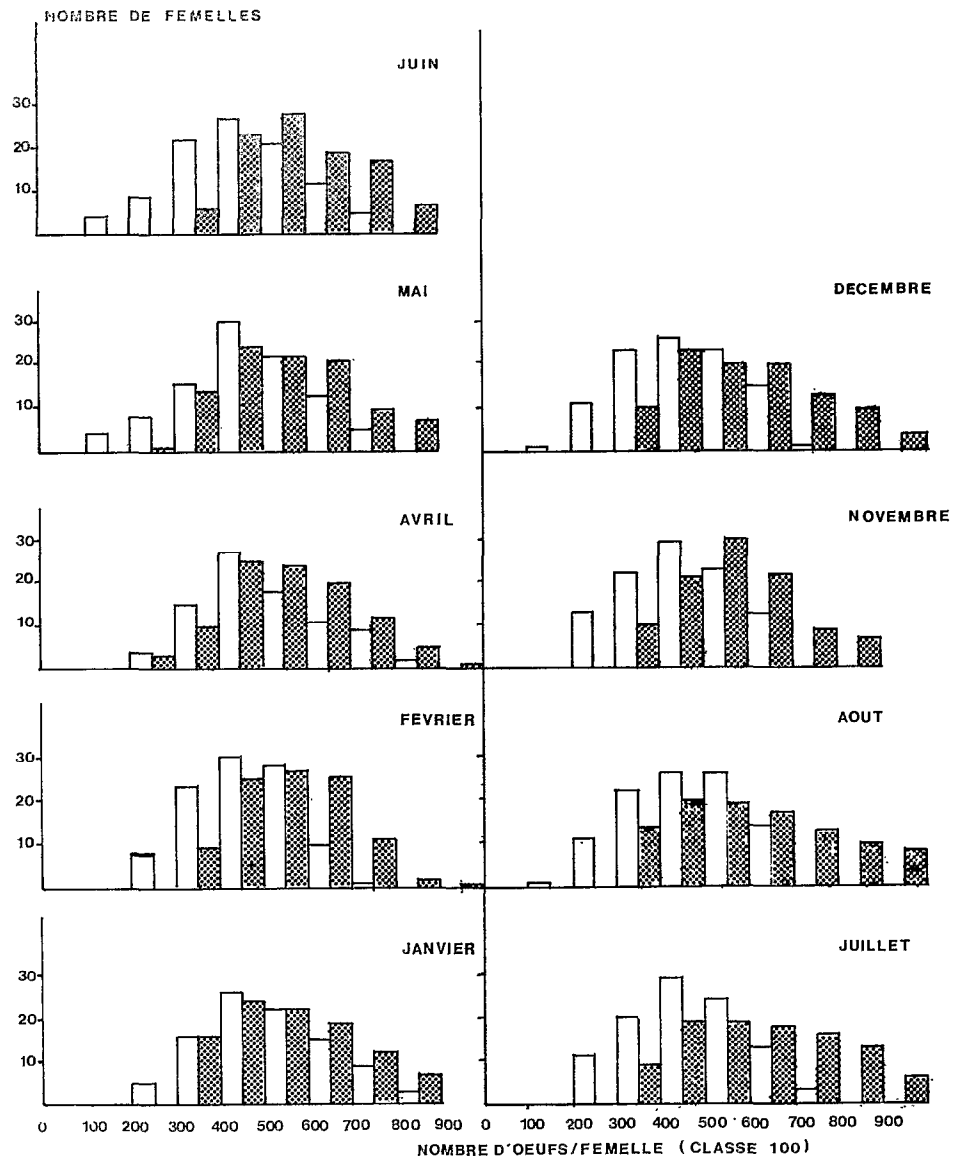


FIG. 2. — Fécondité des femelles du complexe *Simulium damnosum* récoltées au moyen de plaques d'aluminium à Danangoro. (en blanc, espèces d'affinité savanique, *S. damnosum* s.s./*S. sirbanum* ; en grisé, espèce d'affinité forestière, probablement *S. soubrense*).

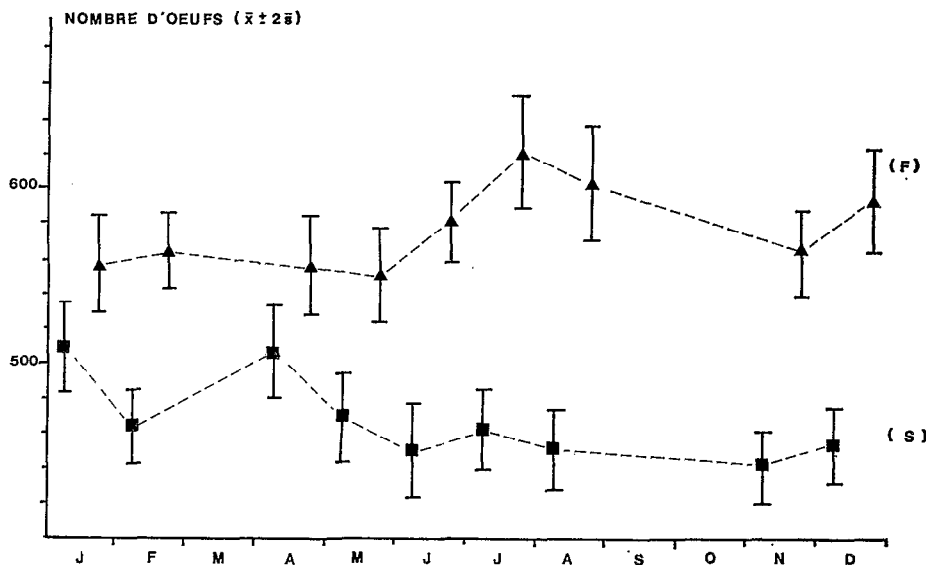


FIG. 3. — Variations mensuelles de la fécondité des femelles d'affinité savanicole (S), *S. damnosum* s.s./*S. sirbanum* et des femelles présumées forestière (F), probablement *S. soubrense* (Danangoro). (\bar{x} : moyenne mensuelle du nombre d'œufs ; s : écart type moyen).

4.1. FÉCONDITÉ DES FEMELLES

La fécondité des femelles du complexe *Simulium damnosum* se caractérise d'une part par des moyennes élevées, comprises entre 400 et 600 œufs, quelles que soient les espèces du complexe, les zones bioclimatiques et les saisons, et, d'autre part, par une grande variabilité individuelle se traduisant par des écarts importants entre les valeurs minimale et maximale (maximum d'œufs comptés 1 123) et des coefficients de variation élevés (25 à 54 %). Les chiffres reflétant la fécondité moyenne sont du même ordre de grandeur que ceux auxquels conduit le comptage des ovocytes au stade I du développement folliculaire chez des femelles capturées sur homme (Le Berre, 1966) ou au stade V chez des femelles gorgées sur des volontaires et maintenues en vie (Lewis, 1958 ; Mokry, 1980b). Ces moyennes élevées et la forte variabilité individuelle offrent beaucoup de similitude avec celles qui ont été observées chez plusieurs espèces de simuliés néarctiques (Davies et Peterson, 1956 ; Abdelnatur, 1968 ; Chutter, 1970 ; Mokry, 1980a), néotropicales (Ramirez-Perez, 1977) et paléarctiques (Golini et Davies, 1975 ; Hechler et Rühm, 1976).

4.2. FACTEURS DE VARIATION DE LA FÉCONDITÉ

Cette étude nous conduit à envisager les différents facteurs de variation de la fécondité.

4.2.1. Variations spécifiques

En considérant les comptages mensuels effectués, à Danangoro, sur 100 femelles de chacun des deux groupes d'espèces on constate (fig. 3) que les femelles forestières (*S. soubrense*) se présentent avec un nombre moyen d'œufs constamment supérieur à celui des femelles savanicoles (*S. damnosum* s.s./*S. sirbanum*). Les moyennes mensuelles oscillent respectivement de 450 à 510 et de 550 à 620 œufs pour les espèces savanicoles et forestières. Il apparaît donc que la fécondité varie avec l'espèce ou le groupe d'espèces considéré. Ces observations s'accordent avec celles de Lewis (1960) et de Le Berre (1966) qui firent ressortir une différence de fécondité entre les populations de savane et celles de forêt. Elles sont enfin à rapprocher des variations de fécondité déjà mises en évidence dans des complexes d'espèces chez les Culicidae : *Anopheles maculipennis* (Kalita, 1937 ; Prokovski, 1946), *Aedes detritus* (Guilvard *et al.*, 1979), *Anopheles gambiae* (Chauvet, 1969).

4.2.2. Variations saisonnières

Des variations saisonnières sont observées sur un même site d'étude et pour un groupe particulier d'espèces :

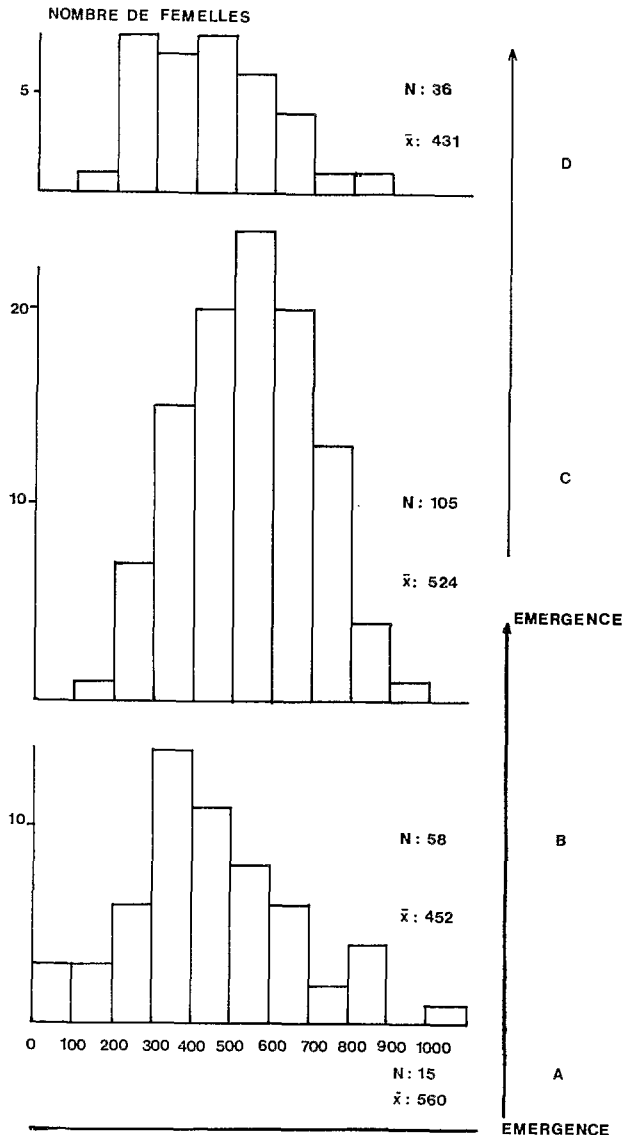


FIG. 4. — Variation de la fécondité en fonction de l'âge physiologique des femelles du complexe *S. damnosum* (*S. damnosum* s.s./*S. sirbanum*) variations hebdomadaires des moyennes et de la distribution de fréquence du nombre d'œufs au cours de plusieurs générations successives. En abscisse : nombre d'œufs (rangés par classe 100) ; en ordonnée : effectifs de chaque classe. A, B, C et D : semaines successives)

— à la limite nord de la savane soudanienne, la différence entre les nombres d'œufs respectivement observés en saison sèche (483,5) et en saison des pluies (442,7) est statistiquement significative ($t : 3, 62$) ;

— en secteur pré-forestier, les moyennes mensuelles de la fécondité montrent, pour chaque groupe d'espèces, des différences significatives (fig. 3) ; Dans aucune des deux séries un test de Duncan n'a permis d'attribuer ces variations de fécondité à des périodes particulières de l'année.

4.2.3. Variations liées à la taille

Aucune liaison significative (test de régression linéaire) entre la taille et la fécondité des femelles récoltées n'a été constatée dans nos stations du Mali (Siramakana, en novembre et juillet), de Haute-Volta (Folonzo) et de Côte d'Ivoire (chutes Gauthier et Soubré). Après avoir séparé par groupes d'espèces les femelles récoltées à Danangoro (deux lots de 100 femelles de chacun des deux groupes d'espèces, chaque mois) on remarque dans la plupart des cas (15 sur 18), qu'aucune relation n'est observée entre ces deux paramètres. Ces résultats montrent que les variations de la taille ne peuvent expliquer celles de la fécondité ; ils sont à rapprocher de ceux de Mokry (1980b). Une relation entre la taille et la fécondité a cependant pu être mise en évidence dans certains cas, en particulier chez des femelles néarctiques lors de leur première ponte (cas de femelles autogènes ou récoltées après le premier repas de sang : Chutter, 1970 ; Hechler et Rühm, 1976 ; Colbo et Porter, 1979 ; Mokry, 1980a) et chez *S. damnosum* dans une population de femelles très âgées (Lewis, 1960). Dans tous les cas, il semble que la fécondité des femelles ait été estimée chez des populations de femelles très homogènes quant à la composition en âge ce qui nous amène à envisager ce facteur de variation.

4.2.4. Variations en fonction de l'âge physiologique des femelles

En raison du fait que les pièges utilisés ne fournissent que des femelles dont les ovocytes sont au stade V, nous n'avons pas été en mesure d'apprécier l'âge physiologique moyen des populations de femelles ; c'est pourquoi nous avons souvent fait appel à des estimations indirectes de l'âge des populations pour évaluer l'influence de ce facteur sur la fécondité.

Évaluation de l'âge moyen par dissection des femelles capturées sur homme pendant la période d'étude

En présence de taux de parturité élevés nous observons que le nombre moyen d'œufs est généralement faible : 434 œufs à Folonzo (80 % de femelles pares selon Davies *et al.*, 1982), 394 œufs à Kariko (62 % de femelles pares, Séchan, comm. pers.).

*Évaluation indirecte de l'âge par estimation des taux d'infestation par des filaires morphologiquement indifférenciables d'*O. volvulus* chez les femelles capturées sur homme*

Pendant la période de réinvasion où toutes les femelles récoltées sur homme sont pares (Garms *et al.*, 1979 ; Le Berre *et al.*, 1979) on observe que les taux d'infestation des femelles sont élevés et augmentent de mai à juillet (3 à 11 %). Cette population de femelles ayant effectué au moins deux cycles gonotrophiques est relativement âgée. La fécondité se caractérise alors par de faibles moyennes d'œufs qui décroissent durant cette période (409 à 322 ; fig. 1).

Par l'observation de nouvelles générations par des récoltes d'adultes néonates sur les plaques et par l'apparition de colonies nymphales importantes sur les gîtes

Au cours d'une expérimentation réalisée à Gréchan dans le but d'étudier la vitesse de repeuplement d'un gîte après l'arrêt expérimental des traitements larvicides (Davies *et al.*, 1980 ; Bellec *et al.*, 1984) nous avons pu constater que les générations se succèdent environ tous les 10 jours (une semaine sur deux), valeur tout à fait comparable à celle établie par Davies *et al.* (1980) d'après la courbe de croissance de la population de femelles ; la fécondité moyenne est alors plus élevée au cours des semaines durant lesquelles les émergences sont observées, respectivement 560 et 450 œufs : ceci se traduit graphiquement (fig. 4) par un déplacement du mode vers les valeurs supérieures. La fécondité est ainsi bien supérieure à celle des « vieilles » femelles de réinvasion.

Ces observations montrent que la fécondité des femelles diminue avec l'âge ; elles rejoignent par leurs résultats celles qui ont été effectuées par Lewis (1958), Le Berre (1966) et Mokry (1980 b).

Récemment, Mokry (1980 b) a montré, chez des femelles de réinvasion gorgées sur des volontaires, que les effectifs de femelles gravides classés en fonction du nombre d'œufs (classe 10) se distribuaient en 4 ou 5 groupes bien individualisés ; il a émis l'hypothèse que ces groupes correspondaient à des populations de femelles ayant effectué un nombre différent de cycles gonotrophiques. Conformément à cette méthode, des histogrammes ont été établis pour chacune des populations de femelles ; à titre d'exemple ⁽¹⁾ nous présentons celui obtenu à Siramakana à partir des comptages d'œufs effectués en novembre 1978 sur un lot de 1 078 femelles appartenant probablement à une même population, comme le montre la distribution de fréquence des tailles (fig. 5). Dans tous les cas, une distribution de fréquences polymodale est observée, mais à l'inverse des résultats de Mokry (1980 b), la séparation entre les groupes est difficile à effectuer par simple lecture de l'histogramme. Welton et Bass (1980), observant chez *S. ornatum* et *S. equinum* une distribution polymodale, ont utilisé la méthode proposée par Cassié (1950) pour définir les limites des groupes. Cette méthode consiste à mettre en abscisse le nombre d'œufs par femelles rangés par classe de 10 et, en ordonnée, les fréquences cumulées des effectifs des femelles pour chaque classe ; les points d'inflexion de cette courbe constituent alors les limites de chacun des groupes d'âge. Cette transformation des données a été effectuée pour chacune des distributions de femelles gravides. L'analyse de ces courbes révèle que les points d'inflexion y sont difficiles à distinguer de façon non subjective, ce qui rejoint les conclusions de Cazes (1976) ; cet auteur en analysant plusieurs méthodes statistiques de décomposition d'un histogramme en composantes gaussiennes concluait que la méthode graphique (séparation des groupes visibles à l'œil nu) semble la plus naturelle et la meilleure. Dans le cas de notre étude cette séparation des groupes est aléatoire et ne permet pas de définir en toute rigueur la structure d'âge de la population de femelles.

4.2.5. *Influence de la nature et de la quantité de sang ingéré*

Klowden et Lea (1979) et Mokry (1980 a) ont respectivement montré que chez *S. underhilli* et *Prosimulium mixtum* le nombre d'ovocytes en

(1) Nous tenons à la disposition des lecteurs tous les éléments de calcul effectués sur les autres populations.

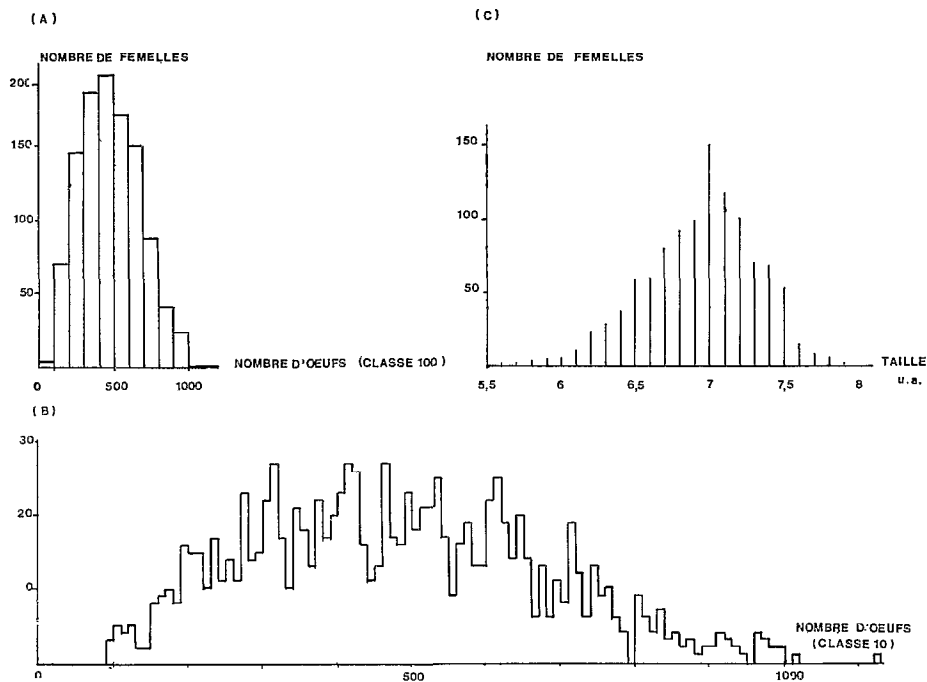


FIG. 5. — Fécondité des femelles d'affinité savanicole présentes à Siramakana. (A et B : Distribution de fréquence des femelles selon le nombre d'œufs (classes 100 et 10) ; C : Distribution de fréquence des tailles des femelles ; u.a. : unité arbitraire)

maturation était différent selon l'origine du repas de sang (homme, rat, oiseau, etc.) ; ce phénomène, observé par ailleurs chez plusieurs espèces culicidiennes (Bennett, 1970 ; Reeves, 1971) s'expliquerait par l'influence sur la maturation des ovocytes des différences de composition des sangs en certains acides aminés (Chang et Judson, 1971).

Les variations des préférences trophiques observées à Danangoro (Bellec et Hébrard, 1983) entre les espèces d'affinité savanicole (plus anthropophiles) et forestière (plus zoophiles) pourraient donc être à l'origine de variations de la fécondité. L'importance de ce facteur de variation ne peut cependant être apprécié actuellement pour deux raisons :

- notre ignorance de l'identité des hôtes naturels,
- notre méconnaissance de l'influence relative des différentes protéines sanguines, humaines ou animales sur l'ovogénèse.

Enfin, nous n'avons effectué aucune observation

sur la relation entre la quantité de sang ingéré et le nombre d'ovocytes développés. Une telle relation a été mise en évidence par Lewis (1958) chez des femelles pares de *S. damnosum* s.l.

5. Conclusions

5.1. APPLICATION A L'ÉTUDE DE CERTAINES PARTICULARITÉS DE LA BIOLOGIE ET DE L'ÉCOLOGIE

Par rapport aux autres possibilités d'étude de la fécondité, le comptage des œufs chez des femelles gravides récoltées par les plaques est plus aisé et rapide ; cette méthode ne requiert pas l'observation microscopique des follicules au stade I (cas des femelles capturées sur hôte humain) et ne présente pas les inconvénients de la mise en survie de femelles gorgées sur des volontaires (problème du gorgement, mortalité des femelles en captivité).

5.2. APPLICATION A L'ÉTUDE DE LA DYNAMIQUE DES POPULATIONS

Le comptage des œufs chez des femelles récoltées dans différentes stations a montré que la fécondité est toujours importante quelles que soient les espèces du complexe *S. damnosum*, les zones bioclimatiques et les saisons. Le nombre d'œufs pondus n'est donc pas un facteur limitant de la dynamique des populations. Cette conclusion rejoint celle formulée par Le Berre (1966) et peut être appliquée à toutes les espèces du complexe *S. damnosum* prises en compte dans notre étude.

5.3. APPLICATION A L'AMÉLIORATION DES MOYENS D'INVESTIGATION DE L'ÂGE PHYSIOLOGIQUE DES FEMELLES GRAVIDES RÉCOLTÉES PAR PIÉGEAGE

L'inconvénient majeur de l'emploi de techniques de piégeage réside dans le fait que l'état de conservation des insectes, souvent capturés par des substances adhésives, ne permet pas la dissection en vue de la détermination de leur âge physiologique. De nombreux pièges fournissent cependant des femelles gravides en quantité notable ; c'est le cas des plaques d'aluminium qui constituent, à l'heure actuelle, une alternative satisfaisante à la méthode de capture sur homme pour une évaluation entomologique qualitative des programmes de lutte insecticide.

Notre étude de la fécondité a révélé que dans le cas d'espèces d'affinité savanicole la moyenne d'œufs est plus élevée chez une population de jeunes

femelles (moyenne de 560 œufs) que chez une population plus âgée (moyenne de 450 œufs). Il n'a pas été cependant possible de définir leur structure d'âge (nombre de cycles gonotrophiques), à partir des comptages d'œufs. La possibilité de distinguer les populations de femelles nullipares et de femelles pares de *S. damnosum* par comptage des œufs (stade V) revêt un grand intérêt ; cela permettrait d'établir l'âge physiologique moyen des populations de femelles, soit résiduelles (cas des campagnes larvicides), soit immigrantes (réinvasion). Des études complémentaires portant sur plusieurs sites et sur différentes espèces permettraient peut-être de définir les valeurs minimales et maximales du nombre d'œufs qui permettraient de séparer les femelles gravides nullipares des pares. Ces investigations pourraient être menées parallèlement à une étude de la longévité des vecteurs après traitement larvicide d'un gîte isolé et récolte échelonnée dans le temps au moyen de plaques.

REMERCIEMENTS

Il nous est agréable de remercier les membres du personnel qui ont participé au comptage fastidieux, notamment MM. S. Bakayoko, D. Coulibaly, S. Kone, T. Koutoukou, auxiliaires de laboratoire à l'I.R.T.O. et MM. Déjardin et Lotodé, statisticiens de l'O.R.S.T.O.M. et du GERDAT, pour leur contribution au traitement des données. Nous tenons à remercier MM. M. Germain, J. Mouchet, D. Quillévéry et J. Brengues pour les conseils et suggestions prodigués lors de la rédaction de cet article.

Manuscrit reçu au Service des Éditions de l'O.R.S.T.O.M.
le 15 décembre 1983

BIBLIOGRAPHIE

- ABDELNATUR (O. M.), 1968. — The biology of some black-flies (Diptera : Simuliidae) of Alberta. *Quaest. Ent.*, 4 : 113-174.
- BELLEC (C.), 1976. — Captures d'adultes de *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera, Simuliidae) à l'aide de plaques d'aluminium, en Afrique de l'Ouest. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XIV, n° 3 : 209-217.
- BELLEC (C.) et HÉBRARD (G.), 1983. — Les préférences trophiques des vecteurs de l'onchocercose en secteur pré-forestier de Côte d'Ivoire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XXI, n° 4 : 241-249.
- BELLEC (C.), HÉBRARD (G.), TRAORE (S.) et YEBAKIMA (A.), 1984. — Utilisation des plaques d'aluminium » pour l'étude de la réinvasion par les adultes de *Simulium damnosum* s.l. d'une zone du Programme O.C.P. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, à paraître.
- BENNETT (G. F.), 1970. — The influence of blood meal type on the fecundity of *Aedes (Stegomyia) aegypti* L. (Diptera, Culicidae). *Can. J. Zool.*, 48 : 539-543.
- CASSIÉ (R. M.), 1950. — The analysis of polymodal frequency distributions by the probability paper method. *New Zealand Sciences Review*, 8 : 89-91.
- CAZES (P.), 1976. — Décomposition d'un histogramme en composantes gaussiennes. *Revue de statistique Appliquée*, XXIV, 1 : 63-82.
- CHANG (Y. H.) et JUDSON (C. L.), 1979. — Amino-acid composition of human and guinea pig blood proteins. and ovarian proteins of the yellow fever mosquito *Aedes aegypti* and their effects on the mosquito egg

- production. *Comp. Biochem. Physiol. (A)*, 62, 3 : 753-755.
- CHAUVET (G.), 1969. — Études, en particulier au moyen de radio-isotopes, sur l'éthologie et la physiologie comparées des espèces A et B du complexe *Anopheles gambiae* dans une zone de sympatrie à Madagascar. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. VII, n° 1 : 61-91.
- CHRISTOPHERS (S. R.), 1911. — The development of the egg follicle in Anopheline, *Paludism*, 2 : 73 p.
- CHUTTER (F. M.), 1970. — A preliminary study of factors influencing the number of oocytes present in newly emerged blackflies (Diptera : Simuliidae) in Ontario. *Can. J. Zool.*, 48 : 1389-1400.
- COLBO (M. H.) et PORTER (G. N.), 1979. — Effects of the food supply on the life history of Simuliidae (Diptera). *Can. J. Zool.*, 57 : 301-306.
- DAVIES (J. B.), GBOHO (C.), BALDHY (D. A. T.), BELLEC (C.), SAWADOGO (R.) et TIAO (P. C.), 1982. — The effects of helicopter applied adulticides for riverine tsetse control on *Simulium* populations in a West African savanna habitat. I. Introduction, methods and the effects on biting adults and aquatic stages of *Simulium damnosum* s.l. *Trop. Pest. Manag.*, 28, 3 : 284-290.
- GARMS (R.), 1978. — Use of morphological characters in the study of *Simulium damnosum* s.l. populations in West Africa. *Tropenmed. Parasit.*, 29, 4 : 483-491.
- DAVIES (D. M.), PETERSON (B. V.), 1956. — Observations on the mating, feeding, ovarian development and oviposition of adult black-flies. *Can. J. Zool.*, 34 : 615-655.
- DAVIES (J.-B.), SEKETELI (A.), WALSH (J. F.), BARRO (T.) et SAWADOGO (R.), 1980. — Studies on biting *Simulium damnosum* s.l. at a breeding site in the Onchocerciasis Control Programme area during and after an interruption of insecticidal treatments. *Tropenmed. Parasitol.*, 32, 1 : 17-24.
- GARMS (R.), WALSH (J. F.) et DAVIES (J. B.), 1979. — Studies on the reinvasion of the Onchocerciasis Control Programme in the Volta River Basin by *Simulium damnosum* s.l. with emphasis on the South-Western areas. *Tropenmed. Parasit.*, 30 : 345-362.
- GOLINI (V. I.), et DAVIES (D. M.), 1975. — Relative response to coloured substrates by ovipositing black-flies (Diptera, Simuliidae). II. Oviposition by *Simulium (Odagnia) ornatum* Meigen. *Norw. J. Ent.*, 22 : 521-535.
- GUILVARD (E.), RIOUX (J. A.) et BELMONTE (A.), 1979. — Influence de la nourriture larvaire sur la fécondité des femelles autogènes et anautogènes dans le complexe *Aedes (Ochlerotatus) detritus* (Halliday, 1883) (Diptera : Culicidae). *Ann. Paras. hum. comp.*, 54, 3 : 375-380.
- HECHLER (J. von) et RÜHM (W.), 1976. — Ergänzende Untersuchungen zur potentiellen Natalität verschiedener Kriebelmückenarten (Simuliidae, Dipt.) *Z. Ang. Ent.*, 81 : 208-214.
- KALITA (S. R.), 1937. — Subspecies of *A. maculipennis* of the Southern part of the Azov-Black Sea area. *Med. Parasit.*, 6 : 170.
- KLOWDEN (M. J.) et LEA (A. O.), 1979. — Oocyte maturation in the Blackfly, *Simulium underhilli* Stone and Snoddy, resulting from blood enemas. *Can. J. Zool.*, 57, 6 : 1344-1347.
- LE BERRE (R.), 1966. — Contribution à l'étude biologique et écologique de *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera, Simuliidae). *Mém. O.R.S.T.M., Paris*, n° 17 : 204 p.
- LE BERRE (R.), GARMS (R.), DAVIES (J. B.), WALSH (J. F.) et PHILIPPON (B.), 1979. — Displacements of *Simulium damnosum* and strategy of control against onchocerciasis. *Trans. R. Soc. Lond. (B)*, 287 : 277-288.
- LEWIS (D. J.), 1958. — Observations on *Simulium damnosum* Theo. at Lokoja in Northern Nigeria. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 51 : 340-358.
- LEWIS (D. J.), 1960. — Observations on *Simulium damnosum* in the Southern Cameroons and Liberia. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 54 : 208-223.
- LEWIS (D. J.) et DUKE (B. O. L.), 1966. — *Onchocerca-Simulium* complexes. II. Variation in West African female *Simulium damnosum*. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 60, 3 : 337-346.
- MOKRY (J. E.), 1980 a. — Laboratory on blood-feeding of Blackflies (Diptera Simuliidae). 2. Factors affecting fecundity. *Tropenmed. Parasit.*, 31 : 374-380.
- MOKRY (J. E.), 1980 b. — A method for estimating the age of field-collected female *Simulium damnosum* s.l. (Diptera : Simuliidae). *Tropenmed. Parasit.*, 31 : 121-127.
- PROKOVSKI (S. V.), 1946. — Observations on the population of *A. maculipennis* in the Nelidov region of Kalinin Oblast. *Vop. Fiziol. Ekol. Malar. Komara*, 2 : 116.
- QUILLÉVÉRÉ (D.), SÉCHAN (Y.) et PENDRIEZ (B.), 1977. — Étude du complexe *Simulium damnosum* en Afrique de l'Ouest. V. Identification morphologique des femelles en Côte d'Ivoire. *Tropenmed. Parasitol.*, 28, 2 : 244-253.
- QUILLÉVÉRÉ (D.), 1979. — Contribution à l'étude des caractéristiques taxonomiques, bioécologiques et vectorielles des membres du complexe *Simulium damnosum* présents en Côte d'Ivoire. *Trav. et Doc. O.R.S.T.O.M., Paris*, n° 109 : 304 p.
- RAMIREZ-PEREZ (J.), 1977. — Estudio sobre la morfología de *Simulium metallicum* vector de la onchocerciasis humana en Venezuela. *Org. Panam. Salud.*, n° 338 : 140 p.
- REEVES (W. C.), 1971. — Mosquito vector and vertebrate host interaction : the key maintenance of certain arboviruses, in Ecology and physiology of Parasites. Fallis (A.M.M.), editor, Univ. of Toronto Press.
- WELTON (J. S.) et BASS (J. A. B.), 1980. — Quantitative studies on the eggs of *Simulium (Odagnia) ornatum* Meigen and *Simulium (Wilhelmia) equinum* L. in a chalk stream in Southern England. *Ecol. Ent.*, 5 : 87-96.