

*Étude en laboratoire de la biologie
et des capacités prédatrices de l'Hétéroptère
aquatique *Ranatra parvipes vicina*
(Signoret, 1880)
à l'encontre des larves de moustiques*

Frédéric DARRIET (1) et Jean-Marc HOUGARD (2)

RÉSUMÉ

*L'étude en laboratoire de l'Hétéroptère aquatique *Ranatra parvipes vicina*, dont les spécimens sauvages ont été récoltés dans la région de Yaoundé (Cameroun), nous a permis de lancer un élevage et d'observer, sur un échantillon de 34 ranatres composé de 16 mâles et de 18 femelles, la biologie de cet insecte en relation avec les quantités ingérées de larves des moustiques *Aedes aegypti* et *Anopheles gambiae*.*

*Pendant le mois que durent les cinq stades du cycle préimaginal, un mâle consomme plus de 1310 larves de *Aedes aegypti*, et une femelle de l'ordre de 1575 larves. Le suivi des dix premiers jours de vie imaginale montre que les mâles ingèrent une moyenne de 90 larves par jour et les femelles 95.*

**R. parvipes vicina* révèle aussi une nette facilité de prédation pour les larves de *A. aegypti* plutôt que pour celles de *A. gambiae*, la prédation se chiffrant à 89 % des lots de larves du premier moustique contre 67 % pour le deuxième.*

Ces résultats témoignent donc de l'intense activité prédatrice de cet insecte qui, dans des conditions de laboratoire, exerce un contrôle efficace des populations préimaginales des moustiques.

MOTS CLÉS : *Ranatra parvipes vicina* — *Aedes aegypti* — *Anopheles gambiae* — Biologie — Capacité prédatrice — Préférence alimentaire.

ABSTRACT

STUDY ON THE BIOLOGY AND PREDATORY POTENTIAL OF THE AQUATIC BUG *RANATRA PARVIPES VICINA* (SIGNORET, 1880) (INSECTA, HETEROPTERA, NEPIDAE) FOR THE CONTROL MOSQUITO LARVAL POPULATION

*The authors have studied in laboratory the predacious capabilities of *Ranatra parvipes vicina* exclusively reared on the larvae of *Aedes aegypti* and *Anopheles gambiae* mosquitoes.*

*Samples of adult *Ranatra* were collected near Yaounde, Cameroon, and allowed to lay eggs; the larvae of 16 males and 18 females hatched and developed in 31 days.*

(1) Antenne Orstom auprès du centre Pasteur, BP 1274, Yaoundé, République du Cameroun. Adresse actuelle : Institut Pierre Richel, BP 1500, Bouaké 01, République de Côte d'Ivoire.

(2) OMS/OCP, BP 2279, Bamako, République du Mali.

In the meanwhile, more than 1,310 mosquito larvae were eaten by the preimaginal bugs developing into males, and about 1,575 by those developing into females.

The predatory activity of adult males and females showed on the one hand that during the first 10 days following their ecdysis the males ate an average of 90 mosquito larvae per day, and females 95; on the other hand Ranatra also showed preference for the larvae of Ae. aegypti over those of An. gambiae (89 % versus 67 % out of an equal number of preys).

What comes out from this study is the potential value of Ranatra as a regulatory predator in a controlled environment; at the same time the competitive influence of other predators and preys in a natural environment must not be overlooked and needs further research.

KEYWORDS : *Ranatra parvipes vicina* — *Aedes aegypti* — *Anopheles gambiae* — Biology — Predatory activity — Preference.

INTRODUCTION

Dans la plupart des écosystèmes dulçaquicoles, la régulation naturelle des larves de moustiques est liée, en grande partie, à la seule activité prédatrice de l'entomofaune. Les insectes prédateurs qui présentent un réel intérêt en matière de contrôle des moustiques regroupent les larves d'Odonates et de Toxorynchites, les Dytiques, les Gyrins, les Notonectes mais aussi de nombreux autres Hétéroptères aquatiques, au sein desquels la sous-famille des Ranatrinae (Hétéroptères : Nepidae) se caractérise par des larves et des adultes zoophages qui chassent à l'affût dans les herbiers ceinturant les plans d'eau.

Le genre *Ranatra* se compose d'un grand nombre d'espèces vivant un peu partout dans le monde. Cependant la littérature ne cite bien souvent ces insectes que pour donner des informations sur leur bioécologie (TORRE-BUENO, 1906; LARSEN, 1937; POISSON, 1964; TAWFIK et AWADALLAH, 1975) et il n'a jamais été mené d'étude spécifique pour mesurer leur capacité prédatrice. On sait seulement qu'en Chine, *R. chinensis* est reconnue comme étant un féroce prédateur de larves de moustiques (HOFFMANN, 1932). Par ailleurs, *R. fusca* a également été remarquée pour son exceptionnelle agressivité tant larvaire qu'imaginale (HOWARD *et al.*, 1912).

C'est donc pour donner un ordre de grandeur au régime larvivoire de cet Hétéroptère aquatique que notre étude s'est intéressée à l'espèce la plus communément rencontrée en Afrique tropicale et équatoriale : *Ranatra parvipes vicina*. Cette ranatre se rencontre dans la zone littorale des nombreuses et diverses collections d'eau stagnantes que constituent les abords de lacs, les mares, les rizières, les marécages, les sablières abandonnées et les bas-fonds inondés, disséminés un peu partout en savane et en forêt dégradée. Des sujets récoltés sur le terrain, nous avons obtenu un élevage qui nous a permis de disposer d'une quantité de pontes suffisante pour l'étude du cycle biologique de cette espèce et de

chiffrer, parallèlement à sa croissance, ses potentialités prédatrices à l'encontre des larves des moustiques *Aedes aegypti* et *Anopheles gambiae*.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

La récolte des adultes sauvages

Les ranatres qui ont permis de lancer notre élevage ont été prélevées dans une sablière abandonnée qui se situe à proximité du village de Ndjoré, sur les abords de l'axe principal Yaoundé-Mbandjok. Il s'agit d'un gîte de plein soleil naturellement mis en eau par les pluies, dont la température varie entre 24 et 28 °C selon le moment de la journée et l'ensoleillement. Cette collection d'eau abrite, outre les populations très importantes de *R. parvipes vicina*, l'espèce plus rare *R. capensis congoensis* ainsi qu'un large éventail d'autres insectes prédateurs tels que des larves de libellules, des dytiques, des gyrins et des nèpes. Les ranatres adultes sont capturées à l'aide d'un filet en tulle que l'on promène à une dizaine de centimètres en dessous de la surface de l'eau. Les spécimens récoltés sont ensuite maintenus vivants dans des boîtes en plastique jusqu'à leur installation définitive dans des aquariums d'élevage.

Les conditions d'élevage

En plus de la récolte des ranatres, la prospection du gîte permet de rapporter de l'eau, du sable ainsi que des échantillons de la flore la plus représentative du milieu. Le substrat, l'eau et les plantes sont disposés dans des aquariums en verre afin de recréer, le plus harmonieusement possible, les conditions naturelles de vie de ces insectes. L'eau des aquariums est oxygénée en même temps qu'un dispositif d'éclairage au néon permet de recréer l'alternance nyctémérale.

Les premières tentatives d'élevage ont montré que les imagos dévoraient les jeunes stades et qu'il était de ce fait nécessaire de transférer les ranatres adultes dans un autre aquarium avant que les premiers œufs n'éclosent. Nous avons aussi remarqué que, contrairement aux stades larvaires au comportement strictement aquatique, la lumière incitait les adultes à gagner les parties émergées des plantes pour y prendre leur envol. Afin de maintenir les imagos dans le bac d'élevage, il convient de placer au-dessus de l'aquarium un couvercle, dont l'espace intérieur est aménagé du système d'éclairage.

Étude de la biologie et des capacités prédatrices de *R. parvipes vicina*

Pour estimer la fertilité et le temps d'incubation des pontes, 153 œufs sont comptés puis transférés dans un cristalliseur contenant de l'eau distillée.

L'étude sur les larves et les adultes s'est déroulée en deux essais bien distincts, le premier effectué en janvier-février 1993 sur 16 sujets, et le deuxième réalisé en mai-juin 1993 sur 18 sujets. Un total de 34 ranatres de stade 1 ont donc été placées individuellement dans des gobelets en plastique de 200 ml aménagés d'un support végétal pour que l'insecte ne se noie pas. Les sujets ont été nourris une fois par jour avec des lots de larves de stade 3 jeune de *A. aegypti* dont les effectifs croissent en relation avec les stades du prédateur.

Stade de la Ranatre	Nombre de larves de <i>A. aegypti</i>
1	25
2 et 3	50
4, 5 et imago	75 à 100 selon les exigences alimentaires de chaque sujet

Les larves survivantes sont comptées toutes les 24 heures, la différence par rapport au nombre initialement apporté exprimant la quantité de larves ingérées. Pour se référer à un témoin, un gobelet ne contenant pas de ranatre mais recevant tous les jours 25, 50 ou 100 larves de *A. aegypti* a permis de surveiller tout au long de l'évaluation la mortalité naturelle des proies.

Nous avons aussi noté la durée des différents stades larvaires, puis tracé la courbe de croissance grâce à une série de mesures prises sur chaque ranatre, de l'extrémité des deux pattes ravisseuses à la pointe du siphon. Les imagos sont ensuite étudiés pendant dix jours supplémentaires pour chiffrer le nombre moyen de larves ingérées par un adulte mâle ou femelle. Pendant toute la durée des deux essais, les températures ont varié, selon le jour ou la nuit, de 26 à 29 °C.

Étude des préférences alimentaires de *R. parvipes vicina*

Les préférences alimentaires de *R. parvipes vicina* ont été déterminées sur 15 adultes.

Pendant dix jours, 7 mâles et 8 femelles ont reçu toutes les 24 heures un lot de 50 larves de moustiques de stade 3 jeune, composé à parts égales de 25 larves de *A. aegypti* et de 25 larves de *A. gambiae*. Comme pour les tests de prédation décrits ci-dessus, les larves survivantes sont comptées quotidiennement.

RÉSULTATS

La ponte

Pendant la ponte, la femelle introduit son organe ovipositeur dans les tissus végétaux puis le retire à chacun de ses œufs qui, dès lors, demeure solidement fixé sur le support à l'aide de deux filaments pneumatiques. L'œuf, de couleur blanche, prend une teinte orangée de plus en plus vive au fur et à mesure de sa maturation.

Sur les 153 œufs isolés, le pourcentage d'éclosion a été de 94,8 % et la durée du développement embryonnaire de sept à douze jours.

Caractères généraux sur la biologie des ranatres

Avant d'étudier plus en détail le cycle préimaginal des ranatres, nous pouvons d'ores et déjà énumérer les quelques caractères biologiques et éthologiques communs à tous les stades.

Au moment des mues, la cuticule se déchire le long des lignes ecdysiales situées sur le dessus du thorax, puis l'insecte s'extirpe, pattes repliées, de son ancienne enveloppe. Une fois dégagée de son exuvie, la larve, ainsi que l'adulte, de couleur jaune, se prostre pendant plusieurs heures en une position semblable à celle de l'affût. Après la mue, il s'écoule un laps de temps variable au cours duquel la ranatre ne se nourrit plus. De jaune pâle, les sujets revêtent ensuite une couleur brune striée de bandes plus claires au niveau de l'abdomen et des pattes. Ce brunissement traduit en fait le durcissement de la nouvelle cuticule de l'insecte.

La croissance des ranatres, comme pour tous les autres Héteroptères aquatiques, n'est visible qu'après chaque mue, aucun signe de développement n'étant perceptible tout au long d'un même stade (développement hétérométabole).

L'identification des différents stades préimaginaux ne pouvant se faire avec certitude sur les seules dimensions de l'insecte, elle doit s'appuyer sur des critères morphologiques identiques à tous les Rana-

trinae : l'ontogénèse des ébauches alaires. Apparaissant au stade 3, les ébauches alaires s'agencent en des dessins caractéristiques aux 4^e et 5^e stades afin de former, à l'émergence de l'imago, deux paires d'ailes parfaitement viables et aptes au vol de l'insecte.

Du stade 1 à l'imago

Les 34 ranatres sur lesquelles ont porté les études biologiques et prédatrices se sont révélées, à la mue imaginale, être 16 mâles et 18 femelles (le test n° 1 donnant 8 mâles et 8 femelles et le test n° 2, 8 mâles et 10 femelles). La figure 1 exprime la moyenne quotidienne de larves ingérées de J 1 à J 31 par la population des 16 mâles et par l'ensemble des 18 femelles. Dans les gobelets témoins où les larves de moustiques évoluaient sans prédateur, la mortalité n'a jamais dépassé 4 %.

Le stade 1 : à la sortie de l'œuf, les larves mesurent de 4 à 5 mm. Au cours des 6 jours que dure ce stade, un mâle dévore une moyenne de 94 larves de moustiques alors qu'une femelle en ingère 107.

Le stade 2 : les ranatres mesurent de 10 à 11 mm, soit un peu plus du double de leur taille au stade précédent. À ce stade, d'une durée de 4 jours, le nombre de larves de *A. aegypti* dévorées se chiffre à 100 pour les mâles et à 111 pour les femelles.

Le stade 3 : ce stade, qui comme le précédent, s'échelonne sur 4 jours se distingue par l'apparition des ébauches alaires. Les ranatres mesurent de 17 à 18 mm, et elles ingèrent 127 larves de moustiques par mâle et 155 larves par femelle.

Le stade 4 : d'une durée de 6 jours, ce stade larvaire se caractérise par l'allongement de la paire d'ailes postérieures qui dépasse alors légèrement de dessous les hémélytres. D'une longueur moyenne de 25,5 mm, les mâles dévorent 322 larves de *Aedes aegypti* tandis que les femelles, mesurant 27 mm, en ingèrent 358.

Le stade 5 : les hémélytres ont acquis une longueur égale à la paire d'ailes postérieures. Les femelles mesurent 41 mm et les mâles 36 mm. C'est véritablement au cours de ce stade qui dure 11 jours qu'apparaît chez les femelles une voracité nettement supérieure à celle des mâles. On observe en effet au cours de ces 11 derniers jours de vie préimaginale que les femelles dévorent 846 larves de moustiques alors que les mâles n'en consomment que 672, ce qui représente respectivement 77 et 61 larves de moustiques ingérées quotidiennement.

L'imago : pour la presque totalité des adultes, qu'ils soient mâles ou femelles, il apparaît au plus tard après 31 jours de développement préimaginal.

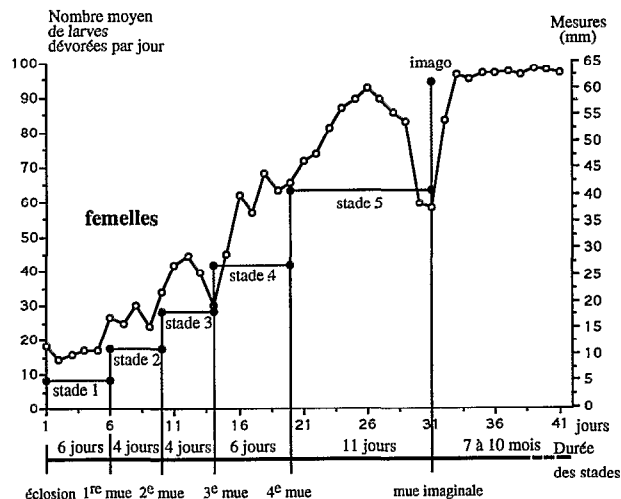
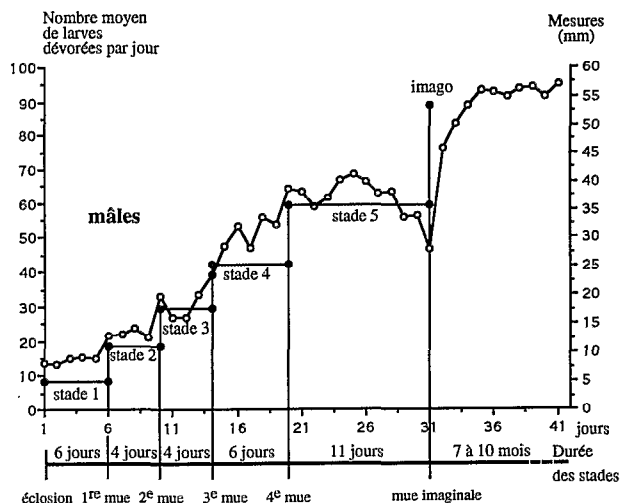


FIG. 1. — Courbe de croissance et nombre moyen de larves de *Aedes aegypti* dévorées par 16 mâles et par 18 femelles de l'Hétéroptère aquatique *Ranatra parvipipes vicina*. Température de l'essai : 26 à 29 °C.

Growth graph representations (black circles) and average number of three larval instar of *Aedes aegypti* eaten (white circles) daily by a sample of 16 males (above) and 18 females (below) of aquatic bug *Ranatra parvipipes vicina* (Signoret, 1880) (Insecta, Heteroptera, Nepidae). The temperature of test was between 26 and 29 °C.

Un jour avant l'apparition de l'imago (J 30) et le jour même de son émergence (J 31), on observe une nette diminution du nombre de proies ingérées. Mais dès J 32, les ranatres reprennent une consommation normale de proies qui, au cours des 10 premiers jours d'existence de l'imago, se chiffre à 90 larves de moustiques par jour pour les mâles et à 95 larves

pour les femelles. Les mâles ont une taille toujours inférieure à celle des femelles ; la taille moyenne des mâles est de 53,5 mm, celle des femelles de 61 mm. Les ranâtes des deux sexes présentent désormais des ailes parfaitement constituées ainsi qu'une couleur brune uniforme qui ne varie plus jusqu'à la mort de l'insecte qui, dans nos élevages exempts de tout autre prédateur, survient au bout de 7 à 10 mois.

Les préférences alimentaires

Les mâles et les femelles de *R. parvipes vicina* ont ingéré, respectivement, 83 et 99 % des lots de larves de *A. aegypti* quotidiennement apportés.

Pour *A. gambiae*, les mâles ont dévoré 52 % des larves mises à leur disposition et les femelles 80 %.

Cette nette préférence alimentaire à l'égard des stades larvaires de *A. aegypti* s'explique probablement par le comportement trophique différent de ces deux espèces de moustiques. En effet, les larves de *A. aegypti* se font piéger par les ranâtes lorsqu'elles descendent de la surface du gîte vers le substrat à partir duquel les larves de ce moustique extraient leur nourriture. En revanche, les populations préimaginales de *A. gambiae* qui se maintiennent à la surface des gîtes, sont beaucoup plus difficiles à capturer.

DISCUSSION

De très nombreuses recherches ont été menées ces dix dernières années sur les prédateurs de larves de moustiques. La plupart de ces études ont été faites sur *Gambusia affinis affinis* (MEISCH, 1985) mais aussi sur plusieurs autres poissons, comme *Poecilia* (SABATINELLI *et al.*, 1990) *Panchax*, *Cyprinus*, *Tilapia*, *Umbra...* (BAY, 1985). Parmi les insectes prédateurs, les recherches ont surtout et pendant longtemps concerné les larves des moustiques carnivores du genre *Toxorynchites* (TRPIS, 1973 ; FOCKS, 1985 ; SHERRATT et TIKASINGH, 1989) ainsi que les Hémiptères aquatiques de la famille des Notonectidae (HAZELRIGG, 1976 ; COLLINS et WASHINO, 1985). Il existe pourtant, au sein d'une population naturelle d'insectes aquatiques, une multitude d'autres carnassiers aux capacités tout aussi intéressantes (coléoptères, odonates...).

Ainsi il a été décrit qu'une larve de libellule dévorait 29 larves de *Culex* en 5 jours (TWINN, 1931). Une étude plus récente concernant l'odonate *Enallagma civile* rapporte qu'une larve de cet insecte peut ingérer en une journée 15 larves de *Culex tarsalis* (MIURA et TAKAHASHI, 1988). Dans l'ordre des coléoptères,

un seul dytique (*Dytiscus*) peut ingérer 434 larves de moustiques en deux jours (CHIDESTER, 1917) et deux gyrins (*Dineutes*) peuvent absorber 35 larves d'anophèles en 36 heures (DERIVAUX, 1916). Une étude réalisée en laboratoire a démontré qu'au cours des 13,5 jours que durait le développement préimaginal de *Toxorynchites brevipalpis*, une larve consommait en moyenne 122,5 larves de *A. aegypti* (ROBERT *et al.*, 1983). Pour les notonectes, leur activité prédatrice est désormais reconnue comme approchant celle des poissons larvivores. Une évaluation réalisée dans des gîtes artificiels avec *Notonecta unifasciata* sur *Culex tarsalis* a permis de chiffrer, dans la proportion de 100 prédateurs par gîte/addition hebdomadaire de 10 nacelles de pontes de *Culex* pendant trois mois, une activité prédatrice équivalente à 100 %. Dans les lots témoins dépourvus de *N. unifasciata*, 12000 émergences ont été comptées tout au long de ces trois mois (HAZELRIGG, 1974).

Les ranâtes sont également citées avec l'exemple de trois *R. fusca* qui ont dévoré 98 larves de moustiques en une heure (HOWARD *et al.*, 1912). Une autre observation sur *R. longipes* mentionne une consommation de 34 proies en 24 heures (PRUTHI, 1928).

Au cours de notre étude sur *R. parvipes vicina*, nous avons observé qu'un mâle ingérait tout au long des 31 jours de son cycle préimaginal un total de 1314 larves de *A. aegypti* de stade 3 jeune, soit une moyenne de 43 larves par jour. Sur une durée équivalente, la moyenne par femelle s'est chiffrée à 1576 larves, soit 51 larves par jour. Un suivi supplémentaire de 10 jours sur les adultes révèle une prédation quotidienne de 90 larves pour un mâle et de 95 larves pour une femelle.

Les résultats que nous avons obtenus doivent toutefois être considérés comme des ordres de grandeur dans la mesure où les conditions de laboratoire ne reconstituent pas fidèlement les milieux naturels. Ainsi les écarts thermiques sont plus importants dans la nature et la disponibilité en nourriture varie beaucoup selon les saisons. Les températures de l'air et de l'eau ont toujours conditionné l'activité générale des insectes (RACCAUD-SCHOELLER, 1980). De plus, une ranâtre qui vit dans son milieu naturel ne se nourrit pas exclusivement de larves de moustiques mais sélectionne également une quantité importante d'autres proies. Nous avons observé, lors de nos prospections dans les sablières et diverses mares, des ranâtes qui dévoraient des fourmis, des larves de libellules, des petits coléoptères et même des annélides. En raison de ces facteurs, il est probable que la vitesse de croissance et la taille des larves de ranâtes soient sensiblement différentes dans les milieux naturels.

CONCLUSION

Les résultats exposés dans cette étude nous montrent que les ranatres sont des insectes actifs qui entretiennent, du moins en laboratoire, un rôle limitatif des populations préimaginales des moustiques. Le gîte de plein soleil où nous avons récolté nos spécimens abrite une faune relativement dense de prédateurs et de proies qui évoluent de façon stable. Or, d'une manière générale, là où s'installe un milieu stable, s'instaure aussi une dynamique des populations qui œuvre dans le sens d'un équilibre entre les proies et les prédateurs (RIVIÈRE, 1988).

Pour une ranatre adulte qui dévore 93 larves de moustiques par jour, nous avons vu qu'à des températures oscillant entre 26 et 29 °C le cycle biologique s'étend sur un mois. À des températures semblables, une larve de *Aedes*, de *Culex* ou de *Anopheles* boucle son cycle de l'œuf à l'adulte en 8 à 10 jours seulement. Les populations culicidiennes se multipliant à plus vive allure que les prédateurs, il faudrait, pour

aboutir à un effet stable, maintenir artificiellement ces derniers dans les gîtes. Pour répondre à cette demande, un élevage de *R. parvipes vicina* pourrait être entrepris afin d'ensemencer, soit par des pontes ou des adultes, les gîtes particulièrement propices à la biologie des moustiques. De même, il serait souhaitable dans un proche avenir de réaliser une *évaluation expérimentale sur le terrain* afin de connaître l'impact réel de ce prédateur sur les populations d'insectes nuisibles.

Les ranatres présentent aussi la particularité, lorsque les gîtes s'assèchent, de quitter leur mare d'origine et de coloniser les plans d'eau voisins et même éloignés (POISSON, 1951). Cette capacité de dispersion et de colonisation rapide des milieux nouveaux ou temporaires, commune à la plupart des insectes prédateurs, les rendent à long terme moins dépendants du biotope que les carnassiers à caractère strictement aquatique, tels les poissons.

Manuscrit accepté par le Comité de rédaction le 17 octobre 1994.

RÉFÉRENCES

- BAY (E.C.), 1985. — Other larvivoracious fishes. Biological control of mosquitoes. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.*, 6 : 18-24.
- CHIDESTER (F.E.), 1917. — *Dytiscus* as a destroyer of mosquito larvae. *Entomol. News*, 28 : 454.
- COLLINS (F.H.), WASHINO (R.K.), 1985. — Biological control of mosquitoes. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.*, 6 : 25-41.
- DERIVAUX (R.C.), 1916. — A note on the predacious habits of *Dineutes* (Whirligig beetles) toward *Anopheles* larvae. *Public Health rep.*, 331 : 1228-1230.
- FOCKS (D.A.), 1985. — *Toxorynchites*. Biological control of mosquitoes. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.*, 6 : 42-45.
- HAZELRIGG (J.), 1974. — *Notonecta unifasciata* as predators of mosquito larvae in simulated field habitat. *Proc. Calif. Mosq. Control. Assoc.*, 42 : 60-65.
- HAZELRIGG (J.), 1976. — «Laboratory rate of predation of separate and mixed sexes of adults *Notonecta unifasciata* Guerin on fourth instar larvae of *Culex peus* Speiser.» In : *Proc. Calif. Mosq. Control. Assoc.*, 44 : 57-59.
- HOFFMANN (W.E.), 1932. — Notes of the life history of *Ranatra chinensis*. *Rev. Appl. Entomol. B*, 20 : 167.
- HOWARD (L.O.), DYAR (H.G.), KNAB (F.), 1912. — *The mosquitoes of the North and Central America and the Indies*. Washington, Carnegie Inst.
- LARSEN (O.), 1937. — Zur Biologie von *Ranatra linearis*. *Opusc. ent.*, 1 : 112-119.
- MEISCH (M.V.), 1985. — *Gambusia affinis affinis*. Biological control of mosquitoes. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.*, 6 : 3-17.
- MIURA (T.), TAKAHASHI (R.M.), 1988. — A laboratory study of predation by damselfly nymph, *Enallagma civile*, upon mosquito larvae, *Culex tarsalis*. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.*, 4 (2) : 42-45.
- POISSON (R.), 1951. — «Ordre des hétéroptères (Heteroptera Latreille, 1810 - Frontirostres Fallén, 1814)». In : *Traité de zoologie, anatomie, systématique, biologie. Insectes supérieurs et hémiptéroïdes*, Éditions Masson et Cie, 10 (2) : 1657-1803.
- POISSON (R.), 1964. — Deux ranatres africaines : *Ranatra lua-lai*, n. sp. d'affinités orientales et *R. fianarantsoana rhodesiana* n. subsp., d'affinités médécasses. *Bulletin de l'Institut français d'Afrique Noire, Série A, Sciences naturelles*, 26 : 224-227.
- PRUTHI (H.S.), 1928. — Some insects and other enemies of mosquito larvae. *Indian J. Med. Res.*, 16 : 153-157.
- RACCAUD-SCHOELLER (J.), 1980. — *Les insectes. Physiologie, développement*. Paris, Edition Masson, 296 p.
- RIVIÈRE (F.), 1988. — *Écologie de Aedes (stegomyia) polyne-siensis, Marks, 1951 et transmission de la filariose de Bancroft en Polynésie*. Thèse doct., univ. de Paris-Sud, Orsay, 465 p.
- ROBERT (V.), BARATHE (J.), SANNIER (C.), COZ (J.), 1983. — Comparaison du développement larvaire et des stades tueurs de *Toxorynchites brevipalpis* et de *T. amboinensis* (Diptera : Culicidae). *Cah. Orstom, sér. Ent. méd. et Parasitol.*, 26 (1) : 13-18.
- SABATINELLI (G.), MAJORI (G.), BLANCHY (S.), FAYAERTS (PH.), PAPAKEY (M.), 1990. — *Expérimentation du poisson larvivoire Poecilia reticulata dans la lutte contre le paludisme en RFI des Comores*. OMS, WHO/MAL/90.1060, doc miméo, 10 p.
- SHERRATT (T.N.), TIKASINGH (E.S.), 1989. — A laboratory investigation of mosquito larval predation by *Toxorynchites moctezuma* on *Aedes aegypti*. *Medical and Veterinary Entomology*, 3 : 239-246.
- TAWFIK (M.F.S.), AWADALLAH (K.T.), 1975. — The biology of the water scorpion *Ranatra vicina* Signoret (Heteroptera, Nepidae). *Dtsch. Entomol. Z.*, 22 : 229-240.
- TORRE-BUENO (J.R. de la), 1906. — Life-histories of North American water bugs. II - Life history of *Ranatra quadridentata* Stal. *Canadian Entomologist.*, 38 : 242-252.
- TRPIS (M.), 1973. — Interaction between the predator *Toxorynchites brevipalpis* and its prey *Aedes aegypti*. *Bull. WHO*, 49 : 359-365.
- TWINN (C.R.), 1931. — Observations on some aquatic animal and plant enemies of mosquitoes. *Can. Entomol.*, 63 : 51-61.