

Efficacité des traitements chimique et biologique sur les Culicidae : effet létal du téméphos et taux de consommation par *Gambusia affinis*

S. Bouallam¹
A. Maarouf²
A. Bouzidi³
A. Badri¹

Mots clés : lutte chimique, téméphos (organophosphoré), lutte biologique, *Gambusia affinis*, paludisme, *Culicidae*, *Anopheles hispaniola*, *Culex pipiens*.

Dans ce travail, la lutte chimique anti-larvaire a été réalisée au laboratoire chez deux espèces culicidiennes *Anopheles hispaniola*, vecteur potentiel du paludisme (Guy 1963), et *Culex pipiens*. Dans ces essais, nous avons utilisé le téméphos, larvicide organophosphoré, sous forme liquide 500 EC (Concentration Emulsionnable). Dans ces conditions, un litre de produit commercial contient 500 g de produit actif (500 g.l⁻¹).

Cette étude a montré que la CL₅₀ (30mn) pour le stade L2 est de 21 µg.l⁻¹ chez *A.hispaniola* et de 10 µg.l⁻¹ chez *C. pipiens* ; La CL₅₀ (60mn) au stade L4 est respectivement de 23 µg.l⁻¹ et 12 µg.l⁻¹.

Le taux de consommation des larves d'*A.hispaniola* (stade L4) par *Gambusia affinis* varie en fonction des milieux étudiés mais reste toujours plus élevé chez les femelles que chez les mâles.

Efficiency of chemical and biological treatments on Culicidae larvae: lethal effect of temephos and consumption rate by *Gambusia affinis*

Keywords : chemical control, temephos (phosphoorganic), biological control, *Gambusia affinis*, malaria, *Culicidae*, *Anopheles hispaniola*, *Culex pipiens*.

In this work, we carried out a laboratory study on chemical control of larvae of two species of Culicidae : *Anopheles hispaniola*, a potential vector of malaria (Guy 1963) and *Culex pipiens* using Temephos, an organo-phosphorus liquid-state EC500 (Emulsion Concentration) larvicide. Under these conditions one litre of Temephos contains 500 g of active product (500 g.l⁻¹).

This study showed that the LC₅₀ (30min.) at L2 instar was 21 µg.l⁻¹ in *A. hispaniola* and 10 µg.l⁻¹ in *C. pipiens*. The LC₅₀ (60min.) at L4 instar was 23 µg.l⁻¹ and 12 µg.l⁻¹ respectively.

Consumption rate of *A.hispaniola* larvae (instar L4) by the mosquitofish *Gambusia affinis* varies according to the media but remains higher in females than in males.

1. Introduction

Ce travail, réalisé pour la première fois au Maroc, a pour objectif d'optimiser les moyens de lutte chimique et biologique en testant les effets respectifs du témé-

phos et de *Gambusia affinis* (Baird & Girard, 1853) sur la croissance et la mortalité des larves de moustiques (Culicidae) : *Anopheles hispaniola* (Théobald, 1903), vecteur potentiel du paludisme (Guy 1963) et *Culex pipiens* (Linné, 1758).

La lutte antilarvaire constitue un complément précieux à la lutte contre le vecteur du paludisme (Kline et al. 1994, Le Sueur et al. 1993, Sharp et al. 1993, Sinégre et al. 1976, Tietze et al. 1993, Vanessen et al. 1994, Vulvule et al. 1994 et Zaim et al. 1993). Dans une première partie, nous avons évalué la toxicité létale du téméphos (larvicide organophosphoré) vis-à-vis des larves de Culicidés.

1. Laboratoire d'Hydrobiologie, Département de Biologie, Faculté des Sciences Semlalia, B.P. S.15, Marrakech, Maroc.

2. Laboratoire de Biosurveillance, Département de Biologie, Faculté des Sciences & Techniques, Guéliz, B.P. 618, Marrakech, Maroc.

3. Laboratoire de Sciences de l'Environnement, Département de Biologie, Faculté des Sciences & Techniques, B.P. 577, Settat, Maroc.

Ce travail est complété en deuxième partie par une substitution des larvicides chimiques qui comportent toujours un risque de contamination de l'environnement, par l'emploi de poissons (*Gambusia affinis* Baird & Girard, 1853) particulièrement friands des larves de moustiques. La réalisation des tests avec ce poisson est considérée comme moyen de lutte biologique antipaludéenne par le Ministère marocain de la santé publique (1981) et par Teton (1976). Ainsi, plusieurs auteurs (Al-Daham et al. 1977, Hall et al. 1970, Hurlbert et al. 1972b, Hurlbert & Mulla 1981, Krumholz 1948, Labounty & Deacon 1972, Losos & Hetesa 1973, Sicault 1934) ont concentré leurs efforts sur cette prédation des larves de moustiques par les poissons.

2. Matériels et méthodes

2.1. Milieux d'études

Les observations expérimentales ont été faites au laboratoire. Le matériel biologique a été récolté dans trois stations situées dans la région de Marrakech.

A. hispaniola a été récoltée dans la station Agadir Tachraft située sur l'oued N'fis. La température de l'eau est supérieure à 12°C en janvier et ne dépasse pas 32°C en juillet. Le pH reste faiblement alcalin, il varie entre 6,5 et 8,1. La conductivité oscille entre 310 et 4900 ms.cm⁻¹. Les teneurs en chlorures sont comprises entre 213 mg.l⁻¹ en période des crues et 603,5 mg.l⁻¹ en période d'étiage. Les matières en suspension sont faibles (2,01 mg.l⁻¹) mais peuvent atteindre des valeurs très élevées lors des crues : 1229 mg.l⁻¹ (Tableau 1).

C. pipiens est récolté dans le deuxième bassin de lagunage situé dans la zone d'épandage de Marrakech

(déversoir de toutes les nuisances de la ville : eaux usées, ordures ménagères). La température de l'eau du bassin varie entre 12,5°C en hiver et 31,5°C en été. Le pH est basique (7,6 et 8,5). Le taux d'oxygène est très faible, il varie de 0 à 30 mg.l⁻¹ (Tableau 1).

G. affinis est prélevé dans le bassin de la khattara Aourrad située dans la zone d'épandage des eaux usées de Marrakech. L'eau de cette station se caractérise par une température supérieure à 11°C en janvier et ne dépassant pas 32°C en juillet. Le pH varie entre 6,5 et 7,8 et la conductivité entre 1500 et 2800 ms.cm⁻¹ (Tableau 1).

En plus de ces trois stations et, pour les expérimentations au laboratoire, l'eau a été prélevée dans un puits situé à la Faculté des Sciences Semlalia Marrakech. Ce puits se caractérise par un pH légèrement basique (6,5 à 7,3) et une température de l'eau comprise entre 15 et 30°C (Tableau 1).

2.2. Lutte antilarvaire chez les Culicidés

Pendant 24 heures avant chaque expérience, les larves sont acclimatées dans l'eau du puits à la température ambiante du laboratoire (entre 25 et 28°C) pendant le mois de mai 1996 afin d'éliminer les individus fragilisés pendant le transport.

Trois tests préliminaires ont été effectués avant le test définitif. Ce dernier a été réalisé pour calculer la concentration létale pour 50 % d'individus (CL₅₀) par la méthode des probits. Pour valider le test, la mortalité chez le témoin doit être inférieure ou égale à 10 %.

2.2.1. Lutte chimique: effet létal du téméphos

Le téméphos utilisé est sous forme liquide 500 EC (Concentration Emulsionnable). Sous cette formula-

Tableau 1. Paramètres physico-chimiques (minimum et maximum) des eaux des différentes stations étudiées.

Table 1. Physico-chemical parameters (min. and max.) of waters from the different stations studied.

Paramètres physico-chimiques	Agadir Tachraft	Lagune (bassin2)	Khattara Aourrad (bassin2)	Puits
Température de l'eau (°C)	12,5-32	12,5-31,5	12,5-32	15-30
pH	6,5-8,05	7,6-8,5	6,5-7,8	6,5-7,5
O ₂ (mg.l ⁻¹)	4,8-18,1	0-30	7,6-10,3	4,5-15
Cond. (µs.cm ⁻¹)	310-4900	1100-1600	1500-2800	600-2000
MES (µs.mg.l ⁻¹)	2,01-1229	50-200	1,7-32,4	1,95-25
Cl ⁻ (mg.l ⁻¹)	213-603,5	325-600	101-710	210-400
Dureté totale (mg.l ⁻¹)	80-190	129-416,5	540-760	410-520

tion, 1 litre de produit commercial contient 500 g de produit actif (500 g.l⁻¹). Il est testé pour les stades L2 et L4 de *Culicidae* à des taux différents afin de déterminer la CL₅₀ pendant un temps d'exposition déterminé auparavant.

Les expériences sont réalisées à raison de 5 larves par pilulier. L'essai est répété 3 fois. Les dilutions sont effectuées avec l'eau du puits tout en déterminant les paramètres physico-chimiques. Le volume final d'eau est de 50 ml et les piluliers sont placés dans un bain-marie à 25°C. En début d'expérience, la dureté totale de l'eau et le pourcentage en oxygène dissous sont respectivement 520 mg.l⁻¹ et 37,5 %. Après 30 mn et 60 mn d'exposition respectivement pour les stades L2 et L4, on détermine le nombre d'individus morts dans chaque pilulier pour calculer la CL₅₀. Immédiatement après avoir dénombré les larves de Culicidés immobilisées, nous avons mesuré la dureté totale de l'eau (500 mg.l⁻¹) et le pourcentage en oxygène dissous (75,7 %) dans les piluliers correspondant à la plus faible concentration examinée pour laquelle toutes les larves ont été immobilisées pendant 60 mn. Cette concentration est de 0,05 mg.l⁻¹ pour le stade L4 de *C. pipiens*.

2.2.2. Lutte biologique: prédation par *Gambusia affinis*

Le test de consommation de larves d'*A. hispaniola* au stade L4 par *G. affinis* a été réalisé à la température du laboratoire (25°-28°C) pendant le mois de mai 1996. Reddy (1975) et Otto (1973, 1974) ont utilisé les mêmes températures pour le test de l'intensité de prédation par *G. affinis*. Les larves sont testées en utilisant des milieux différents:

- eau brute du puits utilisée comme milieu témoin ;
- eau brute du gîte des poissons prélevée dans un bassin de la khattara Aourrad située dans la zone d'épandage des eaux usées de Marrakech (Milieu M₁) ;
- eau brute de la station Agadir Tachraft, gîte larvaire d'*A. hispaniola*. (Milieu M₂) ;
- eau diluée à 5 et 10 % du deuxième bassin de lagunage, milieu où nous avons constaté la présence des larves de *C. pipiens* (Milieu M₃, Tableau 1).

Les expériences ont été réalisées à raison de 20 larves par pilulier contenant chacun un poisson mâle ou femelle respectivement de 2,6 et 3 centimètres de taille. Le test est effectué séparément avec trois répétitions pour chaque milieu.

3. Résultats

3.1. Toxicité létale du téméphos

L'étude de l'effet létal du téméphos sur les larves d'*A. hispaniola* et de *C. pipiens* a montré que la CL₅₀ (30mn) est respectivement égale à 21 µg.l⁻¹ et 10 µg.l⁻¹ pour le stade L2 (Fig.1 a-c). La CL₅₀ (60mn) au stade L4 est de 23 µg.l⁻¹ pour *A. hispaniola* et de 12 µg.l⁻¹ pour *C. pipiens* (Fig.1 b-d). Au bout de 30 mn d'exposition des larves au stade L4 au téméphos, on obtient un taux de mortalité inférieur à 50 %, ce qui n'a pas permis de calculer la CL₅₀ (30 mn).

3.2. Emploi de *Gambusia affinis*

L'objectif de ce test est d'évaluer l'efficacité des *Gambusies*, pour éliminer les larves d'Anophèles.

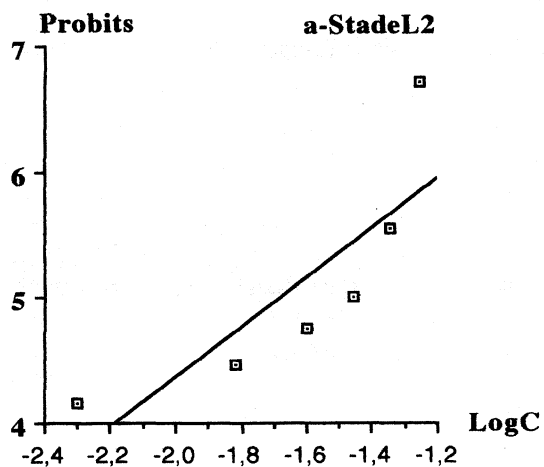
Le taux de consommation par individu et par heure est d'une larve chez les mâles et de trois larves chez les femelles pour le milieu témoin (eau brute du puits). Il est d'une larve chez les mâles et de deux larves chez les femelles pour le milieu M₁. Pour le milieu M₂, il est de deux larves chez les mâles et de trois larves chez les femelles (Fig.2). Cependant, dans le milieu M₃ dilué à 5 %, nous avons constaté que le taux de consommation de *G. affinis* est de quatre larves par heure chez les mâles et de 4 à 5 larves chez les femelles ; avec une dilution de 10 % du milieu M₃, ce taux est de deux larves chez les mâles et de trois larves chez les femelles (Fig. 3).

4. Discussion

Concernant la toxicité létale du téméphos utilisé comme larvicide sur les larves de *C. fatigans* et d'*A. albimanus*, Georghiou (1972) et Hurlbert (1975), ont trouvé des CL₅₀ (24h) respectivement de 1,6 µg.l⁻¹ et de 5 µg.l⁻¹.

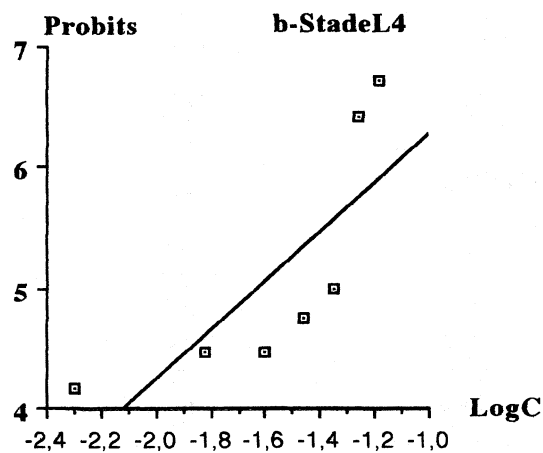
Toutefois, les conditions d'utilisation des insecticides doivent être contrôlées pour éviter d'autres effets secondaires.

Hurlbert et al. (1972a) ont constaté que le traitement des étangs par l'insecticide chlorpyrifos (Dursban) réduisait de façon marquée l'abondance du zooplancton (Crustacés) et produisait ainsi une forte augmentation du phytoplancton. Cette prolifération algale, induite par l'insecticide, rend non seulement les étangs attractifs pour l'oviposition des moustiques mais aussi constitue un milieu nutritif enrichi pour les larves.



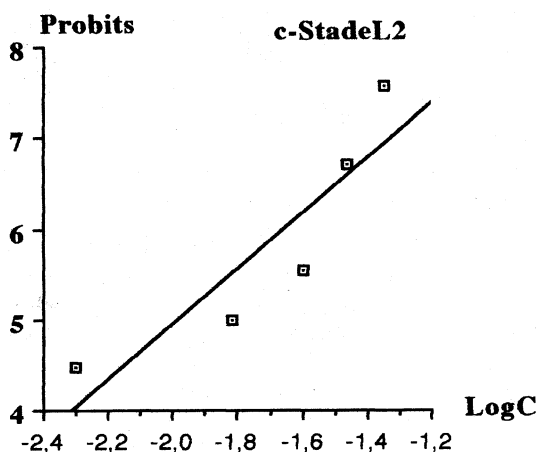
$$y = 8,3359 + 1,9803x \quad R^2 = 0,679$$

$$\text{CL50(30mn)} = 0,0207 \text{ mg.L}$$



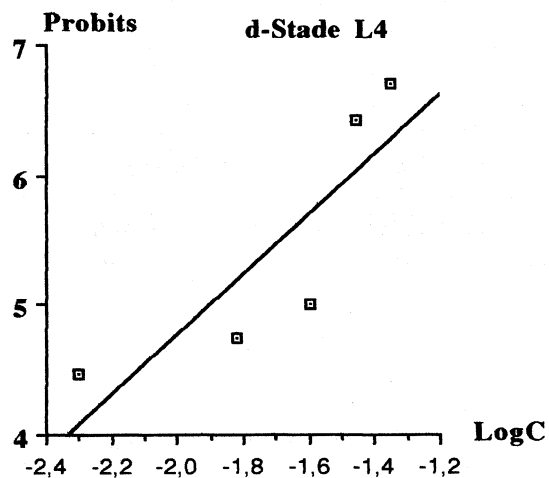
$$y = 8,3274 + 2,0346x \quad R^2 = 0,605$$

$$\text{CL50(60mn)} = 0,0232 \text{ mg.L}$$



$$y = 11,054 + 3,0447x \quad R^2 = 0,808$$

$$\text{CL50(30mn)} = 0,0103 \text{ mg.L}$$



$$y = 9,4202 + 2,3167x \quad R^2 = 0,721$$

$$\text{CL50(60mn)} = 0,0124 \text{ mg.L}$$

Fig.1. Toxicité létale du téméphos sur les stades larvaires L2 et L4 d'*Anopheles hispaniola* (a et b) et *Culex pipiens* (c et d). C: Concentration du téméphos.

Fig.1. Lethal toxicity of temephos on larval instars L2 and L4 of *Anopheles hispaniola* (a et b) and *Culex pipiens* (c et d). C : Temephos concentration.

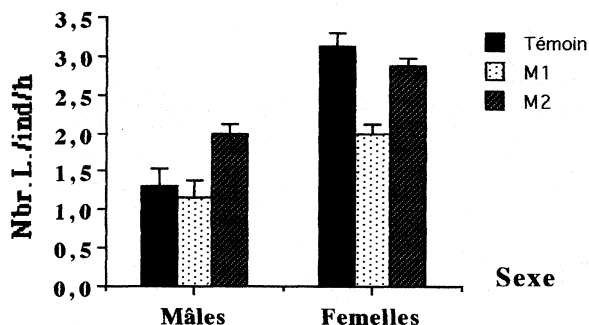


Fig. 2. Test de consommation de larves d'*Anopheles hispaniola* (stade L4) par un individu de *Gambusia affinis* et par heure, réalisé dans les milieux M₁ et M₂.

Fig. 2. Test of hourly consumption of *Anopheles hispaniola* larvae (instar L4) by an individual mosquitofish (*Gambusia affinis*) carried out in the media M₁ and M₂.

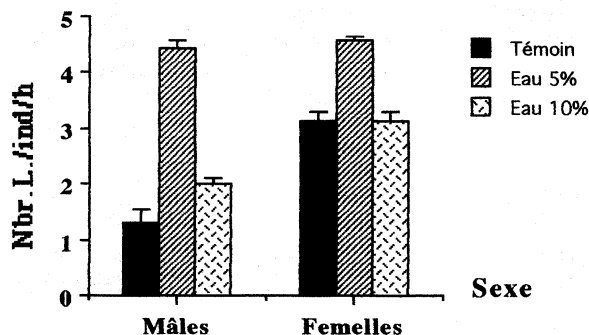


Fig. 3. Test de consommation de larves d'*Anopheles hispaniola* (stade L4) par un individu de *Gambusia affinis* et par heure, réalisé dans le milieu M₃.

Fig. 3. Test of hourly consumption of *Anopheles hispaniola* larvae (instar L4) by an individual mosquitofish (*Gambusia affinis*) carried out in the medium M₃.

Nous avons pu noter une augmentation du taux d'oxygène de 38,2 % en fin d'expérience sur la toxicité létale du téméphos. Le téméphos détruit totalement les larves de Culicidés brouteurs d'algues, ce qui augmente la production d'oxygène par photosynthèse.

Hoy et al. (1972) ont démontré que cet agent de contrôle, peut stimuler la production des moustiques. L'application aérienne de 0,014 kg de chlorpyrifos par hectare après 2 semaines réduit de 40 % l'abondance des larves de *C. tarsalis* et *A. freeborni*. Mais après 6 à 10 semaines, les larves deviennent 2 à 3 fois plus abondantes dans les étangs traités.

El Kassimi (1990) avait constaté qu'un seul épandage de larvicide (téméphos) ne suffisait pas ; il doit être répété 7 fois dans un gîte donné à intervalle de 12 à 15 jours, soit 2 épandages par mois et 12 au maximum pour les 6 mois de l'année correspondant aux périodes de multiplication anophélienne.

Au laboratoire, la rémanence du téméphos est de 20 à 25 jours (Bouallam 1992). Celle, plus faible, observée par El Kassimi (1990) peut s'expliquer par le fait que sur le terrain, la qualité de l'eau du gîte est perturbée par plusieurs facteurs (courant d'eau, précipitations, crues).

Les stades larvaires L2 et L4 d'*A. hispaniola* sont plus résistants au téméphos que ceux de *C. pipiens*. De même, selon Georghiou (1972) et Hurlbert (1975), les larves d'*A. albimanus* sont plus résistantes au téméphos que celles de *C. fatigans*. Chez ces deux espèces, le stade L2 est plus sensible au téméphos que le stade

L4, ce qui peut traduire une résistance acquise au cours de la croissance larvaire. Il est donc intéressant de chercher l'explication biologique de cette résistance pour proposer d'autres moyens de lutte plus efficaces et moins dangereux pour l'environnement.

Ayant une action très efficace sur les premiers stades larvaires, le téméphos, à faible concentration, agit sur les stades L1 et L2 qui sont moins résistants. Ceci permet d'utiliser des quantités plus faibles que celles nécessaires pour lutter contre les stades L4.

Le téméphos n'a pas d'action sur les nymphes quelles que soient les concentrations utilisées. A ce stade, l'organisme ne se nourrit pas alors que le téméphos agit par ingestion.

L'utilisation de *G. affinis* est souvent efficace. Hurlbert et al. (1972b) ont constaté que les larves de Chironomidés (Diptera) atteignent une densité exceptionnelle dans le sédiment de petites pièces d'eau sans *G. affinis*. Par contre, ces diptères sont éliminés en décembre dans des pièces d'eau avec *G. affinis*.

La faune culicidienne est très réduite dans les lieux occupés par les fortes densités en *G. affinis* qui se nourrissent des larves et des alevins de leurs commensaux réduisant peu à peu ces populations jusqu'à leur disparition (Teton 1976).

Bay & Anderson (1966, in Hurlbert et al. 1972b) ont constaté que la prédation d'organismes benthiques par *G. affinis* serait moins intensive dans les étendues d'eaux plus importantes (étangs et mares).

Hoy et al. (1972) et Hulbert et al. (1972b) ont démontré que *G. affinis* peut stimuler la production des moustiques dans les rizières en affectant la population des invertébrés qui s'en nourrissent tels les Notonectidés (Farley & Younce 1977, Hall et al. 1970). En effet, selon Hoy et al. (1972), l'introduction de *G. affinis* dans les étangs à raison de 0,22 kg.ha⁻¹ provoque, après 2 semaines, une augmentation de l'abondance des larves de moustiques. Après 10 semaines, l'abondance décroît progressivement jusqu'à atteindre celle des étangs témoins. Après introduction de *G. affinis* à une biomasse élevée (0,67 kg.ha⁻¹), d'autres étangs développeraient peu de moustiques durant toute l'expérience par rapport aux étangs témoins.

Le taux de consommation des larves d'*A. hispaniola* au stade L4 est très élevé dans le milieu M₃ surtout quand l'eau est diluée à 5 %.

Le taux de consommation par *G. affinis* varie en fonction des milieux mais reste toujours plus élevé chez les femelles que chez les mâles. Ceci peut être expliqué par le fait qu'avant la reproduction les femelles ont un appétit plus important, alors que durant la gestation, elles se nourrissent moins. Le taux peut varier aussi en fonction de la taille des mâles (2,6 cm) et des femelles (3 cm).

5. Conclusion

La lutte antilarvaire chimique par le téméphos a montré que l'action est efficace sur les premiers stades larvaires. Le stade L2 est plus sensible que le stade L4, ce qui peut être attribué à une résistance acquise au cours de la croissance larvaire. Chez *A. hispaniola* (vecteur potentiel du paludisme), les stades L2 et L4, sont plus résistants que chez *C. pipiens*. Cette résistance a probablement été acquise, suite à l'épandage de ce larvicide qui a duré jusqu'en septembre 1988 dans la région de Marrakech.

L'emploi de poissons larvivores présente des avantages certains dans la lutte biologique. Le taux de consommation par *G. affinis* varie en fonction des milieux mais reste toujours plus élevé chez les femelles que chez les mâles.

Cependant, les conditions de cette utilisation doivent être mieux définies pour éviter les effets néfastes sur la chaîne alimentaire.

Travaux cités

Al-Daham N.K., Hug M.F. & Sharma K.P. 1977. — Notes on the ecology of fishes of the genus *Aphanius* and *Gambusia affinis* in southern Iraq. *Freshwater. Biol.*, 7 : 245-251.

- Bouallam S. 1992. — Le Paludisme et les Moustiques dans la région de Marrakech. Ecologie et Cycles biologiques des espèces culicidiennes. Thèse 3^{ème} cycle, Univ. Cadi Ayyad, Fac Sc. Semlalia, Marrakech : 127 p.
- El Kassimi M.B. 1990. — Le paludisme dans la province de Chefchaouen de 1983 à 1987. Thèse Médecine Rabat, N°35.
- Farley D.G. & Younce L.C. 1977. — Effects of *Gambusia affinis* (Baird & Girard) on selected nontarget organisms in Fresno County rice fields. *Proc. Pap. Calif. Mosquito Control Assoc.*, 45 : 87-94.
- Georghiou G.P. 1972. — Studies on resistance to carbamate and organophosphorus insecticide in *Anopheles albimanus* Amer. J. Trop. Med. Hyg., 21 : 797.
- Guy Y. 1963. — Bilan épidémiologique du paludisme au Maroc (données recueillies en 1960, 1961 et 1962). *Ann. Parasit. Hum. Comp.*, 38 : 823-857.
- Hall D.J., Cooper W.E. & Werner E.E. 1970. — An experimental approach to the production dynamics and structure of freshwater animal communities. *Limnol. Oceanogr.*, 15 : 839-928.
- Hoy J.B., Kaufmann E.E. & O'Berg A.G. 1972. — A large-scale field test of *Gambusia affinis* and chloropyritus for mosquito control. *Mosqui. News*, 32 : 161-171.
- Hurlbert S.H. 1975. — Secondary effects of pesticides on aquatic ecosystems. *Residue Reviews*, 58 : 81-148.
- Hurlbert S.H. & Mulla M.S. 1981. — Impacts of mosquitofish (*Gambusia affinis*) predation on plankton communities. *Hydrobiologia*, 83 : 125-151.
- Hurlbert S.H., Mulla M.S. & Willson H.R. 1972a. — The effects of anorganophosphorus insecticide on the phytoplankton, zooplankton, and insect populations of freshwater pond. *Ecol. Monogr.*, 42 : 269-299.
- Hurlbert S.H., Zedler J. & Fairbanks D. 1972b. — Ecosystem alteration by mosquitofish (*Gambusia*) predation. *Science*, 175 : 639-641.
- Kline D.L., Hagan D.V. & Wood J.R. 1994. — Culicoides responses to 1-octen-3-ol and carbon dioxide in salt marshes near sea Island, Georgia, USA. *Med. Vet. Ent.*, 8 : 25-27.
- Krumholtz L.A. 1948. — Reproduction in the western mosquitofish *Gambusia affinis*. (Baird & Girard) and its use in mosquito control. *Ecol. Monogr.*, 18 : 1-43.
- Labounty J.T. & Deacon J.E. 1972. — *Cyprinodon milleri*, a new species of pupfish (Family Cyprinodontidae) from Death Valley, California. *Copeia*, 1972 : 769-780.
- Le Sueur D., Sharp B.L., Fraser C. & Ngxongo S.M. 1993. — Assessment of the residual efficacy of Lambda-Cyhalothrin I. A laboratory study using *Anopheles arabiensis* and *Cimex lectularius* (Hemiptera : Cimicidae) on treated daub wall substrates from natal, South Africa. *J. Amer. Mosqu. Control Association*, 9 (4) : 408-413.
- Losos B. & Hetesa J. 1973. — The effect of mineral fertilization and of carp fry on the composition and dynamics of plankton. *Hydrobiol. Stud. (Prague)* 3 : 173-217.
- Ministère de la santé publique, Maroc 1981. — Lutte antipaludique, guide des activités. Direction affaires techniques, Maroc.
- Otto R.G. 1973. — Temperature tolerance of the mosquitofish. *J. Fish. Biol.*, 5 : 575-585.
- Otto R.G. 1974. — The effects of acclimation to cyclic thermal regimes on heat tolerance of Western mosquitofish. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 103 : 331-335.
- Reddy S.R. 1975. — Effect of water temperature on the predatory efficiency of *Gambusia affinis*. *Experientia*, 31 : 801-802.

- Sharp B.L., Le Sueur D., Wilken G.B., Bredenkamp B.L.F., Ngxongo S. & Gouws E. 1993. — Assessment of the residual efficacy of Lambda-Cyhalothrin 2. A comparison with DDT for the intradomestic control of in South Africa. *J. Amer. Mosqu. Control Association*, 9 (4) : 414-420.
- Sicault G. 1934. — Note sur l'adaptation du *Gambusia holbrooki* aux eaux salées. *Bull. Soc. Pathol. exot.* 27 : 485-588.
- Sinegre G., Jullien J.L. & Crespo O. 1976. — Résistance de certaines populations de *Culex pipiens* (L.) au chlorpyrifos (Dursban[®]) en languedoc-Roussillon (France). *Cah. O.R.S.T.O.M., Ser. Ent. Méd. et Parasitol.*, XIV (1) : 49-59.
- Teton J. 1976. — *Gambusia affinis*, un bienfaiteur américain presque oublié. *Arch. Hydrobiol.*, 35 : 11-14.
- Tietze N.S., Olson M.A., Hester P.G. & Moore J.J. 1993. — Tolerance of sewage treatment plant micro-organisms to mosquitocides. *J. Amer. Mosqu. Control Association*, 9 (4) : 477-479.
- Vanessen P.H.A., Kemme J.A., Ritchie S.A. & Kay B.H. 1994. — Differential responses of *Aedes* and *Culex* mosquitoes to octenol or light in combination with carbon dioxide in Queensland, Australia. *Med. Vet. Ent.*, 8 (1) : 63-66.
- Vulvule J.M., Beach R.F., Atieli F.K., Roberts J.M., Mount D.L. & Mwangi R.W. 1994. - Reduced susceptibility of *Anopheles gambiae* to permethrin associated with the use of permethrin impregnated bednets and curtains in Kenya. *Med. Vet. Ent.*, 8 (1) : 71-74.
- Zaim M., Zahirnia A.H. & Manouchehri A.V. 1993. — Survival rates of *Anopheles culicifacies* S.L. and *Anopheles pulcherrimus* in sprayed and unsprayed villages in Ghassreghand district, Baluchistan, Iran, 1991¹. *J. Amer. Mosqu. Control Association*, 9 (4) : 421-425.