

Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université SAAD DAHLEB – Blida1

Faculté des sciences de la nature et de vie

Département de biologie des populations et des organismes



Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention
du diplôme de Master académique

Option : Entomologie médicale

Thème :

**Étude bioécologique de *Gambusia affinis* (Baird et Girard, 1853)
(Poisson, Téléostéen) sur terrain et en conditions contrôlées et essai
de lutte contre les larves de moustique**

Présenté par :

BOUAMAMA Saida

ZAHRA Fayrouz

Soutenu le :

Devant le jury composé de :

Président	M. Bendjoudi D	Maitre de conférences A	USDB
Examinatrice	MM. Djazouli Alim F/Z	Maitre de conférences A	USDB
Promotrice	MM. KARA-TOUMI F/Z	Professeur	USDB
Co-promotrice	MM. Chabet Dis C	Doctorante	CNRDPA

Promotion : 2015/2016

Remerciements

Nous remercions tout d'abord DIEU, tout puissant, de nous avoir donné le courage et la volonté d'accomplir ce modeste travail.

Nous exprimons nos vifs et sincères remerciements à notre promotrice, Mme Kara. F/Z, Professeur au département de biologie de l'université de Blida 1, pour ses précieuses orientations et sa constante disponibilité qui nous ont permis de bien mener notre travail.

Nos remerciements vont à: Monsieur Bendjoudi Djamel d'avoir honoré ce jury autant que président.

Et à madame Z. Djazouli maitre de conférences A d'avoir accepté de faire partie du jury et d'examiner ce présent travail.

Nos grands remerciements sont formulés à notre co-encadrante : Mme Chabet Dis Chalabia pour ses orientations et sa constante présence dans la réalisation de ce travail, ainsi que tous les membres de l'équipe de Centre National de Recherche et du Développement de la Pêche et de l'Aquaculture de Bou-Ismaïl (CNRDPA).

Nous remercions Mlle ZAKOUR Nora pour sa gentillesse et sa rigueur scientifique, elle a été d'une aide précieuse et toute l'équipe du laboratoire du paludisme à l'Institut National de Santé Publique Alger (INSP).

Nous remercions aussi tous les enseignants de la faculté des sciences de la nature et de vie de l'Université Blida 1. Ainsi que toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.

Dédicaces

A mes chers parents. A mes frères Mohamed, Fares et Wadie.

A mon Marie M'hamed et ma petite fille Ines.

Vous vous êtes dépensés pour moi sans compter. En reconnaissance de tous les sacrifices consentis par tout un chacun pour me permettre d'atteindre cette étape de ma vie.

A toute ma grande famille.

A mon binôme Saida et sa famille.

A Pr M.E.A BENAMER directeur de Laboratoire de Physique fondamentale et appliquée (FUNDAPL).

A mes amis et camarades de la promo 2015/2016.

Je dédie ce travail

Fayouz

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Papa et Maman, pour votre amour et votre confiance à chaque moment de ma vie, pour votre soutien dans les moments difficiles, pour l'éducation et les valeurs que vous m'avez inculquées, pour tout ce que vous m'avez fait découvrir. Ces quelques lignes ne peuvent résumer les liens qui nous unissent, mais vous savez à quel point ils sont forts.

Ma sœur : Asmaa

Mes frères : Khaled et Ahmed

Toute ma famille : BOUAMAMA et MORESLI pour avoir toujours encouragée

Spéciale dédicace pour mes chères Chabet Dis chalabia et Haddouche Hizia

Mon binôme fayrouz et sa famille

Mes copines : Salima , Noussiaba,

Amira, Amina, Chérifa, Imen ,Rachida, hadjer, kaoula, loubna

Mes collègues de master de l'option Entomologies médicale.

Tous mes enseignants et au personnel du département de biologie et des populations et des organismes Université de Blida « 1 ».

Et aussi bien toute l'équipe de fil de tilapia de CNRDPA.

Saida

Glossaire

Ovivipare : Les œufs se développent à l'intérieur de la femelle

Euryhaline : Se dit d'un organisme qui supporte des variations de salinité importantes du milieu aquatique où il vit.

Eurytherme : est un adjectif qualifiant les organismes adaptés à de grandes variations de température.

Encéphale : espèce possédant un vrai système nerveux comprenant : le cerveau, le cervelet et le tronc cérébral.

Dulçaquicole : est un organisme qui vit en eau douce.

Prédation : Mode de nutrition très répandu dans le règne animal, et qui consiste à s'emparer d'une proie vivante pour la dévorer et se nourrir de sa substance.

Liste des abréviations

OMS : Organisation mondiale de Santé ;

INSP : Institut National de Santé publique ;

IRD : Institut de Recherche pour le Développement ;

OPIM : Office des Périmètres irrigués de la Mitidja ;

OILB : Organisation internationale de la Lutte biologique ;

DDT : Dichlorodiphényltrichloroéthane ;

x : Grossissement.

Liste des tableaux:

Tableau N°	Titre	Page N°
1	La taxonomie des moustiques	08
2	Caractéristiques morphologiques différenciant les larves Anophelinae des larves Culicinae	10
3	Données climatiques de la région d'El Kala 1985-2005.	27
4	Nombre de larves de moustique placé au niveau des différents aquariums	44
5	Nombre de larves du genre culex et Culiseta placé au niveau des aquariums	45
6	Teneur des principaux paramètres physicochimiques étudiés sur l'eau du lac Oubeira	46
7	Analyse statistique de deux paramètres biométriques étudiés le poids (Wt(g)) et la taille (Lt(cm)) de population captures	48
8	Dénombres des individus mâles et femelles de <i>G.affinis</i> captures au lac Oubéira	50
9	Évaluation quantitative du spectre alimentaire des individus capturés de <i>G.affinis</i>	52
10	Résultat de l'indice de vacuité (♂ : mâle ; ♀ : femelle)	54
11	Résultats de l'analyse physico-chimique du lac Reghaia	55
12	Comparaison du nombre de larves de culex consommé par rapport au nombre restant chez la femelle de <i>Gambusia affinis</i> .	58
13	Comparaison du nombre de larves de culiseta consommé par rapport au nombre restant chez la femelle de <i>Gambusia affinis</i> .	59

Liste des figures

Figure N°	Titre	Page N°
1	Morphologie d'une larve de Culex	03
2	Vue dorsale chez les Anophilinae (à gauche) et les Culicinae (à droite)	04
3	Chetotaxie de la face dorsale du thorax et de l'abdomen des larves a : Culicinae ; b : Anophelinae	05
4	Soies du siphon et des segments VIII et X d'une larve de Culicinae	06
5	Cycle biologique des moustiques	09
6	Morphologie de <i>Gambusia affinis</i> (Baird et Girard, 1853)	13
7	Schéma de l'appareil génital mâle de gambusie avec une nageoire anale transformée en gonopode	14
8	Dimorphisme sexuel <i>Gambusia affinis</i> (Baird et Girard, 1853)	14
9	Distribution de la gambusie <i>Gambusia affinis</i> à travers le monde, air natif, exotique et absences connues dans 616 bassins versants	16
10	Fréquences mensuelles de présence des divers aliments dans les estomacs des gambusies.	18
11	Type des gites larvaires à éliminer	22
12	Localisation du lac Oubeira d'El Tarf	26
13	Plan général de la Réserve naturelle du lac de Réghaïa	28
14	Site d'échantillonnage des <i>Gambusia affinis</i> (Baird et Girard, 1853)	31
15	Pêche de la gambusie au niveau du lac d'Oubeira	32
16	Présentation du multi-paramètre	33
17	Un spectrophotomètre utilisé pour l'analyse chimique	33
18	Pesée et mensuration de la gambusie	35
19	Extraction du tube digestif	36
20	Examens des contenues stomacaux	37

21	Observation des contenues stomacaux	37
22	Louche utilisé dans l'échantillonnage des larves	39
23	Épuisette pour prélever les larves	40
24	Présentation des gites des larves de moustique capturées au niveau CNRDPA	40
25	Présentation des gites des larves de moustique capturés au lac Reghaia	41
26	Bouteilles contenant les spécimens récoltés	42
27	Le principal matériel utilisé dans les différentes étapes d'éclaircissement et montage.	43
28	Distribution des fréquences de taille des poissons capturés au niveau du lac Oubiéra	49
29	Distribution des fréquences de poids chez les individus capturés	49
30	Évaluation du Sex-ratio de la gambusie au niveau du lac Oubéira	50
31	Identification des proies ingérées par <i>Gambusia affinis</i>	53
32	Femelle incubée	54
33	Comparaison du nombre des larves culex et celles restantes chez les mâles et les femelles de <i>Gambusia affinis</i> .	58
34	Comparaison du nombre des larves culiseta et celles restantes chez les mâles et les femelles de <i>Gambusia affinis</i> .	60

Sommaire

Sommaire

N° du titre	Le titre	Page N°
	Introduction	01
I	partie bibliographique	
Chapitre 1	Étude de la famille des culicidae	
1	Généralité sur les culicidae	03
2	Morphologie et biologie des Larves	03
	La tête	04
	Le thorax	05
	L'abdomen	06
3	Position systématique	07
4	Cycle biologique	08
5	Critères de différenciation des larves	10
6	Nourriture et respiration des larves	10
7	Les gites larvaires	11
Chapitre 2	Étude de <i>Gambusia affinis</i>	
1	Les principales caractéristiques morphologiques	13
2	Taxonomie du poisson	15
3	Répartition géographique	15
4	Exigence écologique	17
5	Régime alimentaire	17
6	Croissance	18
7	Compétition et prédation	18
8	Cycle biologique	19
9	Reproduction	19
Chapitre 3	la lutte anti-vectorielle	

1	Généralité sur la lutte anti vectorielle	21
2	Les moyens de lutte contre les moustiques	21
2.1	lutte physique et modification de l'environnement	21
2.2	la lutte chimique	22
2.3	la lutte biologique	23
2.3.1	Les objectifs de la lutte biologique	23
2.3.2	Les acteurs de la lutte biologique	24
Chapitre 4	présentation des régions d'étude	
1	Situation géographique du Lac Oubeira	25
1.1	caractéristiques physiques, Géologie, géomorphologie et hydrologie du lac	25
1.2	Climat de la région	26
2	Présentation du Lac de Réghaïa	27
2.1	Situation géographique et administrative	27
2.2	Présentation du territoire proposé pour le classement en Réserve naturelle	28
2.3	Caractéristiques physiques du site	29
2.4	Les facteurs climatiques et leur variabilité	29
2.4.1	Les précipitations	29
2.4.2	Les températures	29
II	Matériel et méthodes	
I	Étude bioécologique de <i>Gambusia affinis</i> au milieu naturel	31
I.1	Sur terrain	31
1.1	Présentation de la station d'étude	31
1.2	Méthode d'échantillonnage de <i>Gambusia affinis</i>	32
I.2	Au laboratoire	32
2.1	Étude physicochimique de l'eau du lac Oubeira	32
2.1.1	Matériel utilisés	32
a	Évaluation des paramètres physiques	32

b	Évaluation des paramètres chimiques	33
2.1.2	Méthodes utilisées	33
a	Le dosage des nitrites	34
b	Le dosage des nitrates	34
c	Le dosage de l'azote ammoniacal	34
d	Le dosage du phosphate	34
2.2	Évaluation de quelques paramètres biologiques de <i>Gambusia affinis</i> capturés sur terrain	35
2.2.1	Estimation de la taille des individus capturés	35
2.2.2	Évaluation du poids des individus capturés	35
2. 2.3	Évaluation du sex-ratio de <i>Gambusia affinis</i> capturés	35
2.3	Étude de régime alimentaire des individus récoltés	36
2.3.1	Extraction des estomacs	36
2.3.2	Examens des contenues stomacaux	36
a	Identifications des différentes proies ingérées par les individus capturés de <i>G.affinis</i> .	37
b	Quantifications des contenus stomacaux par évaluation de l'indice de fréquence	38
II	Étude du régime alimentaire de <i>G. affinis</i> en conditions contrôlées	39
II.1	Échantillonnage et identifications des populations de moustiques récoltées	39
1.1	Récolte des larves de moustique sur terrain	39
1.2	Transport des échantillons récoltés	42
1.3	Identification morphologique des différentes espèces de moustique capturé	42
1.3.1	Tri des spécimens	42
1.3.2	Éclaircissement et montage	42
II.2	Étude du préférence alimentaire des populations de <i>Gambusia affinis</i>	44
II.3	Essai de lutte à base <i>Gambusia affinis</i> contre des populations de moustiques du genre : <i>Culex</i> et <i>Culiseta</i> aux conditions contrôlées	44

III	Résultats et discussion	
I	Étude de quelques paramètres bioécologiques du lac Oubeira	46
I.1	Évaluations des paramètres physicochimiques de l'eau	46
I.2	Évaluation de quelques paramètres biologiques des individus <i>Gambusia affinis</i> capturés sur terrain	48
I.2.1	Estimation de la taille et du poids des individus capturés	48
I.2.2	Évaluation du sex-ratio des individus capturés	50
I.3	Évaluation du régime alimentaire des individus capturés au niveau du lac Oubaira	51
I.3.1	Évaluation qualitative du régime alimentaire des individus	51
I.3.2	Évaluation quantitative du régime alimentaire des individus capturés de <i>G.affinis</i>	52
1.3.3	Coefficient de vacuité	53
II	Essai de lutte biologique par l'utilisation de <i>G. affinis</i> contre des populations de culicidae capturées dans le lac de Reghaia en conditions contrôlées	55
II.1	Évaluation des paramètres physico-chimiques du lac Reghaia	55
II.2	Identifications des différentes espèces de moustiques capturées	56
II.3	Préférence alimentaire	57
II.4	Essai de lutte biologique	57
4.1	pour le genre Culex	57
a	Comparaison du taux consommations de larves de Culex chez les femelles et les mâles	57
4.2	pour le genre Culiseta	59
a	Comparaison du taux consommations de larves de Culiseta chez les femelles et les mâles	60
	Conclusion	61
	Référence bibliographique	
	Annexe	

Annexes

Annexe 01. Quelques critères d'identification des larves de moustique genres (*Culex*, *Culesita*)

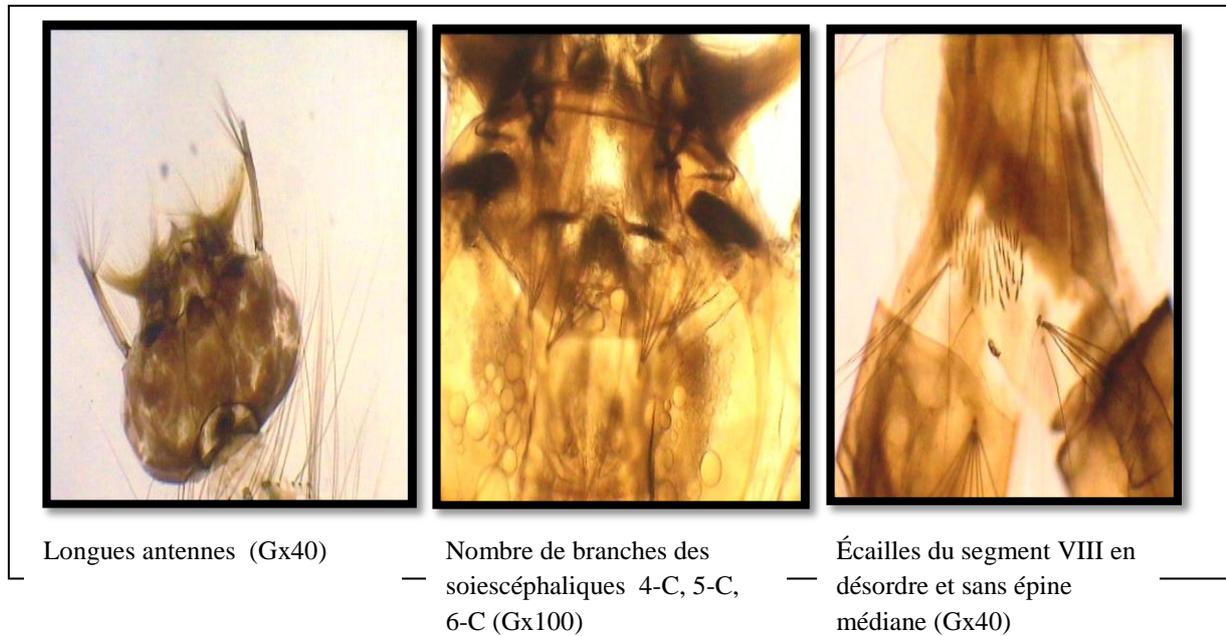


Figure 1. Les principaux Critères d'identification *Culex theileri* (Theobald, 1903)

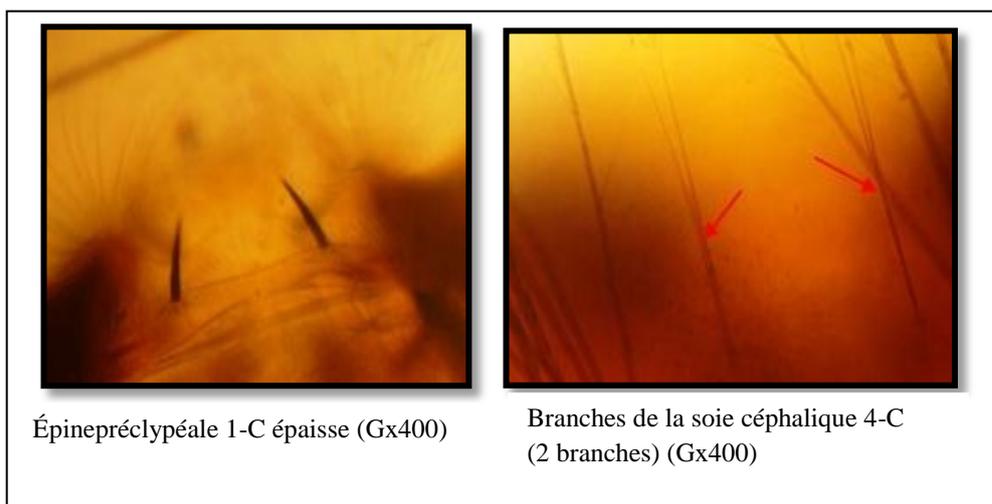


Figure 2. Critères d'identification *Culex antennatus* (Becker, 1903)

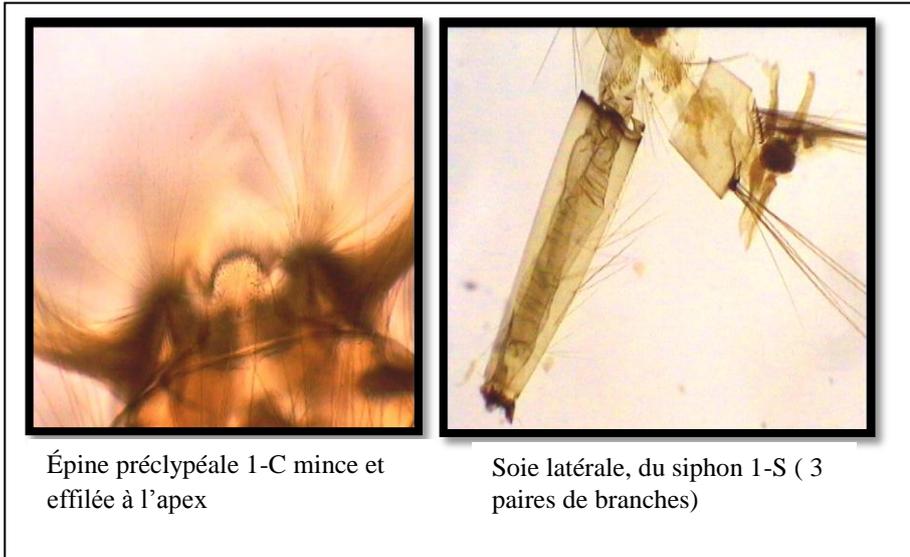


Figure 3. Les principaux Critères d'identification *Culex laticinctus* (Edwards, 1913)

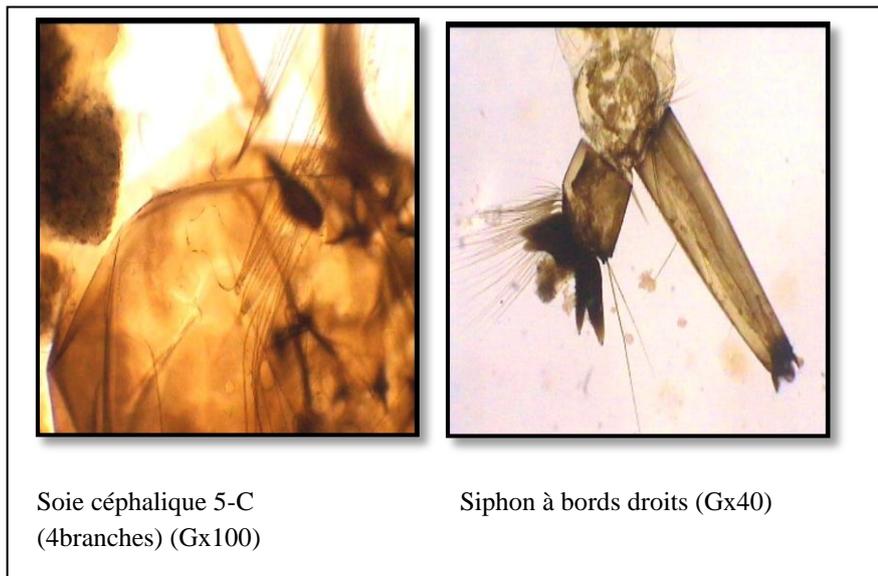


Figure 4. Critères d'identification genre *Culiseta*

Annexe 02.Résultats des indices biométriques prélevés sur des populations de gambusie pêchées au niveau du lac d'Oubeira.

N	Wt (g)	Lt (cm)	Sexe
1	0,8	4,8	F
2	0,6	3,9	F
3	0,4	3,5	F
4	1	4,8	F
5	0,7	4,1	F
6	0,6	3,9	M
7	0,4	3,2	F
8	0,6	4	F
9	0,7	4	F
10	0,6	3,9	F
11	0,4	3,2	F
12	0,3	3,1	M
13	0,4	3,7	F
14	0,6	3,8	F
15	0,2	2,5	F
16	0,7	4	F
17	0,7	3,9	F
18	0,4	3,3	F
19	0,4	3,4	F
20	0,5	3,6	F
21	0,3	3,1	F
22	0,4	3,3	F
23	0,4	3,3	F
24	0,4	3,3	F
25	0,4	3,5	F
26	0,4	3,5	F
27	0,4	3,2	F
28	0,5	3,6	F
29	0,4	3,5	F
30	0,2	3,2	F
31	0,4	3,4	F
32	0,5	3,6	F
33	0,3	3,2	F
34	0,5	3,6	F
35	0,5	3,5	F
36	0,5	3,6	F
37	0,5	3,5	F
38	0,4	3,4	F
39	0,7	4	F
40	2,2	6,4	M

41	0,5	3,5	F
42	0,5	3,5	f
43	0,4	3,1	F
44	0,5	3,7	F
45	0,4	3,4	F
46	0,7	4	F
47	0,5	3,3	F
48	0,4	3,4	F
49	0,5	3,7	F
50	0,5	3,5	F
51	1,3	5	M
52	0,7	4,1	F
53	0,7	4,4	M
54	0,7	4	F
55	0,4	3,4	F
56	0,7	4	F
57	0,5	3,5	F
58	0,4	3,5	F
59	0,4	3,1	F
60	0,2	2,7	F
61	0,3	3,4	M
62	0,4	3,2	M
63	0,1	2,6	IND
64	0,1	2,8	IND
65	0,1	5,8	M
66	0,4	3,5	F
67	0,6	3,7	F
68	0,4	3,4	F
69	0,5	3,5	F
70	0,5	3,5	F
71	0,4	3,4	F
72	0,4	3,3	F
73	0,3	3,4	F
74	0,1	3	M
75	0,1	2,7	M
76	0,3	3,3	F
77	0,3	3	M
78	0,2	3	M
79	0,2	2,8	M
80	0,3	3,1	F
81	1,1	5,5	M
82	0,6	3,7	M
83	0,5	4,2	M
84	0,6	3,7	F
85	0,7	4,2	F

86	0,6	3,8	f
87	0,4	3,5	F
88	0,8	4,1	F
89	0,7	4	F
90	0,7	4,1	F
91	0,6	3,7	F
92	0,5	3,7	F
93	0,5	3,6	F
94	0,5	3,6	F
95	0,6	3,8	F
96	0,7	4	F
97	0,5	3,6	F
98	0,5	3,6	F
99	0,5	3,5	F
100	0,6	3,7	F

Annexe 03: Équipements et produits utilisés au laboratoire

Équipements	Produits	Appareillage
<ul style="list-style-type: none"> - Verrerie - Pipettes en plastique - Bacs blancs - Minuterie - Lames et lamelle - Gants en latex - Trousse de dissection - Aquarium à 5 L - Salubre - Epuisettes de pêche 	<ul style="list-style-type: none"> - Eau distillée - Alcools (70°,90° et 100%) - KOH à 10% - Baume du Canada 	<ul style="list-style-type: none"> - Microscope photonique - Loupe binoculaire - Microordinateur muni du Logiciel d'identification des moustiques

Introduction

Les insectes représentent le plus grand groupe d'êtres vivants, présent sur cette planète, ils sont de loin le groupe animal le plus riche en espèces. On les trouve partout et colonisent chaque milieu. En effet, si l'on connaît aujourd'hui environ 1 millions d'espèces, il pourrait y en avoir trente fois plus! (Ulrich, 2012).

Les *Culicidae* est la famille la plus connue et la plus redoutée tant par les maladies parasitaires qu'elle peut inoculer pendant leur repas sanguin. Elle tient un rôle extrêmement important dans les écosystèmes mais aussi en épidémiologie humaine et animale.

En Algérie, les moustiques présente un grand intérêt en raison de sa large répartition géographique, de son abondance et de sa nuisance réelle, surtout dans les zone urbaines (Bendali & al., 2001). Les moustiques sont généralement contrôlés par des insecticides conventionnels (organochlorés, organophosphorés et pyréthriinoïdes) qui ont donné de bons résultats mais, malheureusement, ont également largement contribué à perturber l'environnement par des effets toxiques indésirables sur l'homme et sur les espèces non visées (Ishaaya & Horowitz, 1998).

La lutte chimique, avec essentiellement des pesticides chimiques de synthèse, continue à être le moyen majeur de contrôle des vecteurs (Casida & Quistad, 1998). Leur impact dépend à la fois de leur mode d'action (certains sont plus toxiques que d'autres), de leur persistance dans les sols et les eaux (certains se dégradent plus rapidement que d'autres) et de leurs sous-produits de dégradation lesquels sont parfois plus toxiques et se dégradent moins vite que le composé initial (Conlong & Mugoya, 1976).

Cependant, plusieurs arguments, tels les effets secondaires des insecticides conventionnels ou les impératifs environnementaux (Paoletti & Pimentel, 2000), ont encouragé la recherche des composés alternatifs plus sélectifs

La lutte biologique est une alternative à la lutte chimique. Des organismes invertébrés et vertébrés ainsi que des entomopathogènes ont été utilisés dans la lutte biologique contre les moustiques (Chapman, 1974 ; Larget & De Barjac, 1981 ; Lacey & Orr, 1994). Parmi eux, *Gambusia affinis* (Cyprino dontiformes : Poeciliidae) (Baird & Girard, 1853) est le poisson larvivore le plus connu (Gerberich & Laird, 1985 ; Kramer *etal.*, 1988 ; Walton & Mulla, 1991). Par ailleurs, *Gambusia affinis* (Baird &

Girard, 1853) a été également sélectionné comme un organisme modèle montrant une grande tolérance aux différents polluants notamment aux pesticides agricoles (Boyd & Ferguson, 1964)

Divers travaux ont été effectués afin d'intégrer *Gambusia affinis* (Baird & Girard, 1853) dans le programme de lutte biologique. Abouzeitoun (1991), a mis en évidence le potentiel prédateur de *Gambusia affinis* (Baird & Girard, 1853) contre les larves de *Culex pipiens* (Draredja-Beldi, 1993). C'est dans ce cadre que nous sommes intéressées à l'utilisation de *Gambusia affinis* dans la lutte biologique contre les moustiques au Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA).

Notre travail s'articule autour de cinq chapitres:

Le premier chapitre présente une revue bibliographique sur les Culicidés. Dans ce chapitre nous donnons un aperçu sur les critères généraux, la classification, la bioécologie des larves de moustiques.

Dans le deuxième chapitre, nous détaillons la bioécologie de *Gambusia affinis* (Baird & Girard, 1853), la morphologie et la taxonomie.

Le troisième chapitre présente les différents types de lutte anti vectorielle, on se basant sur la lutte biologique.

Le quatrième discute le matériel et les méthodes utilisés.

Le cinquième chapitre est consacré à la présentation des résultats obtenus.

Enfin, une conclusion générale met l'accent sur les perspectives et les travaux qui restent à mener.

1. Généralité sur les culicidae

Les culicidae tiennent un rôle extrêmement important dans les écosystèmes, mais aussi en épidémiologie humaine et animale, car outre qu'ils sont source de nuisance par les piqûres qu'ils infligent, ils sont le plus important groupe de vecteurs d'agents pathogènes transmissibles à l'être humain, dont de nombreuses zoonoses (Jolyon et *al.*, 2011). Ils ont une distribution cosmopolite (Dieng, 1995) et sont présents sur l'ensemble des terres émergées de la planète (à l'exception de l'Antarctique), tant dans les milieux forestiers, de savanes ou urbains, dès qu'une surface d'eau douce ou saumâtre, même réduite ou temporaire, est disponible. Les culicidae regroupent l'ensemble des insectes connus sous le nom de moustiques.

2. Morphologie et biologie des Larves

Les larves de moustiques sont vermiformes et eucéphales. Elles ont une croissance discontinue et subissent 4 mues, leurs permettant de passer d'environ de 2 à 12 mm. Le corps de la larve des culicidae est divisé en trois parties principales : la capsule céphalique complètement sclérifiée, le thorax aplati composé de trois segments fusionnés (bien plus large que les deux autres parties) et l'abdomen qui se compose de dix segments (Figure01).

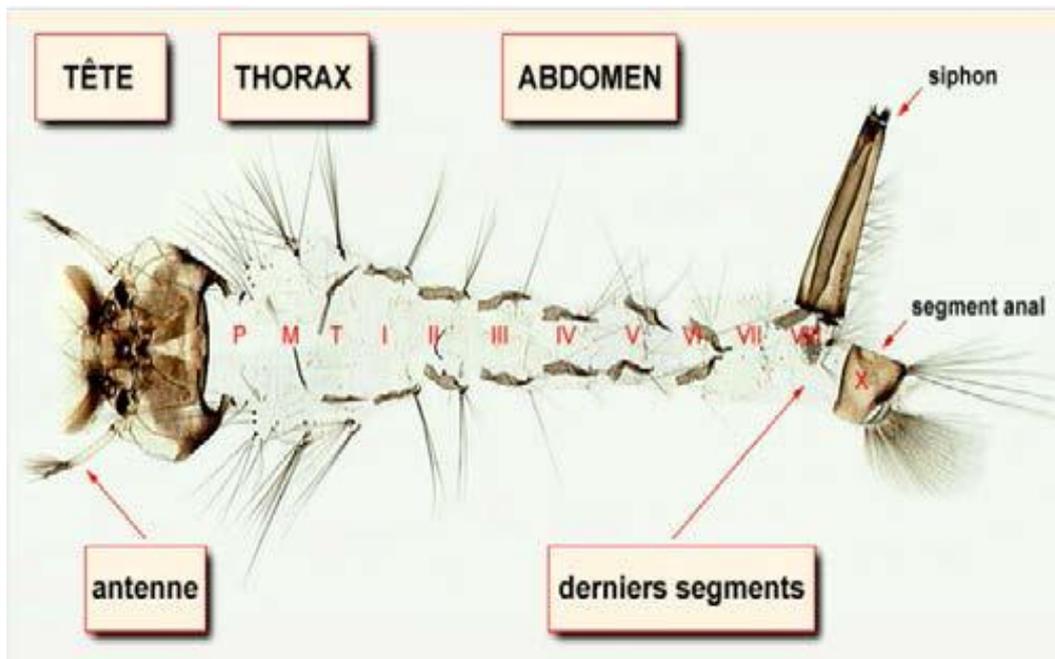


Figure 01. Morphologie d'une larve de Culex (Brunhes et *al.*, 1999)

D'après Forattini (1996) (Becker et *al.*, 2003), 222 paires de soies sont insérées tout au long du corps de la larve, leur arrangement est appelé la Chetotaxie ce qui présente le principal critère en taxonomie.

- **Une tête**

La capsule céphalique est formée d'une plaque chitineuse médiane, le front oclypéus et de deux plaques latérales épicroâniennes. Au front, l'oclypéus est rattachée à une plaque antérieure étroite (préclypéus) portant les brosses buccales. Les pièces buccales sont broyeuses, et principalement composées par des mandibules épaisses à pointes aiguës, et d'une plaque mentonnière triangulaire et dentelée appelée mentum (Séguy, 1955 ; Rodhain et Perez, 1985). Le préclypéus et Le front oclypéus portent 18 paires des soies symétriques codées de 0-C à 17-C (la lettre C désigne les soies qui se trouvent sur les plaques de la tête). La forme et le nombre des branches de ces soies présentent un grand intérêt taxonomique notamment les soies préclypéales, clypéales, frontales et occipitales (Figure 02).

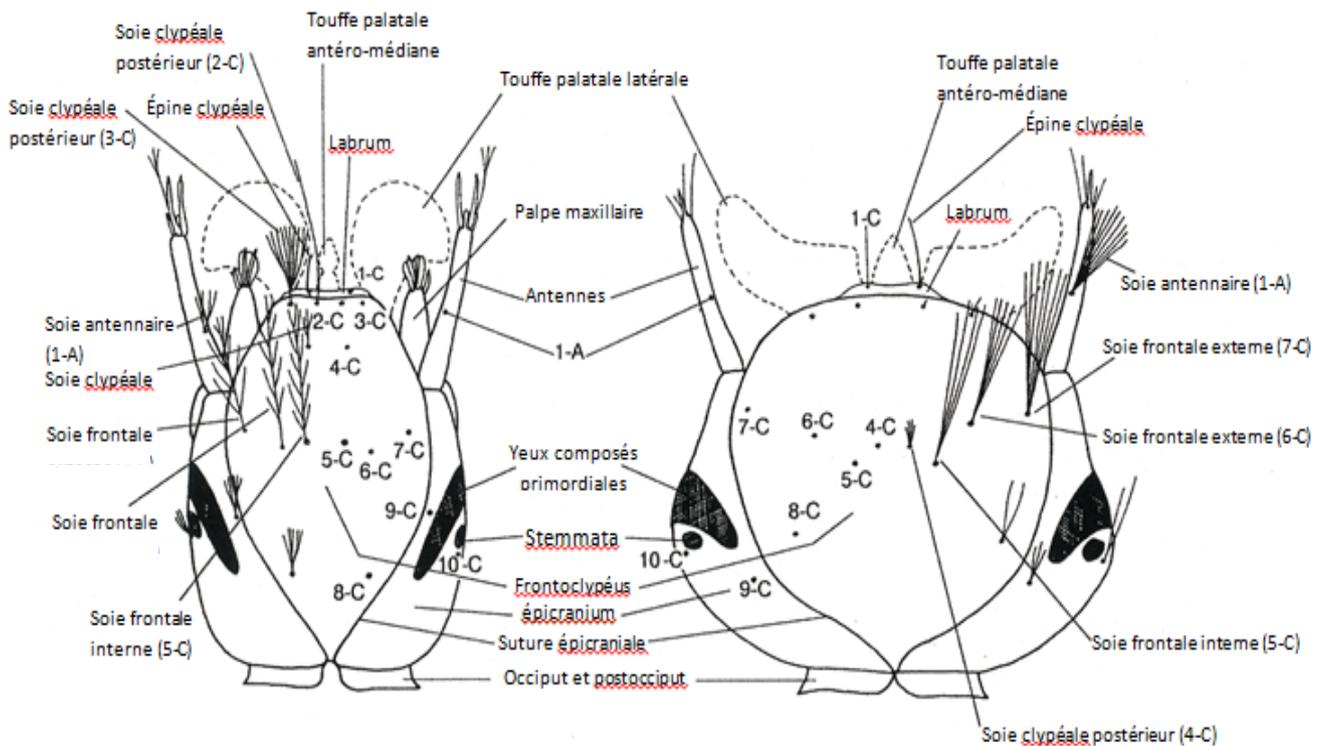


Figure 02. Vue dorsale chez les Anophilinae (à gauche) et les Culicinae (à droite) (Becker et *al.*, 2003).

Deux paires d'yeux sont situées sur la partie médio-latérale des plaques épicroâniennes. Les deux yeux antérieurs en forme de taches noirâtres constituent les yeux composés

primordiaux du futur adulte. Derrière ceux-ci, se trouvent les deux petits yeux des larves ou stemmâta. Les antennes qui se posent dans les angles entéro-latéraux de la tête sont plus ou moins minces et légèrement effilées. Elles peuvent être plus courtes que la tête et droites ou légèrement incurvées ou aussi longues, voire plus longues que la tête, et prendre la forme d'une courbe régulière. Le tégument des antennes est souvent couvert des poils et des spicules. Les soies antennaires, nommées de 1-A à 6-A, sont très utiles pour la reconnaissance des genres et certaines espèces appartenant au genre *Culex* (Becker et *al.*, 2003).

- **Un thorax**

Plus large que la tête, le thorax comporte le prothorax, le mésothorax et le métathorax, tous les trois pourvus de soies. Les larves de *culicidae* sont apodes. Les trois séries successives de soies plus ou moins ramifiées en marquent les trois régions autrement indistinctes. Les paires de soies symétriques sont numérotées 0-P à 14-P sur le prothorax, 1-M à 14-M sur le mésothorax et 1-T à 13-T sur le métathorax. Becker et *al.*, (2003) signalent que seules les soies prothoraciques présentent un intérêt taxonomique (Figure 03).

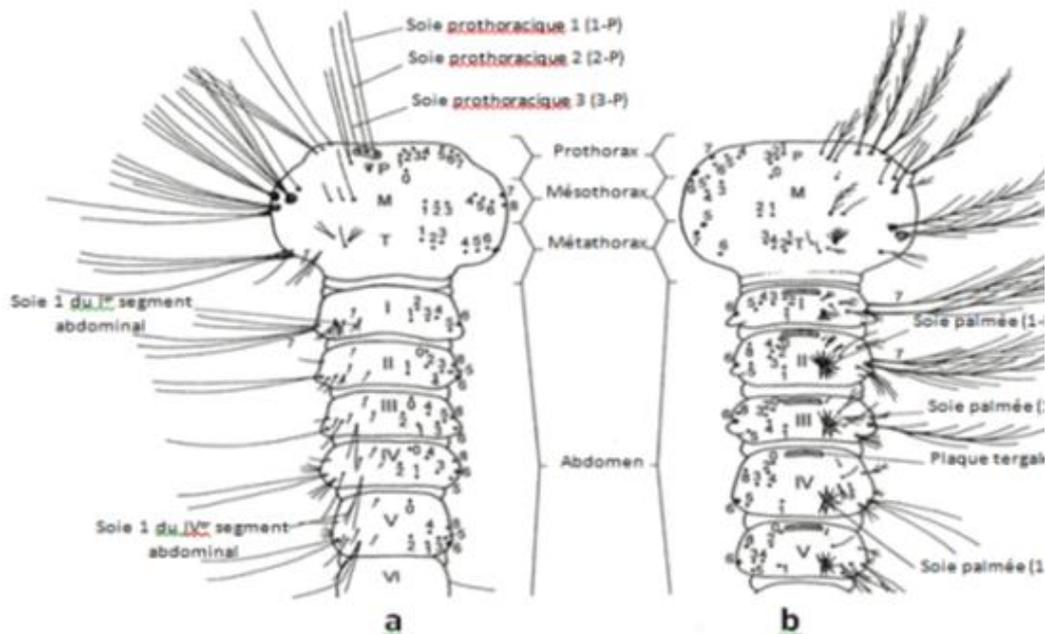


Figure03. Chetotaxie de la face dorsale du thorax et de l'abdomen des larves a : Culicinae ; b : Anophelinae (Becker et *al.*, 2003).

• **L'abdomen**

Caractérisé par une forme allongée et subcylindrique, l'abdomen des larves de Culicidae est composé de dix segments individualisés. Les sept premiers se ressemblent entre eux, où chaque segment est orné de 15 paires de soies (excepté le segment I où se trouvent seulement 13 paires de soies). La majorité de ces soies sont très peu utilisées en taxonomie, hormis chez l'Anophele où l'abdomen est recouvert par certains caractères spécifiques, notamment, les soies palmées et les plaques tergales. Sur le huitième segment abdominal qui possède un intérêt majeur en taxonomie, deux structures très importantes sont annexées. C'est le peigne qui est constitué par un ensemble d'épines ou d'écailles, la première variable et dans leur forme, leur nombre et leur disposition. Le nombre d'écailles varie de 5 à plus de 100 et peuvent être arrangées en une seule ligne, en doubles lignes, en forme irrégulière ou encore en forme triangulaire. Celles-ci s'insèrent sur le bord postérieur d'une plaque chitineuse chez les Uranotaenia et les Anophèles. La deuxième structure correspond aux deux ouvertures spiraculaires qui s'ouvrent soit directement au niveau du tégument (comme c'est le cas chez les Anophelinae) soit à l'extrémité apicale d'un organe chitinisé de forme tronconique, appelé le siphon respiratoire, principal caractère des Culicinae (Figure 04). Il s'agit d'un des caractères les plus utilisés pour l'identification des espèces constituant les culicinae.

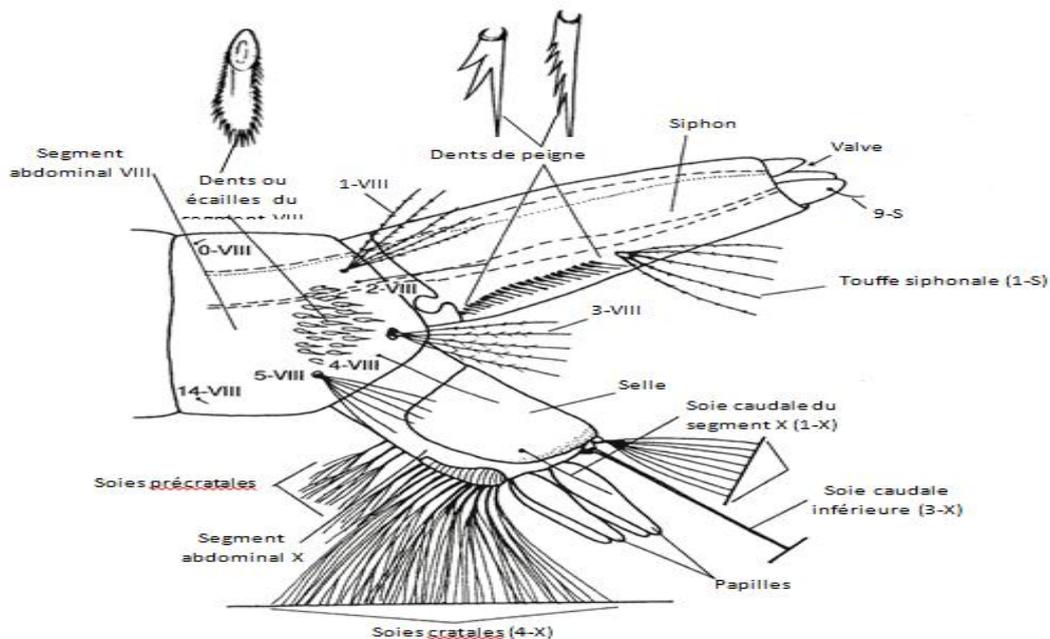


Figure 04. Soies du siphon et des segments VIII et X d'une larve de Culicinae
(Becker et *al.*, 2003, avec légende complétée)

Plus ou moins long, ce siphon porte de part et d'autre une rangée d'épines (peigne de siphon) et selon les genres et les espèces, une ou plusieurs touffes de soies. Le dernier segment ou segment anal projeté ventrale ment, ne se trouve pas dans le prolongement du corps, mais forme avec celui-ci un angle de 130° . Il est entouré sur la partie dorso-latérale, d'un renforcement chitineux qui constitue la selle. Cette dernière est ornée d'épines et d'une paire de soies (1-X), de paires de longues soies disposées en une brosse dorsale, d'une ligne de soie et d'une brosse disposée ventrale ment. Au niveau du bord postérieur de la selle, quatre papilles anales saillantes entourent l'anus, qui est terminal (Callot et Helluy, 1958 ; Rodhain et Perez, 1985 ; Becker et *al.*, 2003 ; Ramos et Brunhes, 2004).

3. Position systématique

Les moustiques font partie de la classe des insectes (Hexapodes) et de l'ordre des diptères. Ce sont des nématocères, caractérisés par leurs antennes longues et plumeuses. La famille des Culicidés compte de par le monde environ 3500 espèces et sous-espèces, réparties en 3 sous familles : toxorhynchitins, anophelinés et culicinés. Chez les toxorhynchitins, les adultes ne sont pas hémaphages (Sérandour, 2007 ; anonyme, 2013). En Algérie, Brunhes et al. (1999) ont décrit environ 48 espèces de moustiques appartenant principalement aux deux sous-familles : Anophelinae et Culicinae.

Les moustiques appartiennent à :

- L'embranchement des Arthropodes : lignée des invertébrés à squelette chitineux externe, caractérisé par un corps segmenté, un exosquelette et dont les membres ou appendices sont constitués d'articles.

- Le sous-embranchement des Antennates : arthropodes dont la tête porte des appendices caractéristiques souvent très chitinisés, avec des mandibules adaptées à différents régimes.

- La classe des Insectes : animal invertébré, arthropode de petite taille, et constitué de trois parties avec une tête, un thorax et un abdomen et de trois paires de pattes à l'état adulte.

- La sous-classe des Ptérygotes : insecte fondamentalement pourvu d'ailes. Les ailes pouvant disparaître secondairement.

-L'ordre des Diptères : insecte qui possède deux ailes antérieures, les ailes postérieures étant transformées en balancier ou haltères.

-Le sous-ordre des Nématocères : sous-ordre d'insectes diptères caractérisés par leurs longues antennes.

- La famille des Culicidae : caractérisée par des antennes longues et fines à multiples articles, des ailes pourvues d'écailles, et des femelles possédant de longues pièces buccales en forme de trompe rigide de type piqueur-suceur.

Les trois principaux genres d'importance médicale sont Anophèles (400 espèces), Culex (800 espèces) et Aedes (1200 espèces) (Jolyon et *al.*, 2011).

Tableau 01: La taxonomie des moustiques (Rodhain et Perez, 1985 ; Sérandour, 2007).

Règne :	Animal
Embranchement :	Arthropodes
Sous-embranchement :	Antennates
Classe :	Insectes (Hexapodes)
Sous-Classe :	Ptérygotes
Ordre :	Diptères
Sous-Ordre :	Nématocères
Famille :	Culicidae
Sous-Famille :	Toxorhynchitinae Anophelinae Culicinae
Genre :	<i>Toxorhynchites, Anopheles</i> <i>Aedes, Culex, Culiseta, Manson</i>

4. Cycle biologique

Les moustiques sont des insectes à métamorphose complète (holométaboles), c'est-à-dire que la larve ne ressemble pas à l'adulte (Yves M., 2003). Il existe une étape intermédiaire, appelée «nymphose», pendant laquelle la larve se transforme en une sorte d'étui dans lequel une réorganisation complète des organes se met en place, pour aboutir au bout de quelques jours à l'émergence de l'insecte «imago» (Anonyme, 2011). Les moustiques passent par 4 stades de développement : œuf, larve (4 stades larvaires), nymphe et adulte (figure 05). Le temps pris par chaque stade pour

se développer dépend de la température de l'eau et de la nourriture des larves et des femelles (Delaunay et *al.*, 2001).

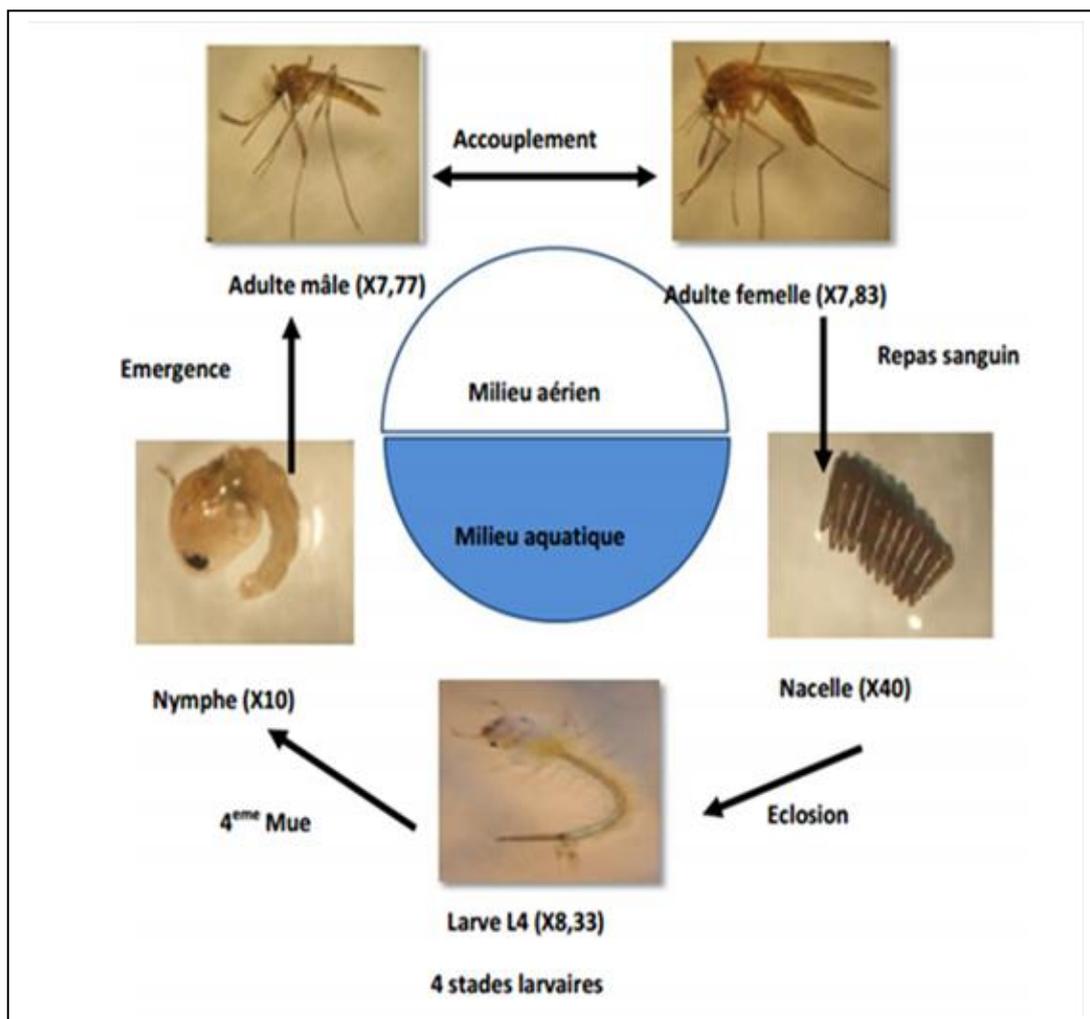


Figure 05. Cycle biologique des moustiques (Aïssaoui L., 2013).

La vie des moustiques comprend deux phases :

- Une phase aquatique (préimaginale) : phase immature, c'est le développement larvaire et nymphal.
- Une phase aérienne (imaginale) : phase adulte, pendant laquelle le moustique adulte vole, s'accouple et pique.

Le cycle des culicidae dure environ 2 à 3 semaines si les conditions climatiques sont favorables, beaucoup plus longtemps si la température est basse grâce à l'existence de formes de résistance (œufs, larves, formes adultes quiescentes) (Kettle, 1995).

Comme ils vivent en milieu aquatique avant d'atteindre la maturité, tous les moustiques ont besoin d'eau pour se développer.

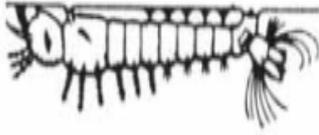
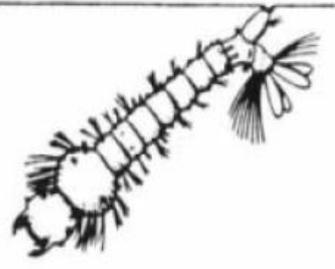
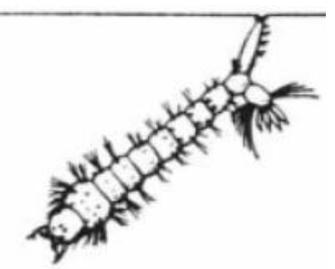
5. Critères de différenciation des larves

La morphologie externe des larves permet, la différenciation rapide au niveau de la sous-famille (anophelinae versus culicinae) et des genres (Carnevale et Robert, 2009).

Selon l'OMS (2003):

Les larves des anophelinae respirent par des spiracles dorsaux, ce qui leur impose la position parallèle à la surface de l'eau, tandis que celles de culicinae respirent par le siphon et ont de ce fait, une position oblique à la surface de l'eau. Le tableau suivant résume les principales caractéristiques de différenciation entre les genres d'intérêt médical.

Tableau 02. Caractéristiques morphologiques différenciant les larves Anophelinae des larves Culicinae (Carnevale et Robert, 2009).

Les larves de moustiques		
Anophelinae	Culicinae	
Anophèles	Aedes	Culex
 <ul style="list-style-type: none"> - Parallèle à la surface de l'eau. - Stigmates respiratoires, sans siphon. 		 <ul style="list-style-type: none"> - Oblique par rapport à la surface de l'eau. - Siphon respiratoire ± long et trapus plus peigne.

6. Nourriture et respiration des larves

Dans l'eau des gîtes, les larves se trouvent au repos sous la surface, respirant l'air atmosphérique en faisant affleurer leurs spiracles ; ces dernières s'ouvrent soit directement à la face dorsale chez les anophelinae, où elles se tiennent en position horizontale et adhèrent à la surface grâce à leurs soies palmées, soit à l'extrémité du siphon respiratoire chez les culicinae, ce qui entraîne une position oblique de la larve

par rapport à la surface de l'eau. Quand les larves quittent la surface de l'eau, les lobes qui entourent les spiracles respiratoires se rétractent et les spiracles se ferment automatiquement. Une glande adjacente des spiracles de la larve sécrète des substances hydrophobiques qui empêchent l'eau du milieu d'entrer dans le système respiratoire (Becker *et al.*, 2003).

Les larves de moustiques très mobiles plongent en profondeur - par des mouvements en saccades - lorsqu'elles se sentent menacées ou qu'elles sont à la recherche de leur nourriture (Ulrich, 2012). Les larves sont le plus souvent détritivores, mais certaines sont prédatrices ou même cannibales. La nourriture des larves consiste surtout en des éléments planctoniques, notamment des algues microscopiques, bactéries, et protozoaires. Sur la base du comportement alimentaire de chaque espèce, les larves créent par leurs brosses buccales (touffes palatales céphaliques) des courants qui amènent à leur bouche des particules alimentaires de la surface.

Les larves des anophilinae capturent leur nourriture en surface, par contre les culicinae s'alimentent sur les particules qui se trouvent en suspension ou au fond de l'eau. Cependant pour certaines espèces carnivores comme les Toxorhynchites, Culex sous-genre Lutzia et les Aedes du sous-genre Mucidus, les proies sont parfois plus volumineuses, telles que des larves de Chironomidae ou même d'autres culicidae (Callot et Helluy, 1958 ; Rodhain et Perez, 1985). Les larves appartenant aux genres Mansonia, Aedeomyia, Ficalbi et Coquillettia vivent submergées dans l'eau et restent fixées par leur siphon morphologiquement modifié, aux tiges et aux racines de certaines plantes aquatiques (Pistia, Salvinia, Eichhornia,...) afin d'y prélever l'air nécessaire à la respiration au niveau des vaisseaux aérifères (Séguy, 1923 ; Matile, 1993 ; Becker *et al.*, 2003).

7. Les gîtes larvaires

Les gîtes larvaires susceptibles de recevoir des pontes sont constitués par des collections d'eau dont le type est extrêmement variable suivant l'espèce. Certaines espèces de moustiques sont d'ailleurs extrêmement strictes, alors que d'autres semblent très peu exigeantes. C'est en effet à la femelle pondreuse que revient le choix du gîte. Ce dernier se différencie selon l'importance de sa couverture, en biotope ombragé (sciaphile) ou ensoleillé (héliophile), selon les caractéristiques chimiques de

l'eau douce (dulçaquicole) ou salée (halophile) et selon la taille du gîte, grande dimension (rivage de lac, de grand fleuve) ou très petite taille (creux d'arbre, empreinte de pas, petits récipients artificiels) (Rodhain et Perez, 1985). De multiples facteurs peuvent aussi être pris en considération, tels que la température, le pH de l'eau, la lumière et les facteurs biotiques comme la nature et l'abondance de la végétation aquatique et la faune associée. La température de l'eau n'est pas un facteur limitatif, mais peut être considérée comme importante, car elle agit sur la vitesse de développement des larves et des nymphes des culicidae. Selon Séguy (1955), la lumière a une grande influence sur quelques espèces culicidiennes, et les larves sont plus nombreuses dans les mares abritées du soleil. La végétation aquatique qui sert de nourriture ou d'abris aux divers animaux peut également influencer les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (Ramade, 1984).

1. Généralité sur la lutte anti vectorielle

Pour lutter contre les maladies à transmission vectorielle, des mesures dirigées contre les populations vectrices sont entrepris. Généralement, ces mesures représentent le moyen le plus efficace et, souvent, le plus pratique pour combattre ces maladies.

Les méthodes de démoustication sont utilisées à plusieurs fins :

- La prévention des maladies
- La limitation des épidémies
- La lutte contre les endémies transmises par des moustiques.

Les méthodes de lutte anti vectorielles existantes sont habituellement classées en méthodes chimiques, biologiques ou physiques (OMS, 1985)

2. Les moyens de lutte contre les moustiques

Il est difficile de lutter contre des espèces aussi prolifiques que les moustiques, la lutte contre les maladies à transmission vectorielle, s'orientent vers des méthodes visant, non plus à éradiquer les populations d'insectes nuisibles, mais à réduire et à contrôler leur densité en dessous d'un seuil épidémiologique tolérable.

Ce changement radical de politique repose sur des méthodes de lutte intégrée comprenant l'éducation sanitaire des populations humaines et l'aménagement de l'environnement, mais également sur l'utilisation raisonnée d'insecticides chimiques ou d'origine biologique.

Pour réussir une bonne campagne de lutte, la participation des riverains est déterminante.

C'est une opération de masse, qui s'adresse à l'ensemble d'une communauté dont la taille varie du village au district voir au pays entier, elle implique la couverture aussi exhaustive que possible soit de gîtes larvaires soit des maisons (Mouchet, 1991).

2.1. Lutte physique et modification de l'environnement :

Elle comprend toutes les actions tendant, d'une part, à la réduction des sources de moustiques (élimination et surveillance des gîtes larvaires) (Figure11), d'autre part, à la protection contre les nuisances des adultes (moustiquaires, climatisation, ...). Elle fait appel à des travaux d'importances diverses d'aménagement de l'eau et des terres (Anonyme, 2010).



Figure 11 : Types des gîtes larvaires à éliminés (Boukhris, 2009)

2.2. La lutte chimique

L'emploi des insecticides pour combattre les maladies à transmission vectorielle a connu un très grand essor vers les années 40. Ce dernier s'est intensifié et généralisé dans les années 50 avec le lancement mondial du programme d'éradication du paludisme (OMS, 1985). La lutte chimique a l'avantage de pouvoir être organisée dans un bref laps de temps, d'être efficace et de donner des résultats rapides pour un coût relativement modique.

En santé publique, seul un petit nombre d'insecticides efficaces et sûrs sont utilisés, c'est spécialement le cas de ceux qui ont un effet rémanent prolongé.

Les limites de l'utilisation des insecticides chimiques liées d'une part à l'apparition de résistance et d'autre part à la nécessité de préserver l'environnement ont induit la nécessité de rechercher d'autres matières actives à effets plus spécifiques.

Elle consiste en l'épandage d'insecticides, soit larvicides, soit adulticides, mais aussi en l'utilisation de répulsifs qui n'ont pour fonction que d'éloigner l'insecte piqueur : c'est le procédé le plus utilisé. Il nécessite une connaissance parfaite de l'action des produits employés tant sur le moustique que sur les autres constituants du milieu. Les principes actifs de tous les produits recommandés par l'OMS (2012), pour les pulvérisations intra-domiciliaires, ne proviennent que de quatre classes d'insecticides : les pyréthrinoïdes, les organochlorés (DDT), les organophosphorés et les carbamates. Toutes les moustiquaires à imprégnation durable actuellement recommandées sont traitées aux pyréthrinoïdes. Du point de vue de

l'innocuité comme de l'efficacité, ces derniers sont les meilleurs insecticides à avoir jamais été développés pour un usage en santé publique.

La lutte anti larvaire consiste en la pulvérisation d'un insecticide chimique dans l'ensemble des gîtes abritant les larves de moustiques. C'est en effet à ce stade qu'il est aisé de les combattre. Il est important de cibler l'ensemble des gîtes qu'il y a dans une localité car un gîte oublié peut vite devenir source de nuisance pour les habitants du quartier.

Pour terminer, la méthodologie de contrôle tend vers ce qu'on appelle la « lutte intégrée » (Anonyme, 2010) :

- par l'emploi simultané de plusieurs méthodes durant une période de traitement donné, ces méthodes doivent être adaptées à la situation géographique et aux conditions climatiques du milieu à traité.

- par l'emploi de méthodes différentes en fonction des conditions saisonnières ;
- par l'emploi de méthodes différentes en fonction de la situation géographique.

2.3. La lutte biologique

Selon Pintureau (2009), la lutte biologique est l'utilisation d'organismes vivants ou de leurs produits pour lutter contre d'autres organismes considérés comme nuisibles.

La définition adoptée par l'organisation internationale de lutte biologique (OILB) est : « Utilisation par l'homme d'ennemis naturels tels que les prédateurs, des parasitoïdes ou des agents pathogènes pour contrôler des populations d'espèces nuisibles et les maintenir en dessous d'un seuil de nuisibilité ». Cette définition est directement inspirée de celle de Debach (1964). Un groupe d'entomologistes de l'OILB a souhaité élargir le concept en prenant aussi en compte les substances dérivées d'organismes vivants (Suty L.; 2010).

2.3.1 Les objectifs de la lutte biologique :

Le but de la lutte biologique est de proposer des méthodes utilisant l'introduction volontaire par l'homme de prédateurs, de parasites, ou de microorganismes pour réduire des espèces nuisibles.

La lutte biologique repose sur le postulat qu'une espèce envahissante se multiplie sans limite dans une aire d'introduction quand elle ne rencontre pas les ennemis naturels (prédateurs, parasites, pathogènes) présents dans son milieu d'origine. C'est la théorie du relâchement écologique (en anglais ecological release).

L'utilisation d'une méthode de lutte biologique ne cherche pas à parvenir à une éradication totale de l'espèce envahissante (espèce cible) mais son objectif est d'en réduire suffisamment et durablement les effectifs pour l'amener en dessous d'un seuil de nuisibilité, écologiquement et/ou économiquement acceptable. L'objectif principal est donc de rétablir un équilibre durable entre l'agent de lutte et l'espèce cible (Suty. L ,2010).

2.3.2 Les acteurs de la lutte biologique :

La lutte biologique consiste à l'utilisation des procédés non chimiques. Plusieurs modes d'action sont retenus en lutte biologique : la prédation, l'emploi de parasites, d'agents pathogènes (virus et bactéries) et des modifications du potentiel reproducteur de l'espèce en agissant sur le matériel héréditaire de l'individu. La lutte anti-larvaire classique avec des larvicides chimiques a été remplacée par l'usage de bio-larvicides (*Bacillus thuringiensis*) ou de régulateurs de croissance (ecdusoïdes, juvénoïdes) pour limiter la productivité des gîtes larvaires (Carnevale et Robert, 2009).

1. Les principales caractéristiques morphologiques

Gambusia affinis (Baird et Girard, 1853) est un petit poisson ovovivipare d'eau douce, du corps de forme longue (Figure 07), originaire d'Amérique centrale et de Floride, lieux où il est connu sous le nom de 'mosquitofish'. Elle a une coloration grise à bleuâtre, un dos vert-olive, des flancs irisés et un ventre blanc. La livrée est plus brillante chez les mâles que les femelles. (Franceschini et Giulini, 1996 ; Bruslé et Quignard, 2001). L'espèce présente une faible longévité de 6 à 8 mois, en fonction de la période de naissance et de l'âge de première maturité sexuelle. Les individus présentent une durée de vie d'une année, cependant quelques individus capables de vivre et de se reproduire durant deux ans.

Elle possède une bouche dirigée vers le haut pour pouvoir capturer les larves et les insectes dérivant à la surface d'eau, une nageoire caudale arrondie et méristique : dorsale : I/7, anale : I/8-10, ligne latérale : 26-36 écailles (Bruslé et Quignard, 2004).



Figure 06. Morphologie de *Gambusia affinis* (Baird et Girard, 1853)
(Anonyme, 2016)

Selon Bruslé et Quignard (2001), il existe un dimorphisme sexuel où la nageoire anale est transformée en gonopode chez le mâle (rayons allongés formant une languette rigide en forme de gouttière et muscles associés permettant une grande mobilité) ; cet organe copulateur permet la fécondation interne des femelles (Figure 08). Le gonopode est utilisé lors du transfert du sperme dans l'organe génital femelle, durant la copulation (Muus et Dahlstrom, 1999).

Le mâle mesure 3.5 à 4 cm et la femelle mesure 5 à 6 cm (Franceschini et Giulini, 1996 ; Bruslé et Quignard, 2001).

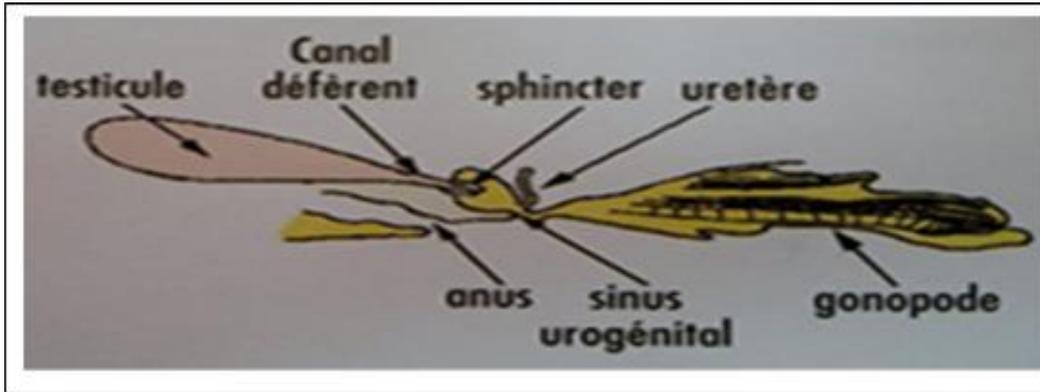


Figure 07. Schéma de l'appareil génital mâle de gambusie avec une nageoire anale transformée en gonopode (Billard, 1997).

Chambolle a signalé en (1970) que la femelle *Gambusia affinis* (Baird et Girard, 1853) possède une nageoire anale d'une forme arrondie. Pendant la gestation, en avant de cette nageoire, on distingue par transparence à travers le tégument, une tache noire plus ou moins étendue, qui marque l'emplacement de l'ovaire (Figure09). Au repos sexuel, l'ovaire est réduit à un mince cordon contenant des ovocytes jeunes de couleur blanchâtre (Draredja-Beldi, 1993 ;Beldi, 2007).



Figure 08. Dimorphisme sexuelle *Gambusia affinis*(Beldi, 2007)

2. Taxonomie du poisson :

Gambusia affinis (Baird et Girard, 1853) appartient à la grande famille des *Poeciliidae* comprenant dans le monde 30 genres et 293 espèces (Nelson, 1994) dont la position systématique est la suivante :

Embranchement	Vertébrés
Classe	Poissons
Sous-classe	Téléostomes
Super-ordre	Téléostéens
Ordre	Cyprinodontiformes
Famille	Poeciliidae
Genre	<i>Gambusia</i>
Espèce	<i>Gambusia affinis</i> (Baird et Girard, 1853).

3. Répartition géographique

La gambusie est originaire de l'est et du sud des États-Unis (côte Atlantique, du New-Jersey au Mississippi et à l'Illinois-Indiana et Ohio). *Gambusia affinis* (Baird et Girard, 1853) s'étend dans le bassin du Mississippi et ses affluents au nord du golfe du Mexique, du sud de l'Illinois et à Alabama, à la Floride et au sud du Texas (Black et Howell, 1979).

Ce poisson a été introduit volontairement en Europe (Billard, 1997), dans 40 pays, du Portugal, au sud de la Russie, en Espagne et France en 1921, dans le but de lutter contre le paludisme (Fraval, 2002). Elle est présente en Provence, Camargue, dans le Canal du Midi et les étangs saumâtres du Languedoc-Roussillon, en Corse et, sur les côtes atlantiques, dans les rivières de la Charente-Maritime aux Landes (Chambolle, 1973 ; Bruslé, Quignard, 2001). La gambusie n'a pas eu d'impact écologique sur le Cyprinodonte de Corse *Aphanius fasciatus* (Roche et Mattel, 1997).

Ainsi que dans d'autres parties du monde, pour combattre la malaria par le contrôle des moustiques.

Gambusia affinis (Baird et Girard, 1853) a été introduite pour la première fois en Algérie en 1928, dans le cadre de la lutte biologique contre les larves d'Anophèles responsables du paludisme (Leveque et Paugy, 1999). L'opération de repeuplement a été initiée pour la première fois dans le bassin de Khemissa près de Souk-Ahras (Rehimi et Soltani, 1999).

En Afrique, selon Sivalingam(1976), la famille des *Poeciliidae* introduite est représentée par une seule espèce: *Gambusia affinis*(Baird et Girard, 1853).

A la suite de diverses introductions pour lutter contre le paludisme, on constate la présence de cette espèce sur toute la côte méditerranéenne de l'Afrique, sur la côte ouest Atlantique du Sénégal jusqu'au Cameroun, en Afrique du Sud, à Madagascar (1929) et Zimbaoué , aux Mascareignes, en Afrique Centrale (Est du Zaïre) en Afrique de l'Est (Kenya, Tanzanie) et dans toute la vallée du Nil (Lemasson, 1957 ; Müller, 1974).

Cette espèce se rencontre à la fois dans les eaux courantes dormantes et marécageuses. Lemasson (1957) la signale dans les petits cours d'eau, les canaux et collecteurs d'eaux usées. En eaux dormantes, on la trouve dans les lacs naturels, les petits lacs de barrage, les étangs, et les puits. A Madagascar, cette espèce se rencontre et se reproduit naturellement dans presque tous les étangs du pays.

L'introduction de cette espèce dans les milieux naturels en Afrique ne semble pas avoir provoqué de perturbations dans les populations piscicoles autochtones(Figure10) (Lemasson, 1957).

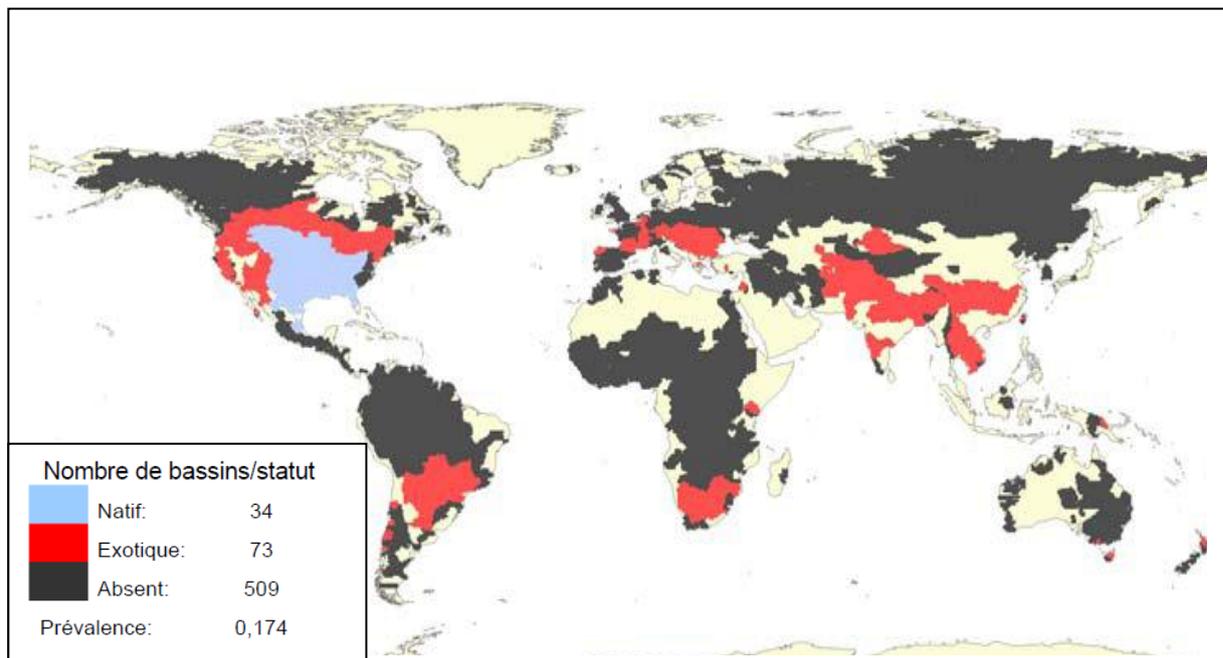


Figure 09. Distribution de la gambusie *Gambusia affinis* à travers le monde, air native, exotique et absences connues dans 616 bassins versants (Quiterie, 2007).

4. Exigence écologique

La gambusie fréquente les eaux peu profondes fortement enherbées et vit essentiellement près de la surface, dormantes (étangs) ou faiblement courantes (ruisseaux, rivières), souvent éphémères (fossés, douves, fondrières...), chaudes et riche en végétation (roseaux) elle colonise en grand nombre, en printemps, les eaux temporaires des marais camarguais submergés (crues des canaux, précipitations pluviales) ou elle se reproduit parmi la végétation (Poizat et Crivelli, 1997 ; Bruton, 1988).

C'est une espèce euryhaline et eurytherme, capable de supporter de large variation de température et de salinité: température létale minimale de 1-4°C et température létale maximale de 36-38°C (Al Habib et Yacoob, 1993), elle supporte une certaine salinité de l'ordre de 13 ‰ (Gelosi, 1970 ; Bruslé et Quignard, 2001), elle peut vivre dans des eaux acides de pH égal à 5,5.

Elle s'adapte à tous les facteurs abiotiques, aux conditions climatiques et hydrologiques défavorables et même à des modifications considérables du contenu biologique et chimique de l'eau (Touchi et *al.*, 2013).

5. Régime alimentaire

Gambusia affinis (Baird et Girard, 1853) est extrêmement vorace, se nourrit de larves aquatiques d'insectes divers, de crustacés: surtout des Cladocères (daphnies) et, à un moindre degré, des Copépodes., d'organismes planctoniques, d'œufs (Figure 11). Ceci explique l'efficacité de leur action contre les larves d'anophèles dans les puits et les réservoirs d'eau artificiels où ils disposent d'une alimentation peu diversifiée (Lemasson, 1957). Dans les eaux complètement dépourvues de végétation, il détruit systématiquement toutes les larves d'anophèles et y est donc particulièrement efficace dans la lutte contre le paludisme. On signale qu'un individu a consommé 165 larves de moustiques en deux heures. Cependant dans les eaux colonisées par une végétation horizontale, les *Gambusia* sont incapables d'atteindre les larves de moustiques qui se réfugient dans cette zone. Une lutte efficace contre les anophèles nécessite donc un contrôle préalable de la végétation aquatique (Vignes 1995).

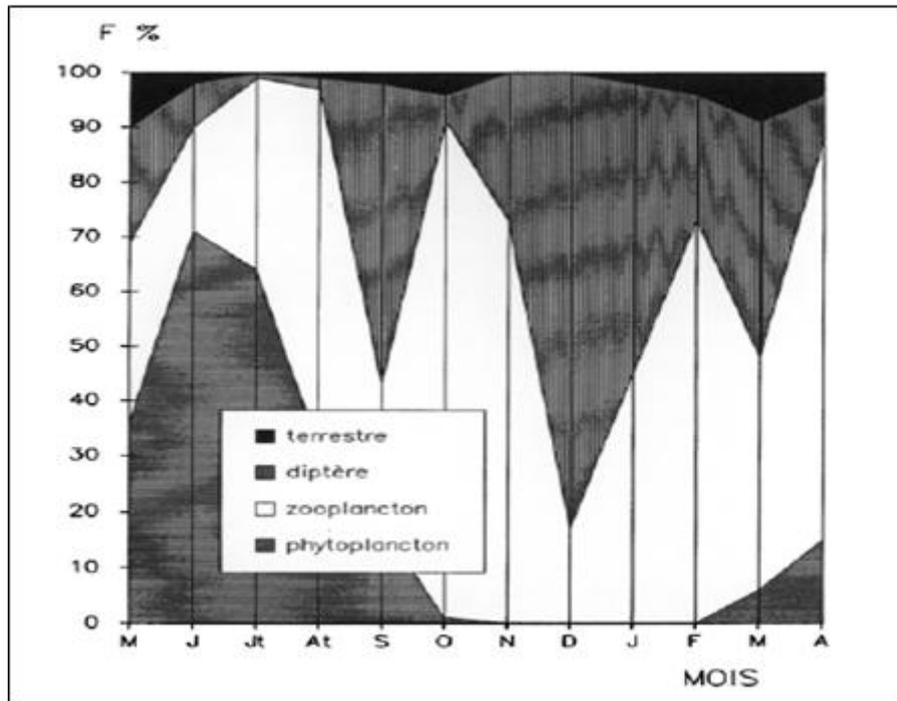


Figure 10. Fréquences mensuelles de présence des divers aliments dans les estomacs des gambusies (Vignes J.C. 1995).

6. Croissance

La croissance est indéfinie chez les femelles, même si elle est ralentie chez les adultes. Celle des mâles est interrompue dès qu'ils atteignent le stade adulte. Si les conditions trophiques et de température sont satisfaisantes, les juvéniles peuvent croître de 0.2 mm/j et leur poids (sec) peut augmenter de 15 à 20 %, la taille à la naissance est de 5 à 10 mm (Swanson et *al.*, 1996).

Les caractères de la descendance (le frai) en terme pondéral sont déterminés par le génotype maternel, le génome parental n'étant pas directement apparent mais un « Effet grand-père » est observable en deuxième génération ou F2 (Reznick, 1981).

7. Compétition et prédation

Dans les marais de Camargue, des Oiseaux piscivores sont des prédateurs de gambusies et consomment préférentiellement des femelles qui, mures et gravides, représentent des proies profitables.

Au Bahamas au contraire, la prédation touche davantage les mâles que les femelles, probablement en raison de leurs couleurs plus brillantes. Dans ces populations exposées à une forte prédation, ou le nombre de mâles est réduit, la maturité sexuelle

des femelles dépend de la présence de mâles dont la maturité est anticipée, la fécondité des femelles étant alors accrue (Sohn, 1977).

8. Cycle biologique

Selon Beldi (2007), Chez *Gambusia affinis* (Baird et Girard, 1853) comme chez tous les *Poeciliidae* ovovivipares, l'ovaire est impair et possède en son centre une cavité dite chambre ovarienne. Au moment de l'insémination, les spermatozoïdes sont emmagasinés dans le repli de l'épithélium qui tapisse la cavité ovarienne. Leur survie est très longue puisqu'une femelle peut être l'objet de 4 à 5 gestations successives sans nouvelle insémination (Chambolle, 1973 ; Fletcher, 2002).

La durée de gestation est assez variable ; elle est de l'ordre de 25 jours dans le cas de gestations courtes et de 35 jours pour les plus longues. La vitellogenèse chez *Gambusia affinis* (Baird et Girard, 1853) est d'environ 8 jours. Une dizaine de jours après la parturition, l'ovaire renferme des embryons à des stades différents de développements. Ces variations s'atténuent au cours de la gestation ; plus on avance vers la fin du développement plus les portées sont homogènes. A la naissance, les alevins ont tous le même état de développement. Au moment de la parturition ils quittent leur mère et gagnent le milieu externe.

La femelle prend part activement à l'expulsion des embryons car au moment de leur sortie, elle est animée de contractions abdominales (Chambolle, 1970). Notons que le nombre d'alevins par portée varie entre 16 et 52 par femelle (Draredja-Beldi, 1993 ; Fletcher, 2002). Le cycle biologique et les diverses activités sont sous contrôle thermique, les températures optimales se situant à plus 25°C (Bruslé et Quignard 2001).

9. Reproduction

Le sex-ratio est très variable selon les sites et les périodes : le rapport mâles/femelles de 1/4 à 1/26 en France, Italie et Catalogne et de 1/0.6 à 0.8 dans le sud de l'Espagne. La taille de première maturité sexuelle est de 13 à 20 mm pour les mâles et de 26 mm pour les femelles, soit dès l'âge de 4 mois (Billard, 1973 ; Hurk, 1973).

La femelle est souvent considérée comme vivipare, suite à une fécondation interne par insémination à l'aide du gonopode du mâle. Il s'agit en fait d'une ovoviviparité de type lécitotropheen raison de la présence de réserves vitellines consécutive à une vitellogenèse et en dépit de l'existence d'un certain apport nutritionnel d'origine

maternelle aux embryons, la faible épaisseur des enveloppes ovocytaires favorisant les échanges mère-embryons : Chamboll, 1973).

L'unique ovaire présente sur son centre : une grande cavité ou chambre ovarienne et des replis favorisant la longue survie des spermatozoïdes (Chamboll, 1973).

Cette espèce est prolifique. La femelle gravide met au monde (parturition) de 10 à 100 néonates par portée (maximum 314 aux États-Unis), toutes les 3 à 4 semaines à 25-30°C, soit 3 à 5 fois dans l'année, de la fin du printemps (mai) à la fin de l'été (fin août ou mi-septembre). Les jeunes d'une même portée naissent au même moment. Une grande variabilité de fécondité a été relevée 14 ovocytes émis chez une femelle de 26mm et 264 chez une autre de 60mm dans la lagune de Mauguio (Hérault). La fécondité tend donc à augmenter avec la taille mais diminue avec l'âge (Swanson et al., 1996).

L'investissement énergétique pour l'ovogenèse, à partir des réserves de graisses corporelles, est considérable (Reznick et Braun, 1987) et tel que la période de croissance est brève et que la durée de vie des femelles est courte. La faible survie hivernale est compensée par une grande fécondité et une croissance rapide de la nouvelle génération qui peut se reproduire l'année même de sa naissance.

Chaque cycle sexuel dure un mois environ (Dreze et al, 1998), de 25 à 27j selon Chambolle (1973). Les ovocytes de la génération suivante étant déjà murs au moment d'une parturition.

La reproduction des populations naturelles est conditionnée plus par la photopériode que par la température et une durée critique de lumière du jour (de 12 à 13h) contrôle la maturation ovarienne (Sawara, 1974). Une étude des populations du sud-est des États-Unis (Louisiane) démontre l'existence de différences régionales de dynamique de populations : le nombre de frai décroît du nord vers le sud. Les grandes femelles subissant un plus long hivernage dans les régions septentrionales produisent davantage de descendants que celles du sud dont la taille de première maturité sexuelle est inférieure. Ces diverses populations, les une naturelles, les autres introduites, subissent des pressions de sélection différentes (Haynes et Cashner, 1995 ; Mellinger, 2002).

Objectifs

Deux objectifs ont été tracés :

Le premier consiste à l'étude bioécologique de *Gambusia affinis*(Baird et Girard, 1853) au milieu naturel à la réserve intégrale du lac Oubeïra, wilaya d'ElTarf.

Le second, est estimation de l'efficacité de *Gambusia affinis*(Baird et Girard, 1853) comme moyen de lutte biologique sur des larves de moustique sous conditions contrôlées.

I. Etude bioécologique de *Gambusia affinis* au milieu naturel

I.1 Sur terrain

1.1 Présentation de la station d'étude

La pêche des poissons *Gambusia affinis* (Baird et Girard, 1853) au lac Oubeira a été faite au niveau de la station 1 (Figure 14) dont les coordonnées géographiques sont : 36°52,017'N, 008°22,66'E.



Figure 14. Site d'échantillonnage des *Gambusia affinis*(Baird et Girard, 1853).

1.2 Méthode d'échantillonnage de *Gambusia affinis*

Les individus ont été pêchés à l'aide d'un trait de senne tournant de manière aléatoire non stratifiée (Figure 15)



Figure 15. Pêche de la gambusie au niveau du lac d'Oubeira (photo originale).

I.2Au laboratoire

2.1Étude physicochimique de l'eau du lac Oubeira

2.1.1. Matériels utilisés

Le suivi et le contrôle des différents paramètres physico-chimiques pendant l'expérimentation sont réalisés en utilisant le matériel suivant :

a- Evaluation des paramètres physique

Les facteurs physiques étudiés sont : Le PH ; Taux oxygène ; Teneurs de sels et la température c'est paramètres ont nécessité un seul appareil avec différentes options (figure16).



Figure 16. Multi-paramètre (photo originale).

b-Evaluation des paramètres chimiques

Un spectrophotomètre (Type : 6405 UV/Vis. Marque : Jenway) pour l'analyse des sels nutritifs à savoir : les nitrites, les nitrates, l'azote ammoniacal et le phosphore de l'eau du lac. Le protocole des dosages est celui d'Aminot et Chaussepied (1983)



Figure17. Un spectrophotomètre utilisé pour l'analyse chimique

2.1.2. Méthodes utilisées

Les paramètres chimiques ont été étudiés par la méthode spectrale en utilisant le protocole de dosage d'Aminot et Chaussepied (1983)

a. Le dosage des nitrites (NO₂)

50L de d'eau du lac d'élevages sont mélangés avec 1 ml de réactif R1 (solution de sulfamide) dans une fiole. Deux à huit minutes après, nous ajoutons 1ml de réactif R2 (solution de N-1naphtyenediamine). Après au moins 10 mn de réaction, une coloration rose est obtenue. Nous mesurons l'absorbance à 543 nm.

b. Le dosage des nitrates(NO₃)

L'échantillon de 100 ml d'eau de lac auquel on lui ajoute 2 ml de chlorure d'ammonium. Le mélange passe dans la colonne réductrice, 50 ml de solution récupérée sont mélangés avec 1 ml de réactif R1 (solution de sulfamide) dans une fiole. Deux à huit minutes après, nous ajoutons 1ml de réactif R2 (solution de N-1naphtyenediamine). Au bout d'au moins 10 mn une coloration rose apparaît, Nous mesurons l'absorbance à 543 nm.

c. Le dosage de l'azote ammoniacal (NH₄⁺)

Nous procédons au mélange de 100 ml de l'échantillon d'eau avec 3 ml de réactif R1 (solution de phénol-Nitroprussiaste de sodium) dans une bouteille, après agitation pour homogénéiser la solution. Nous ajoutons sans attendre 3 ml de réactif R2 (solution d'alcaline d'hypochlorite). La bouteille fermée doit être placée à l'abri de la lumière pendant une nuit. Nous mesurons l'absorbance à 630 nm.

d. Le dosage du phosphate (PO₄⁻)

Pour préparer le mélange des réactifs, nous avons pris 100 ml d'eau de lac auxquels on leurs ajoute 10 ± 0.5 ml de mélange des réactifs dans une fiole. Nous mélangeons et laissons reposer 5 mn. Nous mesurons l'absorbance à 885 nm.

Mélange des réactifs:

Réactif R1 : Solution de molybdate d'ammonium. Réactif R2: 2.5 mol/L (H₂SO₄) d'acide sulfurique. Réactif R3 : Solution d'acide ascorbique.

Réactif R4 : Solution d'oxytatrate de potassium et d'antimoine.

RéactifR5 : mélange des réactifs 1, 2,3 et 4.Réactif R6 : solution étalon primaire de phosphate. Réactif R7 : Solution étalon secondaire de phosphate.

2.2 Évaluation de quelques paramètres biologiques de *Gambusia affinis* capturés sur terrain

Les pesées et les mensurations des individus ont été réalisées au niveau de l'école de pêche et d'aquaculture wilaya d'El-Taref.

2.2.1 Estimation de la taille des individus capturés

Les tailles des individus ont été prélevées à l'aide d'une ichtyomètre (Figure 18).

2.2.2 Évaluation du poids des individus capturés

Une balance de type KERN (PCB 1000-2) 0,01g/1000g a été utilisée pour la pesée (Figure 18).

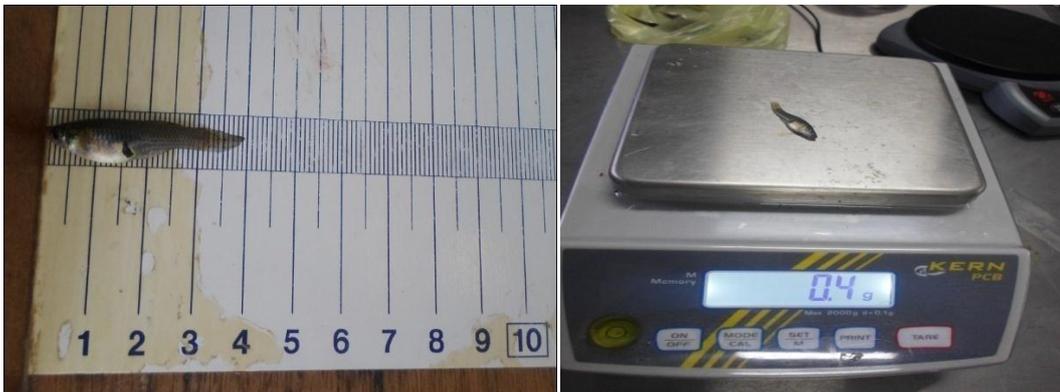


Figure 18. Pesée et mensuration de la gambusie (photo originale).

1.3 - Evaluation du sex-ratio de *Gambusia affinis* capturés

Selon Kartas (1984) le sex-ratio est défini comme étant le nombre des mâles par rapport au nombre des femelles du individu récolté.

C'est le taux de masculinité (pourcentage relatif des mâles) ou le taux de féminité d'une population.

$$\text{Taux de féminité} = (F/F+M) \times 100$$

F : nombre des femelles ; M : nombre des mâles.

2.3 Etude du régime alimentaire des individus récoltés

La nutrition dont le rôle est essentiel pour la compensation des dépenses énergétiques de l'organisme, constitue une approche très significative à la connaissance de l'écologie, de l'éthologie et de la physiologie des animaux aquatiques.

2.3.1 Extraction des estomacs

Afin d'identifier les proies avalées et d'établir le spectre alimentaire des individus échantillonnés, nous avons procédé à des dissections. Ces dernières sont faites à l'aide d'une paire de ciseaux à partir de l'orifice anal jusqu'à l'opercule. Le tube digestif est lentement détaché des organes sous adjacents.

Les estomacs isolés, sont conservés dans du formol à 5 % (Fischer et al, 1986)(Figure19), ce dernier les conserve, et provoque un durcissement des tissus de la paroi stomacale et des proies, ce qui facilite les observations ultérieures (Sorbe, 1972).



Figure 19. Extraction du tube digestif (photo originale)

2.3.2 Examens des contenus stomacaux

L'extraction des contenus stomacaux du tube digestif a été réalisée dans le but d'observer le bol alimentaire des individus capturés d'une part et d'identifier et de quantifier leurs régimes trophiques (figure20).



Figure 20. Examens des contenus stomacaux (photo originale)

a. Identifications des différentes proies ingérées par les individus capturés de *G.affinis*

Cette étude consiste à dresser un inventaire des proies identifiées dans chaque estomac (Figure 21), afin d'identifier le régime alimentaire des individus capturés et d'établir une liste des différentes espèces trouvées.

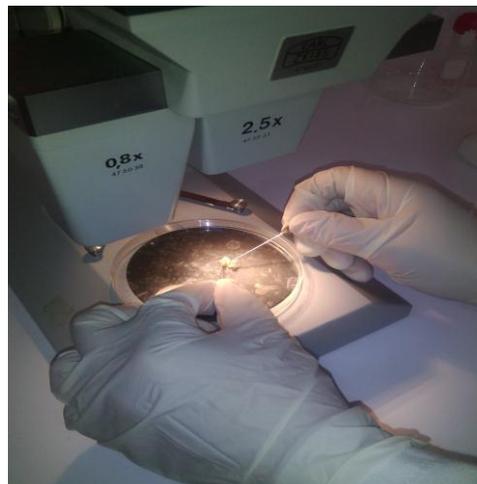


Figure 21. Observation des contenus stomacaux (photo originale)

b. Quantifications des contenus stomacaux par l'évaluation de l'indice de fréquence

L'analyse quantitative permet de préciser l'importance relative des différentes proies dans la composition globale de la nourriture, (Cherabi, 1987). L'indice de fréquence permet d'évaluer cette importance qui est définie comme étant :

Le nombre d'estomacs contenant une proie déterminée (présente). Le résultat est exprimé en pourcentage par rapport au nombre total d'individus examinés (Sobre, 1972).

$$F = n.100 / N$$

F : Indice de fréquence d'une proie ; n : Nombre d'estomacs contenant la proie.

N : Nombre total d'estomacs examinés.

D'après l'indice de fréquence F, les différents groupes de proies composant la nourriture d'un lot de poissons est classée en trois catégories :

- $F < 10\%$: proies accidentelles : elles n'ont pas de signification particulière dans le régime alimentaire.
- $10\% < F < 50\%$: proies secondaires : c'est une nourriture de remplacement lorsque la principale manque.
- $F > 50\%$: proies préférentielles : c'est le pouvant satisfaire les besoins énergétiques de leurs prédateurs, la nature de ces proies et leur nombre définissent le régime alimentaire principale du prédateur.
- Le coefficient de vacuité (Cv) : c'est le pourcentage d'estomac vides (Ev) par rapport au nombre d'estomac examinés (N) .

$$Cv = Ev.100/N$$

Cv : coefficient de vacuité ; EV : nombre d'estomacs vides; N : nombre d'estomacs examinés.

II. Étude du régime alimentaire de *G. affinis* en conditions contrôlées

II.1. Echantillonnage et identifications des populations de moustiques récoltées

1.1 Récolte des larves de moustique sur terrain

La technique qu'on a utilisée pour la récolte des larves est celle préconisée par de nombreux auteurs : la technique des coups de louche ou méthode du « *dipping* » en anglais. Cette méthode consiste à plonger, en plusieurs endroits du gîte larvaire, une louche (figure22) ou autre récipient muni d'un manche assez long pour pouvoir prélever dans des endroits difficiles d'accès. Le contenant doit être de préférence de couleur blanche afin de mieux visualiser les larves (Carnevale et Robert, 2009 ; Coffinet et *al.*, 2009 ; Messai et *al.*, 2011).



Figure22. Louche utilisé dans l'échantillonnage des larves (Photo originale).

Les prélèvements peuvent aussi être effectués à l'aide d'une époussette, qu'il faut faire glisser à la surface de l'eau (Maire, 1977 ; Diarra et Toguebaye, 2003 ; Carnevale et Robert, 2009).

Ce procédé s'est révélé être très efficace, il nous a permis de prélever un maximum de larves en peu de temps, surtout dans les gîtes de grandes dimensions.



Figure23.Epuisette pour prélèvement des larves (Photo originale).

Les larves de moustique ont été prélevées soit des bassins d'élevage de daphnie au niveau du CNRDPA(Figure 24) ou au niveau du lac de Reghaia(Figure 25).



Figure 24.Présentation des gîtes des larves de moustique capturées au niveau CNRDPA (Photos originales).

La récolte des larves a été réalisée selon les étapes suivantes :

- L'approche lentement du gîte car toute perturbation est susceptible de faire plonger les larves et les nymphes au fond du gîte et de les rendre inaccessibles ;
- Positionnement face au soleil de sorte que l'ombre ne balaie pas la surface du gîte, en restant immobile, pendant quelques secondes, pour permettre aux larves de reprendre leur activité normale ;
- Plonger la louche doucement dans l'eau suivant un angle de 45° et la retirer d'un mouvement uniforme en évitant les remous ;
- Verser le contenu de la louche dans un contenant (bouteille en plastique) en prenant soin de bien l'étiqueter (Code du gîte) ;
- Prendre soin de ne pas fermer les bouteilles hermétiquement pour permettre aux larves de respirer ;
- Reporter sur le carnet d'annotation toutes les informations concernant le gîte.

Il faut noter, que le nombre total des larves de moustiques a été calculé par un comptage visuel à l'aide d'un compteur pour le cas de la pêche à l'aide d'une épumette.



Figure 25. Présentation des gîtes des larves de moustique capturés au lac Reghaia (Photos originales).

Le choix des gites larvaires s'est fait selon les critères suivants :

L'accessibilité, la pérennité, la présence de larves de Culicidés et le non traitement par des insecticides.

D'autres paramètres ont été pris en considération lors de la prospection des gites larvaires, à savoir :

- Ensoleillement : exposition ou non au soleil ;
- Type de gite (permanent, temporaire) ;
- Mesure du pH du milieu à l'aide d'un pH-mètre ;
- Présence de prédateurs aquatiques des larves (poissons larvivores) ;
- Présence d'œufs, larves ou de nymphes ;
- Géo-positionnement des gites grâce à un appareil GPS.

1.2. Transport des échantillons récoltés

Toutes les bouteilles contenant les spécimens récoltés ont été transportés dans une glacière pour éviter de trop les secouer ou de les exposer à la chaleur.

Les bouteilles n'ont pas été remplies d'eau du gite à ras bord et leurs couvercles ont été troués pour permettre aux spécimens de respirer.



Figure 26. Bouteilles contenant les spécimens récoltés (Photo originale)

1.3 Identification morphologique des différentes espèces de moustique capturé

Les individus de moustiques provenant soit du lac de Reghaia et les gites de CNRDPA ou du tube digestif de la gambusie ont été identifiés par des spécialistes au sein de l'unité

d'entomologie du paludisme du laboratoire de parasitologie de l'Institut National de Santé Publique (INSP)

1.3.1 Tri des spécimens

Tous les prélèvements ont été transvasés des bouteilles vers des cristallisoirs d'une capacité d'un litre et demi, les échantillons par la suite, ont été triés par gîte à l'aide d'une pipette en plastique.

1.3.2 -Eclaircissement et montage

Pour la détermination des genres et espèces de Culicidae, les larves du quatrième stade sont utilisées, vu la facilité de leur manipulation et leur chétotaxie (Bouadiba et *al.*, 2012). Pour l'éclaircissement et le montage des larves, nous avons suivi les étapes citées par Grenier et Taufflieb (1952) et Messai et *al.* (2011) :

- Réhydratation des larves conservées dans l'alcool dans un bain d'eau distillée pendant quelques minutes (Figure 27) ;
- Eclaircissement dans une solution de potasse (KOH) à 10 % pendant 10 minutes ;
- Rinçage à l'eau distillée (3 bains de 2 à 5 minutes) ;
- Déshydratation par passage dans 3 bains d'alcool de concentration croissante (70°, 90° et 100°) pendant 15 minutes en tout ;
- Montage entre lame et lamelle dans une goutte de Baume du Canada, après avoir coupé l'abdomen à la jonction du 6ème et 7ème segment, à l'aide d'une fine aiguille
- Les lames sont posées sur une surface plane puis examinées au microscope.

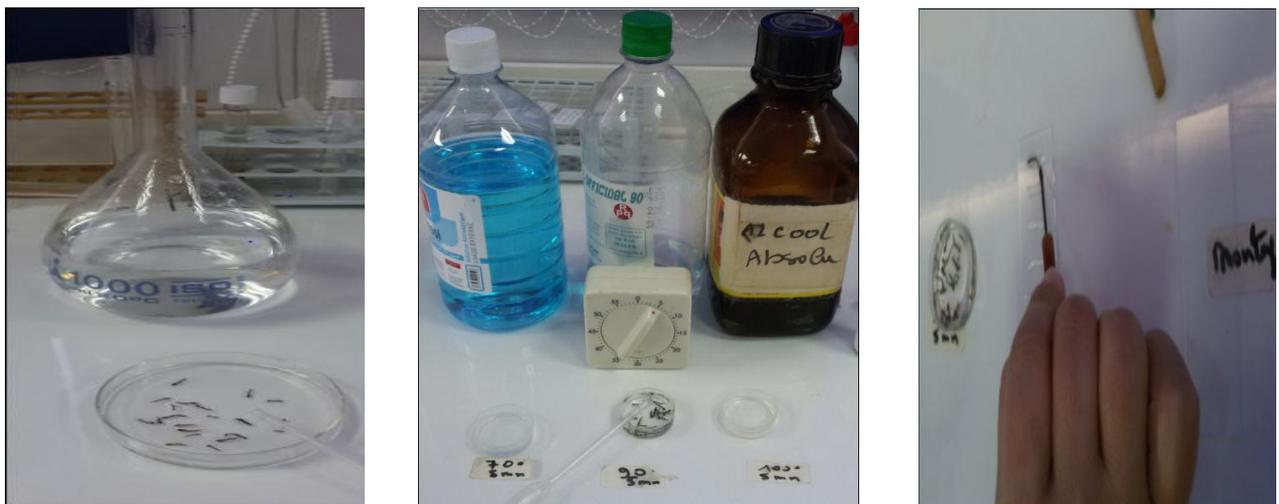


Figure 27. Le principal matériel utilisé dans les différentes étapes d'éclaircissement et montage.

Toutefois il faut signaler que, la partie antérieure de la larve est montée face dorsale vers le haut et, la partie postérieure (qui porte le siphon respiratoire) est montée latéralement afin de voir de profil les 8ème et 9ème segments (Boulkenafet, 2006).

Les larves préparées sont examinées sous un microscope photonique aux grossissements 10x10 et 10 x40.

L'identification des espèces a été effectuée en utilisant logiciel « Les Moustiques de l'Afrique méditerranéenne », réalisé par l'IRD de Montpellier en collaboration avec l'institut Pasteur de Tunis (Brunhes et *al.*, 1999).

II.2 Etude du préféruim alimentaire des populations de *Gambusia affinis*

Des expériences ont été réalisées sur l'étude du préféruim alimentaire des populations de gambusia vis-à-vis de l'alimentation naturel (larves de moustique) et l'alimentation commerciale des poissons, l'autre, des larves de moustique vivants et ceux morts, pour cela nous avons placé 2 individus adultes (un mâles et une femelles), dans des aquariums différents avec trois répétitions pour chaque type d'aliment. Le tableau suivant résume le protocole expérimental

Tableau 04. Nombre des larves de moustique Placé dans les différents aquariums

	Larves de moustique	Aliment commerciale	Larve de Diptères Vivant	Larve de Diptères mort
<i>Gambusia affinis</i> mâle	100	100	100	100
<i>Gambusia affinis</i> femelle	100	100	100	100

II.2 Essai de lutte à base *Gambusia affinis* contre des populations de moustiques du genre culicidae : *Culex* et *Culiseta* aux conditions contrôlées

Pendant 24 heures avant chaque expérience, les larves sont acclimatées dans l'eau à la température ambiante du laboratoire (entre 23 et 28 °C) pendant le mois de mai afin d'éliminer les individus fragilisés pendant le transport.

Deux tests préliminaires ont été effectués avant le test définitif. Pour valider le test, la mortalité chez le témoin doit être inférieure ou égale à 10 %.

Le test de consommation des larves par *Gambusia affinis* a été réalisé à la température du laboratoire (22°-25°C) pendant le mois de mai. Reddy (1975) et Otto (1973,1974) ont utilisé les mêmes températures pour le test de l'intensité de prédation par *Gambusia affinis*. Les larves utilisées appartiennent aux deux genres : Culex et Culiseta.

Les expériences ont été réalisées à raison de 100 larves par aquarium d'eau du puits (eau d'élevage) tout en déterminant les paramètres physico-chimiques. Le volume final d'eau est de 5L à 25°C. En début d'expérience, le pourcentage en oxygène dissous est 37,5 %. L'un contenant un poisson mâle avec une taille 3.7 cm et l'autre une femelle de 5,6 cm de taille, préalablement mis à jeun pendant 24 h. Le test est effectué séparément avec trois répétitions.

Le taux de prédation de chaque poisson exprimant le nombre d'individus de moustiques consommés sur un total de 100, est déterminé après 24h pour chaque genre de moustique. Les tableaux suivants résument les données de l'expérience.

Tableau 05. Nombre de larves du genre culex et culiseta placé au niveau des aquariums

	Culex	Culesita
Mâle	100	100
Femelle	100	100



SCET ENERGIE

Facture Proforma

N° 00121-TG-16

Date: 13-07-2016

Client: université de Blida 1
Adresse:
Tel/Fax:
Contact: fayrouz zahra

Designations	Quantité	P,U HT	P,T HT
FOURNITURE UNIQUEMENT			
ONDULEUR LIBERT GXT3 6000 VA (4800W) RACK/TOWER TENSION D'ENTREE: 230 TENSION DE SORTIE: 230 PUISSANCE NOMINALE: 6 KVA AUTONOMIE 5 MN	1	190 000.00	190 000.00

Validité de l'offre: 15 JOURS

Garantie: 12 MOIS

Modalite de paiement : 100 % A LA LIVRAISON

Délai de livraison disponible

Prix Total HT	190 000.00
TVA 17%	32 300.00
Prix TTC	222 300.00

SERVICE COMMERCIAL
MME TOUNSI GHANIMA

COMPTÉ NATIXIS AGENCE ROUBA BIB N. 03 000 002 300 238 5001

Fax: 031 82 21 25 Email: info@scetenergie.com

Tel: 031 82 21 25 - 031 81 26 44

regis. W. A. ROUBA G. M. A. 031 82 21 25

2016 07 13 10:00:00

COMPTÉ CCP BIA DE ROUBA N. 392 300

E-mail: scet_d@yahood.fr Site Web: www.scetenergie.com

Tel: 031 82 21 25 - 031 81 26 44

regis. W. A. ROUBA G. M. A. 031 82 21 25

2016 07 13 10:00:00

COMPTÉ CCP BIA DE ROUBA N. 392 300

03 000 002 300 238 5001

031 82 21 25

031 81 26 44

031 82 21 25

031 81 26 44

031 82 21 25

WWW.SCETENERGIE.COM

Présentation des régions d'étude

L'échantillonnage de *Gambusia affinis* (Baird et Girard, 1853) pour l'analyse des contenus stomacaux des individus a été réalisé au lac Oubeïra. Ce dernier représente le milieu naturel de cette espèce.

I. Lac Oubeïra

La réserve intégrale du lac Oubeïra, wilaya d'El Tarf, s'étend sur une superficie de 3.160 hectares et se situe géographiquement à: 36°50' N de Longitude et 08°23' E de Latitude.

Le lac Oubeïra est une zone humide naturelle de la région méditerranéenne, elle se situe en troisième position dans un complexe de zones humides comprenant : le Delta de l'Ebre en Espagne et la Camargue en France. Le Lac Oubeïra est situé à 3 Km à l'Ouest de la ville d'El-Kala, dans la Wilaya d'El-Tarf à l'extrême Nord-Est de l'Algérie (Figure 12). La grande ville la plus proche est Annaba à 70 Km à l'Ouest. Il est situé près des Lacs Mellah et Tonga (Direction générale des forêts, 2003).

I.1 Caractéristiques physiques, Géologie, géomorphologie et hydrologie du lac

L'Oubeïra est un lac endoréique d'origine naturelle, permanent, d'eau douce occupant une superficie de 2.200 hectares de forme subcirculaire, il est situé au centre d'un bassin versant de 9.900 hectares, à 4 kilomètres à vol d'oiseau de la mer. Il est en forme de cuvette à fond plus ou moins plat légèrement incliné vers le Nord, d'origine naturelle ayant une profondeur maximale de 4m, la profondeur moyenne étant de 1,24 m. Cette première profondeur constitue le toit d'une couche de vase dont la profondeur moyenne est de 1.30m et une valeur maximale de 2,50 m. Le fond de cette dernière constitue le substratum réel du lac avec une forme concave inclinée vers le Sud- Ouest. (Direction générale des forêts, 2003).

Le lac contient un volume de vase de 30.207.685,30 m³, par contre son volume d'eau varie selon les saisons. En période estivale, il est de 22.031.078,80 m³ avec une profondeur moyenne de 0,96 m et en période hivernale un volume d'eau de 32.535.096,80 m³ avec une profondeur moyenne de 1,24 m (Direction générale des forêts, 2003).



Figure 12. Localisation du lac Oubeira d'El Tarf (googleearth).

Le substrat est entièrement composé d'argile de Numidie datant du Tertiaire, avec la présence tout autour du Lac de dépôts récents du Quaternaire. Les alluvions limoneuses du fond de vallée, datant du Quaternaire, sont localisées au Sud-Est du lac. Le bassin versant occupe une superficie de 9919,35 ha. . (Direction générale des forêts, 2003 ; Belouahem-abad, 2012).

Le lac est alimenté par quatre oueds dont le plus important, l'oued Messida au Sud-Est, recueille les eaux de crues de l'oued ElKebir au Nord d'El Tarf. En été le système hydrologique fonctionne dans le sens inverse donnant à cet oued la particularité de couler dans les deux sens (affluent et émissaire). Les autres affluents du lac sont Oued Demnet Errihane au Nord, oued Boumerchène au Nord-est, oued Degrah à l'Est et de petits affluents des collines avoisinantes, qui forment des ripisylves (Direction générale des forêts, 2003 ; Belouahem-abad., 2012).

I.2. Climat de la région

Le lac Oubeira, avec la région d'El Kala, se place dans l'étage sub-humide à hiver chaud, avec des vents permanents à dominance Nord-Ouest. La pluviométrie annuel moyenne est située entre 700 et 800 mm et s'étale essentiellement du début du mois d'octobre jusqu'à la fin mars (Direction générale des forêts, 2003).

La région est caractérisée par deux saisons, l'une sèche de mai jusqu'à septembre et l'autre humide de septembre à avril. La température de l'eau varie de 8,8 à 15,2° au mois de janvier. La température moyenne de l'air, calculée sur une période de 28 ans allant de 68/69 à 95/96 est de 17,50° avec 11,65° pour janvier le mois le plus froid et avec une moyenne de 25° en août qui est le mois le plus chaud. L'évaporation moyenne est de 74,15 mm, avec un maximum de 152,08 mm et un minimum de 22,47 mm. Les eaux du lac sont très turbides surtout en hiver (10 à 15 m au disque de Secchi en 1976) avec un pH variant entre 8 et 10,65 (Direction générale des forêts, 2003).

Données thermiques

Le paramètre température est fonction de l'altitude, de la distance de la mer et de la position topographique (Toubal, 1986). À mesure que l'on s'éloigne de la mer, les températures annuelles moyennes s'abaissent (Tableau 3)

Tableau 03 : Données climatiques de la région d'El Kala 1985-2005.

zones paramètres	Littorale	sublittoral	Montagneuses
Température en °C (moyenne annuelle)	18	15	10
Précipitation en mm/an (moyenne annuelle)	936,7	879	1191

Cette régression thermique s'explique par le rôle régulateur de la mer et des lacs (Tonga et Oubeira). Dans la zone montagneuse, les températures varient suivant le gradient altitudinal (Boumaraf W., 2010).

II. Lac de Réghaïa :

L'essai de lutte biologique nécessite un nombre suffisant des larves de moustique, pour cela nous avons réalisé un échantillonnage aux niveaux du lac de Réghaïa

II. 1. Situation géographique et administrative

Le territoire du projet de Réserve Naturelle du Lac de Réghaïa est situé à 30 km à l'est d'Alger, à la limite nord-est de la plaine de la Mitidja (longitude 3°19 - 3°21E ; latitude 36°45 - 36°48N) et à 14 km de Boumerdès. Il est bordé au nord par la Mer Méditerranée, au sud

par la route nationale 24 reliant Alger à Constantine, à l'est par la ville de Boudouaou et à l'ouest par la ville de AïnTaya (Thibault M. ,2006).

Il est accessible à l'ouest par la route goudronnée de la plage d'El Kadous, au sud par la route nationale 24 reliant Ain-Taya à Boumerdes et à l'est, par la route de Réghaïa plage. Ce territoire fait partie de la Wilaya d'Alger, Circonscription administrative de Rouiba, Communes de Réghaïa et Heraoua(Thibault M. ,2006).

1.2. Présentation du territoire proposé pour le classement en Réserve Naturelle

Le territoire proposé classé en Réserve Naturelle correspond à l'embouchure de l'oued Réghaïa. Il constitue aujourd'hui l'unique vestige de l'ancienne Mitidja marécageuse. L'embouchure de l'oued est barrée par un cordon dunaire. A environ 600 m en amont des dunes (Figure13), une digue retient les eaux de l'oued, favorisant le maintien d'un plan d'eau permanent d'une superficie d'une centaine d'hectares. Entre le barrage et le cordon dunaire s'étend un marais drainé (Jacob et al., 1973 ;Thibault M. ,2006).

Les pentes de l'oued sont occupées par un maquis. Les environs immédiats du territoire sont principalement occupés par des zones urbanisées et des terrains cultivés.

En rive Est du lac est implanté depuis 1983 le Centre Cynégétique de Reghaïa relevant du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Une Station de Pompage des eaux d'irrigation relevant du Ministère des Ressources en Eau et gérée par l'Office des Périmètres Irrigués de la Mitidja (OPIM) est également implantée (Thibault M. ,2006)



Figure 13 : Plan général de la Réserve naturelle du Lac de Réghaïa

La partie marine constitue la moitié de la superficie du territoire proposé en classement en Réserve naturelle. Il comprend la petite île rocheuse d'Agueli (superficie de :212 m²) située à un kilomètre au large de la cote.

Le site s'étend sur plus de 3 km de long dans le sens nord-sud et présente plusieurs centaines de mètres de largeur (Jacob et *al.*, 1973 ;Thibault,2006).

1.3. Caractéristiques physiques du site

Le plan d'eau est situé à 4 m au-dessus du niveau de la mer, sa profondeur varie de quelques centimètres à 6 m. Les berges immédiates sont à pente douce à nulle parfois (0 à 3%). L'altitude croît par endroits pour atteindre 35 m au niveau des collines. Les pentes du lac sont relativement douces et son allongement est Nord Sud. Le maquis occupe les fortes pentes (12,5 % à 25%). La topographie, assez complexe, est représentée par quatre plateaux à configuration variée : le Plateau-Ouest de Bordj El Bahri et de Aïn-Taya, le Plateau-est de Boudouaou , le Plateau-Sud englobant tous les terrains provenant du Hamiz jusqu'à la ville de Réghaïa et le Plateau-Central qui s'étend sur toute la zone sillonnée par l'Oued Réghaïa.

Dans la partie nord de la vallée s'allongent des dunes plus ou moins fixées qui séparent le lac de la mer(Thibault,2006).

1.4 Les facteurs climatiques et leur variabilité

1.4.1 Les précipitations

Les précipitations journalières : La distribution des pluies maximales journalières observées dans les différentes stations montre l'importance de l'intensité des averses. Les valeurs atteintes de 152 mm/24H en octobre 1973 dans la région de Réghaïa et de 110 mm/24H en décembre 1986 à la station du Hamiz barrage traduisent la rapidité et le caractère torrentiel des pluies. Le nombre de jours de pluie par an varie de 100 jours (années humides) à 47 jours (années sèches). Le nombre moyen de jours pluvieux est de l'ordre de 71 jours dont 45 jours répartis durant la période octobre à février (Jacob et al., 1973 ; Thibault,2006).

1.4.2 Les températures

Sur 14 années (période de 1986 à 1999), l'analyse des données provenant de la station de Dar El Beida montre :

- Une température moyenne annuelle est de l'ordre de 18°C ;
- Une température moyenne minimale variant de 6 à 10°C durant la période hivernale et de 13 à 21 °C pour la période estivale ;
- Une température moyenne maximale comprise entre 24 et 33°C durant les étés ;
- Des hivers aux températures moyennes relativement basses, comprises entre 12 et 15 °C.

Ce constat de température oriente les disponibilités naturelles de la région aux travaux agricoles en permettant de déterminer approximativement les périodes de déficit hydrique durant lesquelles l'irrigation devient nécessaire. La courbe ombrothermique situe la période de sécheresse dans la région du lac entre les mois de juin et septembre. La région est caractérisée par un étage bioclimatique subhumide à hiver doux et relativement pluvieux. Le climat du lac de Réghaïa est de type méditerranéen caractérisé par une saison humide de 8 mois et une période sèche de 4 mois correspondant à la saison estivale (Jacob et *al.*, 1973 ; Thibault.,2006).

Conclusion

La présente étude est scindée en deux parties :

La première partie est axée sur la bioécologie de *Gambusia affinis* (Baird et Girard, 1853) à la réserve intégrale du lac Oubeïra, wilaya d'ElTarf.

La seconde partie de ce travail est consacrée à utilisation de *Gambusia affinis* (Baird et Girard, 1853) comme moyen de lutte biologique sur des larves de moustique sous conditions contrôlées.

Les résultats obtenus révèlent que le prefendum alimentaire de gambusia est dominé par des algues suivie par les larves des moustiques avec des indices de fréquence différents:

Algue (91%)

Les larves de moustique (49%)

Les débris (46%)

Autres arthropodes (13%)

Nos expériences de prédation ont été réalisées en laboratoire, dans des conditions de température et d'humidité standards on utilisant des larves de moustique récoltés du lac Reghaïa et des gîtes au niveau du CNRDPA.

Gambusia affinis (Baird et Girard, 1853) c'est montrée d'une grande préférence de prédation vis-à-vis des deux genre de larves de moustique(Culex et Culesita)avec des taux de consommation de :92 et 86 larves respectivement chez les mâles et les femelles du genre culex. Il est de 93larves chez les mâles et de 91 larves chez les femelles pour le genre culesita.

Le taux de consommation par individus varie en fonction des milieux mais reste toujours plus élevé chez les femelles que chez les mâles. Cependant, l'utilisation de cette espèce comme moyen de lutte doit être bien étudié afin d'éviter les effets néfastes sur la chaîne alimentaire.

Nos résultats, obtenus aux laboratoires, confirment l'efficacité de *G. affinis* dans la lutte contre les moustiques. De nouveaux développements, en conditions réelles, sont souhaitables. Cette méthode de biocontrôle des insectes reste la plus conseillée car les impacts de lutte chimique sont plus dangereux surtout après l'évolution de la

résistance des moustiques contre les insecticides. Cependant, pour un système de contrôle plus efficace, l'empoissonnement doit être répété car ces poissons peuvent être entraînés par les forts courants et les crues (surtout lorsque les gîtesensemencés sont des rivières ou des oueds) et pour le rajeunissement de la population dans le but de garder un stock de poissons sains.

Il serait souhaitable d'approfondir les résultats trouvés par l'étude des biotopes l'environnement dans qu'elle vit l'espèce gambusia, afin d'exploiter cette dernière dans des programmes nationaux utilisés dans la lutte contre les moustiques ceci afin de diminuer l'utilisation des produits chimiques.

.

Résumé

Gambusia affinis (Baird et Girard, 1853), est un poisson culiciphage introduit, en Alger en 1928, dans la lutte contre le paludisme.

Dans notre recherche, nous sommes intéressées à l'étude de la bioécologie de cette espèce à la réserve intégrale du lac Oubeïra, wilaya d'ElTarf. Nous reportons son efficacité dans les conditions du laboratoire où la gambusie se révèle comme un prédateur redoutable des larves de moustiques.

L'analyse du régime alimentaire montre qu'en général *Gambusia affinis* a une nette préférence pour les larves Culicidae. Ces expériences, menées au laboratoire, ont confirmé l'efficacité des gambusies comme moyen de contrôle des culicides en agissant sur les stades pré-imaginaux (Le taux de consommation par individu et par 24 heures est de 92 larves chez les mâles et de 86 larves chez les femelles pour le genre culex. Il est de 93 larves chez les mâles et de 91 larves chez les femelles pour le genre culesita). Les femelles se nourrissent moins durant la gestation. L'action de ce poisson est plus facile et rapide à déceler au laboratoire que sur le terrain car dans ces conditions le milieu est réduit et de nombreux facteurs biotiques et abiotiques sont plus contrôlables.

Cette méthode de lutte biologique des insectes reste la plus conseillée car les impacts de lutte chimique sont plus dangereux et plus néfastes.

Les mots clés : *Gambusia affinis*, larves culicidae, lac Oubeïra, lutte biologique

Summary

Gambusia affinis (Baird and Girard, 1853) is a mosquito fish introduced in Algiers in 1928, in the fight against malaria.

In our research, we are interested in the study of bio-ecological of this species in the wilderness area of Lake Oubeira, wilaya of ElTarf. We report its effectiveness in laboratory conditions where the mosquito fish is revealed as a formidable predator of mosquito larvae.

The diet analysis shows that in general *Gambusia affinis* has a clear preference for the larvae of Culicidae. These experiments, conducted in the laboratory have confirmed the effectiveness of mosquitofish as culicidae control means acting on the pre-imaginal stages (The individual consumption rates per 24 hours is 92 larvae in males and 86 larvae in females for the Culex genus. It is 93 larvae in males and 91 larvae for females Culesita genus) .The females feed less during gestation. The action of this fish is faster and easier to detect in the laboratory and in the field because in these conditions the medium is reduced and many biotic and abiotic factors are controllable.

This method of biological control of insects is still the most recommended because chemical control impacts are more dangerous and harmful.

Keywords: *Gambusia affinis*, culicidae larvae, lake Oubeira, biological control

ملخص

(Baird and Girard, 1853) *Gambusiaaffinis*

هي اسماك اكلة للبعوض تم جلبها للجزائر عام 1928و ذلك لمكافحة الملاريا. فيبحثنا هذا نحن مهتمون بدراسة الوسط الحيوي البيئي لهذا الصنف في منطقة برية المتمثلة في بحيرة اوبيرة الواقعة بولاية الطارف. وكذا تقييم فعاليته في ظروف مخبرية حيث كشف سمكة البعوض انها مفترس متمكن ليرقات البعوض.

تحليل النظام الغذائي يظهر لنا تفضيل واضح ليرقات البعوض. وقد أكدت هذه التجارب ،التي أجريت في المختبر فعالية السمكة ضد اليرقات في المراحل الاولى من دورة حياتها (معدلات الاستهلاك الفردي خلال 24 ساعة هو 92 يرقة سمك البعوض للذكور و86 يرقة للإناث بالنسبة *Culex* و93 لذكور سمك البعوض و91 بالنسبة للإناث لصنف *Culesita*)

تغذية الإناث أقل أثناء الحمل. عمل هذه الأسماك هو أسرع وأسهل للكشف في المختبر منه على الميدان لأنه في هذه الظروف هناك تصغير للوسط البيئي و العديد من العوامل الحيوية و غير الحيوية يمكن السيطرة عليها. هذه الطريقة في مكافحة الحيوية للحشرات لاتزال الأكثر الموصى بها لان مكافحة بالمواد الكيميائية هي أكثر خطورة وضررا.

كلمات البحث. يرقات البعوض. بحيرة اوبيرة . مكافحة البيولوجيا

Gambusia affinis

Références bibliographiques

ALAYAT M. S., 2011. Bio-écologie, position taxonomique et compétence vectorielle du complexe *Culex pipiens* (Diptera ; Culicidae) responsable de la transmission du virus West Nile et du virus de la Fièvre de la Vallée du Rift en Algérie. Thèse doctorat UBMA

ALAYAT H., 2013. Evolution spatiale des caractéristiques physico-chimiques des eaux du lac oubeira imposé par les conditions sévères de la sécheresse. European Scientific Journal December 2013 edition vol.9, No.36 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431

AÏSSAOUI L., 2013. Etude éco physiologique et systématique des Culicidae dans la région de Tébessa et lutte biologique. Thèse de doctorat Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie ; p 3,103.

ANNONYME(2016) <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=126>

ANONYME (2013). Les moustiques. Établissement Interdépartemental de démoustication du littoral Atlantique. <http://www.eidatlantique.eu/page.php? P=152>, 10/10/2013.

ANONYME. (2011). Les moustiques.
<<http://afbarthropodes.pbworks.com/w/page/40117396/>>, 27/09/2014.

ANONYME. (2010). Soyez secs avec les moustiques: Livret d'accompagnement destiné au professeur. EID Méditerranée: Opérateur public en zone humide.
<http://www.eidmed.org/fr/Publications%2006/livret_du%20maitre_06.pdf>, 10/06/2014.

BELDI H., 2007. Étude de *Gambusia affinis* (POISSON, TÉLÉOSTÉEN) et *Donax trunculus* (MOLUSQUE, PELECUPODE) : écologie, physiologie et impacts de quelques altéragènes. Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie ; p : 9.

BENDALI F, DJEBBAR F. & SOLTANI N., 2001. Efficacité comparé de quelques espèces de poisons à l'égard de divers stades de *Culex pipiens* L. dans des conditions de laboratoire. Parasitica, 57(4) : 255-265.

BILLARD R. 1973. La spermatogenèse des Poissons Poecilidae. 2. Comparaisons avec celle d'autres espèces. Bull. fr. Pisc., 250, 17-34.

BILLARD R., 1997. Les poissons d'eau douce des rivières de France : identification, inventaire et répartition de 83 espèces ; Delachaux et Niestlé, Paris ; p 192.

BRUNHES J., RHAÏM A., GEOFFROY B., ANGEL G. et HERVY J.P, 1999 – Les Culicidae d'Afrique méditerranéenne. Logiciel de l'Institut de Recherche pour le Développement (I.R.D.), Montpellier, ISBN 2-7099-1446-8.

BECKER N., PETRIC D., ZGOMBA M., BOASE C, DAHL C., LANE J. and KAISER A, 2003. Mosquitoes and their control. Ed. Kluwer Academic, New York, 498 p.

BRUSLE, J., QUIGNARD, J.P. ; 2001. Biologie des poissons d'eau douce européens. Technique et Documentation Lavoisier, Paris ; p 535, 542, 543, 560, 538.

BRUSLE, J., QUIGNARD, J.P. ; 2004. Les poissons et leur environnement : Ecophysiologie et comportements adaptifs. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris ; p44, 55, 157, 168, 172, 233,437, 494, 549, 554.

BRUTON MN., 1988. Biologie et écologie des poissons d'eaux douce africains.512p

BOUMARAF W.2009.Cartographie et impact de la qualité des eaux du lac Oubeïra sur la relation sol-végétation (Parc National d'El Kala).UBMA.

BOUALLAM A. MAAROUFA. BOUZIDI A. ,1998.Efficacité des traitements chimique et biologique sur les Culicidae: effet létal du téméphos et taux de consommation par *Gambusia affinis* Annls Limnol 34 (1) 1998 : 99-105.

CHAMBOLLE P., 1970. Modalités du développement et analyse des facteurs physiologiques de la reproduction chez *Gambusia* sp. (Poisson Téléstéen) ; recherches des criptives et expérimentales. Thèse 3ème cycle. Univ. Bordeaux I : 192p.

CARNEVALE P. et Robert V., 2009. Les anophèles : Biologie, transmission du Plasmodium et lutte anti-vectorielle. Ed. IRD, Marseille, 402p.

CARNEVALE P. et ROBERT V., 2009. Les anophèles : Biologie, transmission du Plasmodium et lutte anti-vectorielle. Ed. IRD, Marseille, 402p

CALLOT J., et HELLUY J., 1958 – Parasitologie médicale. Ed. Médicales Flammarion, Paris, 645 p.

CHERFA H.et ZEGANNE Y., 2005. Contribution a l'étude de régime alimentaire et de certain aspect biologique de rouget de roche *Mulus surmuletus* (Linnée 1758) de la région d'alger. Mémoire ING. ISMAL.

DIENG H. ,1995. Les moustiques et la transmission du paludisme en 1995 dans la zone de Niakhar (Sénégal). Mémoire de D. E. A. de Biologie Animale, Université Cheikh AntaDiop de Dakar, 129p

DESPARINS, J.P., 2009. Petit dictionnaire à l'utilisation de l'entomologiste, Educagri, Paris ; p 129.

DELAUNAY P., FAURAN P. et MARTY P. (2001). Les moustiques d'intérêt médical. Revue Française des Laboratoires, 338 : 27-36.

DRAREDJA-BELDI H., 1993. Contribution à l'étude de *Gambusia affinis* (Téléostéen, Poeciliidae), poisson prédateur des larves de moustiques, croissance des alevins, étude du cycle sexuel et corrélations métaboliques. Thèse magister en physiologie animale. Univ. Annaba : 107p.

- DREZE V., MONOD G., CRAVEDI J.P., BIAGIANTI-RISBOURG S. & Le Gac F., 2000. Effects of 4-nonylphenol on sex differentiation and puberty in mosquitofish (*Gambusia holbrooki*). *Ecotoxicol. Kluwer. Acad. Pub.*, 9: 93-103.
- FRANCESCHINI,S. et GIULIANI,S.; 1996. L'aquarium d'eau douce : avec les poissons européens et tropicaux les plus faciles à élever. Vecchi S.A, Paris, p 30.
- FLETCHER, N., 2002. L'aquarium d'eau douce : aménagement, plantes et poisson. Le jour éditeur, France ; p :137.
- HAYNES JL., RC CASHNER .,1995.Life history and population dynamics of the western mosquitofish: a comparison of natural and introduced populations. *J Fish Biol* 46:1026-1041.
- JOLYON M., MEDLOCK., HANSFORD K., SCHAFFNER F., VERSTEIRT V., HENDRICKX G., ZELLER H., et VAN BORTEL W.,2011. Vector-Borne and Zoonotic Diseases; A Review of the Invasive Mosquitoes in Europe: Ecology, Public Health Risks, and Control Options; revue *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*.
- GHRABJ. et BOUATTOURA..1999.Étude expérimentale de l'efficacité larvicide de *Gambusia affinis holbrooki* (girard, 1859)(poisson-poecilidae)archs. INST. Pasteur tunis.40 p.
- GELOSI, E., 1970. Osservazioni bio-ecologiche *Gambusia affinis holbrooki* Girard, vivente in acque sulfuree, calde et salmastre. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 25(2):345–8.
- KETTLE D S.,1995. *Medical and Veterinary Entomology*. 2nd ed. Wallingford : CAB International, 725p
- KHELIL, M.A., 1995. Abrégé d'entomologie. Edition office des publications universitaires, Alger ; p103
- LYDIE, S., 2010. Lutte biologique : Vers de nouveaux équilibres écologiques. Educagri Editions Quae, Paris .328P
- LEVEQUE, C., BRUTON, M.N., SXENTONGO, G.W. ;1988. Biologie et écologie des poissons d'eau douce africains. L'Orestom, Paris ; p507.
- LEVEQUE, C., PAUGY, D. ; 1999.Les poissons des eaux douces continentales africaines : diversité, écologie, utilisation par l'homme.IRD institut de recherche pour le développement Paris ; p521.
- MATILE L., 1993 . *Diptères d'Europe occidentale*. Ed. Boubée, Paris , T. I, 439 p.
- MELLINGER, J., 2002. *Sexualité et reproduction des poissons*. Paris : CNRS éd.
- MOUCHET J. et CARNEVALE P., 1991. Les vecteurs et la transmission. In *Paludisme*(coordonné par M. Danis et J. Mouchet), pp. 34-59. Ed. Ellipses, Paris.
- MELLINGER, J., 2002. *Sexualité et reproduction des poissons*. CNRS Edition, Paris; p349.

MUUS, B.J., DAHLSTROM, P.; 1999. Guide des poissons d'eau douce et pêche. Delachaux et Niestlé S.A, Suisse. p223.

OMS (2012). Plan mondial pour la gestion de la résistance au insecticides chez les vecteurs du Paludisme. Ed. Organisation Mondiale de la Santé, France, 24p.

OMS (2013a). Campagnes mondiales de santé publique de l'OMS. Organisation Mondiale de la Santé. <http://www.who.int/campaigns/world-healthday/2014/event/fr/index.html>, 12/11/2013.

OMS. (1985). Manuel de l'aménagement de l'environnement en vue de la démoustication eu égard plus spécialement aux vecteurs du paludisme. Ed Organisation Mondiale de la Santé, Genève, 291p. <<http://apps.who.int/iris/handle/10665/41515#sthash.Ufypk1rk.dpuf>>, 07/11/2014.

PINTUREAU, B., 2009. La lutte biologique : application aux arthropodes ravageurs et aux adventices. Ellipses edition marketing S.A, Paris ; p 189.

POIZAT G. et CRIVELLI AJ ., 1997 . Use of seasonally flooded marshes by fish in a Mediterranean wetland : timing and demographic consequences. J Fish Biol. 51:106-119.

QUITERIE D., 2007. Prédiction des risques de colonisation de la gambusie *Gambusia affinis* (Poeciliidae) à l'échelle mondiale. GECCO, Laboratoire Évolution & Diversité Biologique, France ; p 3.

RIBA, G. ; SILVY, C. ; 1989. Combattre les ravageurs des cultures enjeux et perspectives. INRA, Paris.

REZNICK D., 1981. Grandfather effects : the genetics of inter population differences in offspring sizes in the mosquitofish. Evolution, 35, (5):941-953.

RAMOS C. et BRUNHE J., 2004. Insecta Dipera Culicidae Uranotaenia, Edition Quae, 463 pages

RAMADE F. (1984). Éléments d'écologie-Écologie fondamentale. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397p

RODHAIN F. et PEREZ C., 1985. Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Ed. Maloine, Paris, pp. 157-175.

SAWARA, Y. 1974. Reproduction in the mosquitofish (*Gambusia affinis*), a freshwater fish introduced into Japan. Jpn. J. Ecol. 24:140-146.

SOHN, J. J. 1977. Consequences of predation and competition upon demography of *Gambusia manni* (Pisces: Poeciliidae). Copeia 1977:224-227.

SWANSON C., CECH JR JJ., PIEDRAHITA RH., 1996. Mosquitofish, Biology, Culture and Use in Mosquito Control. Mosquito and Vector Control Association of California and University of California, Sacramento, CA.

SEGUY E., 1923. les moustiques de France. Ed. Paul Lechevalier, Paris, 225 p.

REHIMI N. & SOLTANI N., 1999. Laboratory evaluation of Alsystin, a chitin synthesis inhibitor, against *Culex pipiens pipiens* (Dip., Culicidae): effects on development and cuticle secretion. Journal of Applied Entomology 123: 437-441.

SEGUY E., 1955. Introduction à l'étude Biologique et Morphologique des insectes Diptères. Ed. Muséum Nationale, Rio-de-Janeiro, 260 p.

SUTY L., 2010. La lutte biologique: Vers de nouveaux équilibres écologiques. Éditions Quae, 323 pages.

SERANDOUR J., 2007. Contribution à l'étude des moustiques anthropophiles de France : le cas particulier du genre *Coquillettidia*. Thèse de Doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble I ;p 212.

THIBAUT M., 2006. Plan de Gestion de la Réserve Naturelle du Lac de Réghaïa (Algérie).Projet life3TCY/INT/031. Maghreb zones humides Protection et Développement Durable des Zones Humides en Afrique du Nord.

TOUCHI W., KORICHI Y., MOULLA M., 2013. Écologie et comportement alimentaire d'un poisson d'eau douce: *Gambusia affinis* (Baird et Girard, 1853) récolté dans le lac naturel de Réghaïa. USTHB.FBS-4th International Congress of the Populations and Animal Communities "Dynamics and Biodiversity of the terrestrial and aquatic Ecosystems"CIPCA4"TAGHIT (Bechar) – ALGERIA, 19-21 November

ULRICH S., 2012. Les insectes : les identifier et les connaître. Chantecler, Belgique-France ; p 100.

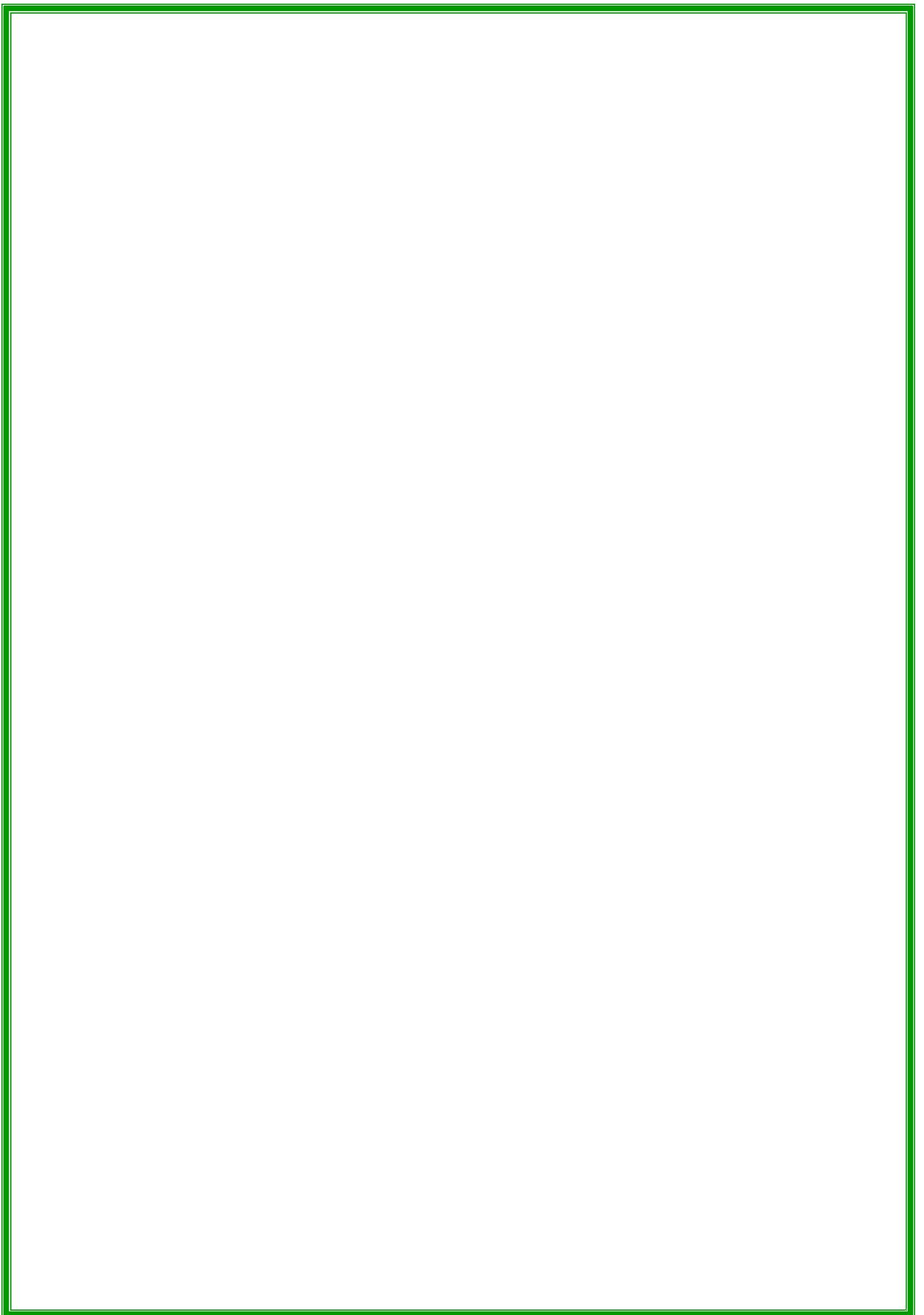
VIGNES J.C., 1995. Structure de population, fécondité et régime alimentaire du Gambusie dans un plan d'eau du Pays-Basque. INRA. Eco Poissons, B.P. 3, 64310 St. Pee sur Nivelle, France ; p 104.

VIGNES J.C. 1995. Structure de population, fécondité et régime alimentaire du Gambusie dans un plan d'eau du Pays-Basque. Munibe N°47, 101-106.

WOLFGANG D., WERNER P., 2012. Guide des insectes : la description, l'habitat, les mœurs. Delachaux et Niestlé S.A, Paris ; p 22.

YVES M., 2003. Les insectes. Edition de Vecchi S.A, Paris ; p : 100..

ZAKOUR N., 2013. Étude de la Biodiversité des Moustiques (Diptera : Culicidae) dans le Marais de Réghaïa. Efficacité comparée de deux pyréthrinoides de synthèse (Déltaméthrine, Cyperméthrine) sur une population de *Culex pipiens* en laboratoire. USDB.



I. Étude de quelques paramètres bioécologiques du lac Oubeira

I.1 Évaluations des paramètres physicochimiques de l'eau

I.1.1 Résultats

Les principaux paramètres mesurés au niveau du lac Oubeira sont reportés dans le tableau suivant :

Tableau06. Teneur des principaux paramètres physicochimiques étudiés de l'eau

Paramètres physicochimiques	Lac Oubeira
Température moyenne (°C)	12
Ph	07
Salinité(‰)	0,80
Taux d'oxygène (mg/l)	2,6
nitrites (mg/l)	0, 1
phosphate (mg/l)	0.59± 0.7
ammoniaque (mg/l)	4,49 ± 5,34
nitrates (mg/l)	59,33± 4,05

I.1.2 – Interprétation et discussion

D'après le tableau 06, nous remarquons des températures moyennes basses de l'ordre de 12° C, un pH alcalin, et des teneurs faibles en oxygène en sel.

La valeur de température se trouve dans la gamme favorable pour la croissance de la gambusie ; Al Habib et Yacoob ont signalé en 1993 que la température létale minimale est de l'ordre de 1 à 4°C, cependant la température maximale est de 37°C

Elle supporte une certaine salinité de l'ordre de 13 ‰ (Gelosi, 1970 ; Bruslé, Quignard, 2001), elle peut vivre dans des eaux acides de pH égal à 5,5.

Elle s'adapte à tous les facteurs abiotiques, aux conditions climatiques et hydrologiques défavorables et même à des modifications considérables du contenu biologique et chimique de l'eau (Touchi et *al.*, 2013).

Le pH d'une eau de surface dépend de la concentration du CO₂. La photosynthèse algale consomme beaucoup de CO₂ et provoque ainsi une augmentation notable du pH des eaux. La respiration, au contraire, contribue à son abaissement par production de gaz carbonique. De même lors de la minéralisation de la matière organique, la production de CO₂ entraîne une baisse du pH (Alayat, 2006). Enfin, la précipitation de carbonates induit une alcalinisation et leur dissolution une acidification. L'alcalinité des eaux du lac Oubeira est due aussi aux populations phytoplanctoniques et en partie à la précipitation des carbonates, notamment de la calcite, à partir des bicarbonates. Cependant, les profils verticaux montrent que le pH demeure constant dans toute la colonne d'eau (Alayat et al., 2013).

L'oxygène dissous dépend essentiellement de la respiration et de la photosynthèse des populations planctoniques et de la minéralisation de la biomasse. La teneur en oxygène dissous dans l'eau est étroitement liée au régime thermique du lac (Villeneuve et al.). La température élevée de la saison engendre une prolifération algale et par conséquent, une forte augmentation de la concentration en oxygène dissous. L'isoplèthe de concentration 10 mg/l délimite à la surface du lac et en profondeur deux masses aquatiques distinctes. L'une appauvrie en oxygène dissous et l'autre sursaturée. Des sursaturations en oxygène peuvent atteindre des concentrations de 16 mg/l.

Les concentrations en nitrites (0, 1 mg.L⁻¹) sont relativement faibles et reste compatible des résultats de Alayat et al.,(2013) qui sont très faibles de l'ordre de 10 à 500µg/l. Ces valeurs plaident en faveur d'une absence de pollution par les affluents et par l'activité agricole traditionnelle de saison (culture de l'arachide). Les affluents des oueds de : Demenet et Rehan, Boumerchen, Degrah et Bouhchicha qui reçoivent des rejets d'eaux usées sur leur cours, présentent à leur embouchure une eau juste un peu plus minéralisée que celle du lac, à cette époque de l'année. Ceci s'explique par l'auto-épuration, le faible débit (quelques litres/secondes) et l'effet de filtre qu'offrent les sables à leur exutoire. La teneur la plus élevée en nitrate des affluents est observée à l'exutoire de l'oued Boumerchen (soit 2 mg/l). Quant aux concentrations en phosphate (0.59± 0.7 mg.L⁻¹) et en ammoniacque (4,49 ± 5,34 mg.L⁻¹), elles ne dépassent pas les limites (<15 mg.L⁻¹) recommandées pour une bonne croissance des poissons (Mélard, 1999). Les concentrations en nitrates sont d'ordre 59,33± 4,05 mg.L⁻¹ faibles et sont généralement en dessous de la limite de détection de pollution recommandées pour l'aquaculture (Gominan, 1999).

I.2 Évaluation de quelques paramètres biologiques des individus de *Gambusia affinis* capturés sur terrain

I.2.1 Estimation de la taille et du poids des individus capturés

1.2.1.1 Résultats

Les individus capturés au niveau du site d'étude ont été soumis à des mesures de taille et de poids les résultats sont reportés dans le tableau (voir annexe 02).

Tableau 07 : Analyse statistiques des deux paramètres biométriques étudiés poids (Wt (g)) et taille (Lt(cm)) des populations capturés

		Statistiques Descriptives (Feuille de données1)							
Variable	N Actifs	Moyenne	Confiance -95,000%	Confiance +95,000%	Somme	Minimum	Maximum	Variance	Ecart-type
Wt (g)	100	0,504000	0,451851	0,556149	50,4000	0,100000	2,200000	0,069075	0,262821
Lt (cm)	100	3,631000	3,513031	3,748969	363,1000	2,500000	6,400000	0,353474	0,594537

L'analyse statistique été effectuée selon les méthodes standards de l'analyse de variance à un critère (ANOVA) au moyen du logiciel Statistica version 5.1 après vérifications préalable de l'homogénéité des variances et de la normalité des données à analyser.

I.2.1.2 Interprétations et discussions

D'après le tableau (07) il existe des différences significatives entre les individus du point de vue poids et taille. La distribution des fréquences des classes de taille des poissons échantillonnés montre que la structure de la population est composée d'individus dont la taille se situe entre 2,5 et 6,5 cm. (figure 28), ou la classe de taille [3,5-5,5] regroupe un nombre important d'individus par rapport aux autres. .

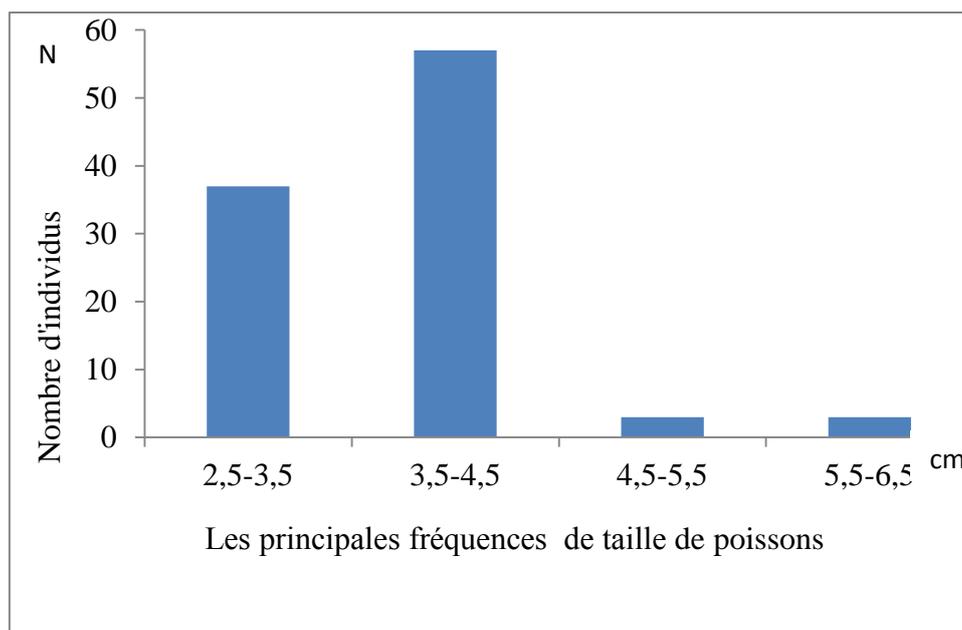


Figure 28 : Distribution des fréquences de taille des poissons capturés dans le lac Oubéira

La distribution des fréquences des classes du poids des poissons étudiés montre que la structure de la population est composée d'individus dont le poids se situe entre 0,1 et 2,6 g. (figure 29), où la classe du poids [0,1-0,6[regroupe un nombre important d'individus par rapport aux autres.

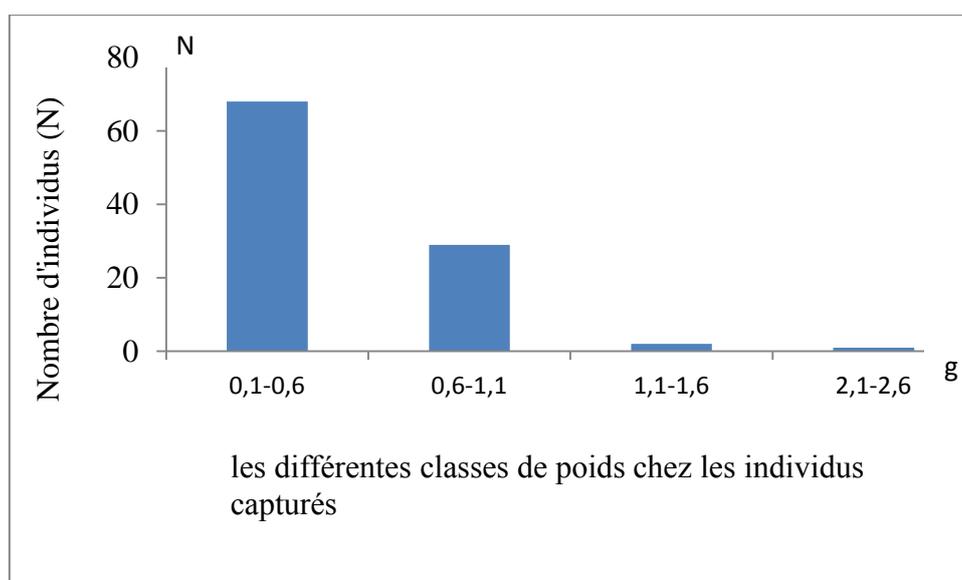


Figure29. Distribution des fréquences de poids chez les individus capturés

La distribution des fréquences des classes de taille et du poids d'une population de poissons est la résultante de plusieurs facteurs qui influent simultanément ou séquentiellement. Parmi ces facteurs on distingue : le recrutement, la mortalité naturelle, la mortalité par pêche, la sélectivité des engins de pêche et la méthode utilisée lors de l'échantillonnage. Ceci a été observé par Sidibe(2003) à partir d'une étude sur les Scianidae.

I.2.2 Évaluation du sex-ratio des individus capturés

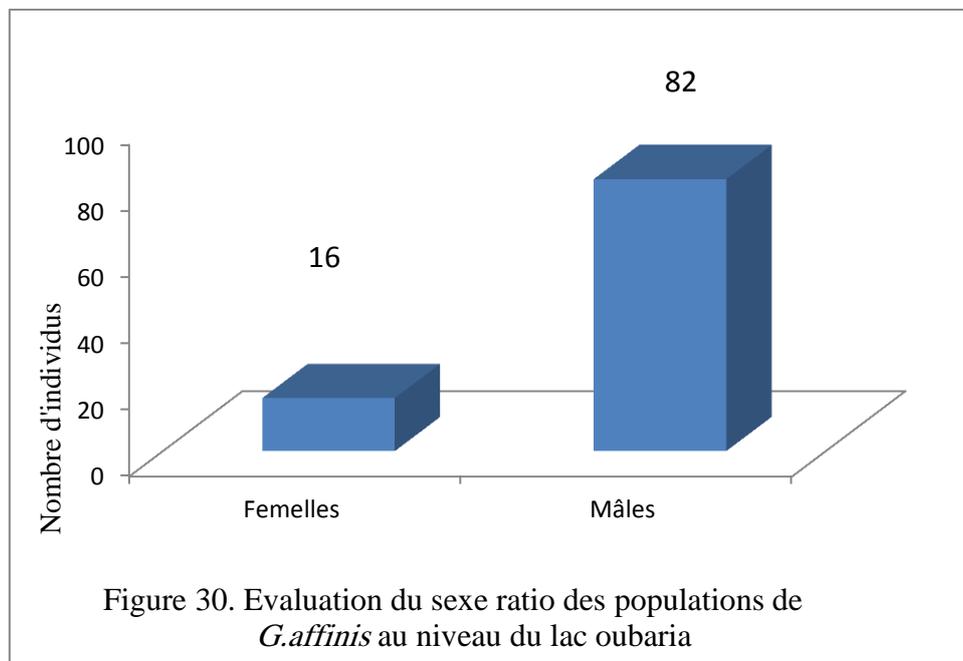
I.2.2.1 Résultats

Tableau08 .Dénombrement des individus mâles et femelles de *G. affinis* capturés au lac Oubaria

Effectif total	Nt ♀	Nt ♂
100	82	16

I.2.2.2 – Interprétation et discussion

L'analyse de la distribution du sex-ratio montre une dominance dans le nombre des femelles (82 individus) par rapport aux mâles avec un nombre de (16 individus)(Figure30).



Le sex-ratio observé est de 0,19. Toutefois il faut signaler que Billard et Hurk (1973) ont noté que le sex-ratio théorique est hétérogène chez la gambusie. Il est de 1/4 à 1/26 (male/femelle) en France, Italie et Catalogne et de 1/0.6 à 0.8 dans le sud de l'Espagne.

I.3 Évaluation du régime alimentaire des individus capturés au niveau du lac Oubaira

I.3.1 Évaluation qualitative du régime alimentaire des individus

1.3.1.1 - Résultats

L'étude du régime alimentaire des individus capturés durant notre période d'étude nous a permis de déterminer les contenus stomacaux. L'analyse qualitative de ce dernier concerne :

- Les algues,
- Les larves de moustique,
- Autres arthropodes (fourmie),
- Les débris (déchet).

1.3.1.2- Interprétations et discussions

D'après ces résultats, nous remarquons une certaine diversité dans le régime alimentaire des individus capturés composé : d'arthropodes spécialement des larves de moustiques, d'algues et de la matière organiques. Le spectre alimentaire d'une espèce de poisson dépend en partie, du nombre d'estomacs examinés. Un nombre important d'observation fait apparaître une grande diversité spécifique des proies ingérées par le poisson (Sobre, 1972).

Selon Rolin et Brusle (1984), la variabilité du régime alimentaire éclaire la sélection nutritive du poisson d'une part, et la diversité et la richesse écologique du milieu dans lequel évolue ce poisson d'autre part. En générale la sélection alimentaire liée à la disponibilité des proies donnée dépend de plusieurs facteurs, les uns d'ordre écologique comme l'accessibilité et la captivité des proies, d'autres d'ordre éthologique, comme le repérage visuel des proies en fonction de leur taille, leur couleur, leur agilité, leur vitesse de nage et de leur mobilité.

Selon Quinion (1967)(Cherabi, 1987) la sélection du prédateur ne correspond pas toujours à ses préférences alimentaires. Ces poissons se nourrissent aussi d'autres insectes, de crustacés, de rotifères. Les Chironomidae constituent également une part significative de l'alimentation

de *Gambusia*. Mais il semble que cette dernière ne se nourrit de Chironomes qu'en période de pénurie alimentaire.

I.3.2 Évaluation quantitative du régime alimentaire des individus capturés de *G.affinis*

1.3.2.1 – Résultats

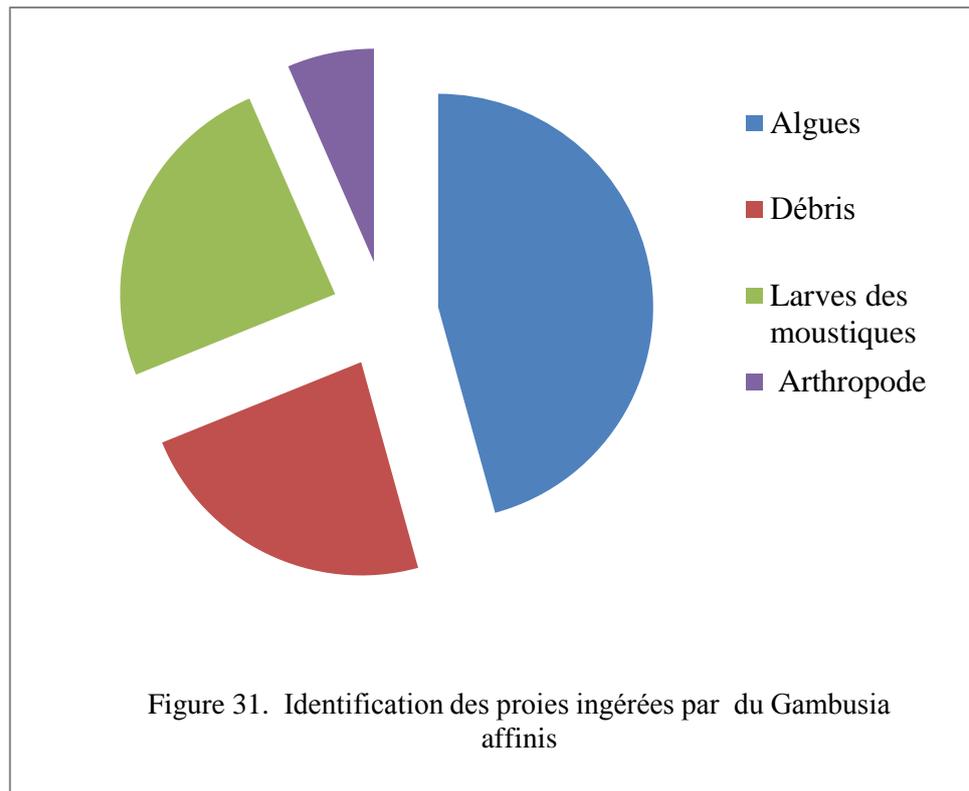
Après identifications du spectre alimentaire des individus capturés, nous avons procédé à un dénombrement de ces proies. Les résultats sont portés dans le tableau 09.

Tableau 09: Évaluation quantitative du spectre alimentaire des individus capturés de *G. affinis*

Proie	Nombre de proie	Nombre d'estomacs contenant la proie	F %
Algues	166	91	91%
Larves des moustiques	65	49	49%
Débris	58	46	46%
autre Arthropode	13	13	13%

1.3.2.2 Interprétation et discussion

D'après le (tableau 09) nous remarquons une dominance des algues particulièrement les chlorophycés avec un pourcentage de 91% dans les 91 estomacs analysés suivie par les larves des moustiques avec un taux de 49% dans 49 estomacs cependant les autres arthropodes ne sont présent qu'a un taux de 13 %



La présence des arthropodes au niveau des estomacs est due essentiellement à la faible compétition alimentaire de *Gambusia affinis* (Baird & Girard, 1853).

Les larves de moustiques et les débris sont des proies accidentelles et ils ne figurent que dans un nombre restreint de contenus stomacaux. L'étude qualitative pour l'identification des larves de moustiques a permis d'identifier seulement les individus de la famille des diptères à cause de la dégradation des proies au niveau du tube digestif.

L'indice de fréquence F% permet d'interpréter les préférences alimentaires des poissons et la construction de leurs chaînes trophiques (Holden et Raitt, 1974).

De ce fait l'analyse des habitudes alimentaires du *Gambusia affinis* (Baird & Girard, 1853) par les biais des fréquences F%, montre une certaine insuffisance si d'autres paramètres ne sont pas pris en considération : l'état de digestion de proie et le mode de vie du *Gambusia affinis* (Baird & Girard, 1853).

Selon Deveze (1959), Peres (1961) et Chardy (1970) ces paramètres jouent un rôle important dans la détermination du moment de prédation du poisson néanmoins, l'écologie des proies peut nous renseigner sur ce fait.

1.3.3 Coefficient de vacuité

Le calcul de l'indice de vacuité a donné les résultats représentés dans le tableau 10.

1.3.3.1 Résultats

Tableau 10 : Résultat de Coefficient de vacuité des mâles et des femelles (♂ : mâle ; ♀ : femelle).

Sexes	Estomacs examinés	Estomacs pleins	Estomacs vide	Coefficient de vacuité (CV%)
♂ + ♀	100	96	4	4%

1.3.3.2 – interprétation et discussion

Le tableau 10 montre une intensité nutritionnelle importante sur les 100 individus examinés 96 individus présentent des estomacs pleins, l'intensité nutritionnelle chez le poisson, est liée à la présence d'aliments (dans des quantités grands ou réduites) dans leur environnement.

L'intensité nutritionnelle chez le poisson coïncide avec la période de reproduction (Zeggane, 2005). Nous signalons que dans la population étudiée, les femelles étaient déjà arrivées au stade de ponte et pré-ponte (figure32).



Figure32. Femelle incubée.

En effet le faible taux d'évacuation gastrique peut être le résultat de plusieurs facteurs : le nombre et la taille des proies, la durée de digestibilité, la température du milieu,

et l'intensité trophique du poisson. Sobre(1998)montre que dans le cas où le poisson se nourrit de proies de taille assez grande, l'intervalle de temps séparant deux repas est beaucoup long que lorsqu'il se nourrit de petites proies.

Cardona (1999) montre que la capacité de remplissage de l'estomac de poisson et le taux d'évacuation gastro-intestinal dépend étroitement de la température, En effet Steriou (2001) note que lorsque la température s'élève, elle intensifie le processus de métabolisme des protéines. D'un autre côté, Godin (1981) précise qu'un faible taux de vacuité peut être témoigné par une alimentation active chez le poisson.

II. Essai de lutte biologique par l'utilisation de *Gambusia affinis* contre les larves de moustique capturés dans le lac Reghaia en conditions contrôlées

II.1 Évaluation des paramètres physico-chimique du lac Reghaia

1.1 Résultats

Les espèces de moustiques ont été récoltés au niveau du lac de Reghaia dans deux sites différents (S1 et S2) le lac se situe à l'est d'Alger ; les points de capture présentent les caractéristique suivantes :

La température est de: $26 \pm 0,07$ °, salinité : 0,8 ‰, pH =8,75 et un taux d'oxygène de $2,68 \pm 2,72$.

Tableau11 : Résultats de l'analyse physico-chimique du lac Reghaia

Les paramètres étudiés	Site 1	Site 2
Ammoniaque (mg/l)	15.147	14.1824
Nitrate (mg/l)	0.2723	0.1938
Nitrite (mg /l)	0.0139	0.0197
Phosphore (mg/l)	0.0332	0.0485

1.2 Interprétation et discussion

Il n'existe pas de différence entre les deux sites du point de vue valeurs des paramètres, cependant parmi les paramètres étudiés nous remarquons que la présence du phosphore domine (0.0332/0.0485mg/l) par rapport au reste suivie par les nitrate (0.2723/0.1938 mg/l).

II.2 Identifications des différentes espèces de moustiques capturées

A partir d'un échantillonnage au hasard non stratifié d'une population de 1061 larves de moustique récoltées au niveau du lac de Reghaia (W. Alger), nous avons pu identifier 04 espèces de la sous famille de Culicinae, avec 4 espèces appartenant au genre *Culex* :

- *Culex pipiens* (Linné, 1758)
- *Culex theileri* (Theobald, 1903)
- *Culex laticinctus* (Edwards, 1913)
- *Culex antennatus* (Becker, 1903)

Aucune larve du genre *Anopheles* ou du genre *Aedes* n'a été trouvée.

Ces résultats sont similaires à ceux trouvés par Zakour (2004). Cette dernière a identifié 03 espèces du genre *Culex* au sein du lac Reghaia qui sont :

- *Culex modestus* (Ficalbi, 1890)
- *Culex hortensis* (Ficalbi, 1924)
- *Culex martinii* (Medscid, 1930)

L'identification des larves après montage entre lames et lamelles a été réalisée à l'aide du logiciel d'identification. Leur détermination s'est révélée assez rapide et facile, en effet, les larves ayant été traitées rapidement après leur récolte n'ont pas eu le temps de subir les désagréments de la conservation dans l'alcool, comme par exemple la fragilisation des soies.

De même, nous avons pris soin de limiter leur manipulation afin de les garder intact facilitant ainsi leurs identifications.

Les figures (annexe 01), montrent les différents critères d'identification des larves des espèces identifiées.

L'analyse des résultats, durant notre période d'étude, dans le marais de Reghaia montre que la faune Culicidienne n'est représentée que par une seule sous-famille, celle des culicinae, genre *Culex*.

La plus part des espèces inventoriées ont déjà été signalées lors des précédents travaux au niveau du marais tels que ceux de Lounaci et Doumanji, (2012).

II.3. Prefenduim alimentaire

Une expérience sur l'alimentation artificielle avec l'aliment commerciale a été réalisée ou les individus de la gambusie ont préféré se nourrir de l'aliment vivant (larves de moustiques) au lieu de l'aliment commercial. Ainsi, le taux de prédation des individus des larves de moustique vivant est plus élevé par contre il n'y a pas une prédation des individus morts ou une consommation plus faible en individus morts.

Ghrab et Bouattour (1999), explique ces résultats par le mouvement de la proie semble avoir une importance dans l'attraction de son prédateur. Mais, bien que *Gambusia* consomme plus de larves vivantes, elle consomme aussi 30 % de larves inertes. Cela laisse supposer que *Gambusia* n'exige qu'un faible signal visuel pour attirer son attention et localiser sa proie.

II.4. Essai de lutte biologique

L'objectif de ce test est d'évaluer l'efficacité de *Gambusia* contre les larves de moustique, Les résultats obtenus sont confinés dans les tableaux (12 et 13)

4.1 Pour le genre *Culex*

a- Comparaison du taux consommations de larves de *Culex* chez les femelles et les mâles

a.1 Résultats

Le taux de consommation par individu et par 24 heures est de 92 larves chez les mâles et de 86 larves chez les femelles pour le genre *Culex*. Il est 93 larves chez les mâles et de 91 larves chez les femelles pour le genre *Culesita*.

Tableau 12. Comparaison du nombre de larves de culex consommé par rapport au nombre restant chez la femelle de *Gambusia affinis*.

Sexe	Nombre de larve	Répétitions (24h pour chacun)			Moyenne	Écart type
		1	2	3		
Femelles	NLC	81	100	77	86	12,288
	NLR	19	00	23	14	12,288
Mâles	NLC	100	92	84	92	8
	NLR	00	08	16	8	8

NLC : Nombre de larves consommées

NLR : Nombre de larves restantes

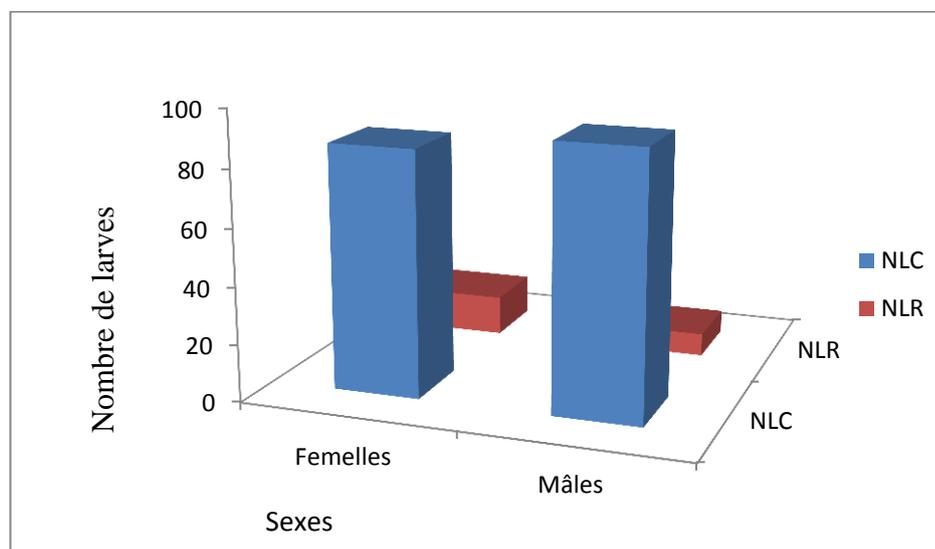


Figure33 : Comparaison du nombre de larves culex et celles restantes chez les mâles et les femelles de *G.affinis*

a2- Interprétations et discussion

Selon le tableau 12, le nombre des larves consommées est plus élevée que le nombre des larves restantes pour les 3 répétitions ce qui explique la préférence alimentaire des gambusies vis à vis les larves des moustiques.

Le taux de consommation de larve du *Culex* est important dans les 3 répétitions chez les mâles. Les *Gambusia* montrent une nette sélection de la taille de leur proie. Les poissons de petite taille préfèrent et consomment plus de larves de jeunes stades, alors que les grands préfèrent les stades âgés. Ceci peut avoir une relation avec la taille de la bouche du poisson ou encore peut être lié à un effet immédiat de la compétition intra spécifique (Bouallamet *al.*, 1998).

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 femelle sont un appétit plus important, alors que durant la gestation, elles se nourrissent moins (Bouallam et *al.*, 1998) .Ce qui apparait dans nos résultats que le taux de consommation de larve des moustique chez le male et plus élevée que le femelle. Le taux peut varier aussi en fonction de la taille des mâles et des femelles.

4.2 – pour le genre *Culiseta*

a- Comparaison du taux consommations de larves de *Culiseta* chez les femelles et les mâles

a1 – Résultats

Tableau 13.Comparaison du nombre de larves de culiseta consommé par rapport au nombre restant chez la femelle de *Gambusia affinis*.

Sexe	Nombre de larve	Répétitions (24h pour chacun)			Moyenne	Écart type
		1	2	3		
Femelles	NLC	98	91	84	91,666	6,027
	NLR	2	8	11	8,333	6,027
Mâles	NLC	100	92	89	93 ,666	5,686
	NLR	00	09	16	6,333	5,686

NLC : Nombre de larves consommées ;*NLR* : Nombres de larves restantes

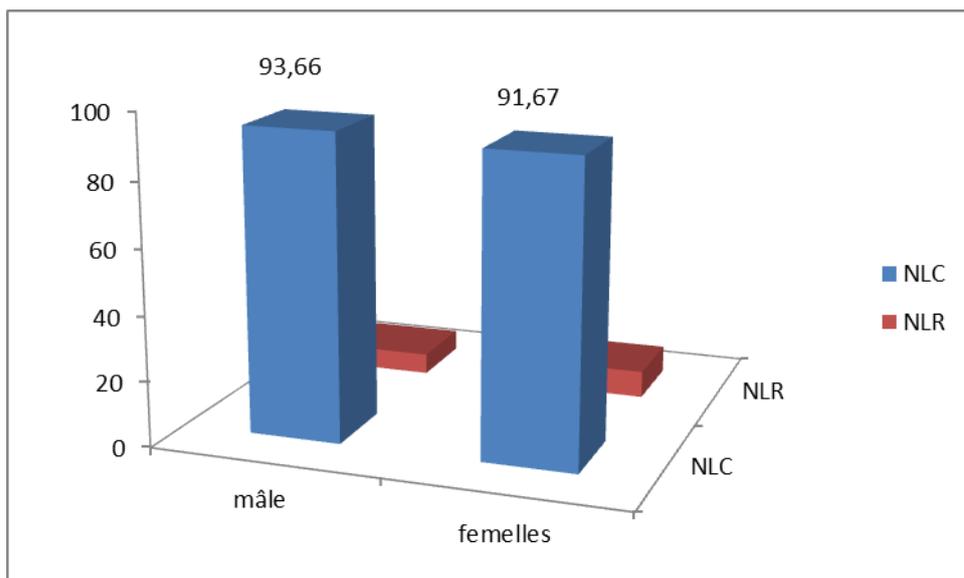


Figure34 : comparaison du taux de consommations des larves culiseta et celles restantes chez les mâles et les femelles de *G.affinis*

a2-Interprétations et discussion

Le tableau 13 confirme les résultats précédant obtenus sur culex. Ces expériences, menées au laboratoire, ont confirmé l'efficacité des gambusies comme moyen de contrôle des culicides en agissant sur les stades pré-imaginaux. Le taux de consommation de larve du culiseta est important dans les 3 répétitions chez les mâles et les femelles.

L'action de ce poisson est plus facile et rapide à déceler au laboratoire que sur le terrain car dans ces conditions le milieu est réduit et de nombreux facteurs biotiques et abiotiques sont plus contrôlables.