

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA

Faculté des Sciences de la Nature, de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers

Département d'Ecologie et Génie de l'Environnement



MÉMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du
Diplôme de Magister en Biologie

Option : Biodiversité et Conservation des Zones Humides

THÈME

**Etude Comparative du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* en
Numidie**

Présenté par : **Guebailia Amina**

Soutenu devant le jury :

Samraoui F.	M.C.A.	Présidente	Université de Guelma
Baaziz N.	M.C.A.	Rapporteur	Université de Constantine
Samraoui B.	Pr	Examineur	Université de Guelma
Chakri K.	M.C.A.	Examinatrice	Université d'Annaba

Année universitaire : 2011/2012

Remerciements

- Au terme de ce modeste travail, je tiens à exprimer ma gratitude et présenter mes vifs remerciements à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à sa réalisation. Nous rendons un hommage particulier :

- A Mon encadreur, Monsieur **Baaziz Nasser**, pour avoir dirigé ce travail, malgré ses nombreuses obligations.

- Au président de jury **Mme. Samraoui Farah** qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury et pour m'avoir donné goût à la recherche.

- Au professeur **Samraoui Boudjemaa** l'homme de toutes les situations, qui m'a proposé le sujet de ce travail et fait bénéficier de son expérience et de ses connaissances et qui a aimablement accepté de participer à notre jury, qu'il trouve l'expression de mes sincères remerciements.

- A Madame **Chakri Khemissa**, pour l'honneur qu'elle me fait d'avoir bien voulu accepter d'examiner ce travail.

- Le plus grand remerciement à mon très cher ami **Rassim Khelifa** pour son encouragement à réaliser ce mémoire et pour sa précieuse aide.

- A mon frère Youcefî Djalil et ma sœur Nadia Bouiedda.

- A mes collègues : Amine, Rabeh, Nedjwa, Saida, Sana, Nouara, Zineb, Mounia, Halima, Hadjer, Radja.

- Ce travail n'aurait pu être possible sans financement. J'aimerais bien remercier du fond du cœur mes parents pour leur soutien moral et matériel durant toutes mes études.

- A tous mes proches, mes frères et mes sœurs en particulier reçoivent une avalanche de bisous.

Sommaire

Introduction	01
---------------------------	----

Chapitre 1 : Biologie du genre *Gambusia*

1. 1. Morphologie et anatomie.....	3
1. 2. Taxonomie.....	5
1. 3. Répartition géographique dans le monde.....	6
1. 4. Habitat.....	6
1. 5. 1. Mode de vie.....	7
1. 5. 2. Régime alimentaire.....	8
1. 6. Reproduction.....	8
1. 7. Compétition et prédation.....	9
1. 8. Intérêts et perspectives.....	9
1. 9. L'impact de <i>Gambusia</i>	10

Chapitre 2 : Description de la zone d'étude

2. 1. Présentation de la Numidie.....	11
2. 2. Présentation des sites d'étude.....	12
2. 2. 1. Lac Oubeira.....	12
2. 2. 2. Lac Tonga.....	13
2. 2. 3. Oued Bouarroug.....	15
2. 2. 4. Garaat Dakhla et Garaat Estah.....	15
2. 3. Climatologie.....	17
2. 3. 1. La température.....	17
2. 3. 2. La pluviométrie.....	17
2. 3. 3. L'humidité.....	18
2. 3. 4. Les vents.....	18
2.4. Bioclimat.....	20
2.4. 1. Climagramme d'Emberger.....	20
2.4. 2. Diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gaussen.....	20

Chapitre 3 : Matériel et Méthodes

3. 1. Travail de terrain.....	23
3. 1. 1. Choix des sites.....	23
3. 1. 2. Station d'étude.....	23
3. 1. 3. Echantillonnage.....	23
3. 2. Travail de l'laboratoire.....	25
3. 2. 1. Techniques biométriques.....	25
3. 2. 1. 1. Mensurations et pesées.....	25
3. 2. 1. 2. Dissection.....	25
3. 2. 2. Examen des contenus intestinaux.....	25
3. 2. 3. Détermination et analyse des différentes proies ingérées.....	27
3. 2. 4. Méthodes appliquées à l'étude du régime alimentaire.....	27
3. 2. 4. 1. L'analyse qualitative.....	27
3. 2. 4. 2. L'analyse quantitative.....	27
3. 2. 5. Définition des indices et du coefficient employés.....	28
3. 2. 5. 1. Indice de fréquence d'une proie (F).....	28
3. 2. 5. 2. Le pourcentage en nombre (Cn).....	28
3. 2. 5. 3. Le Coefficient de vacuité (Cv).....	28
3. 2. 6. Indices écologiques appliqués au régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i>	29
3. 2. 6. 1. L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H).....	29
3. 2. 6. 2. L'indice d'équitabilité (E) ou d'équirépartition.....	30

Chapitre 4 : Résultats et discussion :

4. 1. Résultats.....	31
4. 1. 1. Influence des variables abiotiques sur les écosystèmes.....	31
4. 1. 1. 1. La température de l'eau.....	31
4. 1. 1. 2. La conductivité.....	31
4. 1. 2. Analyses globales du régime alimentaire.....	34
4. 1. 2. 1. Au lac Tonga.....	34
4. 1. 2. 2. Au lac Oubeira.....	38
4. 1. 2. 3. A oued Bouarroug.....	41
4. 1. 2. 4. A Garaat Dakhla.....	44

4. 1. 2. 5. A Garaat Estah.....	47
4. 1. 3. Variation saisonnière du régime alimentaire.....	50
4. 1. 3. 1. Au lac Tonga.....	50
4. 1. 3. 1. 1. Période estivale	50
4. 1. 3. 1. 2. Période hivernale.....	50
4. 1. 3. 1. 3. Période printanière.....	50
4. 1. 3. 1. 4. Période printanière.....	51
4. 1. 3. 2. Au lac Oubeira.....	56
4. 1. 3. 2. 1. Période estivale.....	56
4. 1. 3. 2. 2. Période automnale	56
4. 1. 3. 2. 3. Période hivernale	56
4. 1. 3. 2. 4. Période printanière	57
4. 1. 3. 3. A Oued Bouarroug.....	62
4. 1. 3. 3. 1. Période estivale	62
4. 1. 3. 3. 2. Période automnale	62
4. 1. 3. 3. 3. Période hivernale	63
4. 1. 3. 3. 4. Période printanière	63
4. 1. 3. 4. A Garaat Estah.....	68
4. 1. 3. 4. 1. Période estivale	68
4. 1. 3. 4. 2. Période automnale	68
4. 1. 3. 4. 3. Période hivernale	69
4. 1. 3. 4. 4. Période printanière	69
4. 1. 3. 5. A Garaat Dakhla.....	74
4. 1. 3. 5. 1. Période estivale	74
4. 1. 3. 5. 2. Période automnale	74
4. 1. 3. 5. 3. Période hivernale	75
4. 1. 3. 5. 4. Période printanière	75
4. 1. 4. Le coefficient de vacuité.....	80
4. 1. 5. Evolution saisonnière des principales catégories alimentaires.....	81
4. 1. 6. Diversité trophique et Equitabilité du régime alimentaire au cours du cycle annuel.....	88
4. 1. 6. 1. Diversité trophique.....	88
4. 1. 6. 2. Equitabilité.....	89
4. 2. Discussion.....	90

Conclusion.....93

Références bibliographiques.

Résumés.

Annexe.

Table des matières

Introduction	01
Tapez le titre du chapitre (niveau 2)	2
Tapez le titre du chapitre (niveau 3)	3
Tapez le titre du chapitre (niveau 1)	4
Tapez le titre du chapitre (niveau 2)	5
Tapez le titre du chapitre (niveau 3)	6

Liste des Tableaux :

<u>Tableau 1</u> : Valeurs météorologiques de la région d'El Kala.....	19
<u>Tableau 2</u> : Valeurs météorologiques de la région d'Annaba.....	19
<u>Tableau 3</u> : Analyse globale du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> au lac Tonga.....	35
<u>Tableau 4</u> : Coefficient de vacuité globale.....	36
<u>Tableau 5</u> : Analyse globale du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> au lac Oubeira.....	40
<u>Tableau 6</u> : Analyse globale du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> à Oued Bouarroug.....	43
<u>Tableau 7</u> : Analyse globale du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> à Garaat Dakhla.....	46
<u>Tableau 8</u> : Analyse globale du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> à Garaat Estah.....	49
<u>Tableau 9</u> : Variations saisonnières du coefficient de vacuité (%).....	80

Liste des figures :

<u>Figure 1</u> : Anatomie externe de <i>Gambusia holbrooki</i> femelle et mâle.....	4
<u>Figure 2</u> : Anatomie interne de <i>Gambusia holbrooki</i> adulte.....	2
<u>Figure 3</u> : Cycle vitale de la gambusie.....	7
<u>Figure 4</u> : Photo satellite de tous les sites suivis.....	11
<u>Figure 5</u> : Photo satellite du lac Oubeira.....	14
<u>Figure 6</u> : Photo satellite du lac Tonga.....	14
<u>Figure 7</u> : Photo satellite d'Oued Bouarroug.....	16
<u>Figure 8</u> : Photo satellite de G. Dakhla et G. Estah.....	16
<u>Figure 9</u> : Situation des stations météorologiques de référence pour le climat de la Numidie dans le climagramme d'Emberger.....	21
<u>Figure 10</u> : Diagramme ombro-thermique de la région d'El Kala (Touati, 2008).....	22
<u>Figure 11</u> : Diagramme ombro-thermique de la région de Annaba (Touati, 2008).....	22
<u>Figure 12</u> : Représentation photographique des sites d'études.....	24
<u>Figure 13</u> : Schémas représentatifs du matériel utilisé.....	26
<u>Figure 14</u> : Variation mensuelle moyenne de la température de l'eau dans les cinq sites étudiés.....	33
<u>Figure 15</u> : Variation mensuelle de la conductivité dans les cinq sites étudiés.....	33
<u>Figure 16</u> : Composition globale du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> au lac Tonga.....	37
<u>Figure 17</u> : Spectre du régime alimentaire global de <i>Gambusia holbrooki</i> au lac Tonga.....	37
<u>Figure 18</u> : Composition globale du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> au lac Oubeira.....	39

Figure 19 : Spectre du régime alimentaire global de <i>Gambusia holbrooki</i> au lac Oubeira.....	39
Figure 20: Composition globale du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> à Oued Bouarroug..	42
Figure 21: Spectre du régime alimentaire global de <i>Gambusia holbrooki</i> à Oued Bouarroug..	42
Figure 22: Composition globale du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> à Garaat Dakhla	45
Figure 23: Spectre du régime alimentaire global de <i>Gambusia holbrooki</i> à Garaat Dakhla.....	45
Figure 24 : Composition globale du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> à Garaat Estah.....	48
Figure 25 : Composition globale du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> à Garaat Estah.....	48
Figure 26 : Evolution saisonnière du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> au lac Tonga.....	52
Figure 27 : Evolution saisonnière du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> au lac Tonga.....	53
Figure 28: Evolution saisonnière du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> au lac Tonga.....	54
Figure 29: Evolution saisonnière du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> au lac Tonga.....	55
Figure 30: Evolution saisonnière du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> au lac Oubeira.....	58
Figure 31 : Evolution saisonnière du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> au lac Oubeira.....	59
Figure 32: Evolution saisonnière du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> au lac Oubeira.....	60

Figure 33: Evolution saisonnière du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> au lac Oubeira.....	61
Figure 34: Evolution saisonnière du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> à Oued Bouarroug.....	64
Figure 35: Evolution saisonnière du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> à Oued Bouarroug.....	65
Figure 36: Variation saisonnière du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> à Oued Bouarroug.....	66
Figure 37: Variation saisonnière du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> à Oued Bouarroug.....	67
Figure 38: Evolution saisonnière du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> à Garaat Estah.....	
Figure 39: Evolution saisonnière du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> à Garaat Estah.....	70
Figure 40: Variation saisonnière du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> à Garaat Estah.....	71
Figure 41: Variation saisonnière du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> à Garaat Estah.....	73
Figure 42: Evolution saisonnière du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> à Garaat Dakhla.....	76
Figure 43: Evolution saisonnière du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> à Garaat Dakhla.....	77
Figure 44: Variation saisonnière du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> à Garaat Dakhla.....	78
Figure 45: Variation saisonnière du régime alimentaire de <i>Gambusia holbrooki</i> à Garaat Dakhla.....	79

Figure 46: Evolution saisonnière des principales catégories de proies de *Gambusia holbrooki* au lac Tonga.....83

Figure 47: Evolution saisonnière des principales catégories de proies de *Gambusia holbrooki* au lac Oubeira.....84

Figure 48: Evolution saisonnière des principales catégories de proies de *Gambusia holbrooki* à Oued Bouarroug.....85

Figure 49: Evolution saisonnière des principales catégories de proies de *Gambusia holbrooki* à Garaat Estah.....86

Figure 50: Evolution saisonnière des principales catégories de proies de *Gambusia holbrooki* à Garaat Dakhla.....87

Introduction:

L'Algérie dispose d'un ensemble de zones humides, se situant à l'interface entre les milieux aquatiques et les milieux terrestres. Le rôle multifonctionnel (fonction écologique, biologique, d'alimentation, de reproduction, d'abri, de refuge et climatique) de ces zones conduit à leur conférer un statut d'infrastructure naturelle (Samraoui & De Bélair, 1997; 1998).

L'extrême Nord-est Algérien et plus particulièrement la région d'El Kala abrite un complexe de zones humides de réputation internationale, grâce à sa diversité de milieux et à sa richesse floristique et faunistique (Samraoui & De Belair, 1997; 1998).

La gestion de ce complexe est un véritable défi (vu la complexité des problèmes) et une obligation morale, soulignée par l'urgence de la situation. En effet, les zones humides sont des milieux vulnérables soumis à une pression anthropique intense (Hollis, 1992).

La régulation des écosystèmes est souvent interprétée comme le résultat de l'influence des niveaux inférieurs de la chaîne trophique sur l'ensemble des communautés qui compose l'écosystème (Northcote, 1988 in Bounaceur, 1997).

Les poissons jouent comme prédateurs un rôle majeur dans les réseaux trophiques aquatiques.

La connaissance de l'alimentation des poissons en milieu naturel est une étape indispensable à la compréhension de leur biologie et de leur écologie. L'alimentation d'une espèce peut permettre d'expliquer les variations de croissance, certains aspects de la reproduction, les migrations et le comportement de recherche et de prise de nourriture.

En outre, elle permet d'estimer l'impact des populations piscicoles sur la structure des communautés.

L'écologie des poissons dulçaquicoles demeure mal connue et leur impact sur la structure et le fonctionnement des zones humides algériennes reste mal apprécié.

Les *Poeciliidae*, forment une famille de poissons Ovovivipares, rencontrés principalement dans les régions tropicales et subtropicales du Nord, du Centre et du Sud de l'Amérique. Cette famille présente 30 genres et 293 espèces (Bruslé et *al.*, 2001).

Le genre *Gambusia*, dont fait partie la gambusie (*Gambusia holbrooki*) a été introduit en Algérie en période coloniale (1928), en provenance de l'Amérique Latine.

Depuis son introduction en Algérie, cette espèce a colonisé la majorité des milieux aquatiques dulçaquicoles et saumâtres du pays (Samraoui & De Belair, 1997).

G. holbrooki représente un groupe de poissons très utilisé dans les études du contrôle de paludisme (lutte biologique) dans certaines régions (Krumholz, 1948; Cech et Linden, 1986; Walton & Mulla, 1990; Castleberry & Cech, 1990), et en toxicologie (Vinson et *al.*, 1963; Boy et Ferguson, 1964).

Ces poissons, souvent considérés comme prédateurs des larves de moustiques (Culicidés), ne jouent pas ce rôle dans certaines régions notamment en Europe (Bruslé et *al.*, 2001).

Des travaux concernant l'écologie de *Gambusia* ont commencé en 1997 à l'université d'Annaba (L.R.Z.H) par Bounaceur et Layachi sous la direction de Mr. Samraoui. Ces travaux ont montré le même constat enregistré en Europe.

Cette étude est un suivi de ces travaux, elle se propose de comparer le régime alimentaire de *Gambusia holbrooki*, espèce introduite et ubiquiste dans cinq zones humides de la Numidie. Elle se propose également d'évaluer le changement du régime alimentaire de l'espèce par rapport à une étude antérieure (Bounaceur 1997).

Notre thèse est structurée comme suit :

- Le premier chapitre est consacré à la biologie du genre *Gambusia*.
- Le second chapitre aborde la description générale des sites d'étude.
- Le troisième chapitre est réservé au matériel et méthodes utilisées dans cette étude.
- Enfin, le quatrième chapitre présente les résultats ainsi que leur discussion.

1. Description et biologie :

1.1. Morphologie et anatomie

La description de la morphologie de *Gambusia* (Fig.1) présentée ci-dessous est présentée par Cadwallader et Backhouse (1983) :

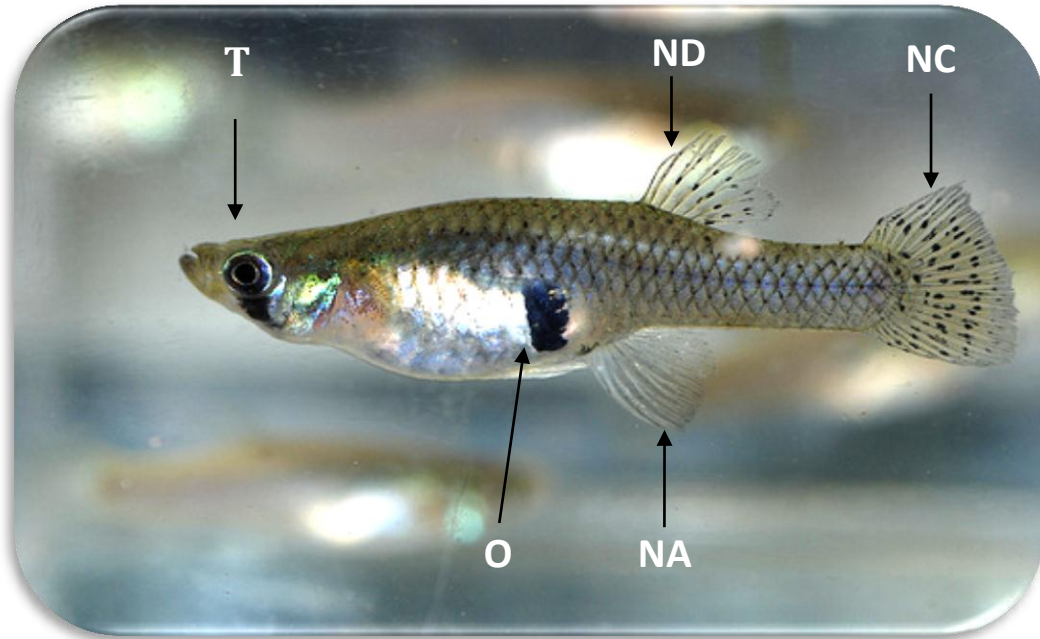
Le corps de la gambusie est petit avec un ventre arrondi et un dos aplati, la tête est nettement plate. Les femelles ont une taille standard (de la bouche à la base de la nageoire caudale) maximale proche de 60 mm et les mâles de 30mm (Dimorphisme sexuel).

Les yeux sont larges et positionnés près du profil dorsal. La bouche est petite, tournée vers le haut, avec une bande de petites dents sur les deux lèvres.

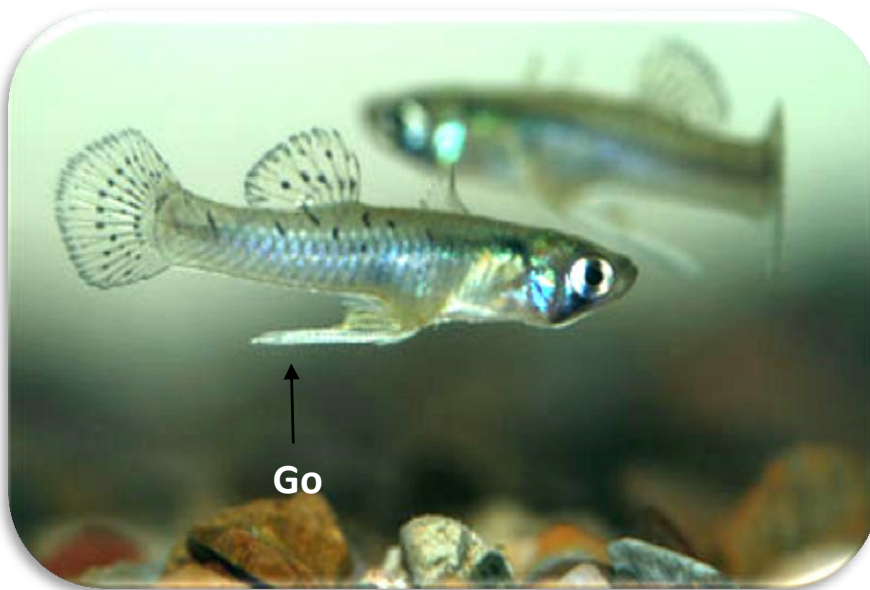
La nageoire anale est très différente entre les femelles et les mâles. La femelle possède une nageoire arrondie avec classiquement 10 rayons. La nageoire anale du mâle est allongée et modifiée en organe copulateur, qui a 3 mm de long : le gonopode (Fig. 1a)

La nageoire caudale est forte, convexe, presque en demi-cercle. Les nageoires dorsales et caudales sont pointillées finement en noir (Fig. 1b)

La gambusie est capable de changer de couleur (du noir au gris très clair) en changeant le niveau d'agrégation des pigments de mélanine dans les chromatophores pour s'adapter à la couleur de son environnement (Pyke, 2005).



a - Femelle [1]



b - Mâle [2]

Figure 1 : Anatomie externe de *Gambusia holbrooki* femelle et mâle

ND : nageoire dorsale, NA: nageoire anale, NC : nageoire caudale,
O : ovaire, T : tête, Go : gonopode

Pour l'étude de l'anatomie interne (Fig. 2), il faut disséquer le poisson de la bouche à l'orifice anal. L'œsophage est court, droit et très musculueux, qui fait suite directement à l'intestin moyen, on ne note pas l'estomac. A l'avant de l'abdomen et au dessous du cœur se situe la glande hépatopancréatique, appelée ainsi car le tissu pancréatique est confondu avec celui du foie et forme un seul organe (Bouhafs, 1993).

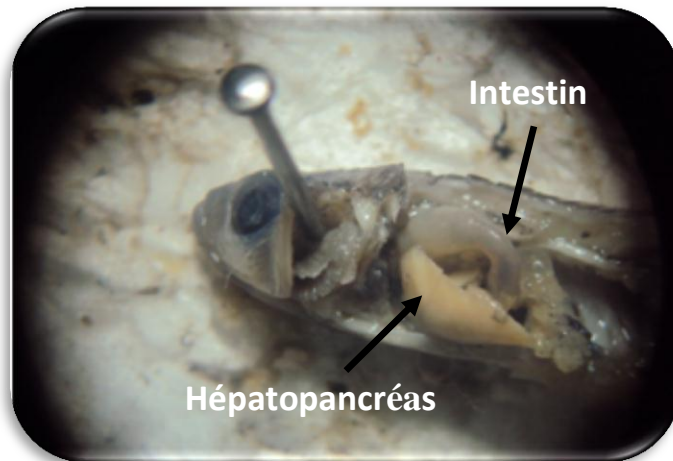


Figure 2 : Anatomie interne de *Gambusia holbrooki* adulte

1.2. Taxonomie :

La gambusie est un *Poeciliidae* (ordre des Cyprinodontiformes). Cette famille présente 30 genres et 293 espèces. Le genre *Gambusia*, dont fait partie la gambusie, a été introduit par Poey (1854) en modifiant un mot d'origine Cubaine, « Gambusino », qui signifie, « rien, de peu d'importance », car les poissons de ce groupe étaient considérés comme n'ayant aucune importance. Initialement, ce genre se distribuait principalement du sud des Etats-Unis au nord de l'Amérique du sud (Bruslé et *al.*, 2001)

La gambusie, *Gambusia holbrooki* a longtemps été confondue avec une espèce très proche *Gambusia affinis*. En effet, la taxonomie de *G. affinis* et *G. holbrooki* a considérablement changé au cours des années. Ainsi *G.affinis* et une espèce synonyme, *G.patruelis*, ont été décrites en 1853 dans deux régions du Texas (Baird et Girard, 1853). *G. holbrooki* a été décrite une année après par Agassiz sur la base de spécimens prélevés en Caroline du sud et par Girard en 1859 (Pyke, 2005).

Par la suite, les trois espèces (*G. affinis*, *G. partruelis* et *G. holbrooki*) ont été considérées comme n'en formant qu'une seule avec deux sous espèces : *G. affinis affinis* et *G. affinis holbrooki*. En 1979, ces deux espèces ont été classées en semi-espèces et finalement Wooten et al. (1988) proposèrent les premiers de distinguer deux espèces différentes, *G. holbrooki* (Girard 1859) et *G. affinis* (Baird et Girard 1853), sur la base de marqueurs génétiques.

1.3. Répartition géographique dans le monde :

La gambusie, est originaire de la région côtière du Sud-est des Etats-Unis d'Amérique (Sous 40° de latitude Nord ; Kurmholz, 1948). Elle est un des poissons d'eau douce qui a la répartition géographique la plus étendue. Cette dispersion est le résultat des programmes de contrôle des populations de moustiques menées dans de nombreuses régions tropicales ou tempérées au cours du XXème siècle.

- **En Europe**, la gambusie a été introduite tout d'abord en Espagne en 1921 (Kurmholz, 1948), et ensuite, à partir de cette première introduction, dans l'ensemble de la région Méditerranéenne (Vargas et de Sostoa, 1996).
- **En Algérie**, la gambusie a été introduite pour la première fois en 1928, dans le cadre de la lutte biologique contre les larves d'Anophèles responsables du paludisme. L'opération de repeuplement a été initiée pour la première fois dans le bassin de Khemissa près de Souk-Ahras (Beldi, 1993).

1.4. Habitat :

Les gambusies sont abondantes sur les bords des cours d'eau lents ou dans les plans d'eaux stagnantes dans les zones où la végétation aquatique est dense et où la profondeur de l'eau est entre 7 et 15 centimètres et le substrat foncé (Pyke, 2005).

La gambusie préfère généralement les températures de l'eau supérieure à 25°C et aurait un préférendum thermique proche de 30°C. Les populations peuvent résister à une large gamme de températures : de 0,5°C à un maximum thermique critique de 38°C (Otto, 1973 ; Pyke, 2005).

La gambusie présente une tolérance aux paramètres physico-chimiques de l'eau assez élevée.

1. 5. Mode de vie :

1. 5. 1. Comportement : espèce diurne qui fait appel à ses capacités visuelles pour son alimentation, sa sélection sexuelle et son évitement des prédateurs. Les pigments rétiniens, riche en opsine rouge, permettent de capter des radiations de grandes longueurs d'onde. (Archer et Hirano, 1997).

Le cycle biologique (Swanson et *al.*, 1996) et les diverses activités sont sous contrôle thermique, les T° optimales se situant à $> 25^\circ$ (Fig. 3)

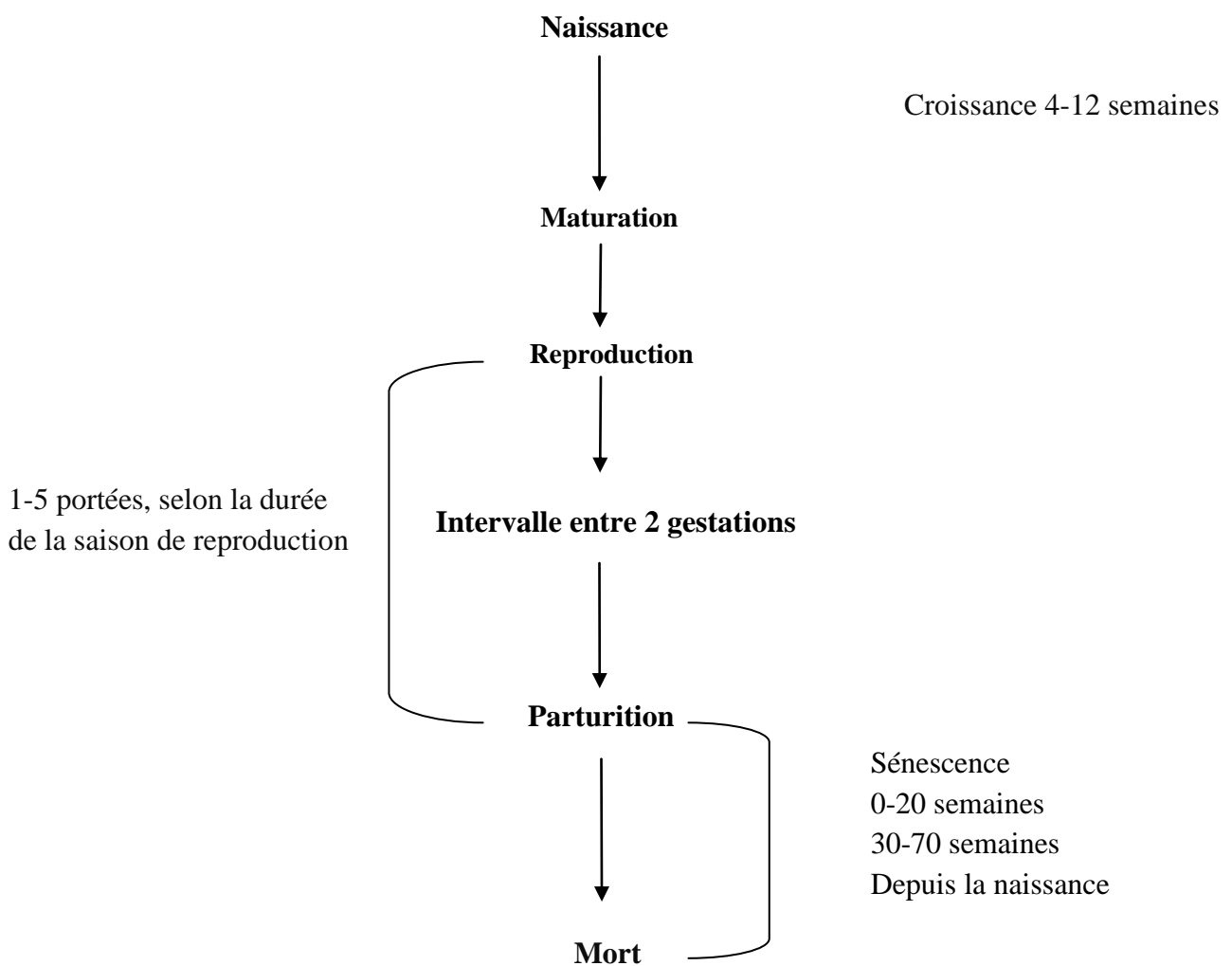


Figure 3 : Cycle vitale de la gambusie.

1. 5. 2. Régime alimentaire :

La gambusie est un prédateur opportuniste qui a une préférence pour la nourriture animale (Pyke, 2005), donc un prédateur généraliste qui adapte son régime alimentaire en fonction de la disponibilité des proies (Arthington, 1989; Bounaceur, 1997)

Ainsi, basée sur l'étude du contenu stomacal, une très large gamme de proies a été décrite : Insectes, Araignées, Vers, Mollusques, Diatomées, des juvéniles d'autres espèces de poissons et de gambusies, larves et œufs d'amphibiens (Crivelli et Boy, 1987; Arthington, 1989).

D'autres auteurs tels que Hulbert et Mulla (1981) les qualifient de poissons Zooplanctonophages.

1.6. Reproduction :

La gambusie, *Gambusia holbrooki* est une espèce ovovivipare, la fécondation est interne et associée à une gestation intra-folliculaire au sein de l'ovaire. La gambusie est généralement considérée comme lécithotrophe, c'est-à-dire que la nutrition des embryons est limitée aux réserves de vitellus placées dans l'ovocyte avant la fécondation, parce qu'elle produit des œufs très riches en vitellus (Haynes, 1995).

En Algérie, la reproduction a lieu de la fin du printemps jusqu'au début de l'automne (Bounaceur, 1997). L'accouplement a lieu une seule fois par période de reproduction, le gonopode jouant un rôle important au cours de l'insémination de la femelle.

Une danse nuptiale du mâle précède l'accouplement. Une femelle peut effectuer quatre à cinq gestations successives après une seule insémination. L'ovaire est impair en situation médiane (Chambole, 1970).

Cette espèce est prolifique. La femelle gravide met au monde (parturition) de 10 à 100 néonates par portée (Maximum 314 aux Etats-Unis), toutes les 3 à 4 semaines à 25-30°C, soit 3 à 5 fois dans l'année. Les jeunes d'une même portée naissent au même moment (Bruslé et *al.*, 2001).

1. 7. Compétition et prédation :

L'introduction de la gambusie en Corse, à la fin du XIX siècle, à des fins de lutte antipaludique, n'a pas eu d'importance écologique sur le Cyprinodonte de Corse *Aphanius fasciatus* (Roche et Matei, 1997 in Bruslé, 2001).

Dans les marais de Camargue, des oiseaux piscivores (Heron: *Ardea cinerea*, Aigrette : *Egretta garzetta*...) sont des prédateurs de gambusies et consomment préférentiellement des femelles qui, mûres et gravides, représentent des proies profitables (gain énergétique x 5 à 25 par comparaison avec les mâles) d'où un sex-ratio biaisé, avec une forte majorité des mâles, dans les zones fréquentées par les oiseaux (Britton et Moser, 1982).

1. 8. Intérêts et perspectives :

Cette espèce paraissait de grand intérêt pour la démoustication (procédé de lutte biologique), surtout dans les régions menacées de Malaria. Or, la gambusie des eaux Européennes s'alimente surtout de Crustacés et ne consomme que peu de larves de moustiques. Son introduction peut donc être considérée un échec (Bruslé et *al.*, 2001).

Elle est par ailleurs, appréciée en aquariophilie et aussi parfois utilisée comme animal de laboratoire, compte tenu de sa facilité d'élevage et de sa valeur pour des études de reproduction.

Les effets des polluants sur la reproduction peuvent être ainsi appréhendés, à des fins d'évaluations de leur traduction populationnelle (Drèze et *al.*, 1998).

Une réduction du nombre de chromosomes (de 48 à 47) a été observée dans les eaux polluées d'une rivière Italienne, laissant supposer un effet mutagène de certaines substances toxiques (Russo et *al.*, 1990 in Bruslé, 2001).

L'évolution de l'action d'un inhibiteur de la synthèse de la chitine, le dimilin (diflubenzuron) sur certains aspects morphologiques, biochimiques et enzymatiques de cette espèce (Beldi, 2007).

NB : le dimilin administré à la concentration 78 ng/l correspondant à la DL₉₀ obtenue à l'égard des larves du 3ème stade de *Culex pipiens*, réduit significativement la croissance linéaire et pondérale des alevins et n'affecte que la croissance pondérale des femelle adultes de *G. affinis*

1.9. Impact de *Gambusia* :

L'impact des poissons sur les écosystèmes a été relativement négligé (Hulbert et al., 1972; Hulbert et Mulla, 1981)

La Gambusie, est très répandue dans les zones humides de l'Algérie ayant été utilisée comme agent de lutte contre les moustiques, agent vecteur du paludisme, elle est capable de coloniser les mares temporaires, les lacs peu profonds, les puits, etc.

Plusieurs taxons (*Daphnia spp*, tous les Calanoïdes à l'exception de *Copidodiaptomus numidicus*, etc) disparaissent ou sont maintenus à une très faible densité du présence de *Gambusia*. Cet impact peut être illustré par des changements dans la faune dans les zones humides (Samraoui, 2002).

Hulbert et Mulla (1981) ont montré que *Gambusia* peut causer des diminutions de l'abondance de ses proies, en particulier le Zooplancton constituant l'élément essentiel de la chaîne trophique des milieux aquatiques.

La Gambusie réduit non seulement quantitativement le Zooplancton mais elle est capable de changer la morphologie et le comportement de ce dernier.

Exp : En présence de substances chimiques libérées par le prédateur vertébré *Gambusia*, *Daphnia magna* réagit à ce stress par des modifications morphologiques et aussi par des variations de paramètres de son histoire de vie (Chakri, 2007).

Des études menées à l'étranger (Fernandez-Delgado, 1989) ou localement (Terki, 1997; Mekki, 1998; Metallaoui, 1999; Hammouda, 1999; Benslimane, 2001; Hammouda, 2007) ont indiqué que *Gambusia affinis* a représenté une menace réelle pour beaucoup d'invertébrés.

Cette espèce est également considérée comme partiellement responsable du déclin de plusieurs espèces d'amphibiens (Gamradt et Kats 1996; Goodsell et Kats, 1999; Hammouda, 2007) et de poissons autochtones (Layachi, 1997; Terki, 1997).

2. Description de la zone d'étude:

2.1. Présentation de la Numidie orientale:

La Numidie orientale abrite un ensemble de zones humides qui a pour limite septentrionale la méditerranée et pour limite méridionale les collines de l'Atlas tellien, coïncidant à l'Est avec la frontière Algero-Tunisienne. La limite occidentale de cet ensemble est marquée par l'oued Seybouse (Samraoui & De Bélair, 1998) (Fig. 4).

La Numidie recèle une grande variété de milieux aquatiques et terrestres (Samraoui & De Bélair, 1998).



Figure 4: Photo satellite de tous les sites suivis (1: Lac Tonga, 2: Lac Oubeira, 3: O. Bouarroug, 4 : Garaat Estah, 5 : Garaat Dakhla.)

2. 2. Présentation des sites d'étude :

2.2.1. Lac Oubeira: (Longitude : 36°50' N, Latitude : 08°23' E)

Le Lac Oubeira 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. La grande ville la plus proche est Annaba à 70 Km à l'Ouest. L'Oubeira est situé près des Lacs Mellah et Tonga (Fig. 5).

Lac endoréique, d'eau douce d'origine naturelle occupant une superficie de 2200 ha de forme subcirculaire. La profondeur maximale est de 4 m (D.G.F, 2003).

Le Lac est alimenté essentiellement par l'Oued Messida et d'une dizaine de petits affluents des collines avoisinantes.

Une ceinture d'Hélophytes indispensable à la nidification des oiseaux d'eau.

Espèces rares et très rares : la châtaigne d'eau *Trapa natans* et le Nénuphar jaune *Nuphar luteum* (seule station en Algérie), le Nénuphar blanc *Nymphaea alba*. Le Polygonum *Polygonum senegalense*, le Scirpe incliné *Scirpus inclinatus* et l'Utriculaire *Utricularia exoleta*.

Par rapport aux zones humides les plus importantes de la région, l'Oubeira occupe une situation stratégique pour les oiseaux d'eau. En effet situé entre le Mellah et le Tonga, il leurs permet de passer aisément d'un plan d'eau à l'autre pour se nourrir et/ou à assurer leur remise (Outhmani, 2000).

La faune piscicole est également constituée par des espèces autochtones telles que le Barbeau, le Mulet et l'Anguille (Kahli, 1996).

Les formations végétales observées sont le chêne liège qui occupe les grès Numidiens et les argiles.

2.2.2. Lac Tonga: (Longitude : 36°50' N, Latitude : 08°23' E)

C'est un lac de type palustre d'eau douce en communication avec la mer Méditerranéenne par un canal artificiel, le Canal Messida.

Il s'étendant sur une superficie de 2500 ha (Belhadj *et al*, 2007) est l'un des sites Ramsar le plus important des zones humides d'Afrique du Nord (Boumezbeur 1993, Samraoui & De Belair, 1998).

Il est situé à l'extrême Nord-est de l'Algérie et fait partie du parc national d'El-Kala classé parmi les aires protégées de la région méditerranéenne ayant la nomenclature de réserve de la biosphère (Fig. 6)

La végétation aquatique abondante de ce lac joue un rôle prépondérant dans la répartition des espèces d'oiseaux d'eau en offrant à la fois l'abri et l'aliment.

Elle est principalement composée par des ilots de *Typha angustifolia*, *Iris pseudoacorus*, *Scirpus lacustris*, *S. maritimus*, *Phragmites australis*, *Salix pedicellata* et *Sparganium erectum*. En printemps, nous assistons à l'émergence et la floraison d'une hydrophyte très envahissante des espaces d'eau libres *Nymphaea alba* (Abbaci 1998)

Site d'hivernage, pour plus de 25000 anatidés et foulques (Chalabi & Van Dijk, 1988 in Nedjah, 2011).

Le deuxième site le plus important en Algérie pour les oiseaux nicheurs (Samraoui & Samraoui, 2008). Il a une importance internationale grâce à non seulement aux oiseaux nicheurs mais aussi à la richesse de la flore et au nombre d'espèces d'invertébrés (Morgane, 1982).

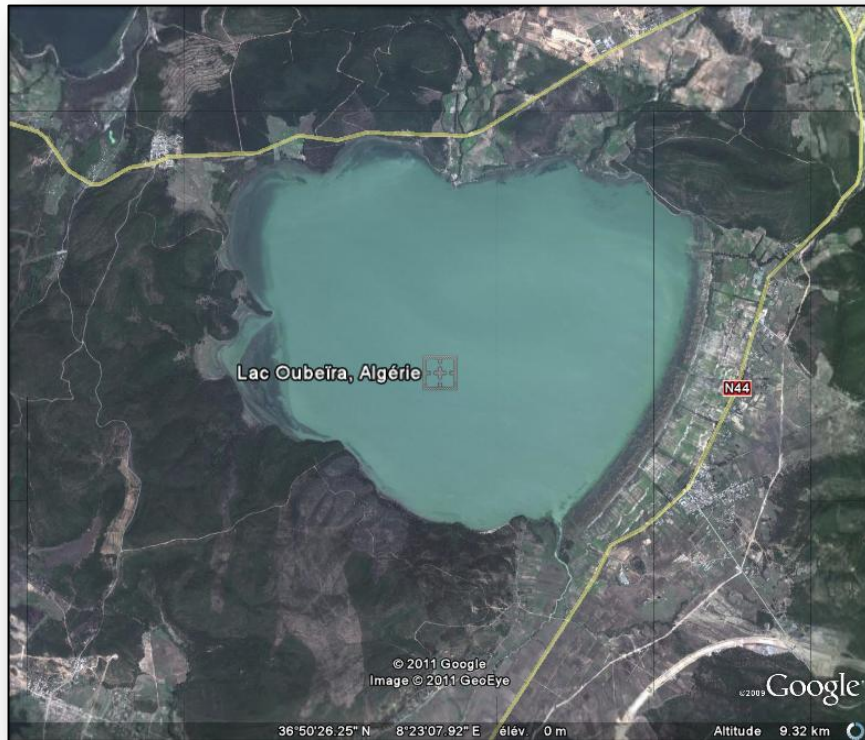


Figure 5 : Photo satellite du lac Oubeira

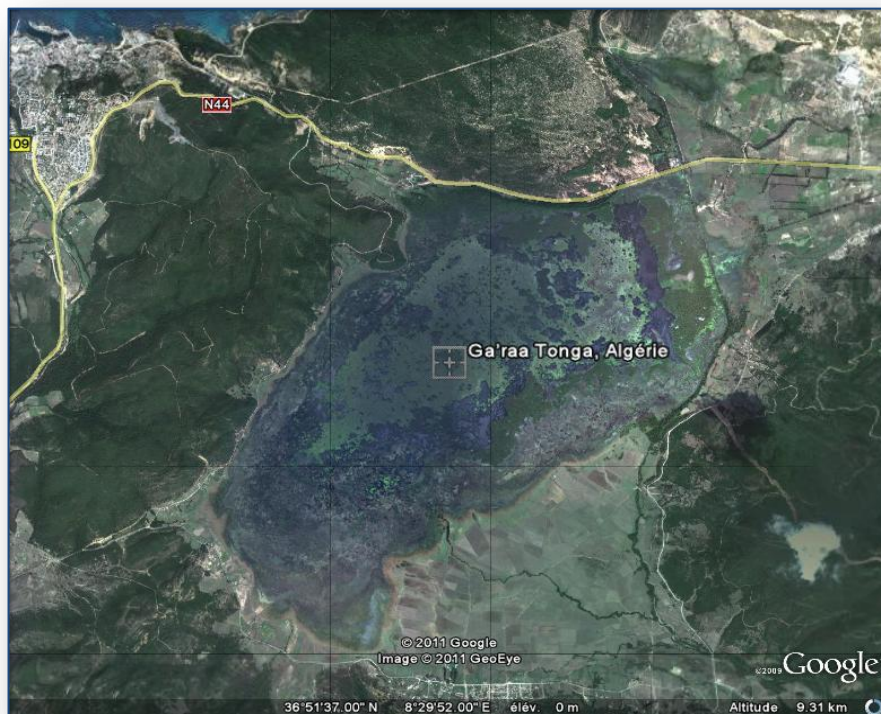


Figure 6 : Photo satellite du lac Tonga

2.2.3. Oued Bouarroug :

De débit moyen, cet oued est à une dizaine de Kilomètre à l'Ouest de la ville d'El Kala Il traverse, sur une grande partie de son cours, la réserve de Brabtia pour se jeter dans le lac Mellah où il forme un véritable delta au sud de ce lac (Fig. 7). Au niveau de l'estuaire de l'oued où l'altitude est très faible (2 mètres en moyenne), les eaux s'évacuent difficilement, car gênées par le talus qui nait à mi-distance entre les oueds Erribet et Mellah. Seule la violence des eaux pluviales hivernales leur permet de se frayer un chemin jusqu'au lac (De Bélair, 1990).

Une véritable ripisylve riche en espèce végétales orne Oued Bouarroug, on y trouve : *Laurus nobilis*, *Alnus glutinosus*, *potamogeton nodosus*, *Lythrum salicaria* et *Osmonda regalis*.

L'entomofaune est riche et diversifiée on y trouve plusieurs espèces d'Odonates, d'Hémiptères, de Coléoptères et de Syrphes (Djellab, 1993 ; Benchallel, 1994).

2.2.4. Garaet Dakhla et Estah :

Ce sont deux étangs dunaires situés à quelques Kilomètres à l'est de l'embouchure de la Mafragh (Fig. 8), occupant une position intéressante, étant pratiquement à l'interface des dunes et de la plaine alluviale de la Mekhada (Layachi, 1997).

Ce sont des étangs peu profonds d'une superficie de 6 ha pour G. Dakhla et de 2 ha pour G. Estah et caractérisées par des sols sablo- tourbeux. En effet, le substrat est un mélange de sable dunaire et de tourbe.

Les deux étangs sont occupés par une végétation très dense dominée par des Hélophytes (*Phragmites australi* et *Scirpus lacustris*, *Typha aungustifolia*, *Typha latifolia*, *Cladium mariscus*, et divers *Carex*) (Mekki, 1998).

Peu d'études ont été faites sur ce site, une étude d'ingénieur a révélé la présence de 28 taxa faunistiques et 122 espèces végétales dont 12 rares (Layachi, 1997, Samraoui Chenafi, 2009).

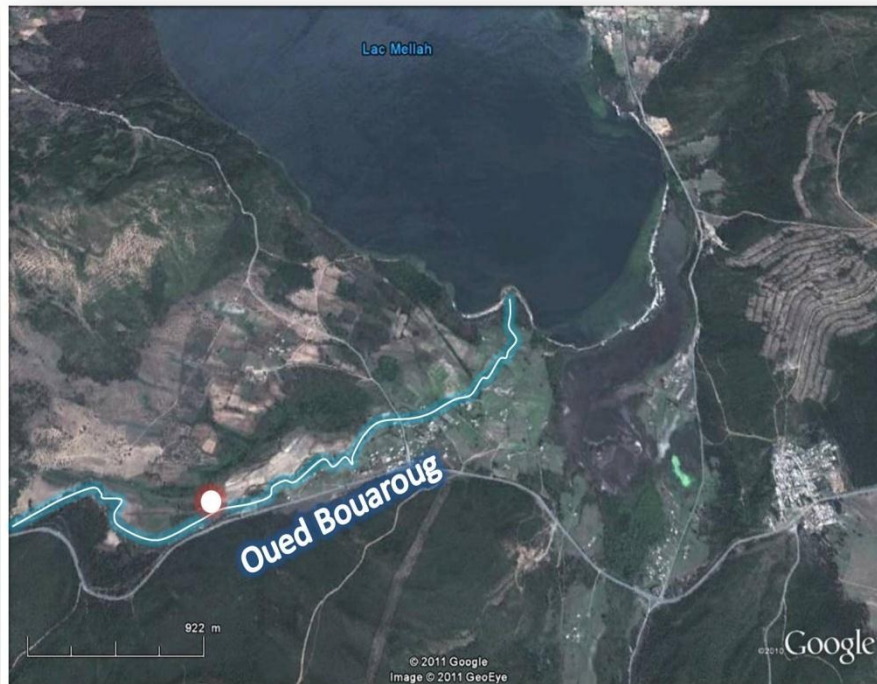


Figure 7: Photo satellite d'Oued Bouaroug



Figure 8: Photo satellite de G. Dakhla et G. Estah

2. 3. Climatologie :

La région Nord-est de l'Algérie a un climat Méditerranéen qui se distingue des autres types de climat par l'abondance d'une saison pluvieuse pendant les mois froids et d'une saison sèche pendant les mois chauds.

2. 3. 1. La température :

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 1984).

D'après (Seltzer, 1946) la température dépend de l'altitude, de la distance du littoral et de la topographie. Les mois les plus froids sont janvier et février pour la région d'El-Kala et la région d'Annaba, alors que Juillet et Août constituent les mois les plus chauds pour les deux régions (Tableau 1)

2. 3. 2. La pluviométrie :

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres, mais aussi pour certains écosystèmes limniques tels les mares et les lacs temporaires, et les lagunes saumâtres soumises à des périodes d'assèchement (Ramade, 1984).

Les précipitations sont régulées par trois autres facteurs : l'altitude, la longitude (elles augmentent de l'ouest vers l'est) et la distance à la mer. (Touati, 2008).

Le mois de décembre est le mois le plus arrosé pour El Kala et Annaba (Tableau 1, 2)

2. 3. 3. L'humidité :

La forte humidité de la région est causée par la forte évaporation de nombreuses zones humides et la proximité de la mer. Elle est invariable au cours de l'année. Les valeurs minimales ont été observées respectivement au mois de juillet pour la région d'EL Kala et d'Annaba. Les valeurs maximales ont été observées au mois de décembre pour la région d'EL Kala et au mois de janvier pour celle d'Annaba (Tableau 1, 2).

2. 3. 4. Les vents :

Les vents du Nord-ouest sont prédominants, surtout en hiver, et leur stabilité depuis le quaternaire est attestée par l'orientation des dunes dans toute la Numidie (Samraoui & De Bélair, 1998).

Tableau 1 : Valeurs météorologiques de la région d'EL-Kala

Mois	Précipitations moyennes (mm)	Température (°C)			Humidité moyenne (%)	Fréquence moyenne de vents (km/h)
		Moyenne	Max	Min		
Janvier	85.19	10.96	16.15	6.66	77.36	13.86
Février	64.16	11.27	16.60	6.49	76.94	14.26
Mars	35.77	13.63	19.41	8.11	73.82	13.73
Avril	52.09	15.64	21.50	9.86	72.99	13.94
Mai	38.00	19.02	24.62	13.28	74.00	13.13
Juin	7.14	23.00	28.99	16.78	69.48	13.77
Juillet	2.46	25.39	31.20	19.26	68.86	14.58
Août	13.29	26.02	31.84	20.14	69.01	14.01
Septembre	52.15	23.38	29.07	18.07	72.42	13.36
Octobre	43.69	20.63	27.08	15.08	72.18	12.40
Novembre	107.47	15.89	21.57	11.22	75.94	13.69
Décembre	133.42	12.17	17.39	7.84	77.49	14.66

Source : Station météorologique d'EL-Kala (1997-2006) (Touati, 2008)

Tableau 2: Valeurs météorologiques de la région d'Annaba

Mois	Température	Précipitations moyennes (mm)	Humidité moyenne (%)	Fréquence moyenne de vents (m/s)
	Moyenne (°C)			
Janvier	11,06	97.42	78.7	3.46
Février	11,39	78.69	76.8	3.51
Mars	13,28	49.75	75.2	3.5
Avril	15,17	64.23	74.2	3.4
Mai	18,69	43.13	74.9	3.24
Juin	22,68	12.25	72.6	3.23
Juillet	25,04	3.03	69.9	3.44
Août	26,13	13.23	71.9	3.35
Septembre	22,59	37.32	73.5	3.2
Octobre	19,81	61.83	74.6	3.01
Novembre	15,36	86.94	75.9	3.2
Décembre	13,22	123.06	77	3.62

Source : Station météorologique des Salines (1990-2005) (Touati, 2008)

2.4. Bioclimat :

2.4.1. Climagramme d'Emberger :

Le climagramme d'Emberger permet de caractériser le climat d'une région et de les classer dans un étage bioclimatique.

Le coefficient pluviométrique d'Emberger est calculé selon la formule adopté par Stewart (1969) à savoir : la pluviométrie et la température :

$$Q = \frac{p \ 1000}{[M+m] \ 1/2 \times [M-m]}$$

Q = quotient pluviométrique

P = précipitations moyennes annuelles

M= température des maxima du mois le plus chaud (°K)

m = température des minima du mois le plus

➤ Le quotient pluviométrique de la région d'El Kala Q= 81.68

La Numidie est localisée dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver chaud (Fig.9).

2.4.2. Diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gaussen :

Pour l'élaboration du diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gaussen (1957), nous avons tenu compte des données climatiques bien précises qui sont les précipitations annuelles et les températures moyennes étalées sur plusieurs années des deux stations. Le but est de déterminer la période sèche et la période humide. Les courbes ombro-thermiques (Fig.10, 11) ainsi établies, nous ont permis de visualiser deux saisons distinctes :

- une saison sèche de Mai à Septembre
- une saison humide d'Octobre à Avril

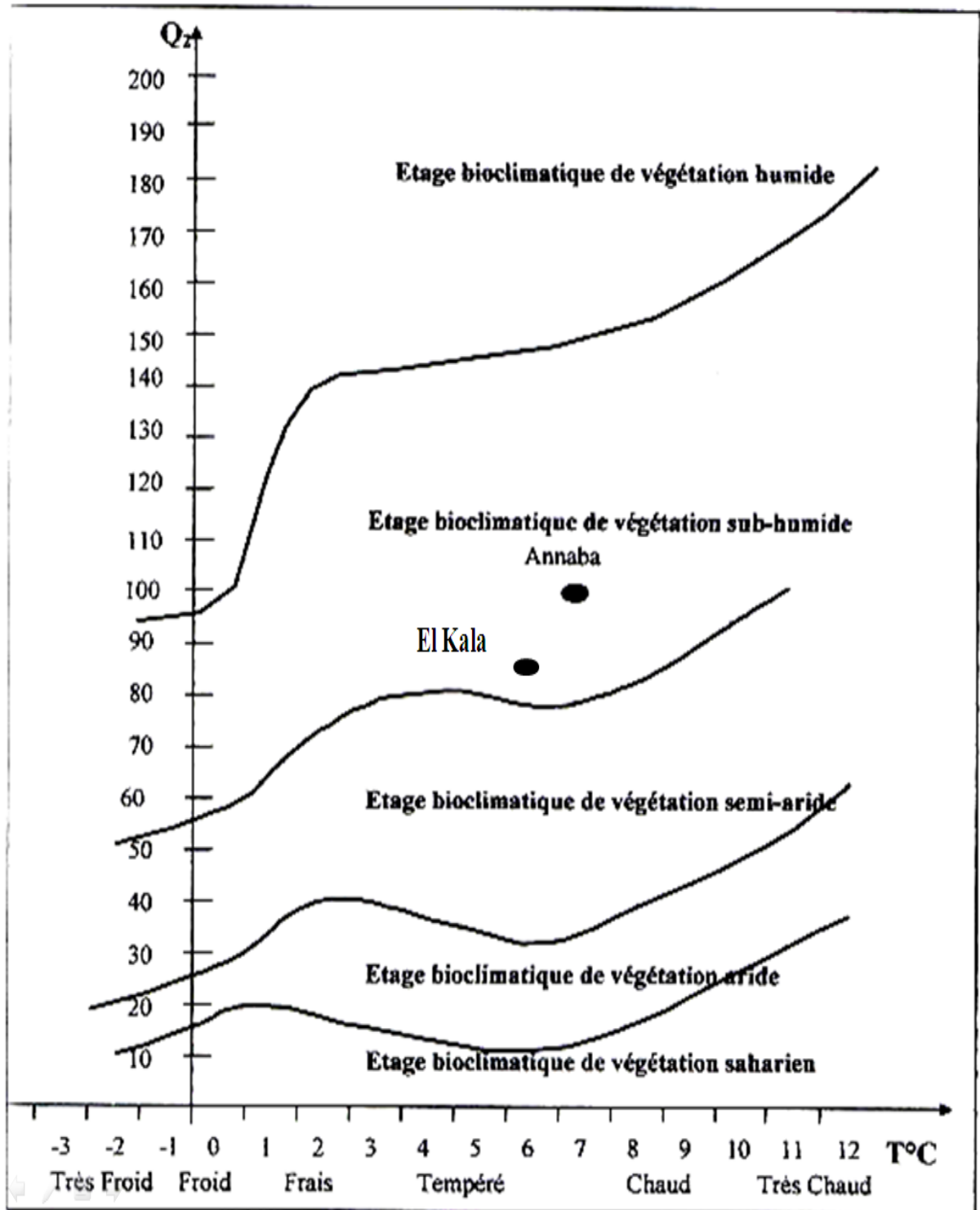


Figure 9 : Situation des stations météorologiques de référence pour le climat de la Numidie dans le climagramme d'Emberger.

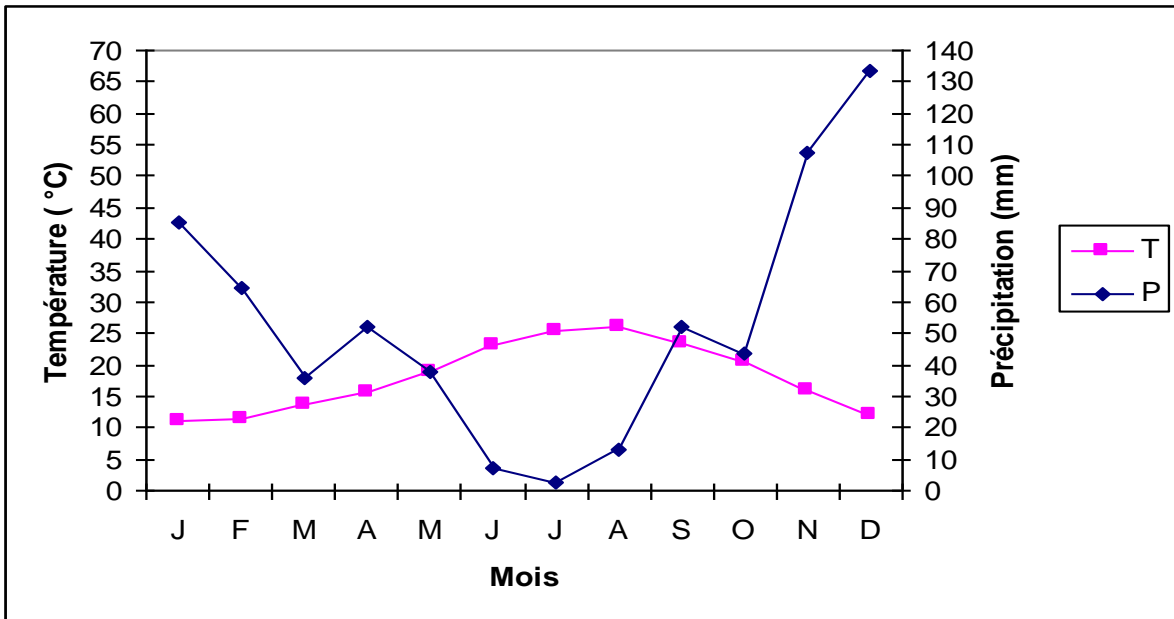


Figure 10 : Diagramme ombro-thermique de la région d'El Kala (Touati, 2008).

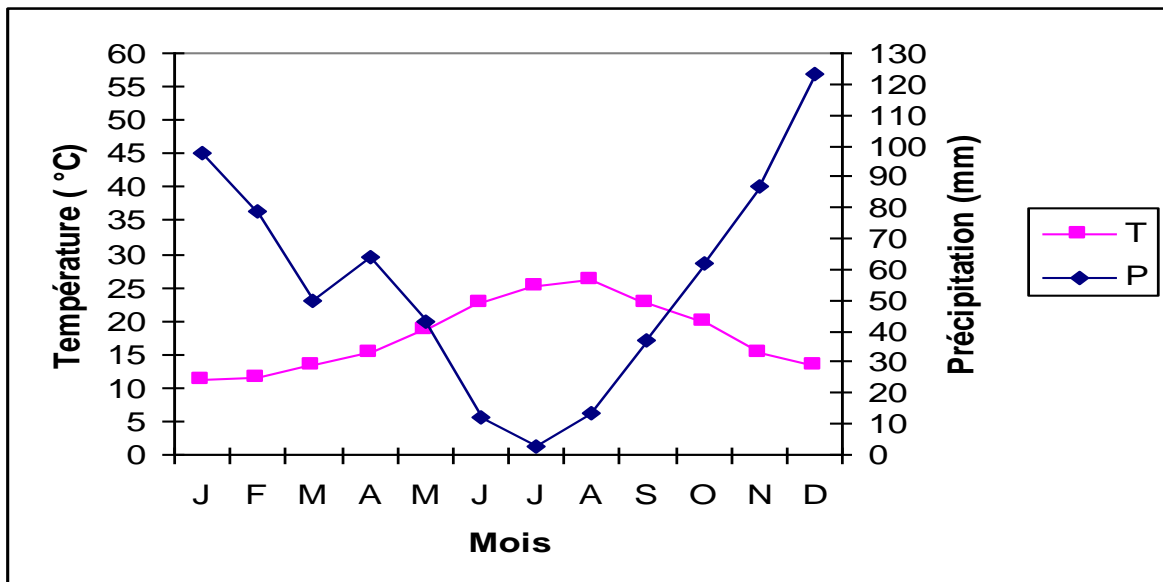


Figure 11 : Diagramme ombro-thermique de la région de Annaba (Touati, 2008).

3. Matériel et méthodes

3.1. Travail du terrain

3.1.1. Choix des sites :

Nous avons choisis les sites d'étude selon les critères suivant :

- Les cinq sites appartiennent à la même région (Numidie orientale). Ils partagent ainsi des conditions climatiques semblables.
- Les sites sélectionnés ne partagent pas le même substrat.
- Présence de poissons (*Gambusia holbrooki*) dans tous les sites.
- L'intérêt écologique et hydrologique qui caractérise ces sites.

Deux sites classés comme site d'importance internationale par la convention de RAMSAR. Il s'agit des lacs Tonga et Oubeira.

Un Oued à débit moyen : l'Oued Bouarroug qui constitue un important affluent du lac Mellah.

L'originalité et la richesse biologique de deux étangs dunaires Estah et Dakhla (Layachi, 1997 ; Mekki, 1998).

3.1.2. Stations d'études :

Les stations d'échantillonnage ont été choisies dans des endroits assez dégagés de végétation et facilement accessibles, au total 5 stations ont été choisies, une station dans chaque site (Fig. 12).

3.1.3. Echantillonnage :

Les échantillons de *G.holbrooki* ont été récoltés une fois par mois sur une période de 12 mois allant de Mai 2010 à Avril 2011. L'échantillonnage a eu lieu entre 09 heures et 13 heures. La technique de récolte consistait à utiliser :

- ✓ Une épuisette d'un 02 mm de vide de maille.
- ✓ Les spécimens sont immédiatement fixés sur place dans du formol à 5%
- ✓ Sur les mêmes stations, chaque relevé est précédé par la mesure de la conductivité et la température de l'eau.

Pour la récolte des Gambusies, nous avons adopté un échantillonnage basé sur le nombre des coups d'épuisette (30 coups).



Garaat Estah



Garaat Dakhla



Oued Bouarroug



Lac Oubeira



Lac Tonga

Figure 12 : Représentation photographique des sites d'études.

3. 2. Travail de laboratoire :

La partie expérimentale a été basée sur la biométrie et la dissection des spécimens appartenant aux deux sexes.

3. 2. 1. Techniques biométriques :

3. 2. 1. 1. Mensurations et pesées:

La longueur totale (LT), est la distance entre l'extrémité de la nageoire caudale et le museau où le poisson doit être bien étalé sur une règle (Fig. 13b).

Les individus ont été pesés à l'aide d'une balance Pocket S-250 d'une précision de 1/10 de milligramme, après leur séchage sur du papier buvard (Fig. 13a).

3. 2. 1. 2. Dissection :

Le poisson est placé sur un petit polystyrène et fixé latéralement par des pinces au niveau de l'orifice buccal et de la nageoire caudale.

Sous binoculaire à l'aide d'un bistouri, nous procédons à l'incision depuis l'orifice uro-génital jusqu'aux opercules puis nous écartons le tégument recouvrant la cavité générale, ensuite nous coupons le tube digestif depuis le début de l'œsophage jusqu'à l'orifice anal.

3. 2. 2. Examen des contenus intestinaux :

Chaque tube digestif est ouvert par incision longitudinale au dessus d'une boîte de Pétrie. Le contenu intestinal est prélevé, déposé et étalé sur une lame en verre. On y ajoute deux gouttes de glycérine ; le contenu digestif est recouvert d'une lamelle, le pourtour de celle-ci est entouré de vernis à ongles. Chaque lame est munie d'une étiquette, où l'on note :

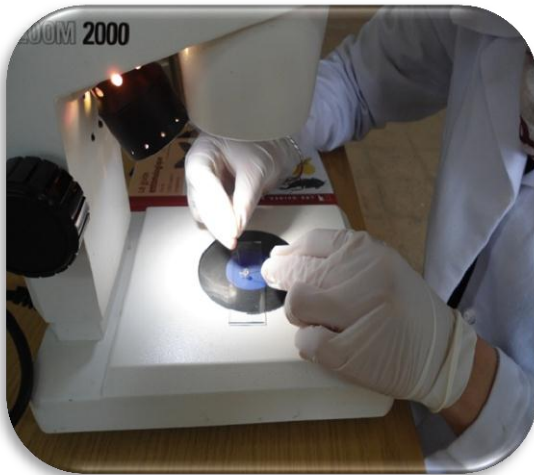
- La date de capture de l'animal.
- Le site de prélèvement et le sexe.



a- Balance Pocket S-250



b- Pied à coulisse



c- Loupe binoculaire
Leica 2000



d- Lames et lamelles



e- Microscope Optique
Leica [3]



f- Trousse à dissection [4]

Figure 13 : Schémas représentatifs du matériel utilisé

3. 2. 3. Détermination et analyse des différentes proies ingérées :

Les analyses ont porté sur l'ensemble du tube digestif, de l'œsophage à la partie anale (Hynes, 1950; Hyslops, 1980) et non pas uniquement sur le premier tiers du tube comme le suggèrent certains auteurs (Ponton & Gerdeaux, 1980) en raison de la dégradation moins avancée dans cette partie.

Pour chaque tube digestif, La détermination des proies est effectuée jusqu'au niveau taxonomique le plus précis possible à l'aide des clés de déterminations et des guides (Engelhardt, 1998; Tachet, 2000; Bouchard, 2004) en s'appuyant sur la forme, l'aspect, les ornements de la cuticule, la couleur, la brillance et la taille des pièces importantes comme les têtes, les antennes, les mandibules, les maxilles, les pattes, les ailes, etc. Les proies ingérées ont été déterminées. Pr Samraoui a aussi fait une vérification des taxons identifiés.

3. 2. 4. Méthodes appliquées à l'étude du régime alimentaire :

Les méthodes de traitement du régime alimentaire des poissons ont fait l'objet de nombreux travaux; elles varient selon les objectifs à atteindre. Les techniques traditionnelles font appel au comptage du nombre d'individus par type de proies, au poids (ou au volume) et aux occurrences (indices ou fréquences).

3. 2. 4. 1. L'analyse qualitative qui donne une liste aussi complète que possible des différentes proies consommées.

3. 2. 4. 2. L'analyse quantitative qui complète la précédente, et permet de préciser l'importance relative des différentes proies, d'évaluer la capacité nutritionnelle de l'espèce et de mettre en évidence les variations éventuelles du régime alimentaire en fonction de la taille des poissons et de la saison (Quiniou, 1978 in Bounaceur, 1997).

Les résultats des analyses des contenus stomacaux sont exprimés à l'aide des méthodes classiques décrites dans la littérature (Hynes, 1950; Hureau, 1970; Hyslop, 1980) :

- La méthode numérique.
- La méthode volumétrique.
- La méthode pondérale.

La méthode numérique qui est qualitative et quantitative est la plus souvent utilisée, car elle est rapide, le temps nous a manqué pour adopter les méthodes volumétrique et pondérale qui auraient pu apporter plus de précisions à nos analyses.

3. 2. 5. Définition des indices et du coefficient employés :

Les indices employés sont :

3. 2. 5. 1. Indice de fréquence d'une proie (F) :

C'est le rapport exprimé en pourcentage, entre le nombre (**n**) de poissons dont l'estomac contient une proie déterminée (**p**) et le nombre total d'estomac pleins examinés (**NI**).

$$F = (n / NI) \times 100$$

La somme des fréquences des différentes proies est en générales supérieure à 100 car plusieurs types d'organismes peuvent se trouver simultanément dans le même estomac.

3. 2. 5. 2. Le pourcentage en nombre (Cn) :

Est le rapport entre le nombre d'individus d'une proie déterminée (**P**) et le nombre total des proies ingérées (**Np**).

$$Cn = (P / Np) \times 100$$

Le coefficient utilisé est :

3. 2. 5. 3. Coefficient de vacuité (Cv) :

C'est le rapport exprimé en pourcentage, entre le nombre d'estomacs vides (**Ev**) et le nombre total d'estomacs examinés (**N**).

$$Cv = (Ev / N) \times 100$$

Hureau (1970) a classé les différents groupes de proies composant le régime alimentaire du poisson en trois catégories d'après leur fréquence **F**. Pour notre part, nous retiendrons cette façon de voir en répartissant nos proies en trois catégories d'après la valeur de l'indice **F**.

F < 10% : proies accidentelles, qui n'ont aucune signification particulière dans le régime alimentaire.

10% < **F** < 50% : proies secondaires, qui représentent une nourriture d'appoint ou de remplacement lorsque la nourriture principale fait défaut.

F > 50% : proies préférentielles, qui peuvent satisfaire seules les besoins énergétiques de leur prédateur.

3. 2. 5. Indices écologiques appliqués au régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* :

3. 2. 5. 1. L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H) ; d'après Ramade (1984), il permet d'évaluer la diversité réelle d'un peuplement dans un biotope (dans notre cas, la diversité des proies). Sa valeur varie de 0 (une seule espèce) à $\log_2 S$ (lorsque toutes les espèces ont la même abondance), S étant la richesse spécifique. Cet indice est calculé à partir de la formule suivante :

$$H = - \sum P_i \log_2 P_i$$

Où

H : indice de diversité (en bits) ; **P_i**: le rapport du nombre de proies d'une catégorie alimentaire au nombre total des proies de toutes catégories confondues :

$$P_i = n_i / N$$

Log₂ : le logarithme à base de 2.

3. 2. 5. 2. L'indice d'équitabilité (E) ou d'équirépartition : correspond au rapport de la diversité observé **H** à la diversité maximale **Hmax**, soit :

$$E = H / H_{\max}.$$

Où

E varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspondent à une seule espèce du peuplement, celui-ci est en déséquilibre. Elle tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus. Les populations en présence sont équilibrées entre elles (Ramade, 1984).

Hmax est égale $\text{Log}S$ où **S** est la richesse totale ou spécifique.

4. 1. Résultats:

Au terme de ce travail essentiellement consacré à l'étude du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* dans cinq zones humides de la Numidie orientale, il nous paraît intéressant de présenter les principaux résultats auxquels nous avons abouti.

4. 1. 1. Influence des variables abiotiques sur les écosystèmes :

4. 1. 1. 1. La température de l'eau:

La température est le facteur écologique fondamental de toute première importance. Elle joue un rôle dans le contrôle des activités métaboliques et la répartition biogéographique de l'ensemble des espèces, soit d'une manière directe, soit en relation avec d'autres facteurs écologiques.

La courbe de l'évolution de la température mensuelle moyenne de l'eau dans les cinq sites (Fig. 14), a indiqué une variation entre (29,34 °C ± 2,84) au mois de septembre et (14,04, °C ± 3,55) pour le mois de février.

4. 1. 1 .2. La conductivité:

La conductivité, qui est l'inverse de la résistivité est liée à la teneur en sels minéraux (électrolytables) dissous dans l'eau. On la mesure à l'aide d'une sonde qui traduit l'aptitude à laisser passer un courant. Elle varie selon la concentration ionique de l'eau et se mesure à l'aide d'un conductimètre. L'unité est le Siemens S (Claude et *al.*, 2003).

Les courbes de l'évolution mensuelle de la conductivité (Fig. 16) dans les 5 sites, au cours de notre période d'étude de Mai 2010 à avril 2011 ont montré des fluctuations importantes, qui varient de 411 à 1184 µs/cm au lac Tonga et de 498 à 1616 µs/cm au lac Oubeira.

A Oued Bouarroug la conductivité était presque stable pendant les 10 mois, quant aux Garaat Estah et Garaat Dakhla, ils ont représenté des fluctuations similaires. La conductivité a diminué pendant l'hiver et a augmenté légèrement au printemps.

Les faibles valeurs ont été obtenues à Garaat Estah, où elles ont été de l'ordre de 275 et 317 µs/cm au cours des mois de mars et avril.

Les valeurs les plus élevées ont été obtenues au lac Oubeira, avec un maximum de 1616 $\mu\text{s}/\text{cm}$ au moi de septembre.

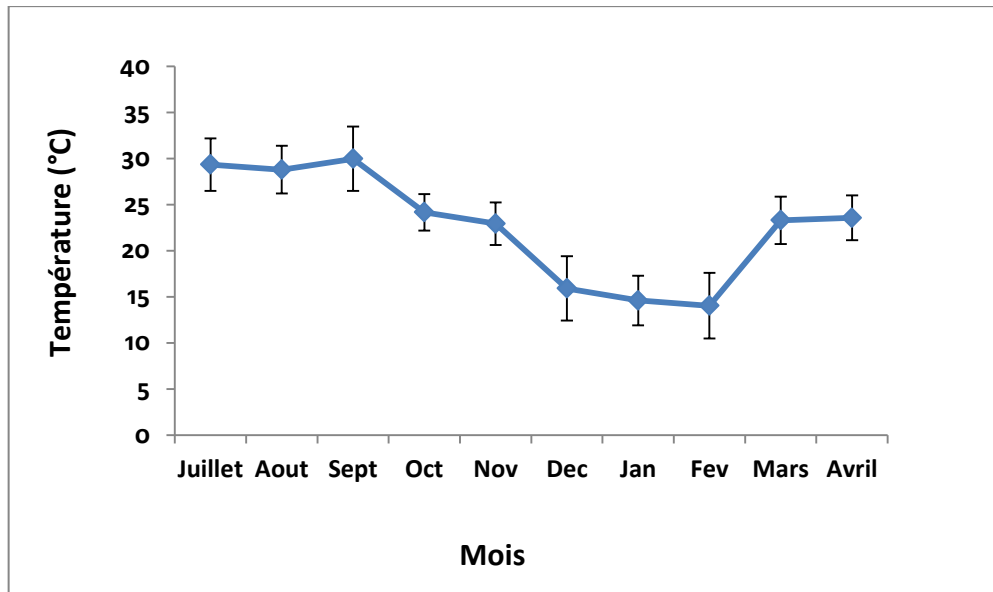


Figure 14 : Variation mensuelle moyenne de la température de l'eau dans les cinq sites étudiés.

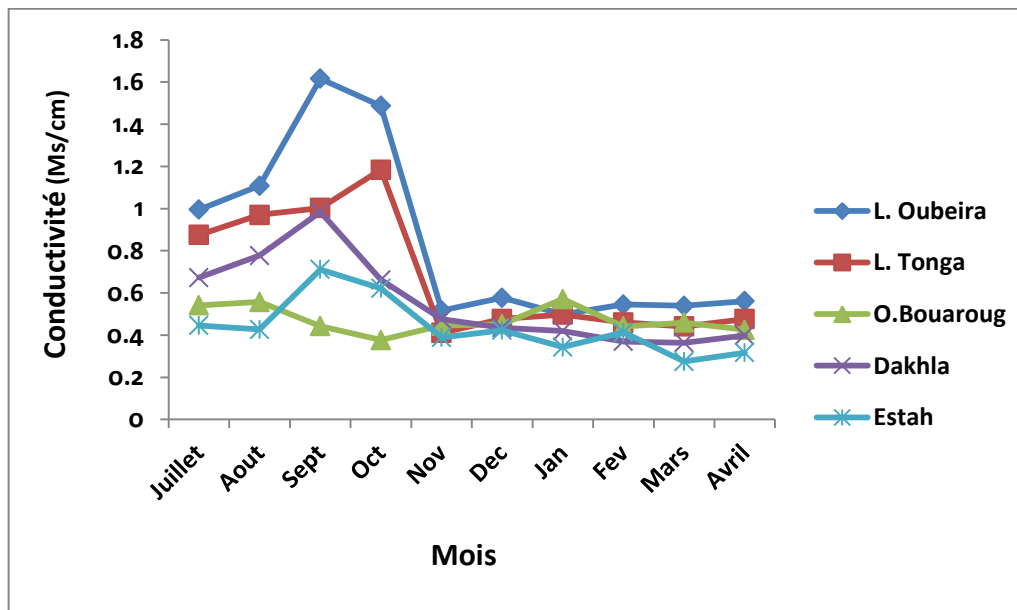


Figure 15 : Variation mensuelle de la conductivité dans les cinq sites étudiés

4. 1. 2. Analyses globales du régime alimentaire :

La connaissance de l'alimentation des poissons en milieu naturel est une étape indispensable à la compréhension de leur biologie et de leur écologie. En particulier, l'analyse des contenus stomacaux permet de déterminer la composition du régime alimentaire et comprendre les relations trophiques entre prédateur et les différentes ressources vivantes du milieu.

Cette étude s'est portée sur 1107 individus mesurant entre 16 et 53 mm, soit 265 individus au lac Tonga, 239 individus au lac Oubeira, 270 individus à Oued Bouarroug, 168 individus à Garaat Estah et 165 à Garaat Dakhla.

Les résultats ont été présentés graphiquement comme suit :

La fréquence (**F**) par un histogramme.

La composition en nourriture (**Cn**) par un diagramme circulaire.

Les proies dont le **Cn** est inférieur à 0.1 % ont été classées comme divers.

4. 1. 2. 1. Au lac Tonga :

Un total de 265 tubes digestifs de *G. holbrooki* a subi une analyse du contenu digestif. Dans ces derniers, on a identifié 1700 proies appartenant à quatre groupes zoologiques : Zooplanctons, Insectes, Arachnides et Mollusques (Tableau 3).

Tableau 3 : Analyse globale du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* au lac Tonga

Proies	Nombre de proies	Nombre d'intestins examinés	Fréquence F	Pourcentage en nombre Cn
Zooplanctons				
Cladocères	756	90	35.01	44.47
Copépodes	277	68	26.46	16.29
Rotifères	2	2	0.77	0.11
Ostracodes	94	15	5.83	5,52
Insectes				
L. Diptères	304	104	40.46	17.88
Diptères Adultes	16	12	4.67	0,94
L. Hémiptères	78	34	13.23	4,58
L. Ephéméroptères	26	43	16.73	1,53
Hyménoptères	11	7	2.72	0,64
L. Coléoptères	33	23	8.95	1,94
Coléoptères Adultes	12	8	3.11	0,7
Collemboles	42	15	5.83	2,47
Odonates	6	6	2.33	0,35
Insectes indéterminées	6	6	2.33	0,35
Arachnides				
Hydracariens	22	14	5.44	1,3
Araignées	7	7	2.72	0,41
Mollusques				
Gastéropodes	8	5	1.94	0,47

Cn : Pourcentage en nombre.

F : Fréquence d'occurrence.

Aucune proie ou groupe de proies n'a possédé une fréquence supérieure à 50%.

Les larves de Diptères ont représenté la principale source de nourriture avec une fréquence de l'ordre de 40,46% (Fig. 16 et 17)

Le Zooplancton a occupé la 2^{ème} place dans le régime alimentaire de *Gambusia* représenté principalement par les Cladocères et les Copépodes, leurs fréquences ont été de l'ordre de 35,01 % et 26,46 % respectivement.

Les Ostracodes et les Rotifères participaient avec des fréquences de 5,83 % et de 0,77 % respectivement.

Toutefois, les Ephéméroptères, les Hémiptères et les larves de Coléoptères semblent être bien présents, avec des fréquences supérieures à 10% (Proies secondaires).

En outre, les autres proies ont été les moins fréquentes, ne représentant qu'un apport énergétique infime.

Tableau 4 : Coefficient de vacuité globale

Sites	Tonga	Oubeira	Oued-Bouarroug	Estah	Dakhla
Coefficient de vacuité (%)	3,01	6,27	5,18	3,57	5,45

Toutefois, le coefficient de vacuité a été le moins élevé par rapport aux autres sites (3,01%) indiquant que les poissons prélevés dans ce site se nourrissaient activement.

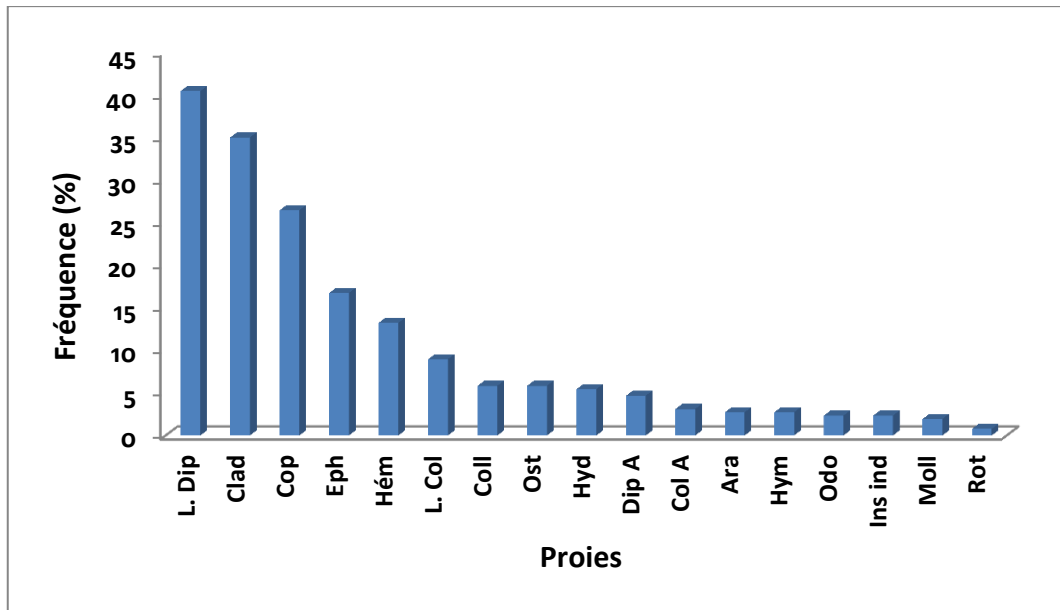


Figure 16 : Composition globale du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* au lac Tonga

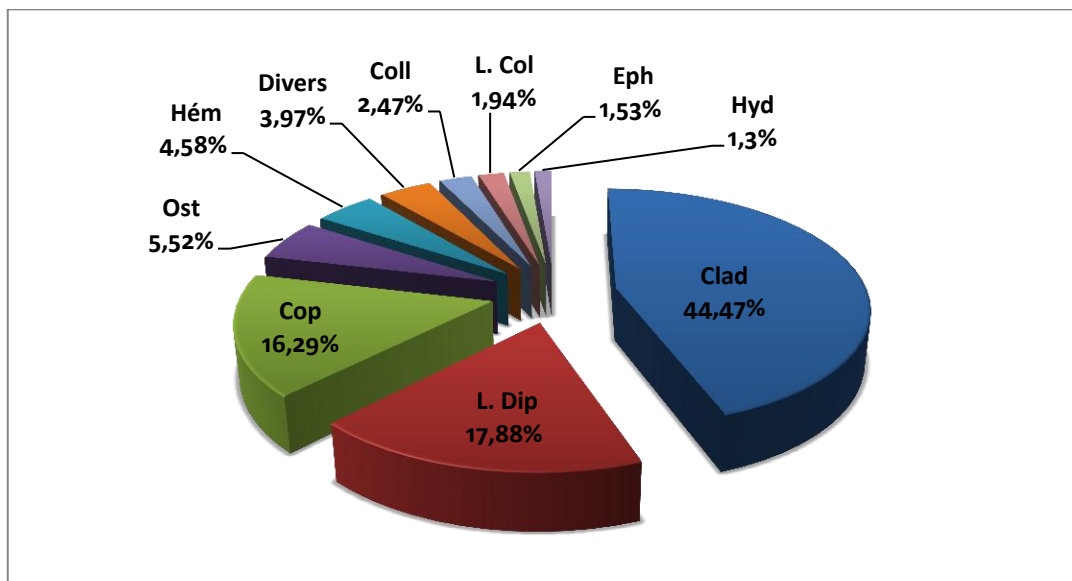


Figure 17 : Spectre du régime alimentaire global de *Gambusia holbrooki* au lac Tonga

4. 1. 2. 2. Au lac Oubeira :

Les échantillons analysés proviennent de 239 individus avec un total de 2307 proies.

La proie préférentielle est constituée majoritairement de Cladocères avec une fréquence de 50,9 % et une importance numérique de 45,16 % (Fig. 18 et 19).

Les Copépodes ainsi ont occupé la deuxième place dans le spectre alimentaire de *Gambusia* en participant comme proies secondaires (Tableau 5).

Parmi les autres proies secondaires, on a noté la présence des groupes Zoologiques suivants :

- Diptères larves avec une fréquence de 45,53 %
- Larves de Coléoptères avec une fréquence de 16,51 %
- Collemboles avec une fréquence de 14,73 % et les Hydracariens avec une fréquence de 10,26 %.

Les Odonates (Larves Zygoptères), les Ephéméroptères et les insectes indéterminés, ont présenté des fréquences inférieures à 10 %, elles ont été de l'ordre de 1,78 %.

Les autres proies ont été classées comme proies moins abondantes et ne figuraient que dans un nombre réduit du contenu digestif.

Au lac Oubeira, le coefficient de vacuité a été le plus élevé par rapport aux autres sites (6,27%) indiquant que les *Gambusies* se nourrissaient moins.

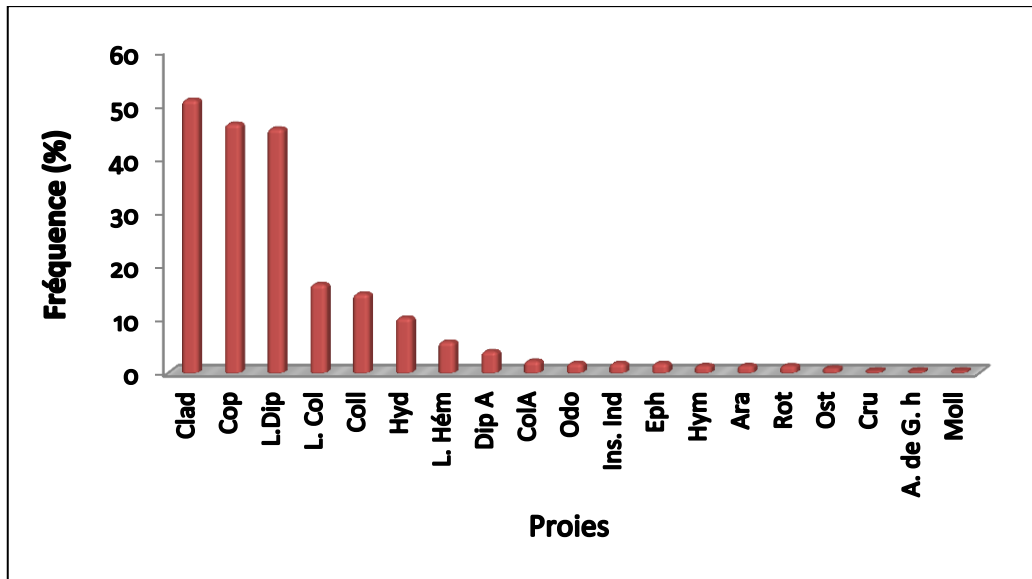


Figure 18 : Composition globale du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* au lac Oubeira

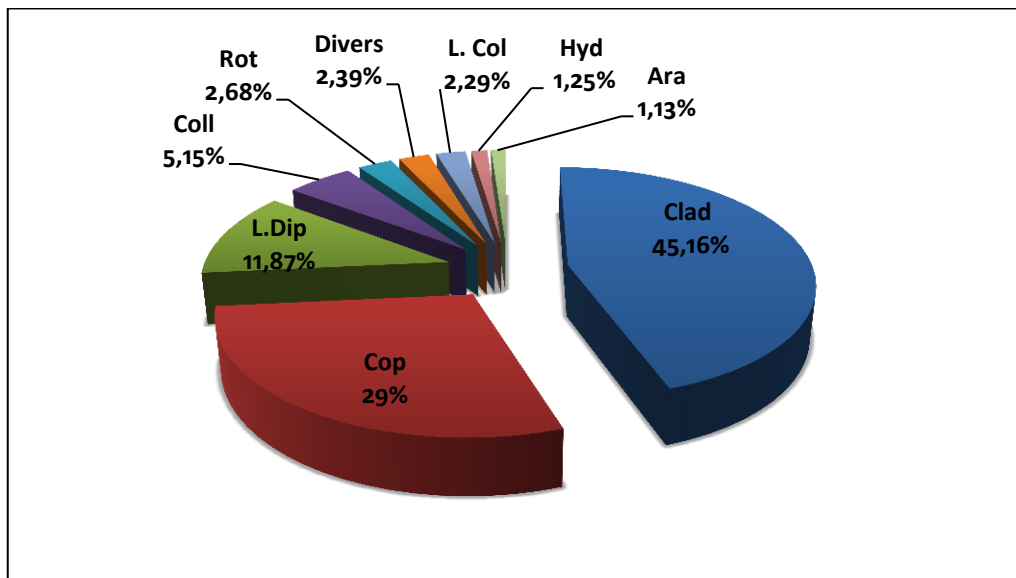


Figure 19 : Spectre du régime alimentaire global de *Gambusia holbrooki* au lac Oubeira

Tableau 5: Analyse globale d'un régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* au lac Oubeira

Proies	Nombre de proies	Nombres d'intestins examinés	Fréquence F	Pourcentage en nombre Cn
Zooplanctons				
Cladocères	1042	114	50,9	45,16
Copépodes	669	104	46,42	29
Rotifères	62	3	1,33	2,68
Ostracodes	2	2	0,9	0,08
Crustacés				
Isopodes	1	1	0,44	0,04
Insectes				
Diptères Adultes	10	9	4,01	0,43
L. Diptères	274	102	45,53	11,87
L. Hémiptères	16	13	5,8	0,7
L. Epheméroptères	5	4	1,78	0,21
Hyménoptères	4	3	1,34	0,17
Coléoptères Adultes	5	5	2,23	0,21
L. Coléoptères	53	37	16,51	2,29
Collemboles	119	33	14,73	5,15
Odonates	4	4	1,78	0,17
Insectes indéterminés	6	4	1,78	0,26
Poissons				
Alevins de <i>G. holbrooki</i>	1	1	0,44	0,04
Arachnides				
Hydracariens	29	23	10,26	1,25
Araignées	3	3	1,34	1,13
Mollusques				
Gastéropodes	2	1	0,44	0,08

Cn : Pourcentage en nombre.

F : Fréquence d'occurrence.

4. 1. 2. 3. A Oued Bouarroug :

Les échantillons analysés, provenant de 270 individus, ont permis de dénombrer un total de 1455 proies (Tableau 6).

Les insectes ont été presque exclusivement des Diptères consommés sous forme de larves avec une fréquence de 44.53% (Fig. 20).

Les Cladocères et les Copépodes ont représenté aussi l'essentiel des proies ingérées par *Gambusia holbrooki*. (Fig. 21).

Les Collemboles, les Hyménoptères, les Coléoptères (larves et adultes), les Ephéméroptères ainsi que les Hémiptères et les Diptères adultes formaient aussi une part assez importante dans l'alimentation de ce poisson.

Cependant, on a noté la présence d'autres catégories alimentaires accidentelles telles que les Odonates, les Mollusques et l'alevin de ce poisson.

Le Coefficient de vacuité est de 5.18 %.

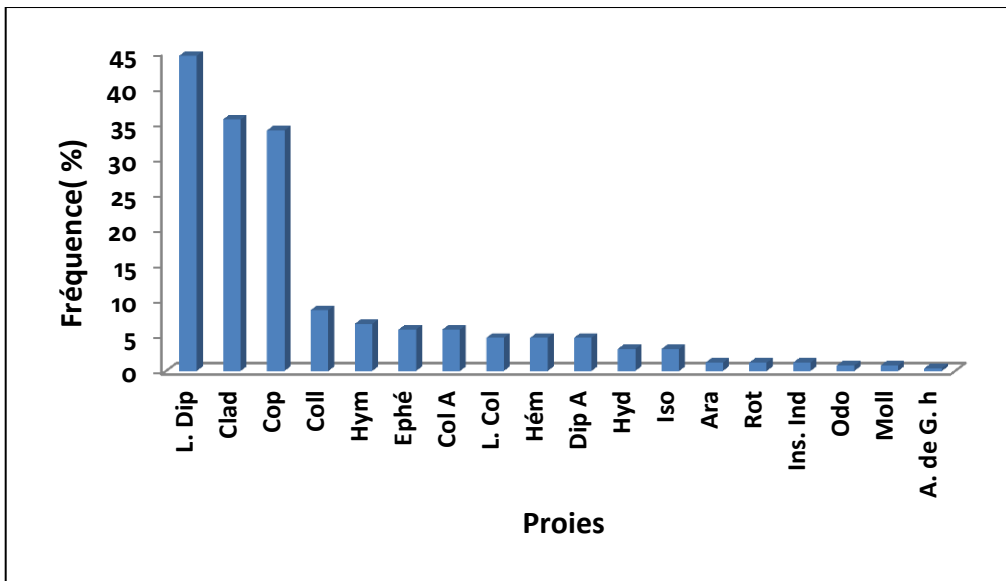


Figure 20 : Composition globale du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* à Oued Bouarroug

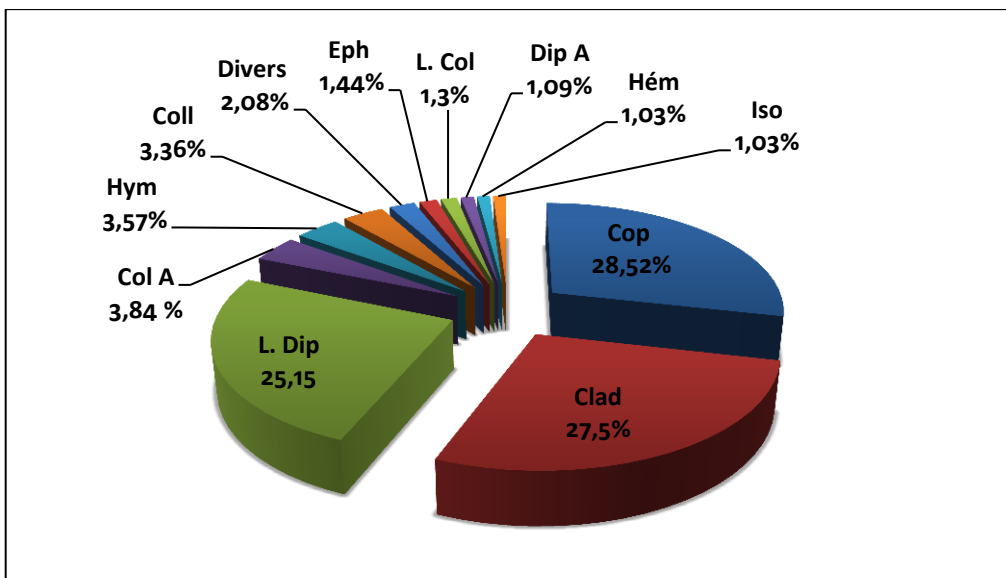


Figure 21 : Spectre du régime alimentaire global de *Gambusia holbrooki* à Oued Bouarroug

Tableau 6: Analyse globale d'un régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* à Oued Bouarroug

Proies	Nombre de proies	Nombre d'intestins examinés	Fréquence F	Pourcentage en nombre Cn
Zooplanctons				
Cladocères	400	91	35,54	27,5
Copépodes	415	87	33,98	28,52
Rotifères	10	3	1,17	0,68
Crustacés				
Isopodes	15	8	3,12	1,03
Insectes				
Diptères Adultes	16	12	4,68	1,09
L. Diptères	366	114	44,53	25,15
Hémiptères	15	12	4,68	1,03
L. Ephéméroptères	21	15	5,86	1,44
Hyménoptères	52	17	6,64	3,57
L. Coléoptères	19	12	4,68	1,3
Coléoptères Adultes	56	15	5,86	3,84
Collemboles	49	22	8,6	3,36
Odonates	2	2	0,78	0,13
Insectes indéterminés	3	3	1,17	0,2
Arachnides				
Hydracariens	10	8	3,12	0,68
Araignées	3	3	1,17	0,2
Poissons				
Alevins de <i>G. holbrooki</i>	1	1	0,39	0,06
Mollusques				
Gastéropodes	2	2	0,78	0,13

Cn : Pourcentage en nombre

F : Fréquence d'occurrence

4. 1. 2. 4. A Garaat Dakhla:

L'analyse des contenus digestifs de 165 individus, a révélé l'existence de 1396 proies. Aucun groupe Zoologique de proie n'a présenté une fréquence supérieure à 50 % (Tableau 7).

Le Zooplancton représenté par Les Cladocères, et les Copépodes a constitué l'alimentation principale de *Gambusia* (Fig. 22 et 23).

En effet, la classe des insectes représentée principalement par les larves de Diptères, les Collemboles et les Coléoptères (larves et adultes), a contribué au bol alimentaire de *G. holbrooki* comme proies secondaires.

Cependant, dans la classe des Arachnides, les Hydracariens et les Araignées ont représenté des fréquences de 5.12 % et 4.48 % respectivement.

Toutefois les Mollusques (Planorbidés) et les Crustacés (Isopodes) participaient comme proies rare avec une fréquence de 0.64 chacun.

Le Coefficient de vacuité est de l'ordre de 5.45 %.

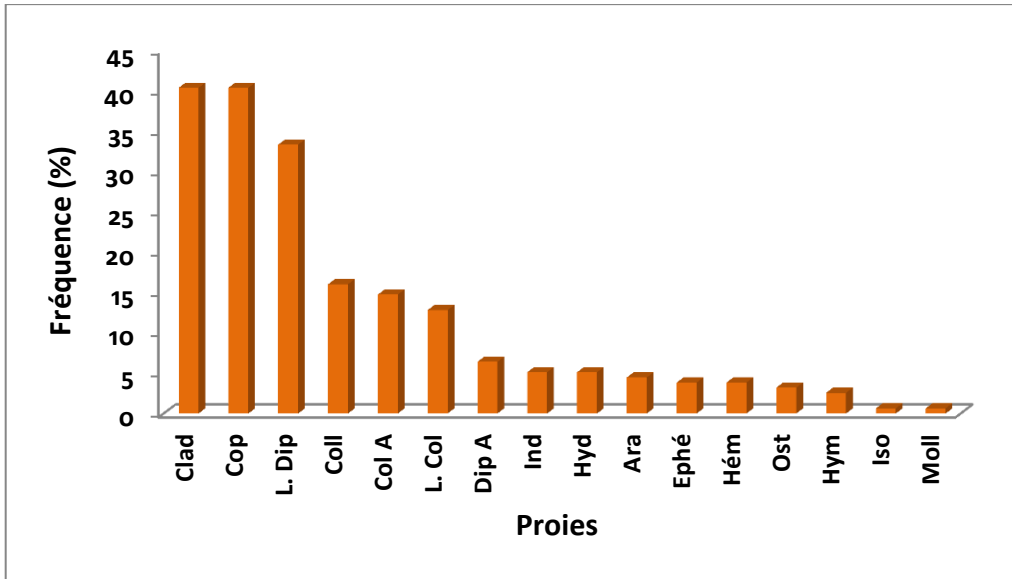


Figure 22: Composition globale du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* à Garaat Dakhla

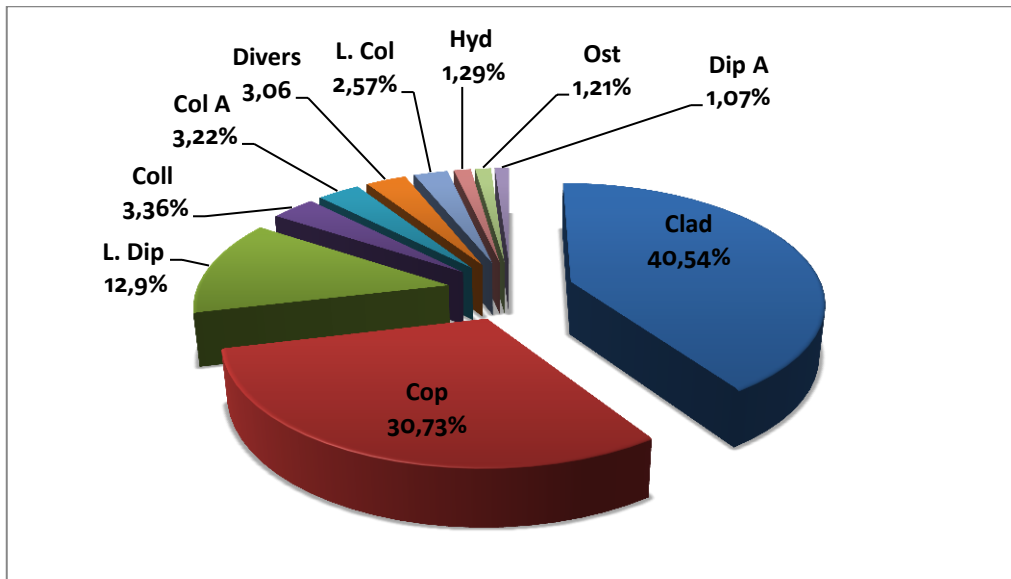


Figure 23 : Spectre du régime alimentaire global de *Gambusia holbrooki* à Garaat Dakhla

Tableau 7: Analyse globale d'un régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* à Garaat Dakhla

Proies	Nombre de proies	Nombre d'intestins examinés	Fréquence F	Pourcentage en nombre Cn
Zooplanctons				
Cladocères	566	63	40,38	40,54
Copépodes	429	63	40,38	30,73
Ostracodes	17	5	3,2	1,21
Crustacés				
Isopodes	1	1	0,64	0,07
Insectes				
Diptères Adultes	15	10	6,41	1,07
L. Diptères	180	52	33,33	12,9
Hémiptères	7	6	3,84	0,5
L. Epheméroptères	9	6	3,84	0,64
Hyménoptères	7	4	2,56	0,5
L. Coléoptères	36	20	12,82	2,57
Coléoptères Adultes	45	23	14,74	3,22
Collemboles	47	25	16,02	3,36
Insectes indéterminés	10	8	5,12	0,71
Arachnides				
Hydracariens	18	8	5,12	1,29
Araignées	8	7	4,48	0,57
Mollusques				
Gastéropodes	1	1	0,64	0,07

Cn : Pourcentage en nombre

F : Fréquence d'occurrence

4. 1. 2. 5. A Garaat Estah:

Un total de 168 tubes digestifs a été examiné, dans ces derniers, on a pu identifier 750 proies (Tableau 8).

La fréquence des différentes proies a indiqué que le Zooplancton représenté essentiellement par les Copépodes et les Cladocères a constitué l'essentiel de la nourriture de ce poisson (Fig. 24 et 25).

Toutefois la classe des insectes a constitué une part importante dans le bol alimentaire de *Gambusia*, avec une contribution importante de Diptères et de Coléoptères consommé sous forme de larves, leurs fréquences ont été de l'ordre de 26.54 % et 22.84 % respectivement. Les Hémiptères participaient avec une fréquence de 11.11%.

En outre, toutes les proies citées ont été considérées comme des proies secondaires, quant aux autres proies, elles ont été présentées en faibles proportions donc accidentelles.

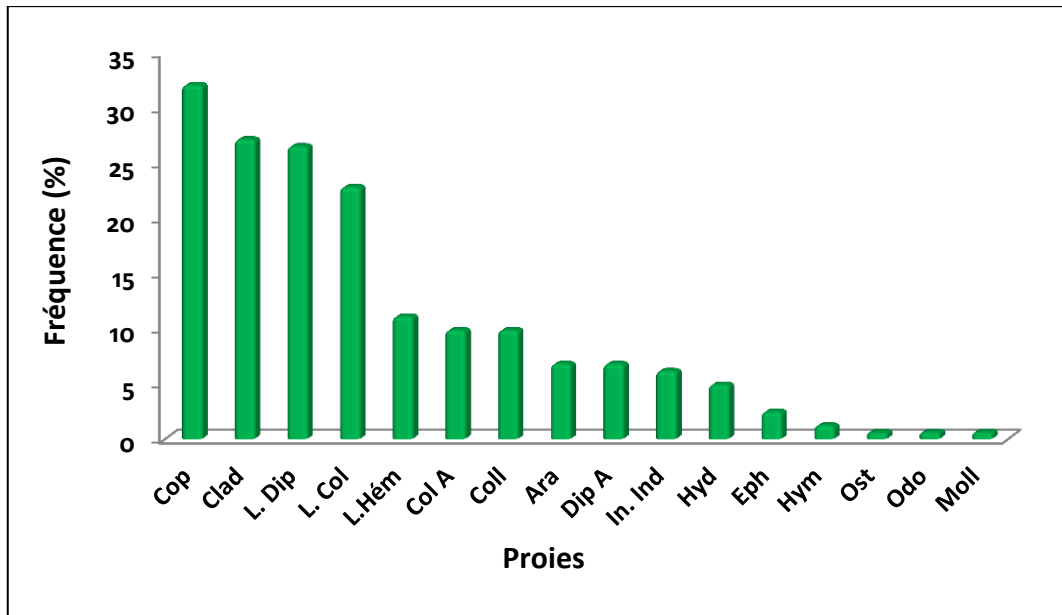


Figure 24 : Composition globale du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* à Garaat Estah

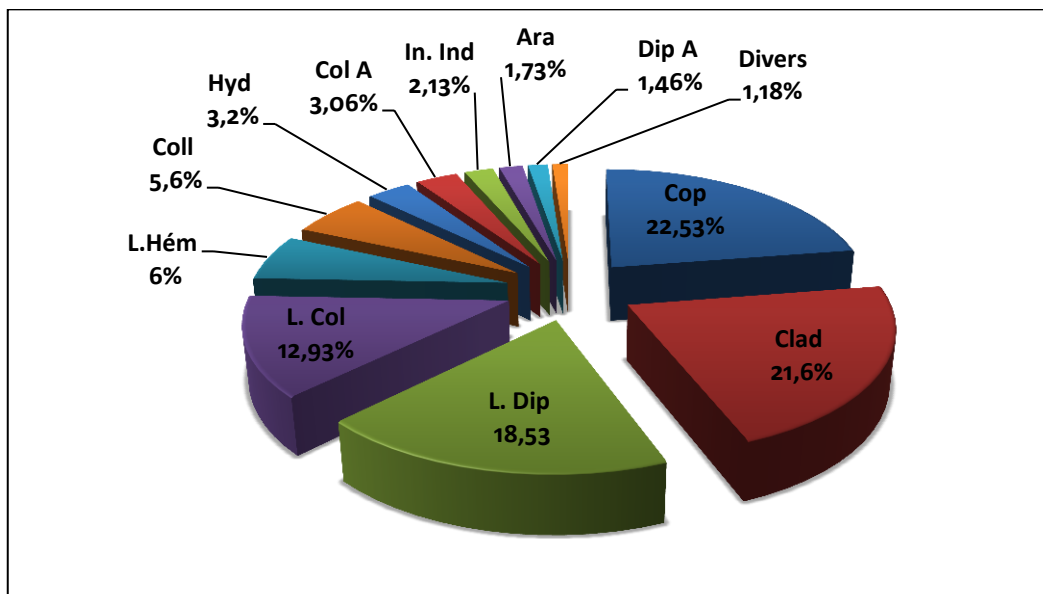


Figure 25: Composition globale du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* à Garaat Estah

Tableau 8: Analyse globale d'un régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* à Garaat Estah.

Proies	Nombre de proies	Nombre d'intestins examinés	Fréquence F	Pourcentage en nombre Cn
Zooplanctons				
Cladocères	162	44	27,16	21,6
Copépodes	169	52	32,09	22,53
Ostracodes	1	1	0,61	0,13
Insectes				
Diptères A	11	11	6,8	1,46
L. Diptères	139	43	26,54	18,53
L. Hémiptères	45	18	11,11	6
L. Ephéméroptères	4	4	2,47	0,53
Hyménoptères	2	2	1,23	0,26
L. Coléoptères	97	37	22,84	12,93
Coléoptères A	23	16	9,87	3,06
Collemboles	42	16	9,87	5,6
Odonates	1	1	0,61	0,13
Insectes indéterminées	16	10	6,17	2,13
Arachnides				
Hydracariens	24	8	4,93	3,2
Araignées	13	11	6,8	1,73
Mollusques				
	1	1	0,61	0,13

Cn : Pourcentage en nombre

F : Fréquence d'occurrence

4. 1. 3. Variation saisonnière du régime alimentaire

4. 1. 3. 1. Au lac Tonga :

4. 1. 3. 1. 1. Période estivale :

Un total de 118 tubes digestifs a été examiné. Aucune proie n'a été présentée avec une fréquence supérieure à 50 % malgré la faible valeur du coefficient de vacuité (2,22%).

La classe des insectes et le Zooplancton représentés par les larves de Diptères et les Cladocères a participé avec des fréquences respectives de 28,81 % et de 23,72 % pour chaque catégorie de proies.

Les Copépodes, les Hémiptères et les Ephéméroptères ont été considérés comme des proies secondaires, quant aux autres proies, (Hyménoptères, Coléoptères adultes, les Odonates...), elles ont été classées comme rares et ne figuraient qu'avec un nombre réduit dans le bol alimentaire de *Gambusia* (Fig. 26a).

4. 1. 3. 1. 2. Période hivernale :

Pour cette période, seulement 44 contenus digestifs ont été analysés. La Figure 27a nous a montré les différentes catégories alimentaires retrouvées dans les tubes digestifs de ce poisson.

Les proies préférentielles ont été constituées principalement par des Cladocères et des larves de Diptères avec des fréquences de 65 % et de 70% respectivement.

Les proies secondaires ont été constituées essentiellement par des Copépodes avec une fréquence de 32,5 % et de Collemboles avec une fréquence de 10 %.

Les autres proies (Ostracodes, les Arachnides, les Diptères adultes) ont été classées comme des proies occasionnelles

4. 1. 3. 1. 3. Période automnale :

Pour la période automnale, 55 tubes digestifs ont été analysés. Il ressort clairement que les Cladocères ont présenté la part la plus abondante. Les larves de Diptères étant bien représentées avec une fréquence de l'ordre de 30,78 % (Tableau 07, Annexes 1).

Le spectre alimentaire représenté pour l'ensemble des proies alimentaires a montré que les Ostracodes ont occupé une fraction appréciable dans le régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* (Fig. 28b).

Les Copépodes et les Collemboles ont été Considérés comme des proies secondaires, quant aux autres proies, elles ont été présentées en faibles proportions.

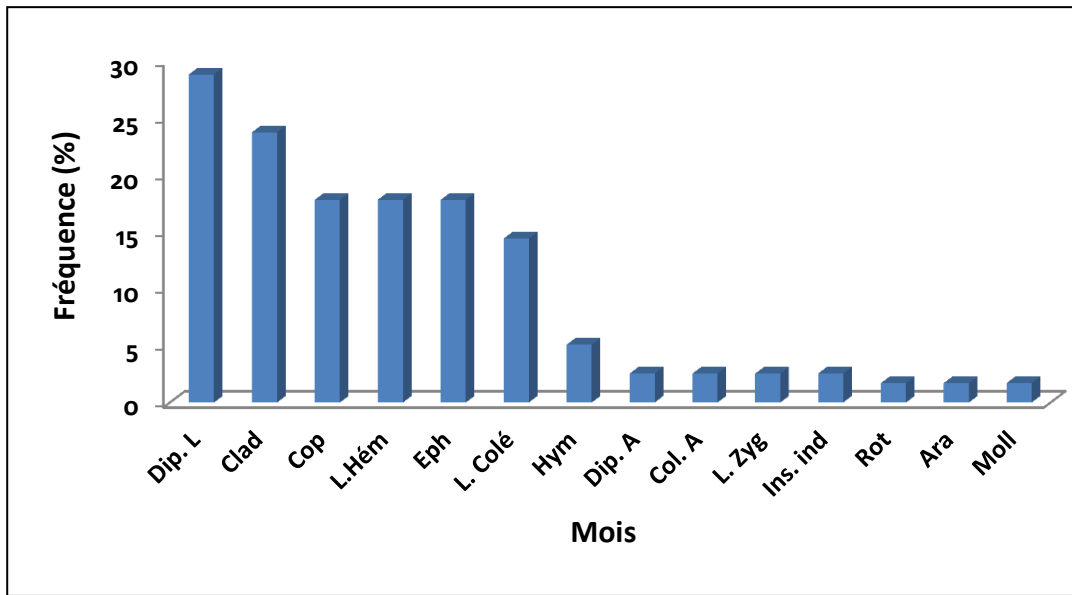
4. 1. 3. 1. 4. Périodes printanières

Pour la période printanière, 49 tubes digestifs ont été analysés.

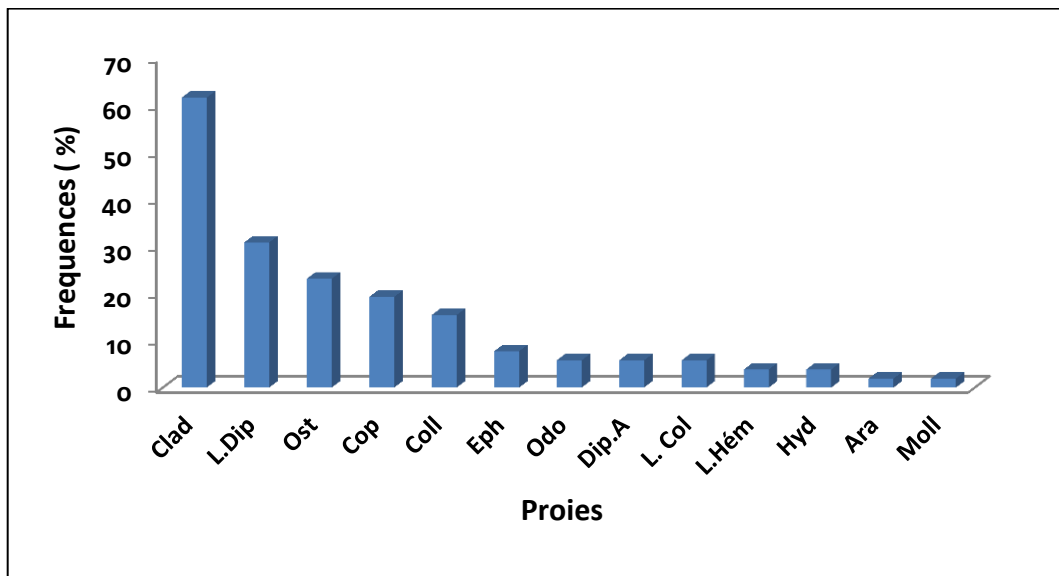
Les Cladocères, les larves de Diptères et les Copépodes ont été représentés comme proies préférentielles dans le régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* (Fig. 29b).

Les Epheméroptères, les Hémiptères et les Hydracariens ont été bien présentés avec des fréquences respectives de 38,3 %, de 23,4 % et de 21,7 %.

Les faibles fréquences observées pour les autres proies ont permis de les classer parmi les proies les moins fréquentes.

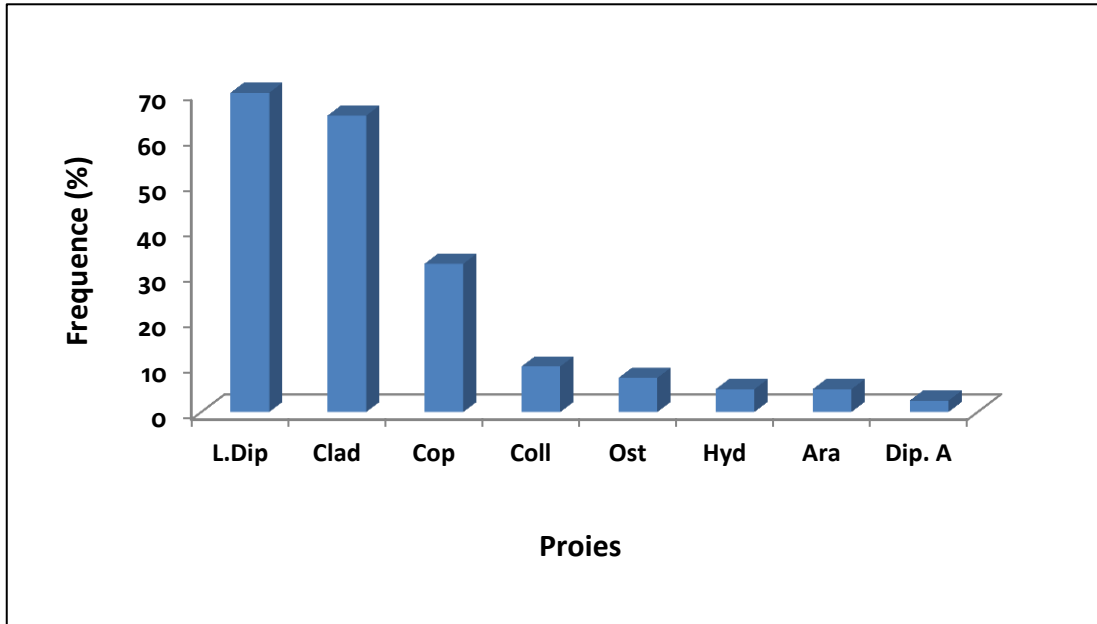


a

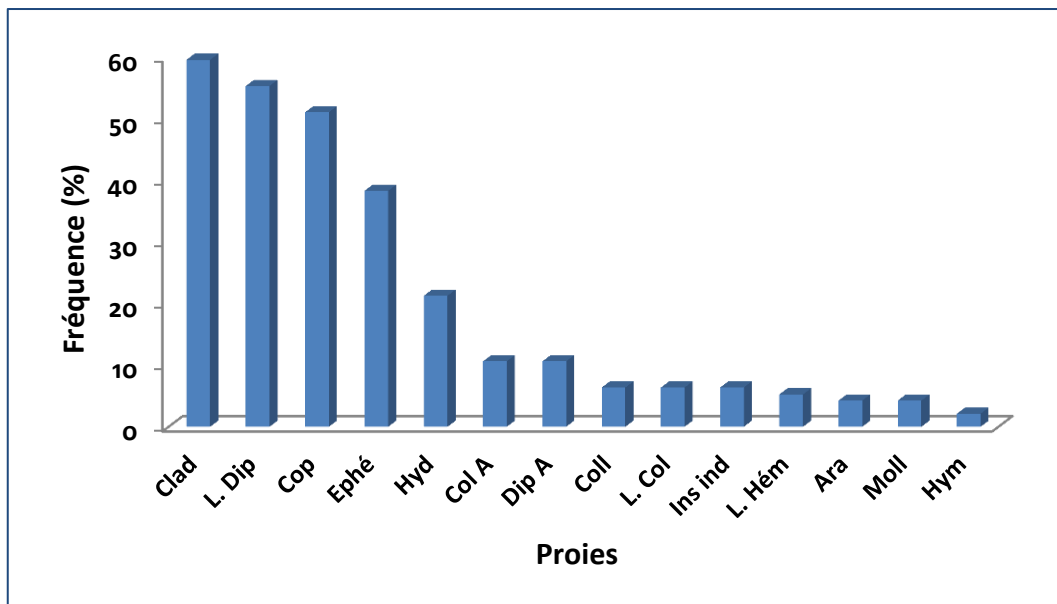


b

Figure 26 : Evolution saisonnière du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* au lac Tonga. a: Période estivale; b: Période automnale.

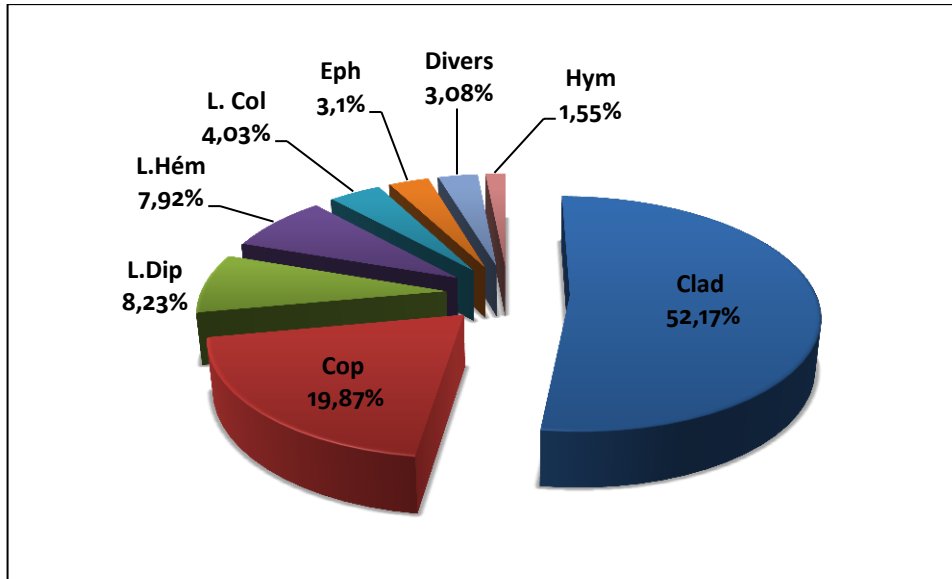


a

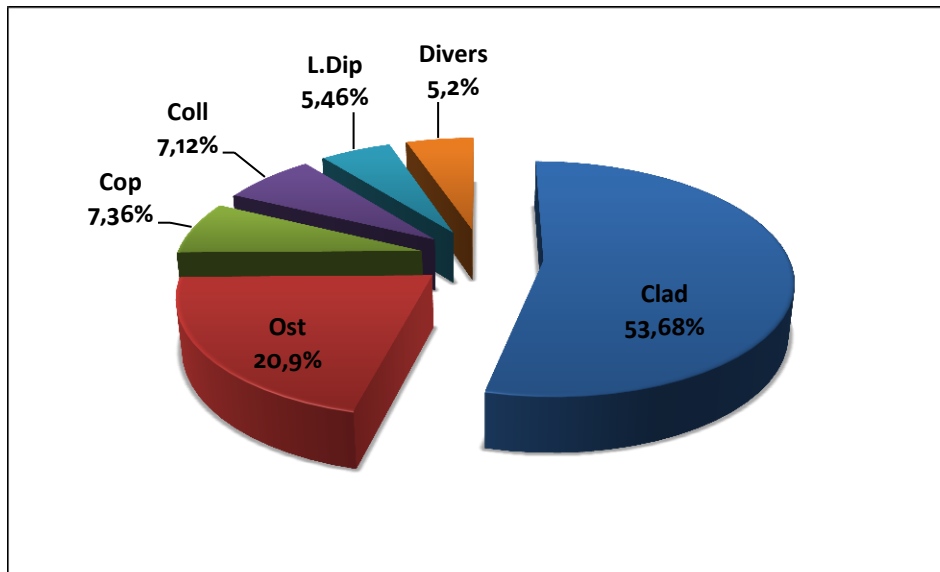


b

Figure 27 : Evolution saisonnière du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* au lac Tonga. a: Période hivernale; b: Période printanière.

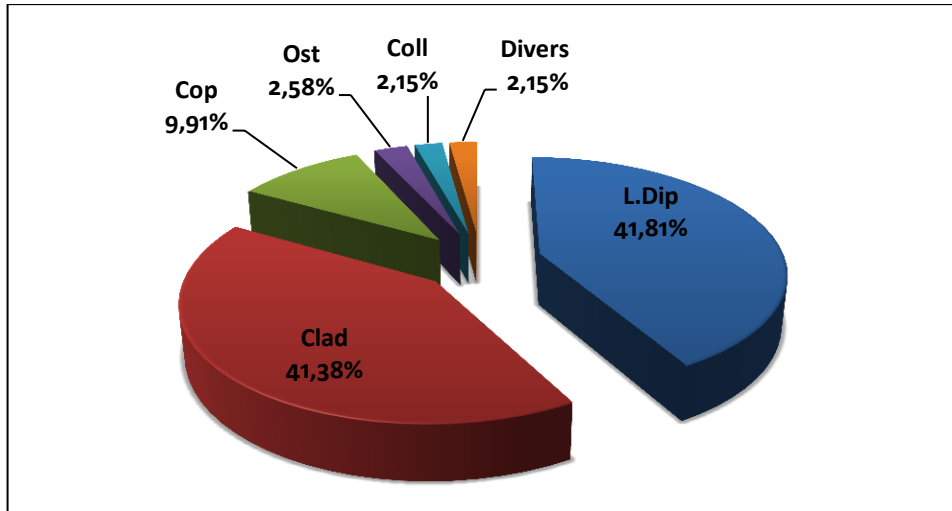


a

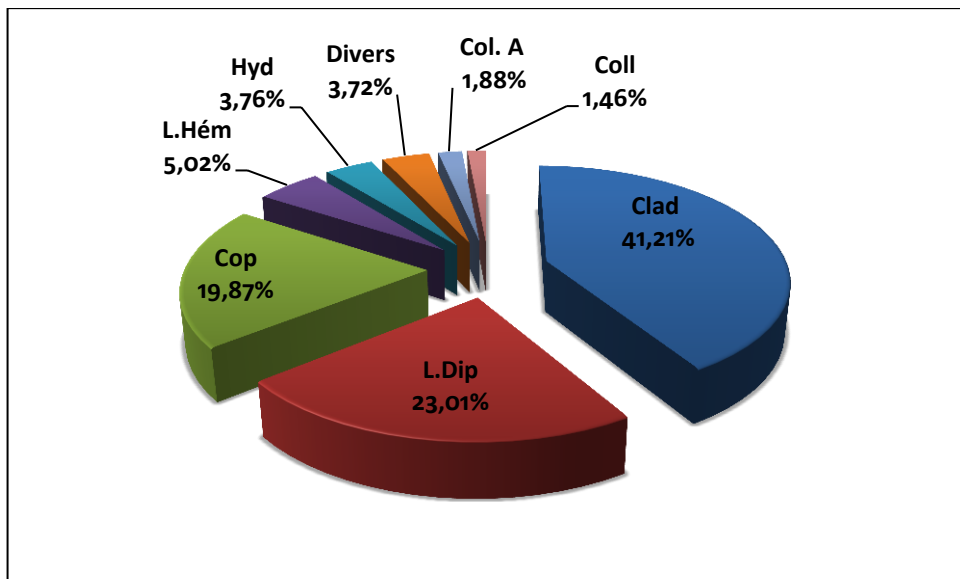


b

Figure 28: Evolution saisonnière du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* au lac Tonga. a : Période estivale; b: Période automnale



a



b

Figure 29: Evolution saisonnière du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* au lac Tonga. a : Période hivernale; b: Période printanière.

4. 1. 3. 2. Au lac Oubeira :

4. 1. 3. 2. 1. Période estivale :

Pour cette période la dominance des Cladocères est nettement supérieure aux autres avec une fréquence de 52.02 % et une importance numérique de 58,48 % (Fig. 30a).

Le spectre alimentaire représenté pour l'ensemble des proies alimentaires a montré aussi que les Diptères et les Coléoptères consommés sous forme de larves ont occupé une portion remarquable dans le régime alimentaire de ce poisson.

Les Copépodes ont participé comme proie secondaire avec une fréquence relative de 34,48 %.

Les autres catégories nutritifs ne contribuaient qu'occasionnellement à l'alimentation de cette espèce.

4. 1. 3. 2. 2. Période automnale :

Pour cette période, aucune proie n'a présenté une fréquence supérieure à 50 %.

Le Zooplancton représenté par les Copépodes et les Cladocères, a constitué une part importante dans le régime alimentaire de *G. holbrooki* (Fig. 30b).

En effet, dans la Classe des insectes les Collemboles et les larves de Diptères participaient comme proies secondaires avec des fréquences respectives de l'ordre de 15,21 % et de 10,87 %.

Les Rotifères, les Hydracariens et les Diptères adultes ont été considérés comme des proies accidentelles.

4. 1. 3. 2. 3. Période hivernale :

L'examen du tableau 08 (Annexes 1) et des figures 31a et 33a a montré que les Copépodes ont constitué une proie préférentielle pendant cette période avec les larves de Diptères qui venaient en deuxième position, leurs fréquences relatives ont été de l'ordre de 71,18 % et de 67,8 %.

Les Cladocères, les Collemboles et les Arachnides particulièrement les Hydracariens ont participé comme proies secondaires avec des fréquences respectives de l'ordre de 44,06%, de 32,2 % et de 23,72 %.

Les faibles fréquences enregistrées pour le reste des proies permettent de les classer parmi les proies occasionnelles

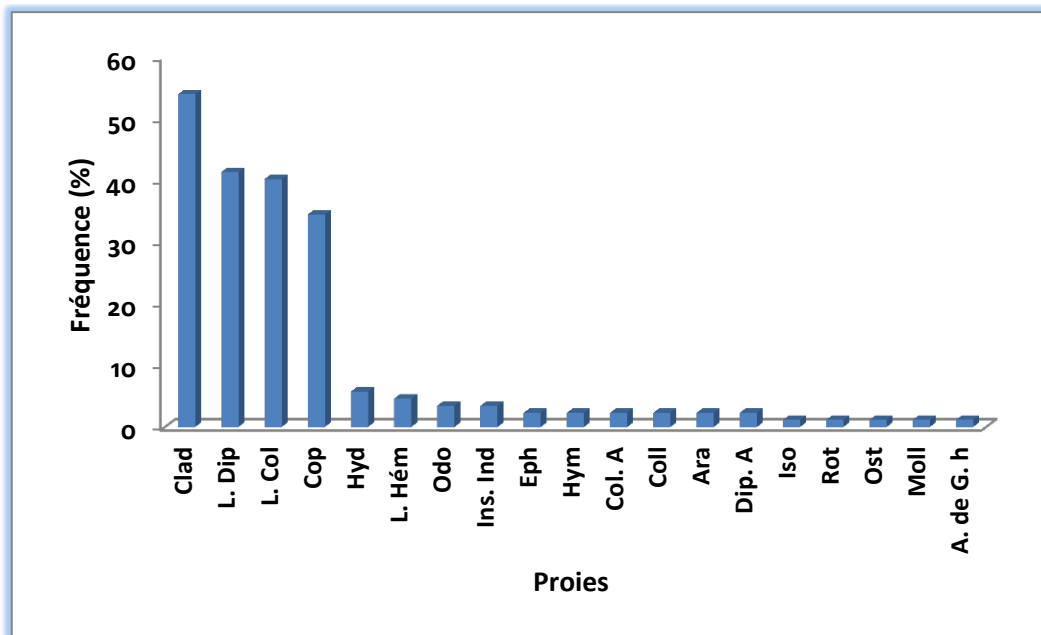
4. 1. 3. 2. 4. Période printanière :

Un total de 32 tubes digestifs a été examiné pour cette période.

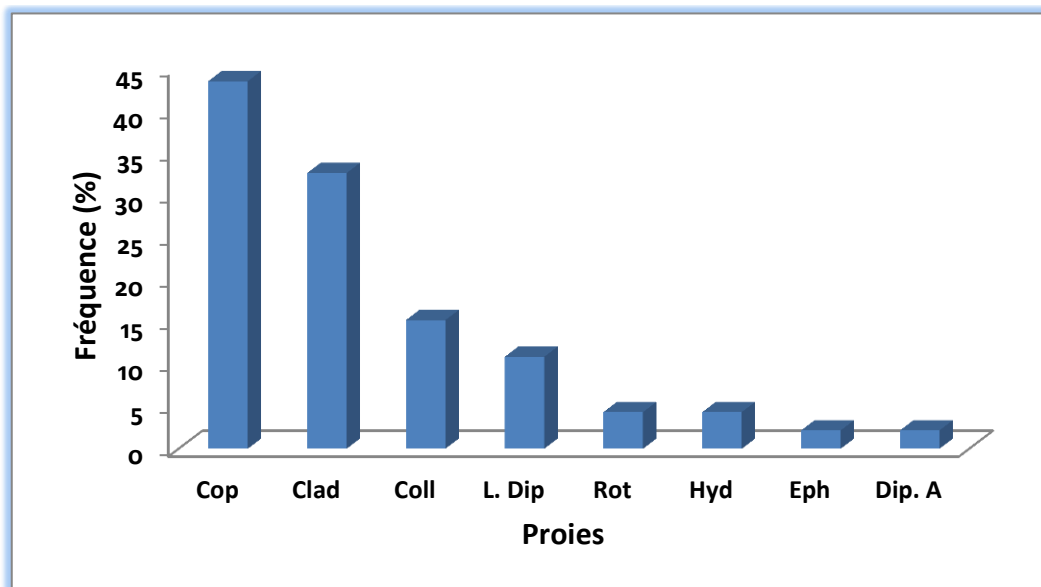
Comme pour la saison hivernale, les Cladocères et les larves de Diptères ont représenté la source alimentaire indispensable pendant le printemps.

Le spectre alimentaire (Fig. 33b) représenté pour l'ensemble des proies alimentaires montre aussi que les Copépodes, les Hémiptères et les Collemboles ont occupé une part appréciable dans le régime alimentaire de ce prédateur.

Les autres proies ont été les moins abondantes (Coléoptères, les Hydracariens et les larves de Diptères).

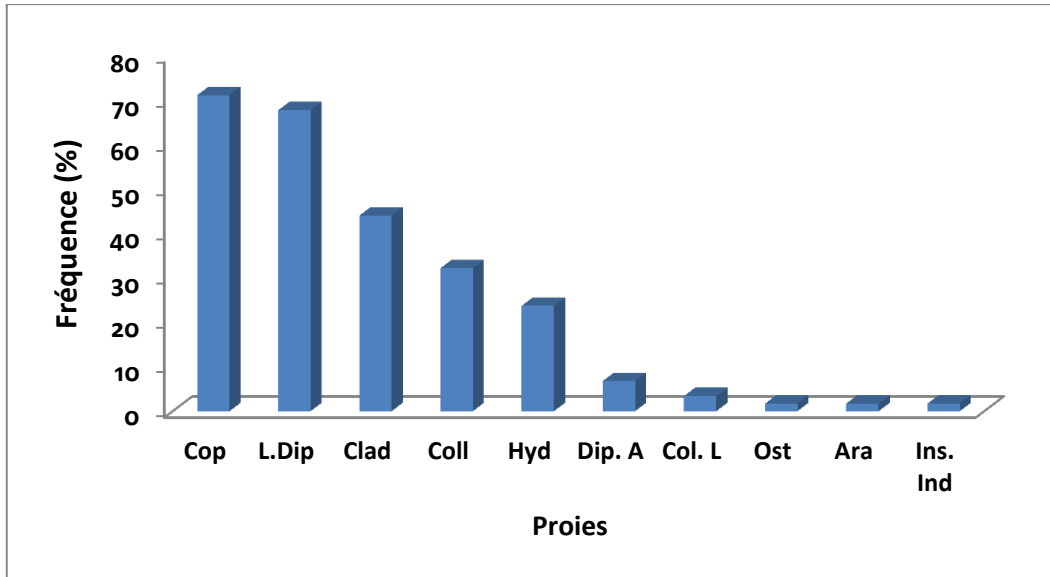


a

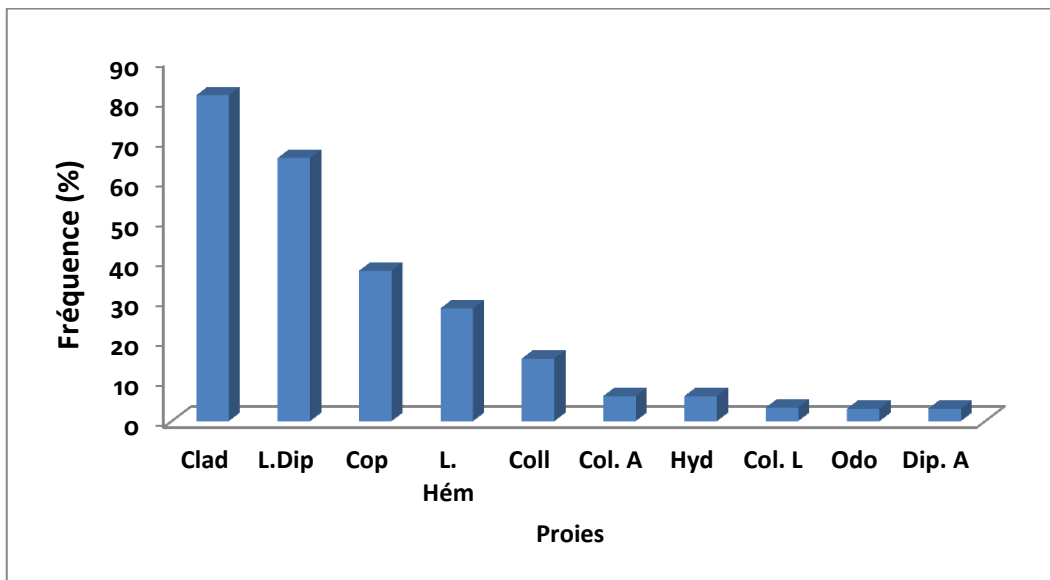


b

Figure 30: Evolution saisonnière du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* au lac Oubeira. a : Période estivale; b: Période automnale

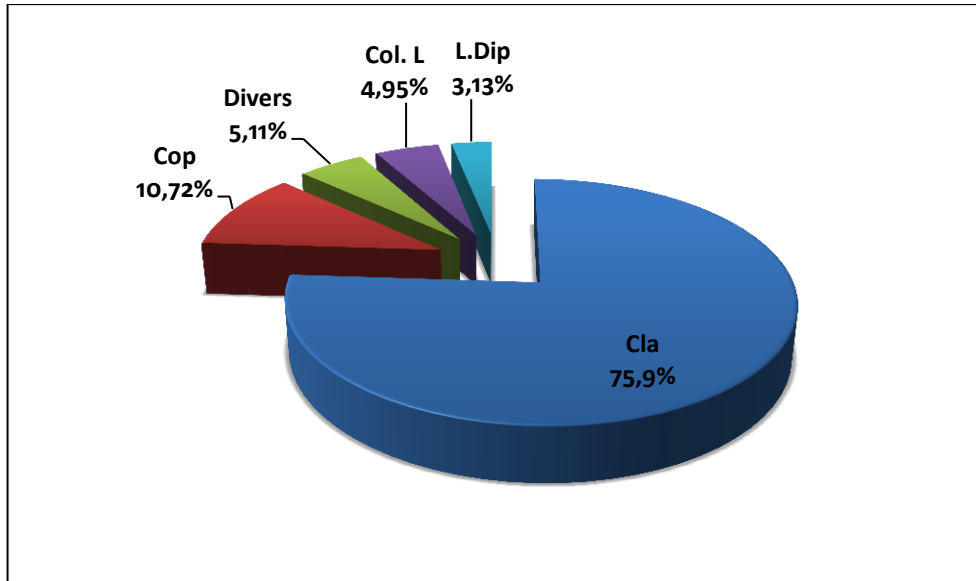


a

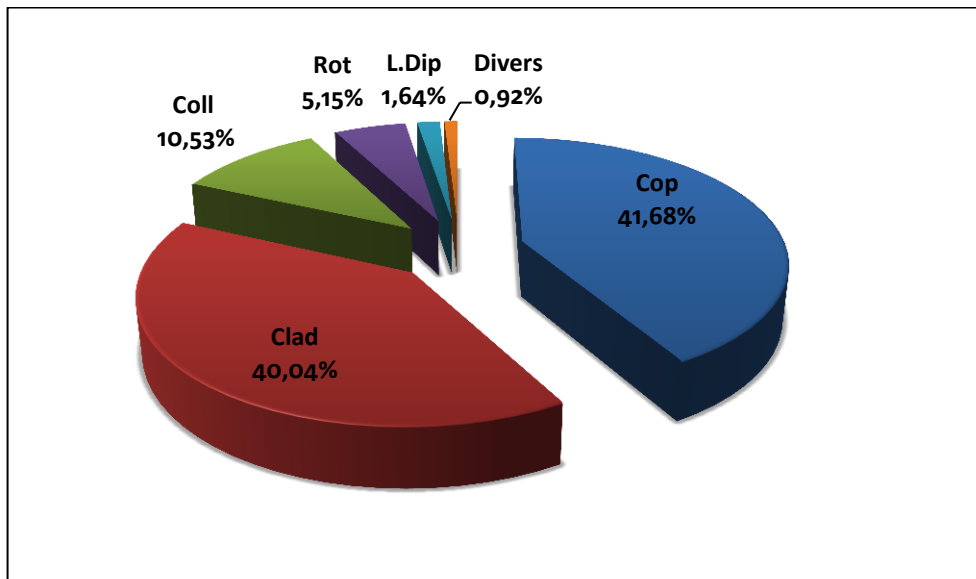


b

Figure 31 : Evolution saisonnière du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* au lac Oubeira. a : Période hivernale; b: Période printanière.

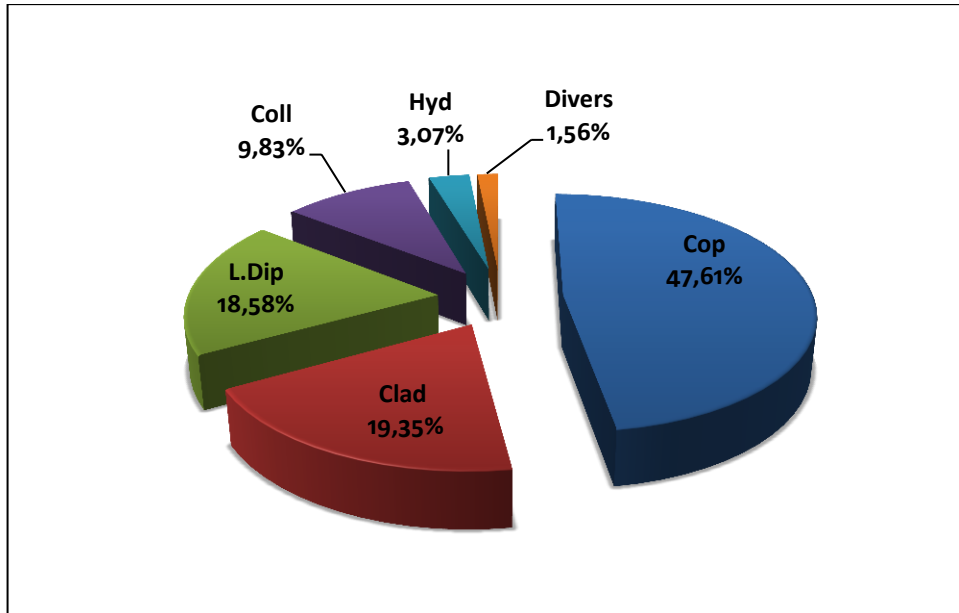


a

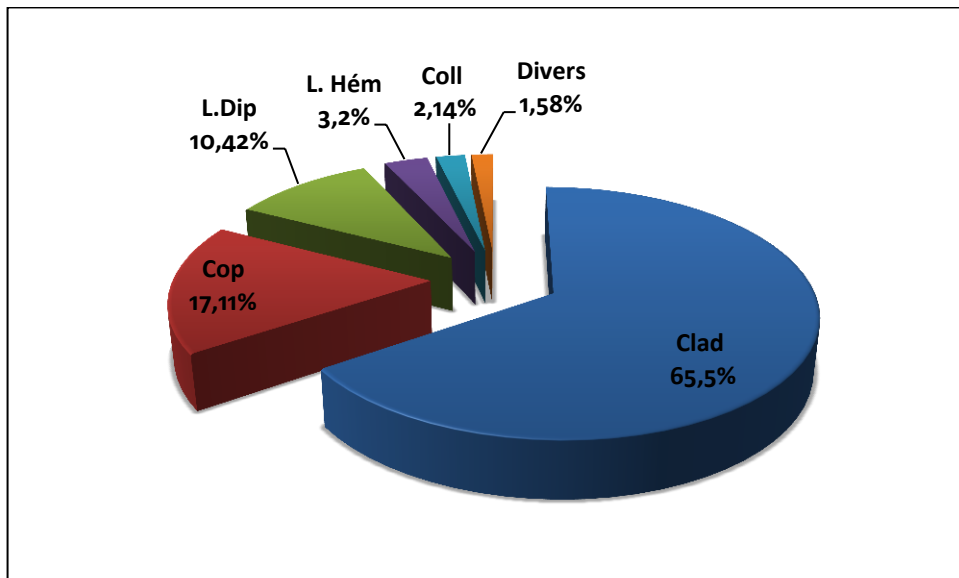


b

Figure 32: Evolution saisonnière du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* au lac Oubeira. a : Période estivale; b: Période automnale.



a



b

Figure 33: Evolution saisonnière du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* au lac Oubeira. a : Période hivernale; b: Période printanière.

4. 1. 3. 3. A Oued Bouarroug :

4. 1. 3. 3. 1. Période estivale :

Un total de 129 tubes digestifs de *G.holbrooki* a subi une analyse du contenu digestif.

Parallèlement à ce qui a été observé dans les deux autres sites pendant cette période, aucune proie n'a présenté une fréquence supérieure à 50 %.

Les insectes ont constitué l'alimentation principale de ce poisson, présentés essentiellement par les larves de Diptères avec une fréquence de 21,26 %.

Le Zooplancton représenté par les Copépodes et les Cladocères, ont occupé ainsi la deuxième place dans le spectre alimentaire de ce poisson (Fig. 34a).

Les Hyménoptères et les Coléoptères adultes constituent des proies secondaires.

Les autres catégories de proies ne contribuent qu'occasionnellement à l'alimentation de *G. holbrooki*

4. 1. 3. 3. 2. Période automnale :

Les échantillons analysés proviennent de 35 Gambusies. Ces dernières se nourrissaient principalement de Zooplancton. Il s'agit de Cladocères et de Copépodes suivi de larves de Diptères avec des fréquences respectives de l'ordre de 78,78 %, 72,72 % et de 63,63 %.

Les Ephéméroptères ont occupé une fraction alimentaire importante pendant cette saison avec une fréquence de 27,27 % (Fig. 34b).

En suite, la contribution des larves de Coléoptères, les Ostracodes, les Hémiptères et les Coléoptères adultes comme proies secondaires.

Les autres proies ont été classées comme proies accidentelles.

4. 1. 3. 3. 3. Période hivernale :

L'analyse du contenu digestif a été effectuée sur un total de 62 individus.

Le Tableau 09 (Annexes, 1), nous a présenté les différentes catégories alimentaires les plus consommées de ce poisson.

Les proies préférentielles ont été constituées majoritairement de larves de Diptères avec une fréquence de 66.66 % et une importance numérique de 32.36 %.

Le spectre alimentaire (Fig. 36b) représenté pour l'ensemble des proies alimentaires a montré aussi que les Copépodes et les Cladocères occupaient une part importante dans le bol alimentaire de cette espèce.

Les Collemboles ont participé comme proie secondaire avec une fréquence appréciable d'ordre de 12.96 %.

Les Ephéméroptères, les larves de Coléoptères et les Arachnides plus particulièrement les Hydracariens ont présenté des fréquences inférieures à 10 %.

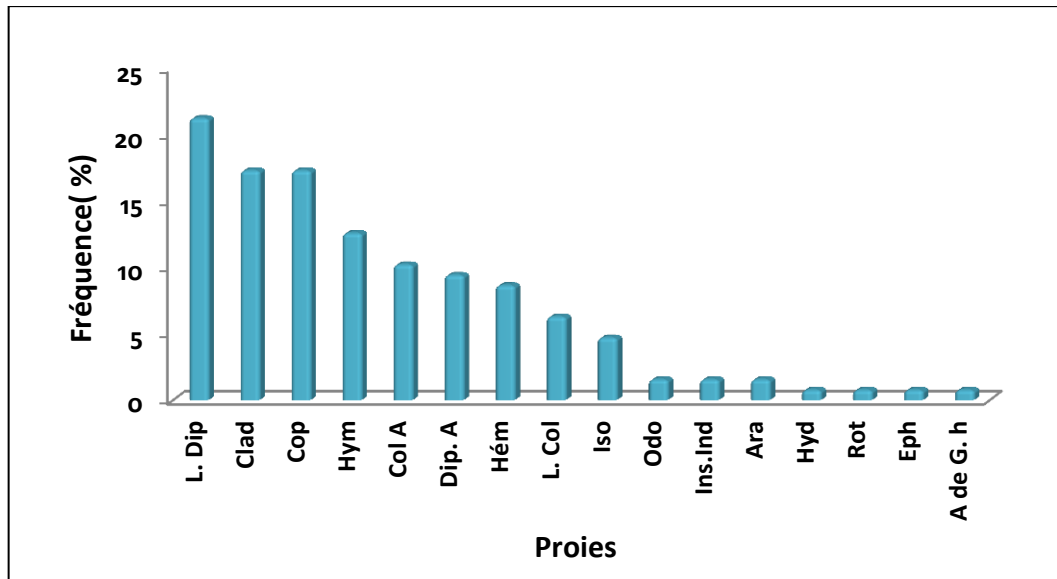
4. 1. 3. 3. 4. Période printanière :

Quarante deux tubes digestifs de *G. holbrooki* ont subis une analyse du contenu digestif pendant cette saison.

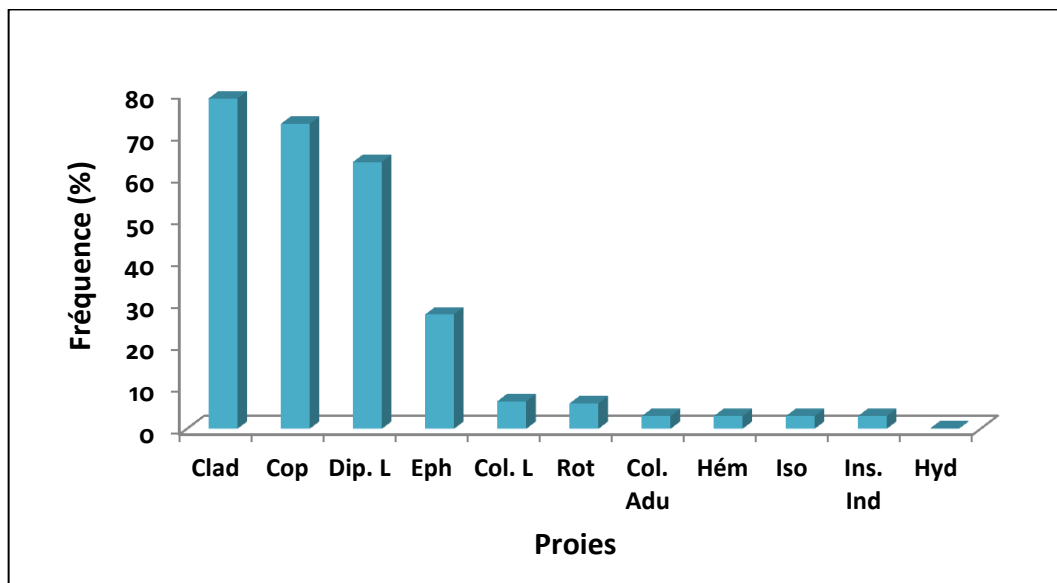
Comme pour la saison hivernale, les larves de Diptères ont représenté la principale source alimentaire en fréquence pendant le printemps (Fig. 37 b).

Les proies secondaires ont été constituées spécialement par le Zooplancton (Cladocères et Copépodes) et par les Collemboles.

Les Arachnides, les Mollusques et les autres insectes participaient comme proies occasionnelles

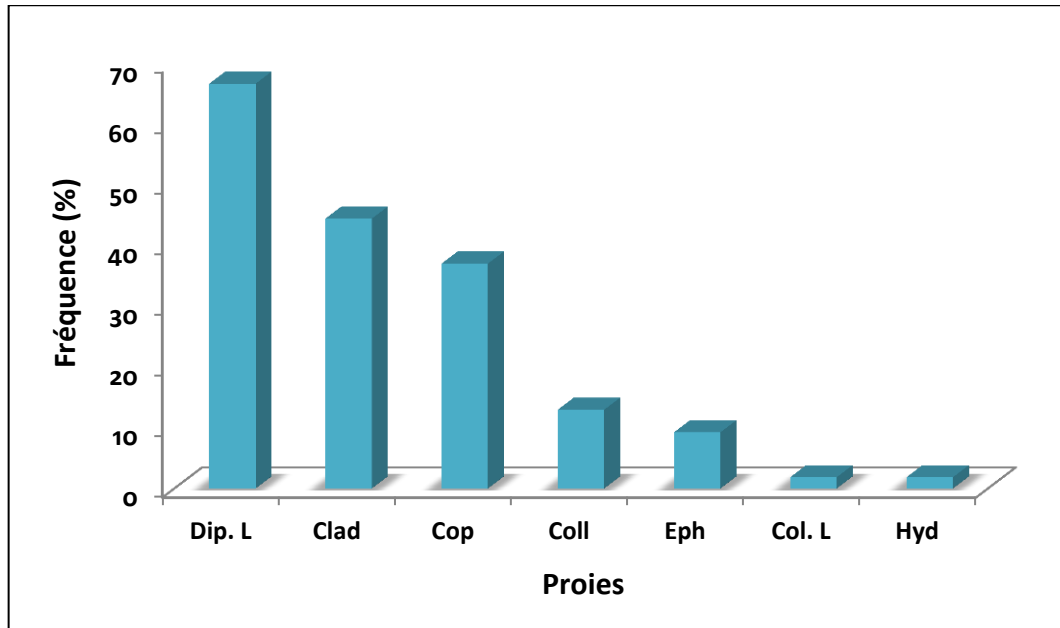


a

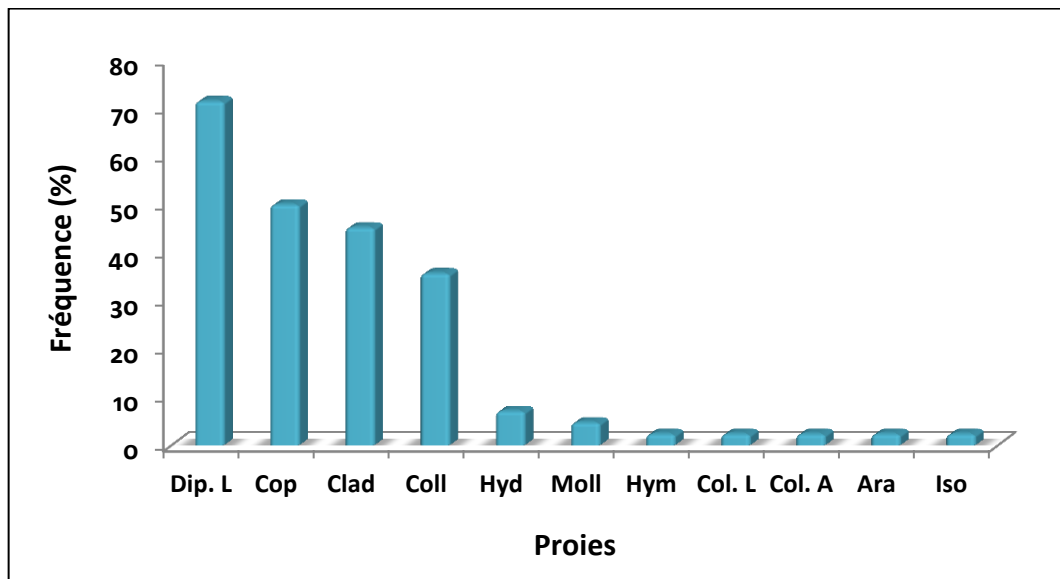


b

Figure 34: Evolution saisonnière du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* à Oued Bouarroug. a : Période estivale; b: Période automnale

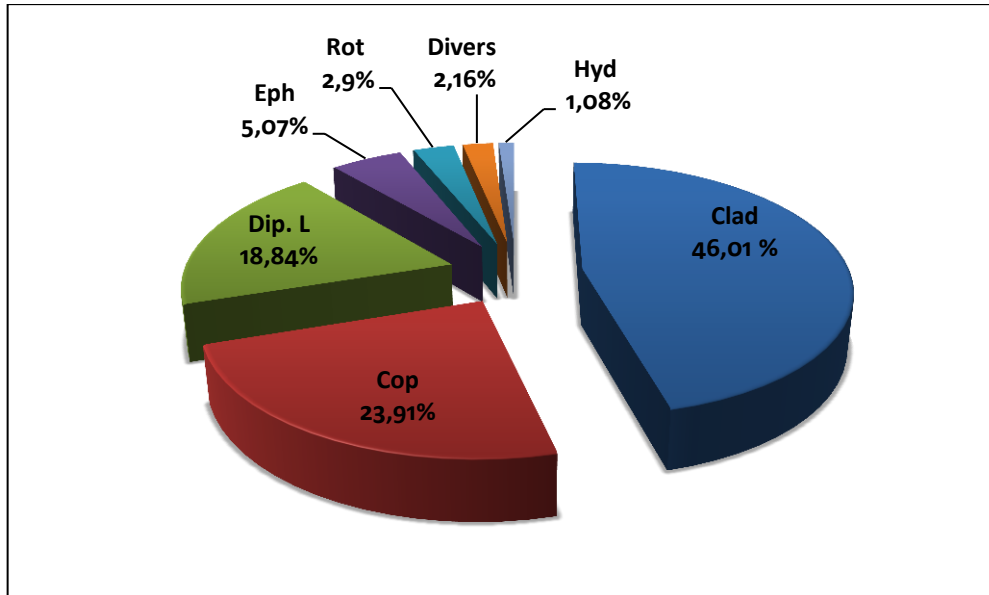


a

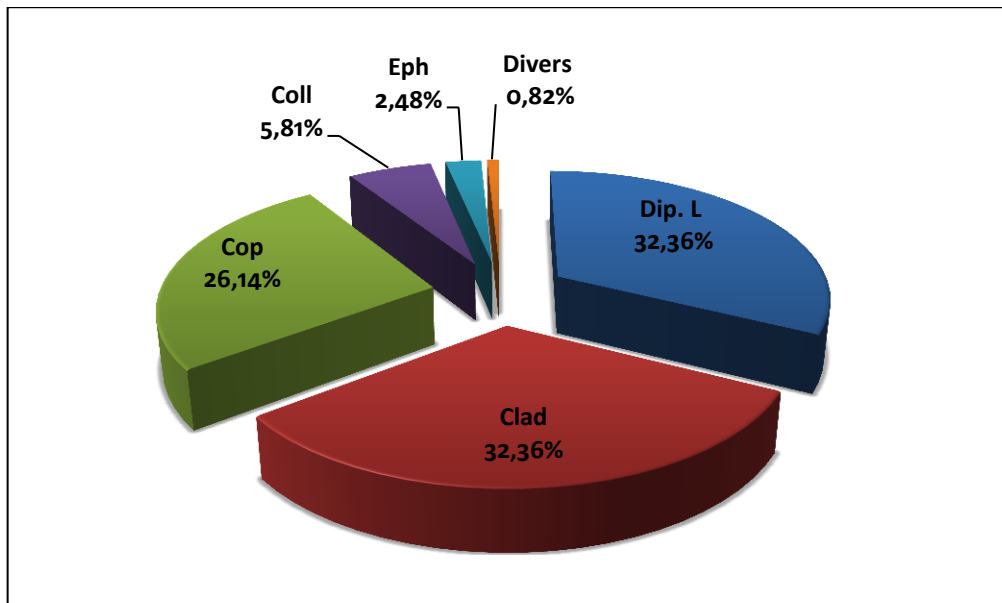


b

Figure 35: Evolution saisonnière du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* à Oued Bouarroug. a : Période hivernale; b: Période printanière.

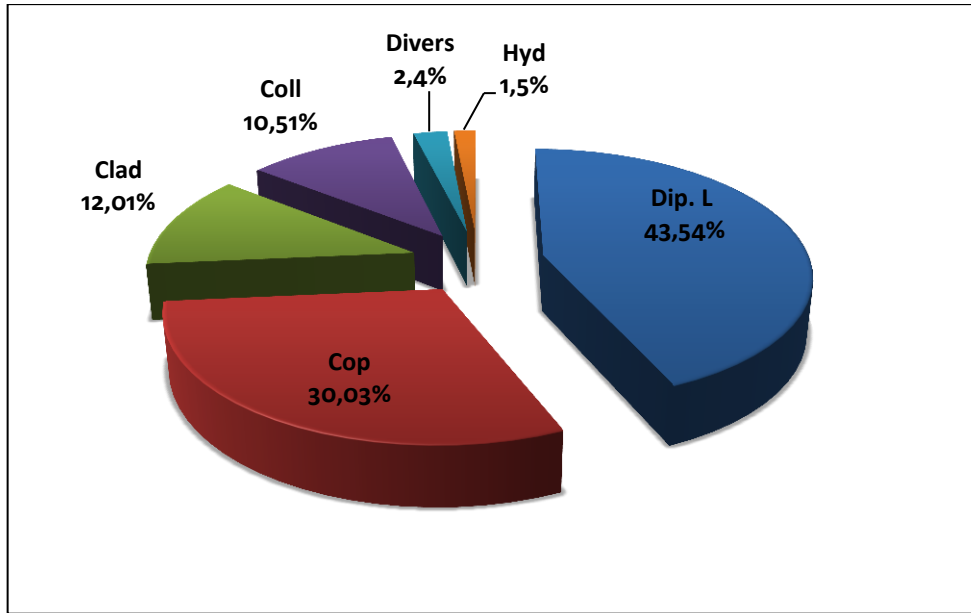


a

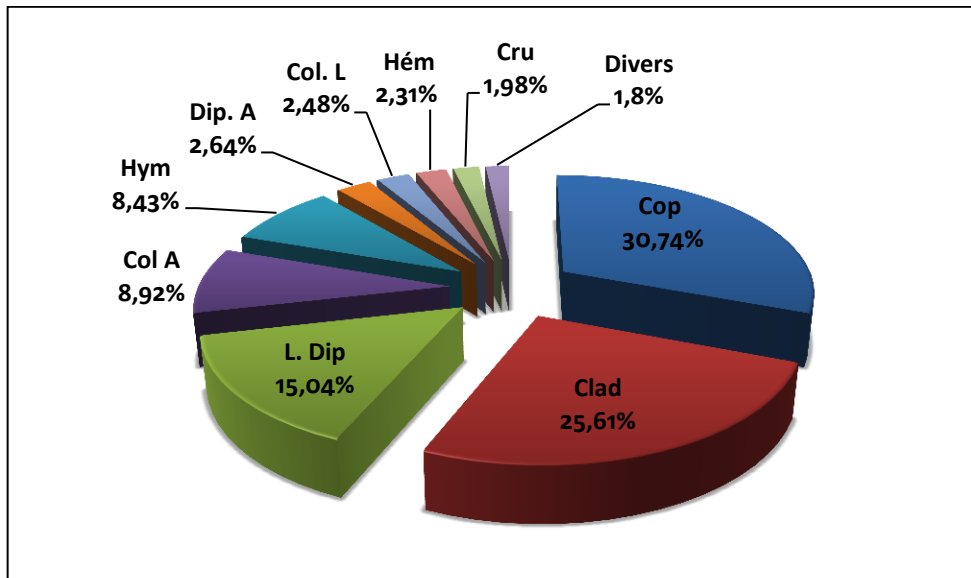


b

Figure 36: Variation saisonnière du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* à Oued Bouarroug. a : Période estivale; b: Période automnale



a



b

Figure 37: Variation saisonnière du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* à Oued Bouarroug. a : Période hivernale; b: Période printanière.

4. 1. 3. 4. Au Garaat Estah :

4. 1. 3. 4. 1. Période estivale :

Pour cette période, 60 tubes digestifs ont été examinés (Tableau, annexes 2). L'analyse de ces derniers a montré que les insectes ont constitué l'alimentation principale de ce poisson, les Coléoptères (larves et adultes), les Hémiptères et les larves de Diptères ont des fréquences respectives de 53.33 %, de 16.66 %, 20 % et de 16.66 %.

Le spectre alimentaire (Fig. 41a) a illustré parfaitement la spécialisation des Gambusies pour ce type de proies pendant cette saison.

Le Zooplancton semble être absent, on a noté une faible contribution des Cladocères et des Copépodes avec des fréquences de 8.33 % et de 6.66 % respectivement.

4. 1. 3. 4. 2. Période automnale :

Les échantillons analysés provenaient de 33 individus avec un total de 68 proies.

G. holbrooki se nourrit principalement d'insectes. Il s'agit presque exclusivement de Diptères consommés sous forme de larves avec une fréquence de 30.3 % et une importance numérique de 33.82 % et de Coléoptères adultes avec une fréquence de 18.18 %

Il est à indiquer que la classe des Arachnides particulièrement les Hydracariens a occupé le second rang avec une fréquence de 15.15 % (Fig. 39b).

Le Zooplancton représenté essentiellement par les Copépodes, a participé comme proies secondaires avec une fréquence de 12.12 %.

Les autres catégories de proies n'ont contribué que rarement à la nutrition de ce poisson.

4. 1. 3. 4. 3. Période hivernale :

Pour cette période, seulement 33 tubes digestifs ont été examinés (Tableau 10, Annexes, 1). L'analyse de ces dernières a montré que seuls les Copépodes ont une fréquence égale à 56.41 % (Fig.39a) et une importance numérique de 46.66 %, ils ont été considérés comme proies préférentielles, alors que les proies secondaires constituées essentiellement de Diptères larves (28.2 %), de Cladocères (25.64 %) et de Collembolles (12.82 %).

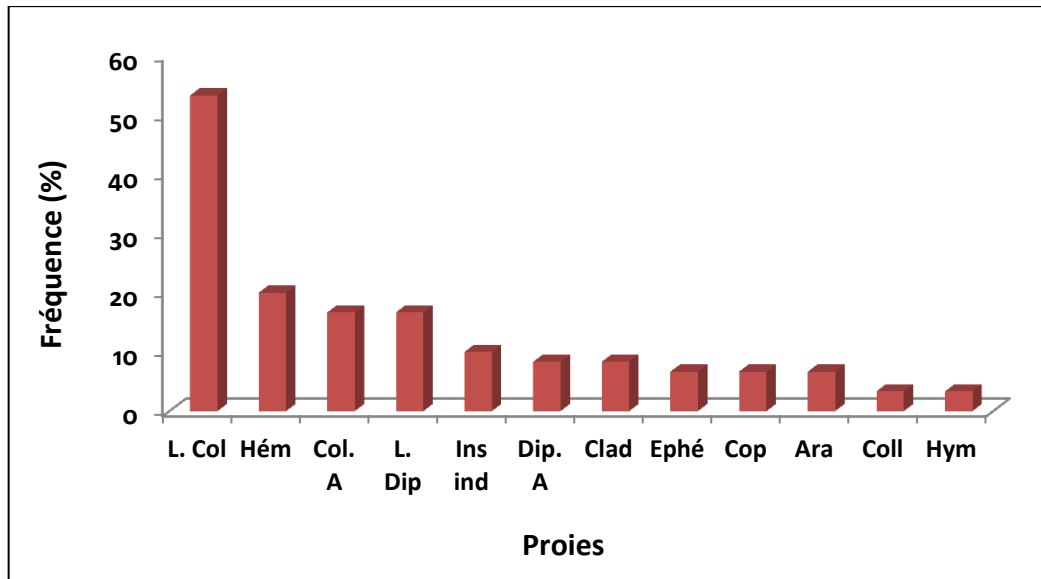
Les Hydracariens, les Odonates et les insectes indéterminés ont constitué des proies accidentelles.

4. 1. 3. 4. 4. Période printanière :

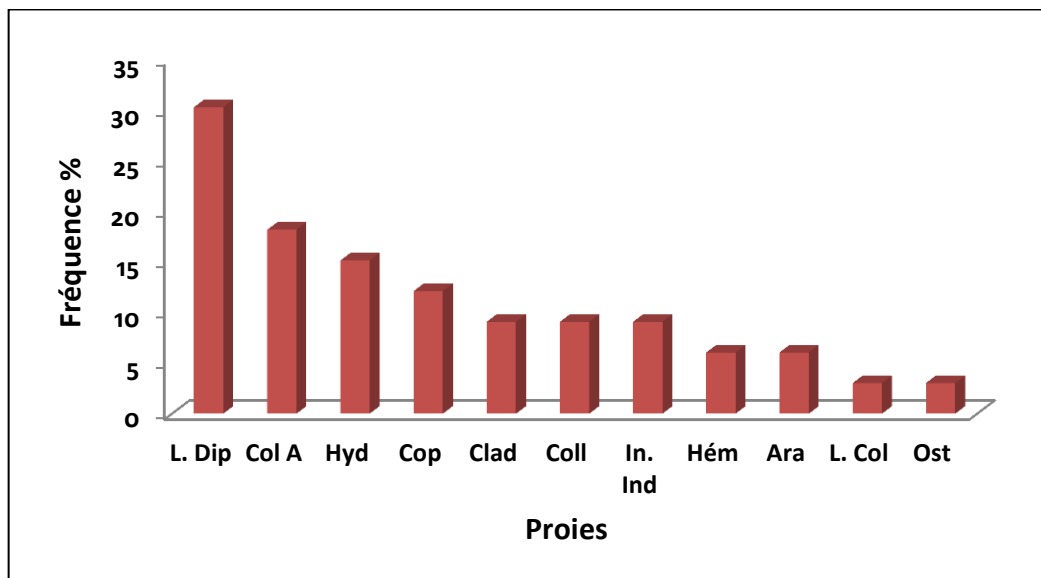
Pour cette période, la dominance des Cladocères et des Copépodes est nettement supérieure aux autres, ils constituent des proies préférentielles par excellence, leurs fréquences relatives ont été de l'ordre de 86.66 % et de 73.33 %.

Cependant, dans la classe des insectes les Diptères consommés sous formes adultes et larves et les Collembolles ont constitué les proies les plus importantes dans le spectre alimentaire de ce poisson (Fig. 39b).

Les Araignées, les Hémiptères et les Coléoptères larves ont été considérés comme des proies secondaires et enfin les Mollusques ont contribué au bol alimentaire avec une fréquence très faible qui a été de l'ordre de 3.33%.

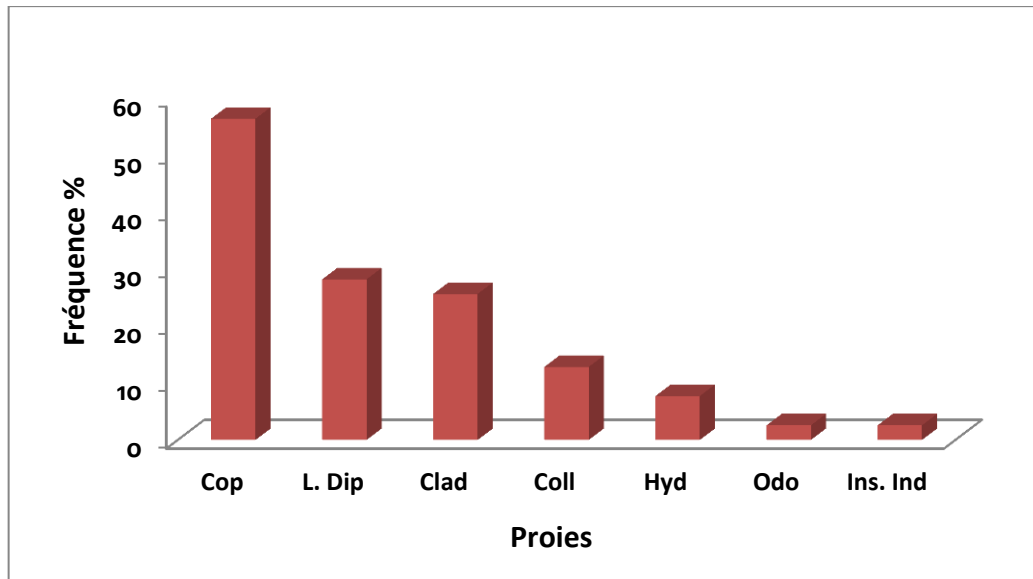


a

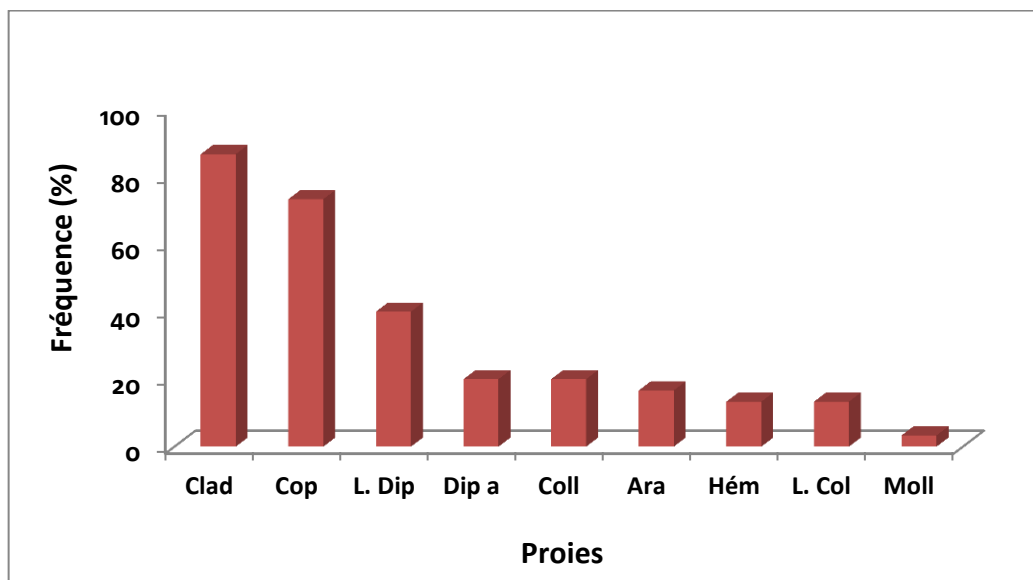


b

Figure 38: Evolution saisonnière du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* à Garaat Estah. a : Période estivale; b: Période automnale.

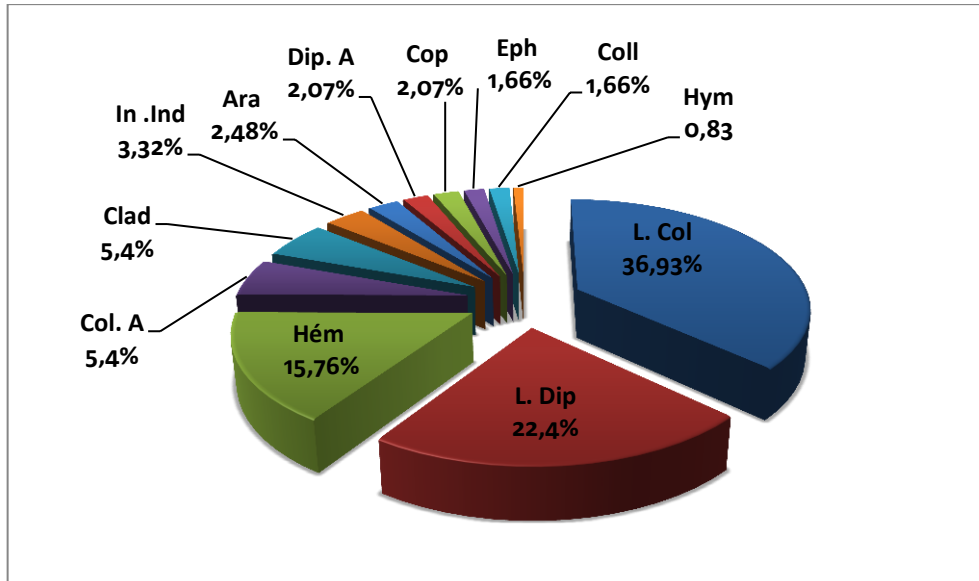


a

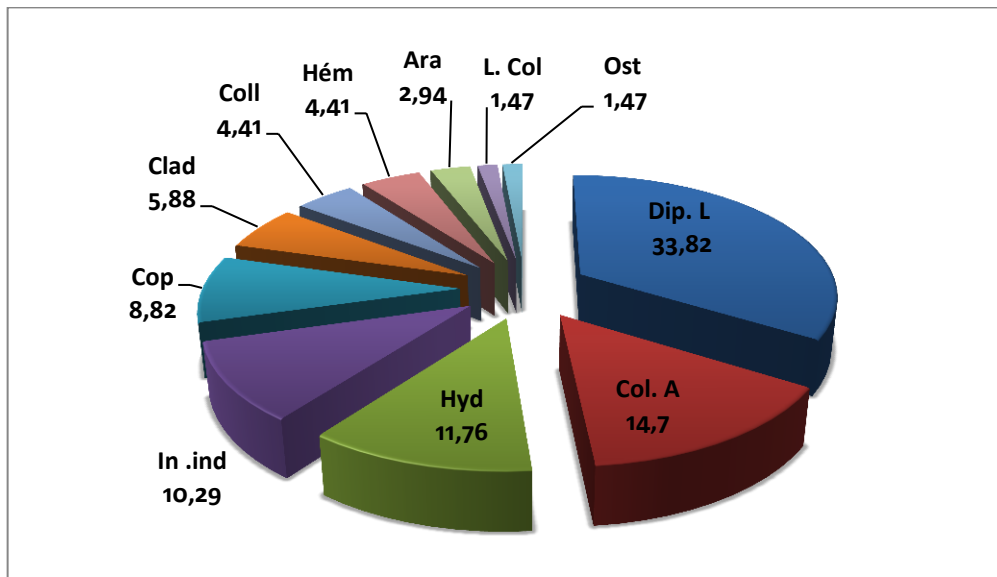


b

Figure 39: Evolution saisonnière du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* à Garaat Estah. a : Période hivernale; b: Période printanière.

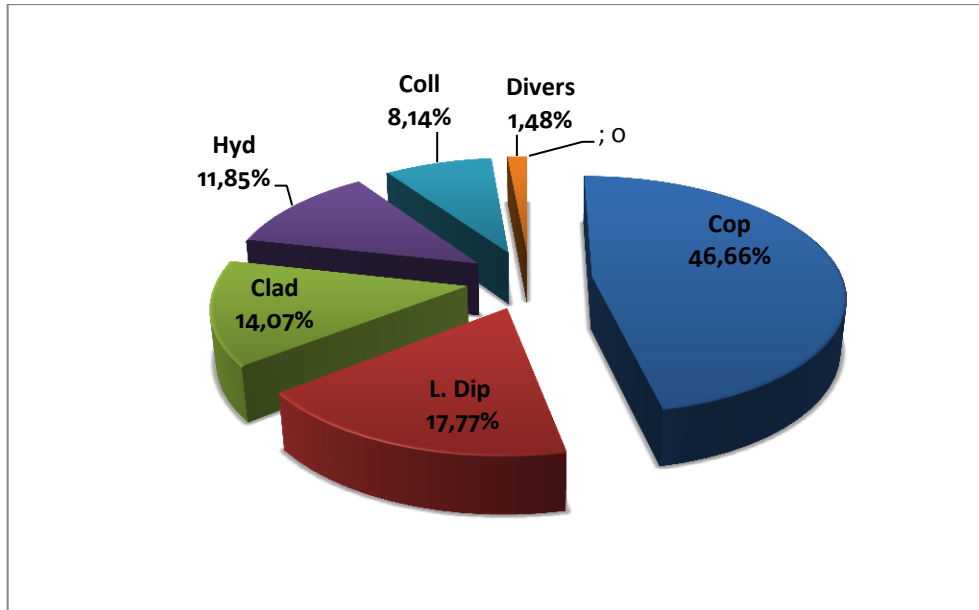


a

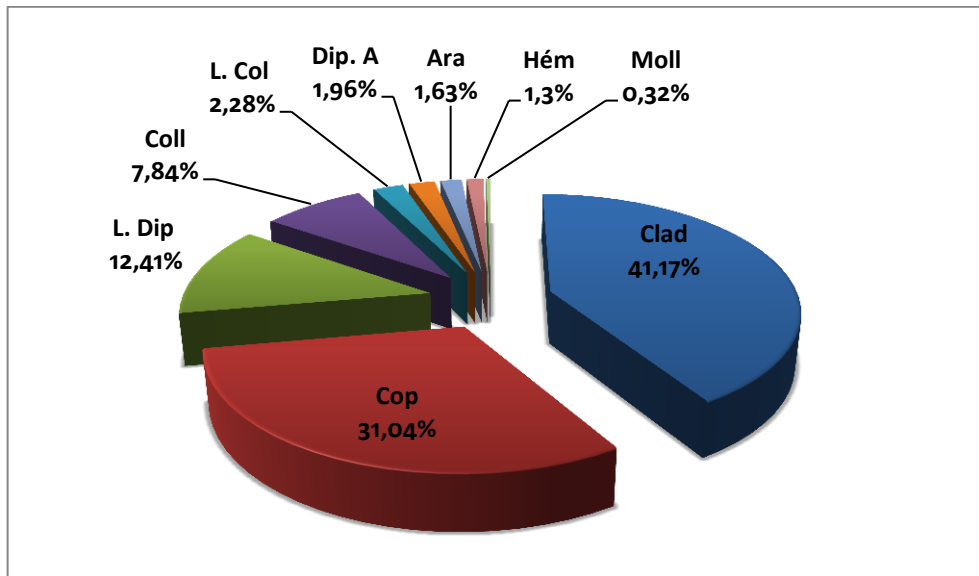


b

Figure 40: Variation saisonnière du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* à Garaat Estah. a : Période estivale; b: Période automnale.



a



b

Figure 41: Variation saisonnière du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* à Garaat Estah. a : Période hivernale; b: Période printanière.

4. 1. 3. 5. Au Garaat Dakhla :

4. 1. 3. 5. 1. Période estivale :

Aucune proie n'a présenté une fréquence supérieure à 50 % pour cette période.

Les Cladocère ont constitué la part la plus importante dans le bol alimentaire de ce poisson avec un **Cn** élevé de l'ordre de 53.27 %.

Parmi les proies secondaires (Fig. 42a) on a noté la présence des catégories alimentaires suivantes :

- Copépodes avec une fréquence de 27.58 %
- Coléoptères adultes et larves avec des fréquences respectives de 25.86% et de 24.13%.
- Diptères larves et adultes avec des fréquences de 20.68 % et de 12.06 % respectivement
- Araignées participant avec une fréquence de 12.06 %.

Les autres proies ont été classées comme proies occasionnelles et n'ont figuré qu'avec un nombre réduit dans le contenu digestif.

4. 1. 3. 5. 2. Période automnale :

Pour la période automnale aucune proie n'a présenté une fréquence supérieure à 50%.

Gambusia holbrooki se nourrit principalement de Copépodes suivi de Coléoptères adultes avec des importances numériques respectives de l'ordre de 18.75% et de 15% (Fig. 42b).

Les Hydracariens, les Diptères larves ont représenté une part importante dans le spectre alimentaire de *Gambusia* avec une **F** égale à 22.72 % chacun.

Les Cladocères ont été considérés comme des proies secondaires, en participant avec une fréquence de 13.63 %.

Les autres proies ont participé avec des faibles proportions et ont été donc considérées comme proies moins fréquentes.

4. 1. 3. 5. 3. Période hivernale :

Les échantillons analysés provenant de 43 individus ont permis de dénombrer un total de 263 proies.

Les proies préférentielles ont été constituées majoritairement de larves de Diptères et de Copépodes avec une fréquence de l'ordre de 51.16 % chacun (Fig. 43a).

Le spectre alimentaire représenté pour l'ensemble des proies alimentaires a montré aussi que les Cladocères ont occupé une part appréciable dans le régime alimentaire de ce poisson.

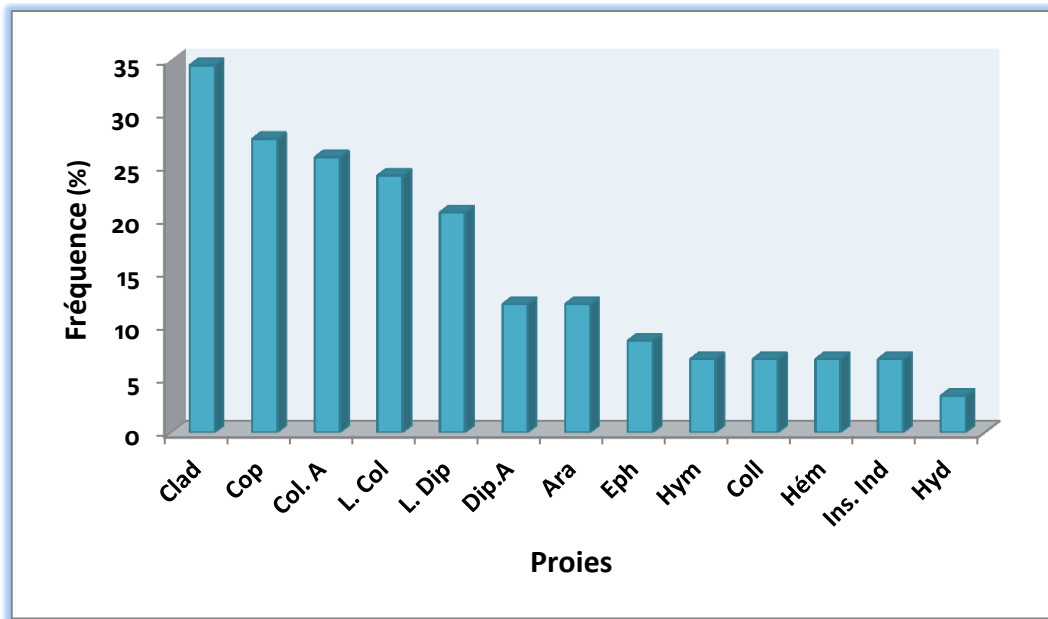
Les autres catégories de proies n'ont contribué que rarement à la nutrition de cette espèce.

4. 1. 3. 5. 4. Période printanière :

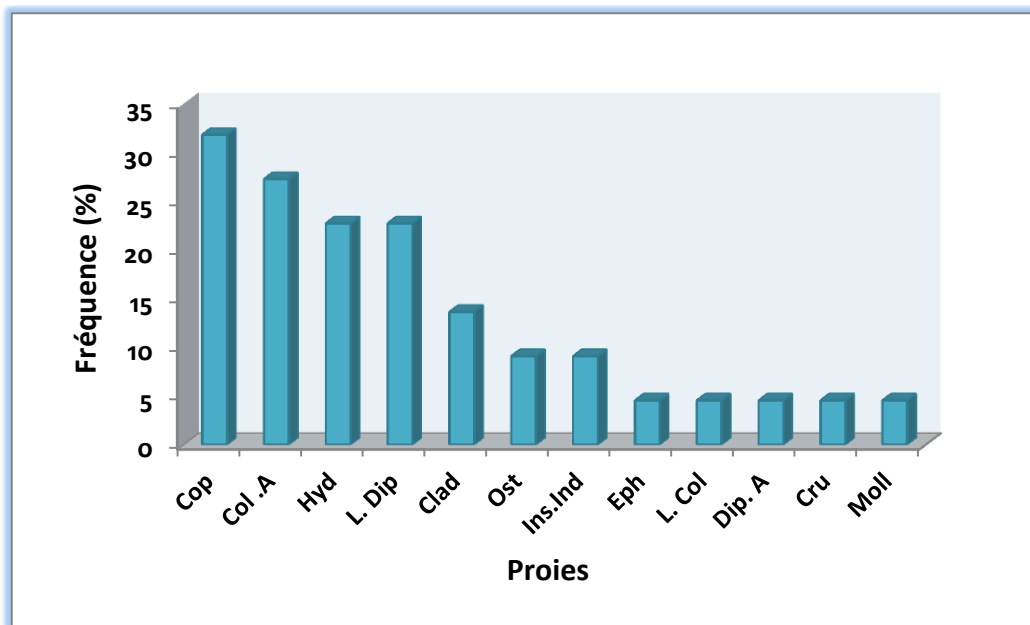
L'examen du Tableau 11(Annexes, 1) a montré que les Cladocères ont constitué une proie préférentielle par excellence pendant cette période avec les Copépodes et les Collembolles qui ont contribué avec des fréquences respectives de 87.87 %, 57.57 % et de 54.54 %.

Les Diptères et les Coléoptères consommés sous forme de larves ont participé comme proies secondaires avec des fréquences de l'ordre de 39.39 % et de 12.12 % respectivement.

Cependant, les Hémiptères et les Diptères adultes ont été considérés comme proies accidentelles (Fig. 45b).

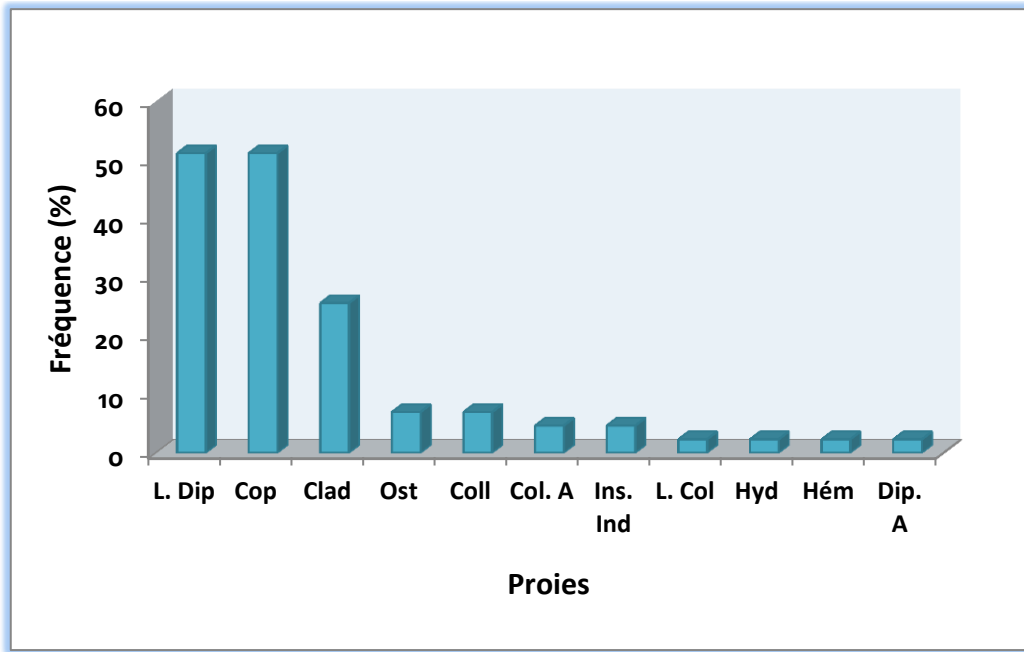


a

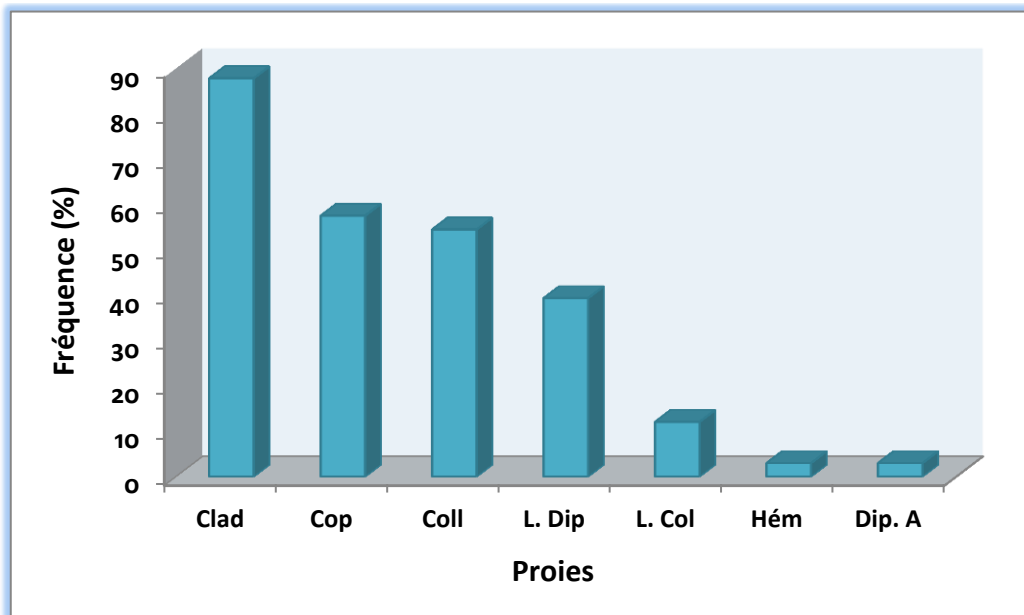


b

Figure 42: Evolution saisonnière du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* à Garaat Dakhla. a : Période estivale; b: Période automnale

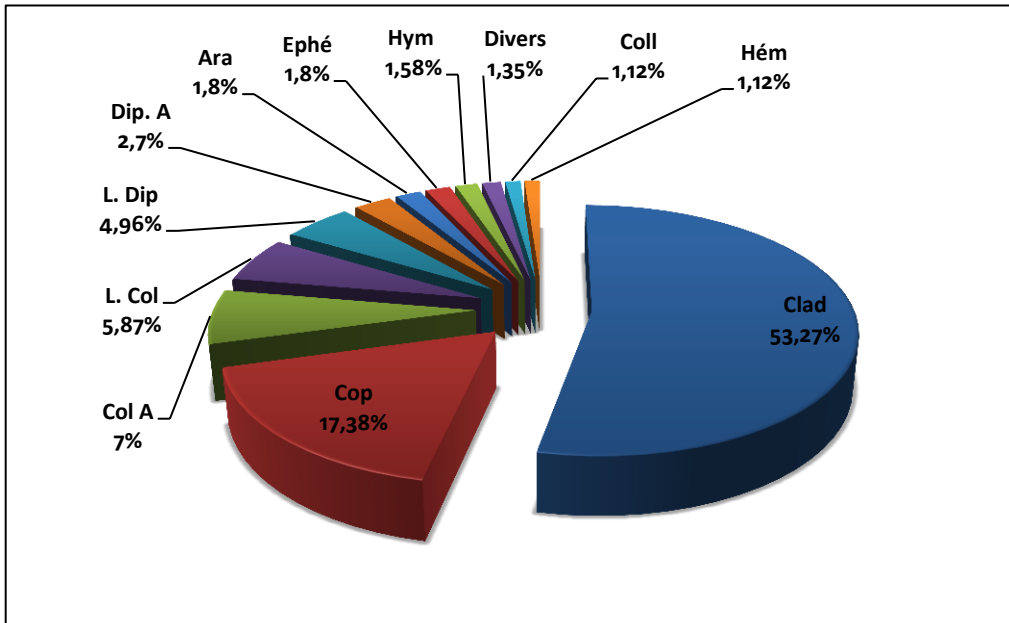


a

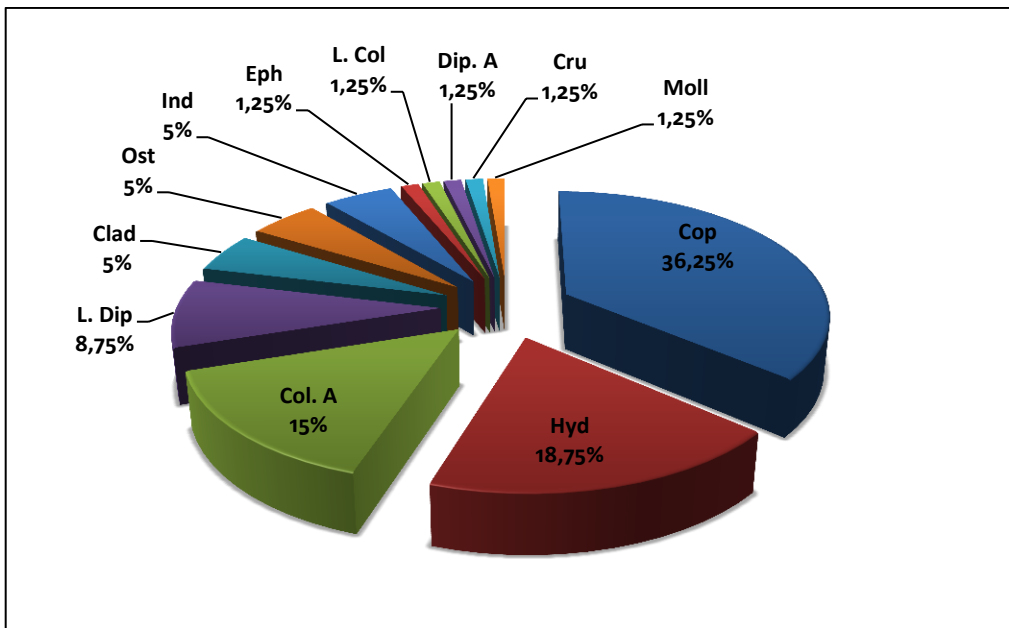


b

Figure 43: Evolution saisonnière du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* à Garaat Dakhla. a : Période hivernale; b: Période printanière.

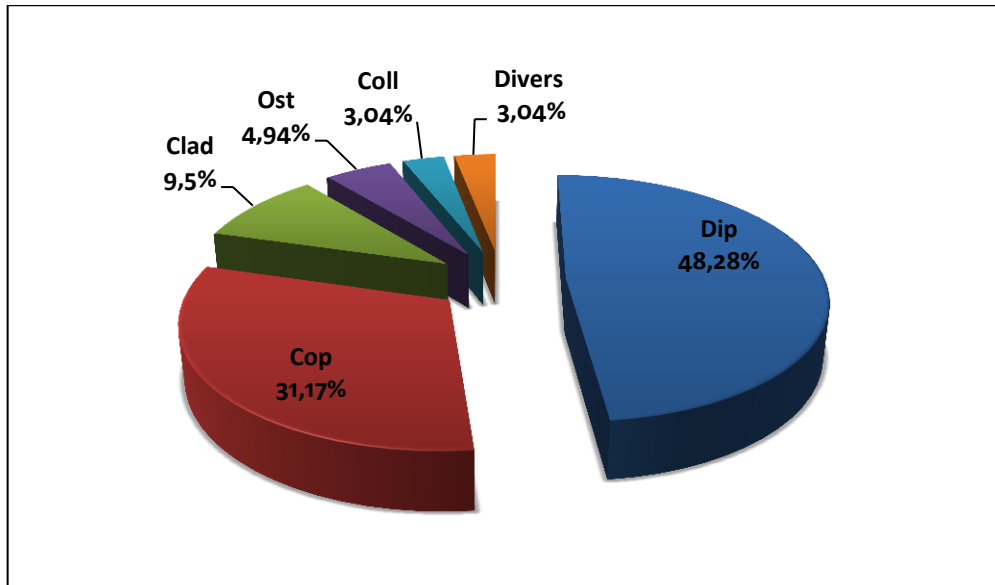


a

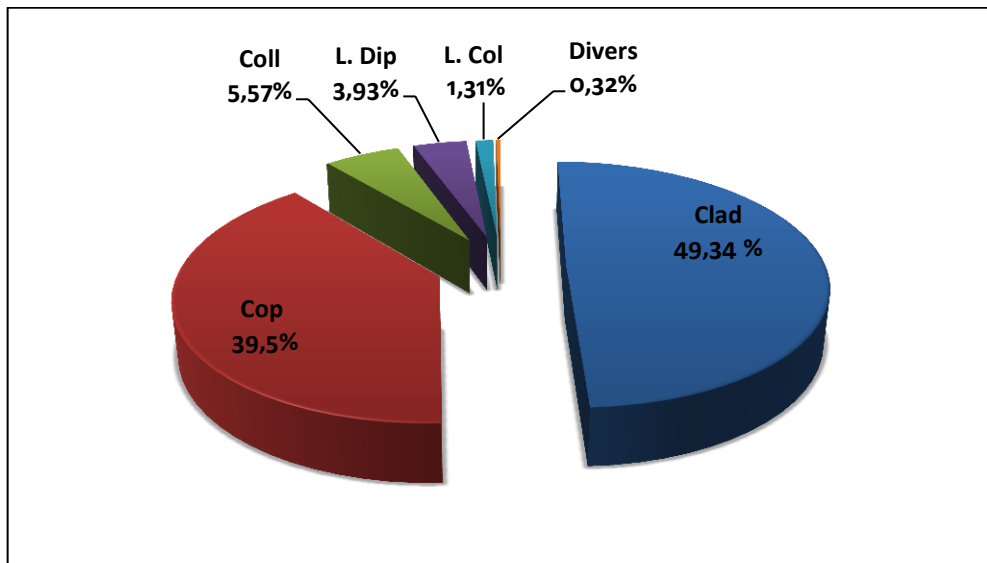


b

Figure 44: Variation saisonnière du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* à Garaat Dakhla. a : Période estivale; b: Période automnale



a



b

Figure 45: Variation saisonnière du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* à Garaat Dakhla. a : Période hivernale; b: Période printanière.

4. 1. 4. Le Coefficient de vacuité :

Tableau 7 : Variations saisonnières du coefficient de vacuité (%)

Saisons	Sites	Tonga	Oubeira	Oued-Bouarroug	Estah	Dakhla
Eté		2.22	5.35	2,24	3,22	3.33
Automne		5.45	8	2.32	5.71	8.33
Hiver		9.09	9.23	17.39	9.3	6.25
Printemps		4.08	5.88	5.88	0	5.71

La vacuité varie considérablement en fonction des saisons.

Elle varie de 2.22 % à 9.09 % au lac Tonga, de 5.35 % à 9.23 % au lac Oubeira, de 2.24 % à 17.39 % à Oued Bouarroug, de 0 % à 9.3 % à Garaat Estah et de 3.33 % à 8.33 % à Garaat Dakhla.

Les valeurs maximales ont été observées en hiver et compte 17.39 % à Oued Bouarroug, 9.30 % à G. Estah, 9.23 % au lac Oubeira et 9,09 % au lac Tonga.

Au printemps et en automne les valeurs se situent entre 0 et 8.33 %. En été, le coefficient a varié entre 2.22 % et 5.35 % selon les sites d'études.

4. 1. 5. Evolution saisonnière des principales catégories alimentaires :

L'évolution saisonnière des principales catégories alimentaires varie selon leurs disponibilités en fonction des saisons et des sites étudiés (Fig. 46, 47, 48, 49 et 50).

Le Zooplancton représenté principalement par les Cladocères et les Copépodes a été considéré comme le groupe prédominant.

Ainsi la fréquence des Cladocères est supérieure à 50 % pendant la période allant de l'automne à l'hiver au lac Tonga, pendant l'automne à Oued Bouarroug et pendant le printemps aux trois autres sites. Les Copépodes ont été également représentés pour les quatre saisons.

La prédation des Rotifères et des Ostracodes varie d'un site à un autre, mais demeure toujours faible. Les insectes occupant une place importante dans le bol alimentaire de *Gambusia*, ont été représentés essentiellement par :

Les Diptères, Coléoptères, Hémiptères, Ephéméroptères, Collemboles, Odonates et autres insectes indéterminés.

Les larves de Diptères ont été consommées pendant toute l'année à Oued Bouarroug et au lac Tonga avec des fréquences relativement importantes par rapport à Garaat Estah et Dakhla.

Au lac Oubeira, leur contribution est très importante surtout pendant l'hiver et le printemps avec des fréquences respectives de 67.8 % et de 65.62 %

Toutefois, il est à signaler la disparition totale des Diptères adultes dans l'alimentation de ce poisson de l'automne jusqu'au printemps à Oued Bouarroug et pendant l'automne et l'hiver à Garaat Estah. Tandis que les Hémiptères, ils ont participé avec des fréquences qui sont relativement faible à Garaat Dakhla et à Oued Bouarroug.

Au lac Oubeira, la proportion des Hémiptères est restée faible avec un maximum de 28.12% au printemps.

Au lac Tonga et à Garaat Estah, leur contribution est appréciable surtout pendant le printemps et l'été et disparaissent complètement en hiver.

Les Ephéméroptères ont contribué dans l'alimentation de *Gambusia* avec des fréquences partiellement faibles à partir de l'été jusqu'au printemps au lac Tonga, en été et en automne à Garaat Dakhla et au lac Oubeira, quant à Garaat Estah ils ont été disparus totalement durant la période d'étude à l'exception de l'été où on note une fréquence de 6.66%.

On note un maximum de 38.3 % au printemps au lac Tonga, et de 27.27 % en automne à Oued Bouarroug.

Les larves de Coléoptères sont présentes dans le bol alimentaire de ce poisson avec des proportions relativement faibles, les valeurs maximales ont été observées pendant l'été à Garaat Estah (53.33 %), au lac Oubeira (44.22 %), à Garaat Dakhla (24.13 %) et au lac Tonga (14.4 %).

Cependant, on note la disparition totale des Coléoptères adultes dans l'alimentation de ce prédateur pendant l'automne et l'hiver au lac Tonga et Oubeira, en hiver à Oued Bouarroug, au printemps à Garaat Dakhla et durant l'hiver et le printemps à Garaat Estah.

Les Collemboles ont participé à partir de l'automne jusqu'au printemps avec des proportions importantes au lac Oubeira et à Garaat Estah.

Ils ont contribué au régime alimentaire de *G. holbrooki* avec une part importante au printemps à Garaat Dakhla (54.54 %) et à Oued Bouarroug (35.72 %) et en automne au lac Tonga (15.38 %).

La présence des Odonates parmi les catégories alimentaires ayant une importance partiellement faible pour certaines saisons.

Les Arachnides représentés principalement par les Hydracariens ont participé à l'alimentation de *Gambusia* presque durant un cycle annuel à Oued Bouarroug et au lac Oubeira. Ils ont disparus pendant l'été au lac Tonga, durant le printemps et l'été à Garaat Estah et au période printanière à Garaat Dakhla.

Les Hyménoptères représentés par les *Formicoidea* ont été observés dans tous les sites avec des fréquences faibles mais on note un maximum de l'ordre de 17.24 % en été à Oued Bouarroug. Les Mollusques, constituaient ainsi une source d'alimentation négligeable.

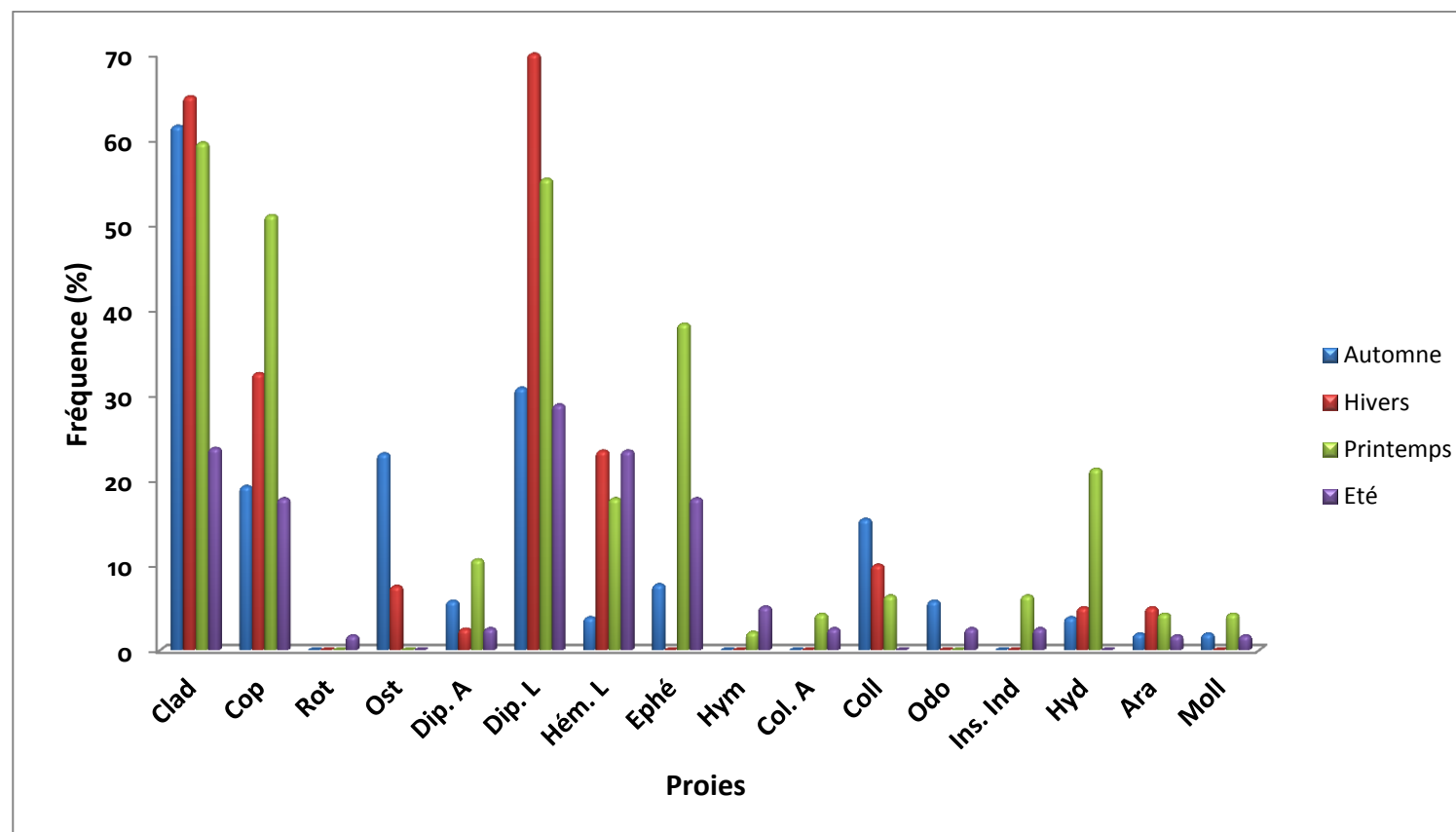


Figure 46: Evolution saisonnière des principales catégories de proies de *Gambusia holbrooki* au lac Tonga.

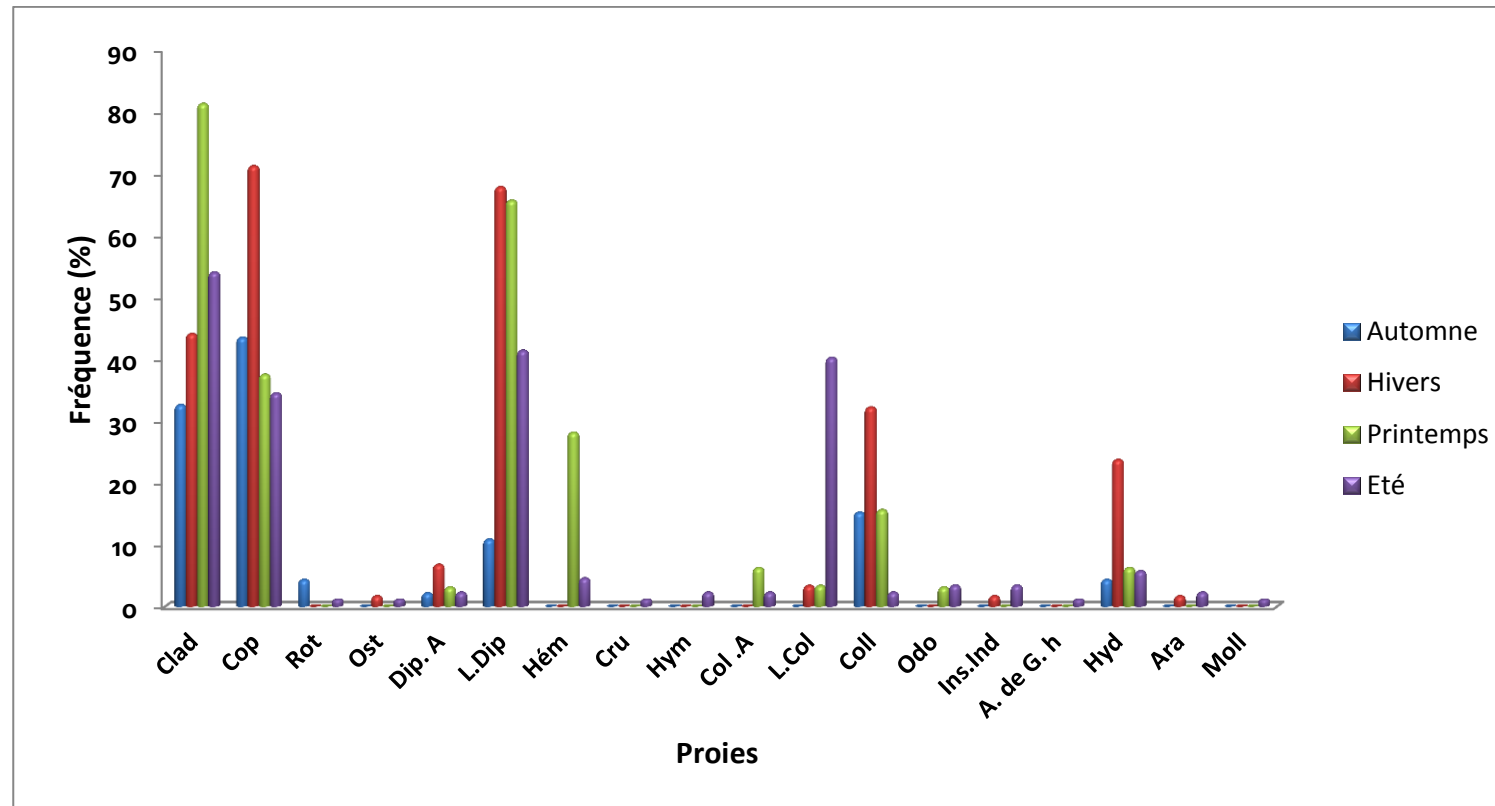


Figure 47: Evolution saisonnière des principales catégories de proies de *Gambusia holbrooki* au lac Oubeira.

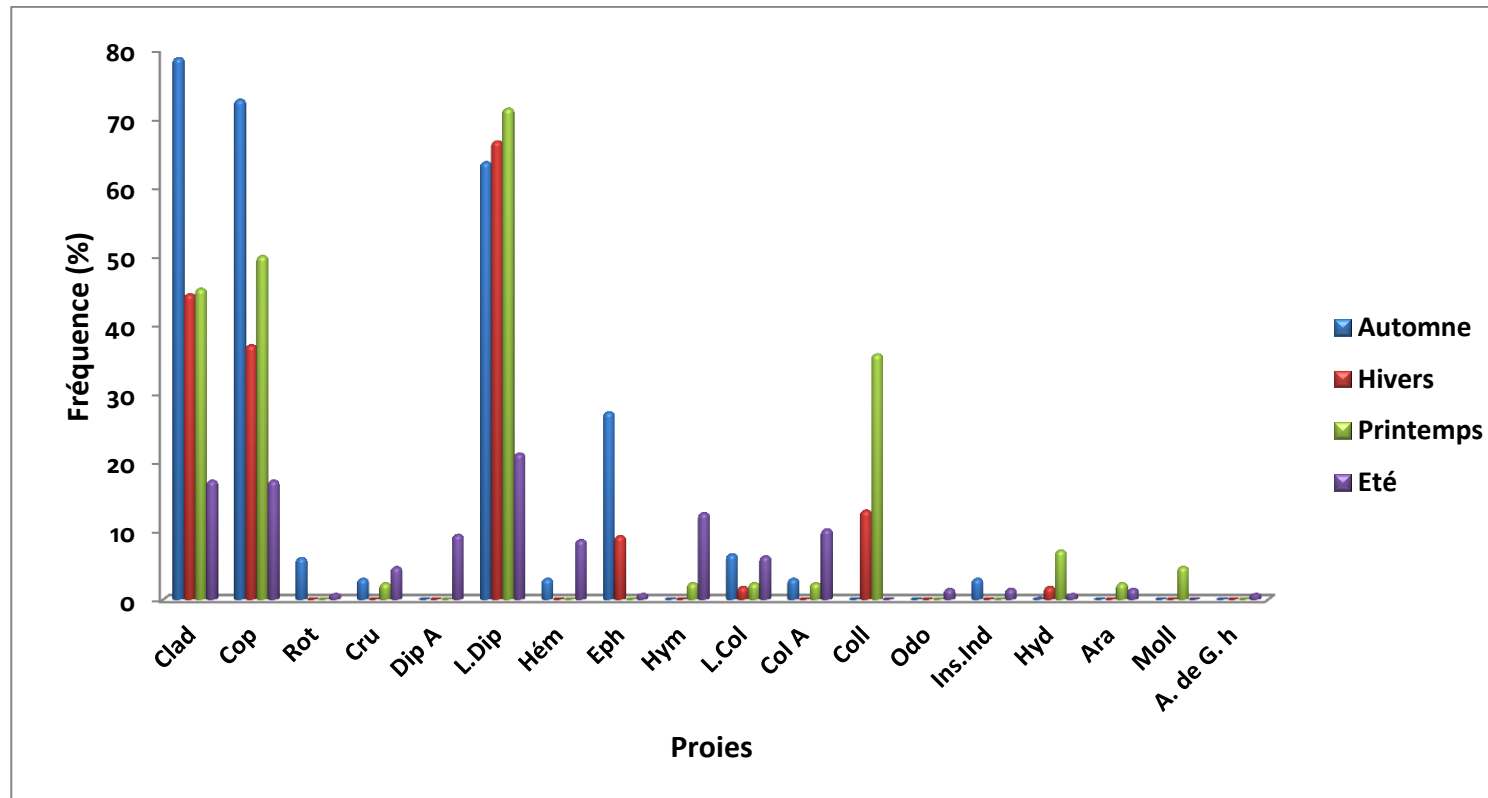


Figure 48: Evolution saisonnière des principales catégories de proies de *Gambusia holbrooki* à Oued Bouarroug.

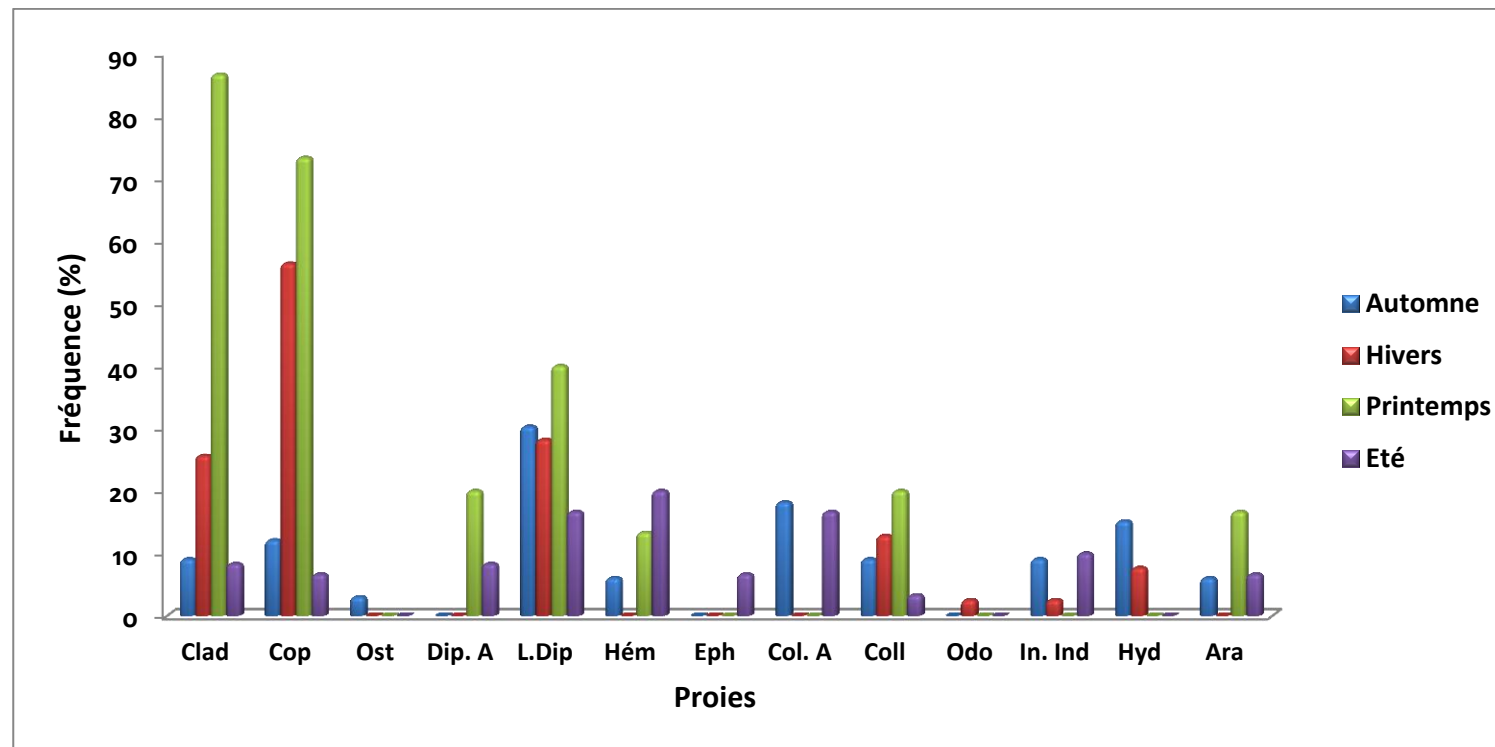


Figure 49: Evolution saisonnière des principales catégories de proies de *Gambusia holbrooki* à Garaat Estah.

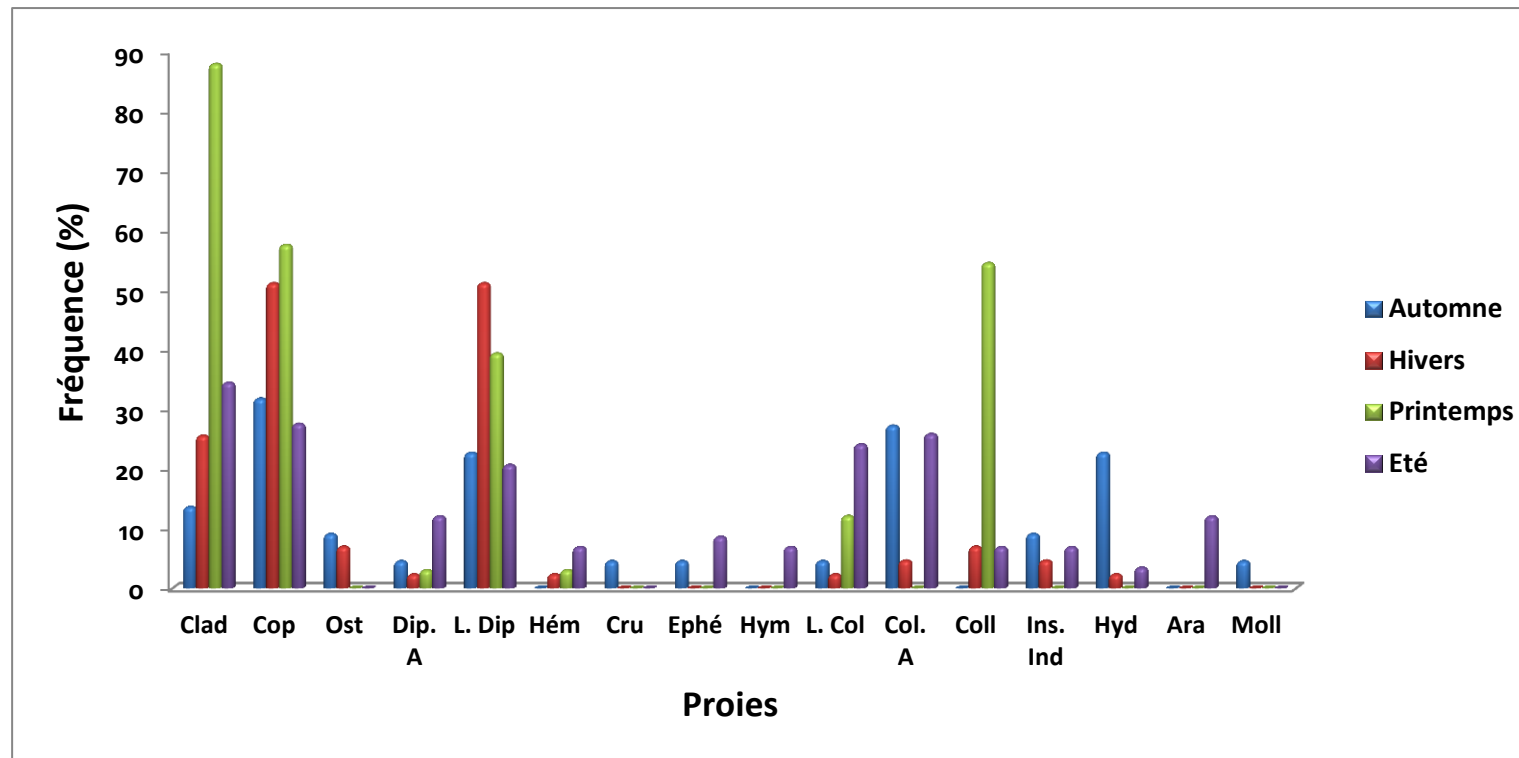


Figure 50: Evolution saisonnière des principales catégories de proies de *Gambusia holbrooki* à Garaat Dakhla.

4. 1. 6. Diversités trophique et Equitabilité du régime alimentaire au cours du cycle annuel :

4. 1. 6. 1. Diversité trophique :

Tableau : diversité (H) et Equitabilité du régime alimentaire de *Gambusia holbrooki*.

Sites	Saisons	Eté	automne	Hivers	Printemps
Tonga	H	2,19	2,08	1,6	2,28
	E	0,73	0,62	0,69	0,61
Oubeira	H	1,82	1,7	1,9	1,54
	E	0,55	0,73	0,82	0,55
O. Bouarroug	H	2,55	1,86	1,87	1,92
	E	0,8	0,72	0,8	0,68
Dakhla	H	2,22	2,34	1,69	1,53
	E	0,62	0,83	0,72	0,66
Estah	H	2,56	2,63	1,98	2,1
	E	0,74	0,87	0,85	0,7

L'examen du tableau a montré que le régime alimentaire de *Gambusia* est relativement hétérogène.

En effet, la diversité (H) varie considérablement en fonction des saisons.

Elle varie de 1,6 bits à 2,28 bits au lac Tonga, de 1.7 bits à 1.82 bits au lac Oubeira, de 1.86 bits à 2.55 bits à Oued Bouarroug, de 1,98 bits à 2.63 bits à Garaat Estah et de 1.53 bits à 2.34 bits à Garaat Dakhla.

Les valeurs les plus faibles ont été observées au printemps à G. Dakhla (H= 1.53) et au lac Oubeira (H = 1.54), en hiver au lac Tonga (H = 1.6) et à G. Estah (H = 1.98) et en automne à Oued Bouarroug (H =1.87).

La diversité atteint son maximum en automne à Garaat Estah ($H = 2.63$) et à Garaat Dakhla ($H = 2.34$), en été à Oued Bouarroug ($H = 2.55$) et au lac Tonga ($H = 2.19$) et en hiver au lac Oubeira ($H = 1.90$).

4. 1. 6. 2. L'indice d'équitabilité :

L'indice d'équitabilité E varie de 1 à 0 en fonction du degré de spécialisation du régime. L'équitabilité des composantes du régime est plus élevée au cours des quatre saisons à Garaat Estah. Elle varie de 0.7 au printemps à 0.87 en automne ce qui est considéré comme un indice d'une alimentation équilibré.

Au lac Tonga aussi, on remarque un équilibre exercé au cours des quatre saisons.

Au lac Oubeira elle varie de 0.55 (été et printemps) à 0.82 en hiver, ces faibles valeurs printanières et estivales peuvent s'exprimer par le fait que *Gambusia* a consommé surtout des Cladocères.

A Oued Bouarroug, l'été et l'hiver sont les deux saisons où l'animal a trouvé le meilleur équilibre de son alimentation, par contre à Garaat Dakhla c'est l'automne qui a été le plus équilibré.

4. 2. Discussion :

Le climat du Nord-est algérien, particulièrement celui de la région d'El-Kala est proche du climat tropical (Samraoui et *al.*, 1992) ce qui convient parfaitement à *Gambusia holbrooki* espèce introduite d'origine subtropicale.

L'étude des variables abiotiques a montré qu'il existe des variations de ces paramètres (Conductivité et température de l'eau) entre sites et saisons. *Gambusia holbrooki* semblait bien supporter ces variations, c'est une espèce très résistante, qui s'adapte à tous les facteurs abiotiques, aux conditions climatiques et hydrologiques défavorables.

L'alimentation de *Gambusia* a augmenté à des températures d'eau plus élevées (30°C) cela pourrait être en fonction de l'augmentation des taux métaboliques (Cech et *al.*, 1985). Basé sur des résultats expérimentaux, Reddy (1975) a observé que *Gambusia* peut consommer plus de larves (150 à 200 %) à 30°C qu'à 20°C sur une période de 10h.

L'analyse des résultats de l'inventaire des aliments consommés par *G. holbrooki* et des tendances générales de son régime alimentaire a montré que ce poisson est exclusivement carnivore.

G.holbrooki se nourrit principalement de Zooplancton du fait que son microhabitat est lié à la surface de l'eau.

Ces résultats sont semblables à ceux obtenus par divers auteurs (Ress, 1934; Barnickol, 1942; Walters et Legner, 1980; Hurlbert et Mulla, 1981; Colwell et Schaefer, 1983; Daniels et Felley, 1992; Layachi, 1997; Bounaceur, 1997).

Des études menées en France (Crivilli et Boy, 1987) et en Australie (Arthington, 1989) ont indiqué que *Gambusia* se nourrissent des algues, des détruits en plus du Zooplancton.

Tout au long de l'année, les insectes de surface, comme les Diptères adultes (Chironomidés et autres) et les Collembolés, ont été une source d'alimentation importante et supplémentaire. Néanmoins, les larves de moustiques (les Culicidés), ne constituaient qu'une fraction quantitative de l'alimentation de ce poisson.

Crivelli & Boy (1987), Bounaceur (1997) et Layachi (1997) ont démontré une quasi-absence de Culicidés qui pourrait être expliquée par l'attrait qu'ils exercent sur *Gambusia*.

Durant la période de reproduction, la plupart des femelles matures étaient gravides. Ces femelles capturées, en général, plus de proies que les males immatures et les femelles non gravides.

Par ailleurs, durant cette période d'investissement élevé, les femelles se nourrissaient d'insectes de surface, plus particulièrement des Diptères adultes, ceci pourrait être expliqué par la grande taille des femelles qui leur permettent d'ingérer de grandes proies et ainsi procurer un apport caloriques plus élevés (Harrington et Harrington, 1961).

Chez *Gambusia spp*, le cannibalisme est souvent détecté dans les stocks de laboratoires (Meffe et Snelson, 1989; Benoit et Coll, 2000), mais il est moins fréquent dans la nature.

Pendant cette étude, nous n'avons trouvé seulement deux individus cannibales dans un total de 1107 individus analysés (0.18%).

L'analyse des indices alimentaires (**F**, **Cn**) des différentes catégories de proies observées a montré que le Zooplancton et les larves de Diptères constituent les proies les plus consommées par *Gambusia holbrooki*.

Le coefficient de vacuité (**CV**) est très différent d'un site à un autre. La proportion d'estomacs vides est cependant relativement faible, ce qui indique que *G. holbrooki* a présenté une activité alimentaire tout au long de l'année même en saison hivernale où les poissons sont moins actifs et les proies moins abondantes.

En effet, Garaat Estah et lac Tonga, à travers un taux faible de leurs **Cv** global, qui certainement présentent des meilleures conditions écologiques, marquant ainsi la variation du coefficient de vacuité au cours des saisons au sein d'un même site.

La variation saisonnière du régime alimentaire se reflète par le changement dans l'abondance des proies. L'importance relative du Zooplancton a augmenté pendant l'automne et l'hiver, tandis que l'importance des insectes aquatiques a diminué pendant cette période.

En général, seuls les premiers stades larvaires des insectes aquatiques tels que les Hémiptères et les Coléoptères sont les plus consommés. Ces premiers stades larvaires sont susceptibles d'être disponibles seulement au printemps et au début de l'été.

Certains auteurs (Myers, 1965; Rupp, 1996) ont montré que les Gambusies pourraient parfois s'attaquer aux œufs et alevins de poissons indigènes; ce comportement n'a pas été observé dans cette étude où aucun alevin n'a été découvert dans les estomacs. Par contre, la présence de ce *Poecillidae* est souvent signalée dans le régime de nombreux poissons et d'oiseaux aquatiques (Nedjah, 2010).

En effet, le chevauchement des niches écologiques de *Gambusia* avec les poissons autochtones (Layachi, 1997; Terki, 1997; Mekki,) et sa compétitivité supérieure (régime alimentaire plus large, agressivité) font de lui un poisson compétitif pour l'ichtyofaune endémique.

Enfin, ces résultats, ne pourraient que servir de références bibliographiques à des travaux ultérieures. Nous espérons à travers cette étude ouvrir de nouveaux horizons à l'étude du régime alimentaire des autres catégories d'espèces allochtones.

Conclusion :

Ce travail vise à mieux connaître le régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* au niveau de cinq écosystèmes dulçaquicoles de la Numidie orientale.

Le régime alimentaire de *Gambusia holbrooki*, est essentiellement constitué par des Crustacés et des insectes, représentés principalement par des Cladocères, des Copépodes et des Diptères larves et adultes, présente une dynamique saisonnière similaire à celle observé par Bounaceur (1997) et Layachi (1997).

D'après nos données recueillies, une nouvelle proie (Culicidés) entre dans le bol alimentaire de cette espèce en remplaçant les Nématodes avec un Cannibalisme exercé par deux femelles dans deux sites (Oubeira et O. Bouarroug).

Il est impératif d'éviter l'introduction des espèces exotiques. Si cela s'avère inévitable pour des raisons économiques ou autres, il est nécessaire de la précéder par des études minutieuses d'impact.

Finalement, il est nécessaire de développer les recherches sur l'écologie, la conservation des espèces autochtones afin de maintenir et de transmettre notre biodiversité aux futures générations.

- Abbaci, H., 1998. Cartographie de la végétation, Palynothèque et utilisation de l'espace lacustre par l'avifaune. Thèse de Magister. Université Badji Mokhtar Annaba. 141 p.
- Annani, F., 1998. Contribution à l'étude des Hémiptères aquatiques d'Algérie : Inventaire, Ecologie, Biogéographie. Thèse de Magistère. Université de Constantine. 135 p.
- Archer, S.N. & Hirano, J., 1997. Opsin sequences of the rod visual pigments in 2 species of Poeciliid fish. *Journal of Fish Biology* 51: 215-219.
- Arthington, A.H., 1989. Diet of *Gambusia affinis holbrooki*, *Xiphorus helleri*, *X. maculatus* and *Poecillia reticulata* (Pisces: *Poeciliidae*) in Streams of South-eastern Queensland, Australia. *Asian Fisheries Science*. 2: 193-212.
- Bagnouls, F. & H. Gaussen, 1957. Les climats biologiques et leurs classifications. *Ann. Géogr. Fr.* 335: 193-220.
- Barnickol, P.E., 1942. Food habits of *Gambusia affinis* from Reelfoot Lake, Tennessee, with special reference on malaria control. *J. Tennessee Aca. Sci.* 16: 5-13.
- Beldi, H., 1993. Contribution à l'étude de *Gambusia affinis* (Téléostéens, *Poecillidae*), poissons prédateurs des larves de moustiques, Etude du cycle sexuel et corrélation métabolique. Thèse de Magister. Université Badji Mokhtar Annaba. 87 p.
- Beldi, H., 2007. Etude de *G. affinis* (Poisson, Téléostéen) et *Donax trunclus* (Mollusque, Pélécyopode) : Ecologie, Physiologie et Impacts de quelques altéragènes. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba. 134 p.
- Belhadj, G., Chalabi, B., Chabi, Y., Kayser, Y. & Gauthier-Clerc, M., 2007. Le retour de l'Ibis falcinelle (*Plegadis falcinellus*) nicheur en Algérie. *Aves* 44: 29-36.
- Benchallel, W., 1994. Contribution à l'étude écologique des Odonates des eaux courantes (Oued Kebir et O. Bouarroug). Thèse de Magister. Université Badji Moukhtar Annaba. 157 p.
- Benoit, H. P., J. R. Post & A. D. Barbet., 2000. Recruitment dynamics and size structure in experimental populations of the mosquitofish, *Gambusia affinis*. *Copeia* 2000: 216–221.

Benslimane, N., 2001. Contribution à l'étude écologique des zones humides de la Numidie : Cas des mares de la Numidie orientale et des zones de Guerbès. Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar Annaba. 86 p.

Bouchard, R.W., 2004. Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest. Water Resources Center. *University of Minnesota, St. Paul, MN*. 208 p.

Bouhaf, N., 1993. Contribution à l'étude de la biologie d'un téléostéen d'eau douce *Gambusia affinis*. Thèse de Magister. Université Badji Mokhtar Annaba. 55 p.

Boumezbeur, A., 1993. Ecologie et biologie de la reproduction de l'Erismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) et du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) sur le lac Tonga et le lac des oiseaux (Est algérien), Mesures de protection et de gestion du lac Tonga. Thèse de Doctorat. Université des hautes études Montpellier. 254 p.

Bounaceur, F., 1997. Contribution à l'étude écologique de *Gambusia affinis* (Baird & Girard, 1953) dans trois sites humides du Parc National d'El Kala. Thèse de Magister. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie (E.N.S.A El Harrach). 128 p.

Boy, C.E. & Ferguson, D.E., 1964. Spectrum of cross resistance to insecticides in the mosquitofish *Gambusia affinis*. *Mosquito News*. 24: 19-21.

Britton, R.H. & Moser, M.E., 1982. Size specific predation by herons and its effects on the sex-ratio of natural populations of mosquito fish *Gambusia affinis* (Baird and Girard). *Oecologie*. 53: 146-151.

Bruslé, J. & Quignard, J.P., 2001. Biologie des Poissons d'Eaux douces Européens. *Tec & Doc. Lavoisier*, Paris. 625 p.

Cadwallader, P.L. & Backhouse, G.N., 1983. A guide to the freshwater fish of Victoria. Government Printing Office, Melbourne, Australia. 249 p.

Castelberry, D.T. & Cech, J.J.Jr., 1990. Mosquito control in Wastewater: A controlled and quantitative comparison of pupfish (*Cyprinodon nevadensis*, *Amaracosae*), Mosquitofish

(*Gambusia affinis*) and Guppies (*Poecillia reticulata*) in sago pondweed marshes. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 2: 223-228.

Cech, J.J.Jr., Massingill, M.J., Vondracek, B. & Linden, A.L., 1985. Respiratory metabolism of Mosquitofish, *Gambusia affinis*: effects of temperature, dissolved oxygen, and sex difference. *Environmental Biology of Fishes*. 13: 297-307.

Cech, J.J.Jr. & Linden, A., 1986. Comparative larvivorous effects of mosquitofish, *Gambusia affinis*, and juvenile Sacramento Blackfish in experimental rice fields. *Proceedings and papers of the annual conference of the California Mosquito and Vector Control Association*. 54: 93-97

Chakri, K., 2007. Contribution à l'étude écologique de *Daphnia magna* (Branchiopoda : Anomopoda) dans la Numidie, et inventaire des grands branchiopodes en Algérie. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba. 173 p.

Chamboles, E.P., 1970. Modalité du développement et analyse des facteurs physiologiques de la reproduction chez *Gambusia affinis* (poisson téléostéen), recherches descriptives et expérimentales. Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle. Univ. Bordeaux 1. 192 p.

Colwell, A.E. & Schaefer, C.H., 1983. Effects of an insect growth regulator on placton and *Gambusia affinis*. *Aquatic Toxicology* 4: 247-269.

Crivelli, A.J. & Boy, V., 1987. The diet of the Mosquitofish *Gambusia affinis* (Baird & Girard) (*Poecillidae*) in the Mediterranean France. *Revue d'Ecologie (Terre Vie)*.42: 421-434.

Dajoz, R., 1985. Précis d'écologie. *Dunod*. Paris. 505 p.

Daniels, G. L. & J. D. Felley., 1992. Life history and foods of *Gambusia affinis* in two waterways of Southwestern Louisiana. *Southwestern Naturalist*. 37: 157-165.

De Belair, G., 1990. Structure et fonctionnement et perspectives de gestion de quatre écocomplexes lacustres et marécageux (EL-Kala est Algérien). Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle. Université Montpellier II U.S.T. Languedoc. 193 p.

Djellab, S., 1993. Contribution à l'inventaire et à l'étude écologique des *Syrphidae* (Diptera) de la région d'El-kala. Thèse de Magister. Université Badji Mokhtar Annaba. 184 p.

Drèze, V., Gaulay, O. & Monod, G., 1998. Development of Mosquitofish (*Gambusia affinis*) population in lentic mesocosms. Perspectives for ecotoxicological studies. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*. 350-351: 465-477.

D.G.F (Direction Générale des Forêts). (2001). Atlas des zones humides Algériennes d'importance internationale. A. N. E. P. 56 p.

D.G.F (Direction Générale des Forêts). (2003). Réserve Intégrale du Lac Oubeïra, Wilaya d'El Tarf . 7 p.

Engelhardt, W., 1998. Guide Vigot de la vie dans les étangs, les ruisseaux et les mares : les plantes et les animaux des eaux de chez nous. Vigot, Paris. 313 p.

Faurie, C., Ferra, C., Médori, P., Dévaux, J., & Hemptinne, J.L., 2003. Approche scientifique et pratique. *Tec & Doc*, Paris. 407 p.

Fernandez-Delgado, C., 1989. Life-History patterns of the Mosquitofish, *Gambusia affinis* in the estuary of the Guadalquivir river of South-West Spain. *Freshwater Biology*. 22: 395-404.

Gramrad, S.C. & L.B. Kats., 1996. Effect of introduced crayfish and Mosquitofish on California newts. *Conservation Biology*. 10: 1155-1162.

Goodsell, J.A. & L.B. Kats., 1999. Effect of introduced Mosquitofish on Pacific tree frogs and the role of alternate prey. *Conservation Biology*. 13: 921-924.

Hammouda, S., 1999. Impact de *Gambusia affinis* sur les milieux aquatiques. Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar Annaba. 55 p.

Hammouda, S. & Samraoui, B., 2007. Ecological impact of *Gambusia affinis* (Cyprinodontiform: Poeciliidae) on the Aquatic Environment. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 6(6): 828-832.

Harrington, R.W. & E.S. Harrington., 1961. Food selection among fishes invading a high subtropical saltmarsh: from onset of flooding through the progress of a mosquito brood. *Ecology*. 42: 646-666.

Hollis, T., 1992. The causes of wetland loss and degradation in the Mediterranean. I.W.R.B. *Special publication*. 20: 83-90.

Hureau, J.C., 1970. Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (*Nototheniidae*), *Bul. Ins. Océ. Monaco*. 68: 1-224.

Hurlbert, S.H., Zedler, J. & Fairbanks, D., 1972b. Ecosystem alternation by Mosquitofish (*Gambusia*) predation. *Science* . 175: 639-641.

Hurlbert, S.H. & Mulla, M.S., 1981. Impact of mosquitofish (*Gambusia affinis*) predation on plankton communities. *Hydrobiologia*. 83: 125-151.

Hynes, B.N., 1950. The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pongitius*) with a review of methods used in studies of the food fish. *Journal of Animal Ecology*. 19: 36-58.

Hyslop, B.N., 1995. The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pongitiusa*) with a review of methods used in studies of the food fishes. *Journal of Animal Ecology*. 19: 36-58.

Hyslop, E.J., 1980. Stomach contents analysis-A review of methods and their application. *Journal of Fish Biology* .17: 411-429.

Kahli, R., 1996. Contribution à l'étude écologique des Cyprinidés du lac Oubeira. Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar Annaba. 62 p.

Kurmholz, L.A., 1948. Reproduction in the western Mosquitofish, *Gambusia affinis affinis* (Baird and Girard), and its use in Mosquito control. *Ecological Monographs*. 18: 1-43.

- Layachi, N., 1997. Etude comparative de deux étangs dunaires : G. Estah et G. Dakhla (Nord-est Algérien). Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar Annaba. 53 p.
- Meffe, G. K. & F. F. Snelson., 1989. An ecological overview of poeciliid fishes. In Meffe, G. K. & F. F. Snelson (eds), *Ecology and Evolution of Livebearing Fishes (Poeciliidae)*. Prentice Hall, New Jersey: 13–31.
- Mekki, M., 1998. Etude comparative de l'écologie de quatre dépressions dunaires du Nord-est Algérien. Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar Annaba. 49 p.
- Mettallaoui, S., 1999. Etudes écologiques des mares endoréiques et temporaires. Thèse de Magister. Université Badji Mokhtar Annaba. 131 p.
- Morgan, N.C., 1982. An ecological survey of standing waters in North-West Africa: II Site descriptions for Tunisia and Algeria. *Biological Conservation*. 24: 83-113.
- Myers, G. S., 1965. *Gambusia* the fish destroyer. *Australian Zoologist*. 13: 102.
- Nedjah, R., 2011. Ecologie de l'Héron pourpré (*Ardea purpurea*) en Numidie (Nord – Est Algérien). Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba. 82 p.
- Otto, R.G., 1973. Temperature tolerance of the Mosquitofish, *Gambusia affinis* (Baird and Girard). *Journal of Fish Biology*. 5: 575-585.
- Outhmani-Sendid, A.R., 2000. Typologie et cartographie des Zones humides de la Numidie Orientale. Université Badji Mokhtar Annaba. 103 p.
- Ponton, D. & Gerdeaux, D., 1988. Quelques aspects de deux poissons planctonophages du lac Léman : le corégone (*Coregonus schinzii palea* (Cuv et Val) et le gardon (*Rutilus rutilus* (L)). *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*. 308: 11-23.
- Pyke, G.H., 2005. A Review of the Biology of *Gambusia affinis* and *Gambusia holbrooki*. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 15: 339-365.
- Ramade, F., 1984. Ecologie fondamentale. Ed. Mac. Graw. Hill. Paris. 362 p.

Redaounia, A., 1999. Etude d'un gradient floro-faunistique sur un échantillon de neuf mares (mares Gauthier). Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar Annaba. 102 p

Reddy. S.R., 1975. Effect of water temperature on the predatory efficiency of *Gambusia affinis*. *Experimentia*. 31: 801-802.

Ress, D.M., 1934. Note on the Mosquitofish, *Gambusia affinis*, in Utah. *Copeia*. 1934: 157-159.

Rupp, H. R., 1996. Adverse assessments of *Gambusia affinis*: an alternative view for mosquito control practitioners. *Journal of American Mosquito Control Association*. 12: 155-166.

Samraoui, B. & De Belaire, G. & Benyacoub, S., 1992. A much threatened lake lac des Oiseaux (N.E. Algérie). *Environmental Conservation*. 19 : 264-267+276.

Samraoui, B. & De Belaire, G., 1997. The Guerbes Senhadja Wetlands Part 1: an overview. *Ecologie*. 28: 233-250.

Samraoui, B. & De Bélair, G., 1998. Les zones humides de la Numidie orientales. Bilan des connaissances et perspectives de gestion. *Synthèse* (Numéro Spécial). 4: 1-90.

Samraoui, B., 2002. Branchiopoda (Ctenopoda and Anomopoda) And Copepoda from eastern Numidia, Algeria. *Hydrobiologia*. 47: 173-176.

Samraoui, B. & Samraoui F., 2008. An ornithological survey of Algerian wetlands: Important Bird Areas, Ramsar sites, and threatened species. *Wildfowl*, 58: 71-98.

Samraoui Chenafi, F., 2009. Contribution à l'étude de l'écologie de la reproduction des Ardeïdés (Héron Garde bœufs *Ardea ibis*, Héron crabier *Ardéola ralloides*, Aigrette garzette *Egretta garzetta* et Héron bihoreau *Nycticorax nycticorax*) en Numidie (nord-est algérien). Thèse de Doctorat. Université USTHB. 178 p.

Seltzer, P., 1946. Le climat de l'Algérie. Imp. La Typo-Litho et J. Carbonel, Algiers.

Swanson, C. & Cech, J.J., 1996. Comments on Adverse assessments of *Gambusia affinis*. *Journal of American Mosquito Control Association*. 12: 163-164.

Tachet, H., 2000. Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie. CNRS, Paris. 588 p.

Terki, F., 1997. Etude comparative de deux dépressions dunaires : le Lac Bleu et la Saulaie (Parc National d'El Kala). Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar Annaba. 62 p.

Touati, L., 2008. Distribution spatio-temporelle des Genre *Daphnia* et *Simocephalus* dans les mares temporaires de la Numidie. Mémoire de Magister. Université 8 Mai 1945 de Guelma. 88 p.

Vargas, M. & de Sostoa., 1996. Life History of *Gambusia holbrooki* (Pisces, Poeciliidae) in the Ebro delta (NE Iberian Peninsula). *Hidrobiologia*. 341: 215-224.

Vinson, S.B., Boyel., C.E & Ferguson, P.E., 1963. Resistance to DDT in mosquitofish. *Science*. 139: 217-218.

Walters, L.L. & Legner, E.F., 1980. Impact of the Desert Pupfish, *Cyprinodon macularius*, and *Gambusia affinis affinis* on fauna in pond ecosystems. *Hilgardia*. 48: 1-18.

Walton, W.E. & Mulla, M.S., 1990. The influence of vegetation and mosquitofish on *Culex tarsalis* abundance in duck club ponds in Southern California. *Mosquito and Vector Control Association*. 18: 114-121.

Références internet :

[1] : http://farm3.static.flickr.com/2587/3947233561_b2cfb51a6a.jpg.

[2] : <http://uq.edu.au/integrative-ecology/images/Gambusia/Male-gambusia.jpg>.

[3] : http://amie.ps/wp-content/uploads/wpsc/product_images/microscop%20leica%20cme.png.

[4] : <http://www.distrimed.com/images/690601.jpg>.

Google Earth.

Résumé :

Une étude sur le régime alimentaire de *Gambusia holbrooki*, espèce introduite et ubiquiste, a été menée dans cinq zones humides de la Numidie orientale : Lac Tonga, Lac Oubeira, O. Bouarroug, G.Estah et G. Dakhla.

L'étude biométrique a été portée sur un total de 1107 individus et a montré qu'il existe un dimorphisme sexuel marqué (la taille et le poids des femelles sont nettement supérieurs à ceux des mâles).

Le régime alimentaire est essentiellement constitué de crustacés durant l'automne et l'hiver et d'insectes aquatiques pendant la période de reproduction. Nos données ont confirmé le régime alimentaire très varié de ce poisson.

Les variations saisonnières du régime alimentaire ont reflété les changements dans l'abondance des proies.

L'ensemble des résultats obtenus a indiqué que G. Estah et le lac Tonga offraient de meilleures conditions de vie aux *Gambusia* que celle du lac Oubeira.

Mots clés : *Gambusia holbrooki*, Régime alimentaire, Zones humides, Lac Tonga, Lac Oubeira, Garaat Estah, Garaat Dakhla, O. Bouarroug.

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة النظام الغذائي لسماك الغامبوزيا الذي يعتبر من الأسماك الدخيلة في خمسة مناطق رطبة في النوميديا الشرقية (بحيرة الطونقة، بحيرة اوبيرة، قرعة السطح، قرعة الدخلة، واد أبو العروق).

أظهرت الدراسة القياسية على مجموع 1107 فرد وجود اختلاف جنسي واضح بين الذكور و الإناث.

دراسة النظام الغذائي لهذا النوع من الأسماك تبين أن القشريات تمثل الحصة الكبيرة منه خلال فصلي الخريف والشتاء وان الحشرات هي التي تسود في فصل الصيف. إن معطياتنا تؤكد التنوع الغذائي لهذه الأسماك.

مجموع النتائج المتحصل عليها تشير أن قرعة السطح و بحيرة الطونقة هي المناطق التي توفر أحسن الظروف لهذا النوع من الأسماك على عكس بحيرة اوبيرة التي تؤكد تدهورها.

كلمات المفتاح :

النمط الغذائي، المناطق الرطبة، بحيرة الطونقة، بحيرة اوبيرة، قرعة السطح، قرعة الدخلة، واد أبو العروق

Gambusia holbrooki

Abstract:

The dietary study of an exotic fish species have been carried out in five wetlands in the eastern Numidia: Lake Tonga, Lake Oubeira, O. Bouarroug and two dunary ponds (G. Estah, G. Dakhla)

Biometrics data regarding 1107 individuals showed a substantial sexual dimorphism.

The diet of *Gambusia holbrooki* was dominated by crustacea during the autumn and winter. However, during the breeding season, the fish consumed a variety of aquatic insects. According to our observations, we could say that diet is very diverse.

Seasonal variations in the diet of *G. holbrooki* reflect changes in prey abundance.

All results obtained indicate that G. Estah and Lake Tonga offre better living condition for *Gambusia* than Lake Oubeira.

Key words: *Gambusia holbrooki*, Diet, Wetlands, Lake Tonga, Lake Oubeira, G. Estah, G. Dakhla, O. Bouarroug.

Annexes: 1**Tableau 1:** Nombre des tubes digestifs examinés

Saisons		Eté	Automne	Hiver	Printemps
Sites					
Tonga	Nombre d'intestins pleins examinés	118	52	40	47
	Nombre d'intestins vides examinés	2	0	4	2
	Nombre total d'intestins examinés	120	52	44	49
Oubeira	Nombre d'intestins pleins examinés	87	46	59	32
	Nombre d'intestins vides examinés	3	5	5	2
	Nombre total d'intestins examinés	90	51	64	34
Oued-Bouarroug	Nombre d'intestins pleins examinés	127	33	54	42
	Nombre d'intestins vides examinés	2	2	8	2
	Nombre total d'intestins examinés	129	35	62	44
Estah	Nombre d'intestins pleins examinés	60	33	39	30
	Nombre d'intestins vides examinés	2	2	2	0
	Nombre total d'intestins examinés	62	35	41	30
Dakhla	Nombre d'intestins pleins examinés	58	22	43	33
	Nombre d'intestins vides examinés	2	2	3	2
	Nombre total d'intestins examinés	60	24	46	35

Tableau 2 : Variation saisonnière du nombre de proies et des tubes digestifs contenant ces proies au lac Tonga.

Proies	Nombre de proie				Nombre d'intestins contenant la proie			
	Eté	Automne	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Hiver	Printemps
Zooplanctons								
Cladocères	237	226	96	197	30	32	26	28
Copépodes	128	31	23	95	21	10	13	24
Rotifères	2	0	0	0	2	0	0	0
Ostracodes	0	88	6	0	0	12	3	0
Insectes								
L. Diptères	53	50	89	112	34	16	28	26
Diptères Adultes	3	5	1	4	3	3	1	5
L. Hémiptères	51	3	0	24	21	2	0	11
Ephéméroptères	20	4	0	2	21	4	0	18
Hyménoptères	10	0	0	1	6	0	0	1
L. Coléoptères	26	4	0	3	17	3	0	3
Coléoptères Adultes	3	0	0	9	3	0	0	5
Collemboles	0	30	5	7	0	8	4	3
Odonates	3	3	0	0	3	3	0	0
Insectes indéterminées	3	0	0	3	3	0	0	3
Arachnides								
Hydracariens	0	2	2	18	0	2	2	10
Araignées	2	1	2	2	2	1	2	2
Mollusques								
Gastéropodes	4	1	0	3	2	1	0	2
Total	545	448	224	456	168	97	79	141

Tableau 3 : Variations saisonnières du nombre de proies et des tubes digestifs contenant ces proies au lac Oubeira

Proies	Nombre de proie				Nombre d'intestins contenant la proie			
	Eté	Automne	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Hiver	Printemps
Zooplanctons								
Cladocères	500	171	126	245	47	15	26	26
Copépodes	117	178	310	64	30	20	42	12
Rotifères	40	22	0	0	1	2	0	0
Ostracodes	1	0	1	0	1	0	1	0
Crustacés								
Isopodes	1	0	0	0	1	0	0	0
Insectes								
Diptères A	3	1	5	1	3	1	4	1
L. Diptères	107	7	121	39	36	5	40	21
L. Hémiptères	4	0	0	12	4	0	0	9
Ephéméroptères	4	1	0	0	3	1	0	0
Hyménoptères	4	0	0	0	3	0	0	0
Coléoptères A	3	0	0	2	3	0	0	2
Coléoptères L	51	0	2	0	35	0	2	0
Collemboles	2	45	64	8	2	7	19	5
Odonates	3	0	0	1	3	0	0	1
Insectes indéterminés	5	0	1	0	3	0	1	0
Poissons								
Alevins de <i>G. holbrooki</i>	1	0	0	0	1	0	0	0
Arachnides								
Hydracariens	5	2	20	2	5	2	14	2
Araignées	2	0	1	0	2	0	1	0
Mollusques								
Gastéropodes	2	0	0	0	1	0	0	0
Total	855	427	651	374	184	53	150	79

Tableau 4: Variations saisonnières du nombre de proies et des tubes digestifs contenant ces proies à Oued Bouarroug

Proies	Nombre de proie				Nombre d'intestins contenant la proie			
	Été	Automne	Hiver	Printemps	Été	Automne	Hivers	Printemps
Zooplanctons								
Cladocères	155	127	78	40	22	26	24	19
Copépodes	186	66	63	100	22	24	20	21
Rotifères	2	8	0	0	1	2	0	0
Crustacés								
Isopodes	12	1	0	2	6	1	0	1
Insectes								
Diptères Adultes	16	0	0	0	12	0	0	0
Diptères L	91	52	78	145	27	21	36	30
Hémiptères	14	1	0	0	11	1	0	0
Ephéméroptères	1	14	6	0	1	9	5	0
Hyménoptères	51	0	0	1	16	0	0	1
Coléoptères L	15	2	1	1	8	2	1	1
Coléoptères Adultes	54	1	0	1	13	1	0	1
Collemboles	0	0	14	35	0	0	7	15
Odonates	2	0	0	0	2	0	0	0
Insectes Indéterminés	2	1	0	0	2	1	0	0
Arachnides								
Hydracariens	1	3	1	5	1	3	1	3
Araignées	2	0	0	1	2	0	0	1
Mollusques								
Gastéropodes	0	0	0	2	0	0	0	2
Poissons								
Alevins de <i>G. holbrooki</i>	1	0	0	0	1	0	0	0
Total	605	276	241	333	147	91	94	95

Tableau 5 : Variations saisonnières du nombre de proies et des tubes digestifs contenant ces proies à Garaat Estah.

Proies	Nombre de proie				Nombre d'intestins contenant la proie			
	Eté	Automne	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Hivers	Printemps
Zooplanctons								
Cladocères	13	4	19	126	5	3	10	26
Copépodes	5	6	63	95	4	4	22	22
Ostracodes	0	1	0	0	0	1	0	0
Insectes								
Diptères Adultes	5	0	0	6	5	0	0	6
L. Diptères	54	23	24	38	10	10	11	12
Hémiptères	38	3	0	4	12	2	0	4
Ephéméroptères	4	0	0	0	4	0	0	0
Hyménoptères	2	0	0	0	2	0	0	0
L. Coléoptères	89	1	0	7	32	1	0	4
Coléoptères Adultes	13	10	0	0	10	6	0	0
Collemboles	4	3	11	24	2	3	5	6
Odonates	0	0	1	0	0	0	1	0
Insectes indéterminées	8	7	1	0	6	3	1	0
Arachnides				0				
Hydracariens	0	8	16	0	0	5	3	0
Araignées	6	2	0	5	4	2	0	5
Mollusques	0	0	0	1	0	0	0	1
Total	228	64	116	180	91	37	43	60

Tableau 6: Variations saisonnières du nombre de proies et des tubes digestifs contenant ces proies à G. Dakhla.

Proies	Nombre de proie				Nombre d'intestins contenant la proie			
	Automne	Hivers	Printemps	Été	Automne	Hivers	Printemps	Été
Zooplanctons								
Cladocères	4	25	301	236	3	11	29	20
Copépodes	29	82	241	77	7	22	18	16
Ostracodes	4	13	0	0	2	3	0	0
Crustacés								
Isopodes	1	0	0	0	1	0	0	0
Insectes								
Diptères A	1	1	1	12	1	1	1	7
L. Diptères	7	127	24	22	5	22	13	12
Hémiptères	0	1	1	5	0	1	1	4
Ephéméroptères	1	0	0	8	1	0	0	5
Hyménoptères	0	0	0	7	0	0	0	4
L. Coléoptères	1	1	8	26	1	1	4	14
Coléoptères A	12	2	0	31	6	2	0	15
Collemboles	0	8	34	5	0	3	18	4
Insectes Indéterminés	4	2	0	4	2	2	0	4
Arachnides								
Hydracariens	15	1	0	2	5	1	0	2
Araignées	0	0	0	8	0	0	0	7
Mollusques								
Gastéropodes	1	0	0	0	1	0	0	0
Total	80	263	610	443	35	69	84	114

Tableau 7: Variation saisonnière des différentes catégories alimentaires composant le régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* au lac Tonga.

Proies	Été		Automne		Hiver		Printemps	
	F	Cn	F	Cn	F	Cn	F	Cn
Zooplanctons								
Cladocères	23,72	52,17	61,53	53,68	65	41,38	59,57	43,2
Copépodes	17,8	19,87	19,23	7,36	32,5	9,91	51,06	20,83
Rotifères	1,7	1,7	0	0	0	0	0	0
Ostracodes	0	0	23,07	20,9	7,5	2,58	0	0
Insectes								
Diptère A	2,54	28,81	5,77	0,95	2,5	0,43	55,32	24,56
L. Diptères	28,81	2,54	30,78	5,46	70	41,81	10,63	0,87
L. Hémiptères	17,8	17,8	3,84	0,71	0	0	5,26	23,4
Ephéméroptères	17,8	17,8	7,7	0,95	0	0	38,3	0,43
Hyménoptères	5,08	5,08	0	0	0	0	2,12	0,22
L. Coléoptères	14,4	14,4	5,76	0,95	0	0	6,38	0,67
Coléoptères Adultes	2,54	2,54	0	0	0	0	10,63	1,97
Collemboles	0	0	15,38	7,12	10	2,15	6,38	1,53
Odonates	2,54	2,54	5,77	0,71	0	0	0	0
Insectes indéterminés	2,54	2,54	0	0	0	0	6,38	0,65
Arachnides								
Hydracariens	0	0	3,84	0,47	5	0,86	21,27	3,94
Araignées	1,7	1,7	1,92	0,23	5	0,86	4,25	0,43
Mollusques	1,7	1,7	1,92	0,23	0	0	4,25	0,65

Cn : Pourcentage en nombre

F : Fréquence d'occurrence

Tableau 8: Variation saisonnière des différentes catégories alimentaires composant le régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* au lac Oubeira

Proies	Été		Automne		Hiver		Printemps	
	F	Cn	F	Cn	F	Cn	F	Cn
Zooplanctons								
Cladocères	54,02	58,48	32,6	40,04	44,06	19,35	81,25	65,5
Copépodes	34,48	13,68	43,47	41,68	71,18	47,61	37,5	17,11
Rotifères	1,15	4,67	4,34	5,15	0	0	0	0
Ostracodes	1,15	0,11	0	0	1,7	0,16	0	0
Crustacés								
Isopodes	1,15	0,11	0	0	0	0	0	0
Insectes								
Diptères A	2,3	0,35	2,17	0,23	6,78	0,8	3,12	0,26
L. Diptères	41,38	12,51	10,87	1,64	67,8	18,58	65,62	10,42
L. Hémiptères	4,6	0,46	0	0	0	0	28,12	3,2
Ephéméroptères	2,3	0,46	2,17	0,23	0	0	0	0
Hyménoptères	2,3	0,46	0	0	0	0	0	0
Coléoptères A	2,3	0,35	0	0	0	0	6,25	0,53
L. Coléoptères	40,22	5,96	0	0	3,38	0,3	3,38	0
Collemboles	2,3	0,23	15,21	10,53	32,2	9,83	15,62	2,14
Odonates	3,44	0,35	0	0	0	0	3,12	0,26
Insectes indéterminés	3,44	0,58	0	0	1,7	0,15	0	0
Poissons								
Alevins de <i>G. holbrooki</i>	1,15	0,11	0	0	0	0	0	0
Arachnides								
Hydracariens	5,74	0,58	4,34	0,46	23,72	3,07	6,25	0,53
Araignées	2,3	0,23	0	0	1,7	0,15	0	0
Mollusques								
Gastéropodes	1,15	0,23	0	0	0	0	0	0

Cn : Pourcentage en nombre

F : Fréquence d'occurrence

Tableau 9 : Variation saisonnière des différentes catégories alimentaires composant le régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* à Oued Bouarroug.

Proies	Eté		Automne		Hiver		Printemps	
	F	Cn	F	Cn	F	Cn	F	Cn
Zooplanctons								
Cladocères	17,32	25,61	78,78	46,01	44,44	32,36	45,23	12,01
Copépodes	17,32	30,74	72,72	23,91	37,03	26,14	50	30,03
Rotifères	0,78	0,33	6,06	2,9	0	0	0	0
Crustacés								
Isopodes	4,72	1,98	3,03	0,36	0	0	2,38	0,6
Insectes								
Diptères A	9,44	2,64	0	0	0	0	0	0
L.Diptères	21,26	15,04	63,63	18,84	66,66	32,36	71,42	43,54
Hémiptères	8,66	2,31	3,03	0,36	0	0	0	0
Ephéméroptères	0,78	0,16	27,27	5,07	9,25	2,48	0	0
Hyménoptères	12,6	8,43	0	0	0	0	2,38	0,3
L. Coléoptères	6,3	2,48	6,6	0,72	1,85	0,41	2,38	0,3
Coléoptères A	10,23	8,92	3,03	0,36	0	0	2,38	0,3
Collemboles	0	0	0	0	12,96	5,81	35,71	10,51
Odonates	1,57	0,33	0	0	0	0	0	0
Insectes indéterminés	1,57	0,33	3,03	0,36	0	0	0	0
Poissons								
Alevins de <i>G. holbrooki</i>	0,78	0,16	0	0	0	0	0	0
Arachnides								
Hydracariens	0,78	0,16	0,09	1,08	1,85	0,41	7,14	1,5
Araignées	1,57	0,33	0	0	0	0	2,38	0,3
Mollusques								
Gastéropodes	0	0	0	0	0	0	4,76	0,6

Cn : Pourcentage en nombre

F : Fréquence d'occurrence

Tableau 10: Variation saisonnière des différentes catégories alimentaires composant le régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* à G. Estah

Proies	Eté		Automne		Hiver		Printemps	
	F	Cn	F	Cn	F	Cn	F	Cn
Zooplanctons								
Cladocères	8,33	5,4	9,09	5,88	25,64	14,07	86,66	41,17
Copépodes	6,66	2,07	12,12	8,82	56,41	46,66	73,33	31,04
Ostracodes	0	0	3,03	1,47	0	0	0	0
Insectes								
Diptères A	8,33	2,07	0	0	0	0	20	1,96
L. Diptères	16,66	22,4	30,3	33,82	28,2	17,77	40	12,41
Hémiptères	20	15,76	6,06	4,41	0	0	13,33	1,3
Ephéméroptères	6,66	1,66	0	0	0	0	0	0
Hyménoptères	3,33	0,83	0	0	0	0	0	0
L. Coléoptères	53,33	36,93	3,03	1,47	0	0	13,33	2,28
Coléoptères A	16,66	5,4	18,18	14,7	0	0	0	0
Collemboles	3,33	1,66	9,09	4,41	12,82	8,14	20	7,84
Odonates	0	0	0	0	2,56	0,74	0	0
Insectes indéterminés	10	3,32	9,09	10,29	2,56	0,74	0	0
Arachnides								
Hydracariens	0	0	15,15	11,76	7,7	11,85	0	0
Araignées	6,66	2,48	6,06	2,94	0	0	16,66	1,63
Mollusques								
Gastéropodes	0	0	0	0	0	0	3,33	0,32

Cn : Pourcentage en nombre

F : Fréquence d'occurrence

Tableau 11 : Variation saisonnière des différentes catégories alimentaires composant le régime alimentaire de *Gambusia holbrooki* à G. Dakhla

Proies	Automne		Hiver		Printemps		Eté	
	F	Cn	F	Cn	F	Cn	F	Cn
Zooplanktons								
Cladocères	13,63	5	25,58	9,5	87,87	49,34	34,48	53,27
Copépodes	31,81	36,25	51,16	31,17	57,57	39,5	27,58	17,38
Ostracodes	9,09	5	6,97	4,94	0	0	0	0
Crustacés								
Isopodes	4,54	1,25	0	0	0	0	0	0
Insectes								
Diptères Adultes	4,54	1,25	2,32	0,38	3,03	0,16	12,06	2,7
L. Diptères	22,72	8,75	51,16	48,28	39,39	3,93	20,68	4,96
Hémiptères	0	0	2,32	0,38	3,03	0,16	6,9	1,12
Ephéméroptères	4,54	1,25	0	0	0	0	8,62	1,8
Hyménoptères	0	0	0	0	0	0	6,9	1,58
L. Coléoptères	4,54	1,25	2,32	0,38	12,12	1,31	24,13	5,87
Coléoptères Adultes	27,27	15	4,65	0,76	0	0	25,86	7
Collemboles	0	0	6,97	3,04	54,54	5,57	6,9	1,12
Insectes indéterminés	9,09	5	4,65	0,76	0	0	6,9	0,9
Arachnides								
Hydracariens	22,72	18,75	2,32	0,38	0	0	3,44	0,45
Araignées	0	0	0	0	0	0	12,06	1,8
Mollusques	4,54	1,25	0	0	0	0	0	0

Cn : Pourcentage en nombre

F : Fréquence d'occurrence

Annexes : 2**Tableau 12:** Variation mensuelle de la conductivité (mS/cm) dans les 5 sites étudiés

Sites	Juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril
L. Oubeira	0,995	1,108	1,616	1,487	0,517	0,577	0,498	0,545	0,539	0,561
L. Tonga	0,875	0,97	1,003	1,184	0,411	0,477	0,497	0,46	0,441	0,476
O.Bouarroug	0,541	0,557	0,443	0,377	0,445	0,452	0,571	0,441	0,459	0,425
G. Dakhla	0,673	0,777	0,984	0,662	0,476	0,435	0,42	0,37	0,364	0,399
G. Estah	0,446	0,427	0,711	0,622	0,389	0,423	0,343	0,413	0,275	0,317

Tableau 13: Variation mensuelle de la température (°C) dans 5 sites étudiés.

Mois	Juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril
L. Oubeira	32,2	32	30,5	26,7	23,2	18,5	17,5	17,5	25,5	24,3
L. Tonga	26,5	30	32	25,5	22	11	11,5	18	25	27
O.Bouarroug	32,5	29	34,4	24	25	17,5	15,5	11,7	23,5	24
G. Dakhla	28,5	28	26	21,7	19,5	19	12	10	19	21,7
G. Estah	27	25	27	23	25	13,5	16,5	13	23,5	20,8

Signification des Abréviations :

Cla : Cladocères

Cop : Copépodes

Rot : Rotifères

Ost : Ostracodes

Iso : Isopodes

L. Dip : Larves Diptères

Dip. A : Diptères Adultes

Hem : Hémiptères

Eph : Ephéméroptères

Hym : Hyménoptères

L.Col : Larves Coléoptères

Col A : Coléoptères Adultes

Coll : Collemboles

Odo : Odonates

Ins ind : Insectes indéterminés

Hyd : Hydracariens

Ara : Araignées

Moll : Mollusques

A.de.G.h: Alevins de *Gambusia holbrooki*

Tableau 14 : Liste des sites avec leurs dates de sorties

#	Sites	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Tonga	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	Oubeira	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	Oued Bouarroug	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	Estah	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	Dakhla	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Date :

01 : 06 /05/ 2010 05 : 10 /09/ 2010 09 : 11 /01/ 2011
02 : 10 /06/ 2010 06 : 10 /10/ 2010 10 : 08 /02/ 2011
03 : 10 /07/ 2010 07 : 09 /11/ 2010 11 : 10 /03/ 2011
04 : 11 /08/ 2010 08 : 10 /12/ 2010 12 : 07 /04/ 2011