

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE D'OUM EL BOUAGHI

FACULTE DES SCIENCES EXACTES ET DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Magister

En

Biologie Animale

Option :

Zoo-parasites et vecteurs favorisant leur transmission

**CONNAISSANCE ET IMPACT DE LA PARASITOFAUNE SUR
LA BIO-ECOLOGIE DES POISSONS DES EAUX
CONTINENTALES DE LA REGION DU SAHARA
SEPTENTRIONAL (ALGERIE)**

Présenté par : BEGHORA Loubna

Devant le jury :

Président : MERZOUG Djemou

Prof. Université d'Oum El Bouaghi

Promoteur : SI BACHIR Abdelkrim

Prof. Université de Batna

Examineur : BOULAKHSSAIM Mouloud

M.C.A. Université d'Oum El Bouaghi

Examineur : SAHEB Menouar

M.C.A. Université d'Oum El Bouaghi

Examineur : OULDJAOUI Abdellah

M.C.A. Université d'Oum El Bouaghi

Année universitaire : 2013/2014



Remerciements

Comme je le fais, et je le ferai toujours, je remercie, incessamment, le bon Dieu qui m'a accordé courage, patience et volonté pour pouvoir verser cette goutte dans l'océan de la science.

Je tiens à remercier d'abord Mr. le professeur MERZOUG Djemoui, le responsable du parcours de notre Magister et le président du jury de ce Mémoire. Nous avons eu le privilège d'être parmi votre équipe et d'apprécier vos qualités et vos valeurs. Veuillez trouver ici l'expression de notre respectueuse considération et notre profonde admiration pour toutes vos qualités scientifiques et humaines. Ce travail est pour nous l'occasion de vous témoigner notre profonde gratitude.

J'ai eu la chance d'être supervisée par un homme exceptionnel, Mr. le professeur SI BACHIR Abdelkrim , avec qui on apprend vite que le plaisir au travail est un concept réel. Sa capacité de motivation, sans aucune pression et surtout de valorisation, sont absolument stupéfiantes! Merci pour ce respect et ce soutien!

Mes sincères remerciements à tous les membres du comité du jury Mr. BOULKHSSAIEM Mouloud, Maître de conférence A à l'université d'Oum El Bouaghi, Mr. SAHEB Menouar, Maître de conférence A à l'université d'Oum El Bouaghi et Mr. OULDJAOUI Abdellah, Maître de conférence A à l'université d'Oum El Bouaghi, pour leurs efforts, leur contribution et leurs commentaires précieux non seulement dans l'amélioration de mon mémoire, mais également dans le savoir-faire scientifique : «Vous me faites l'honneur de juger ce travail et je vous en remercie ».

Je remercie chaleureusement Mr. CHAIBI Rachid et je lui exprime toute mon amicale et immense reconnaissance pour son aide précieuse, ses conseils judicieux ainsi qu'à la méthodologie de travail. Je le remercie également pour sa gentillesse et sa disponibilité. Son intérêt porté au projet, son humilité et ses connaissances ont été sincèrement très appréciées.

Je n'oserai guère laisser passé inaperçue une personne qui m'a aidé tout au long de la période de la réalisation de ce mémoire, une personne qui n'a cessé une seconde à me faciliter le difficile, pour avoir été là dès qu'il le fallait malgré toutes ses responsabilités, et pour toute aide précieuse je vous remercie infiniment Mr. GHAZI Cherif pour tout ce que vous m'avait apporté. Ces quelques lignes sont bien peu pour vous montrer ma reconnaissance.

Un merci spéciale pour Mr. AMMOURI Mohamed dit « Pitchou », qui ma toujours aidé activement dans les démarches administratives au sein de l'Université de Batna et qui a également eu une grande disponibilité pour me faciliter pleins de taches favorisant ainsi la réalisation de mon mémoire.

Je tiens à remercier Mr. GHOUTI M., président de la ligue de football d'Oum El Bouaghi pour son aide précieuse, sa présence et ses services. Je remercie également toutes les étudiantes de Parasitologie et tous mes enseignants, spécialement Mme. BOULAHBEL et Mr. MAJED.

Ensuite, merci à toute l'équipe du laboratoire du Matuc, *Laila, Houssna et Hayett et Nedjet !* Votre générosité et votre sens de l'entraide ainsi que votre affection et charité, m'ont beaucoup aidé. Je me dois également de remercier très spécialement la responsable du centre de calcule du département de Biologie de l'université de Batna, ma chère partenaire, *Linda* pour sa présence, affection et générosité inestimables qui m'ont trop aidé et pousser vers l'avant, ainsi pour ses conseils, son précieux soutien moral pendant les périodes difficiles et son encouragements à «passer par la fenêtre quand la porte est fermée » quand rien ne marche.

Au cours de mes études, le doute, le désespoir et la déprime m'ont souvent guetté. Je n'aurai pas su persister et tenir jusqu'au bout sans l'amour, le soutien, les conseils, et l'aide de *Selma, Sarah, Feïza, Meriem et Mounia*, je vous remercie du fond du cœur d'être toujours présentes a mes cotés lorsque je pleurais autant que je riaais, d'être l'épaule sur laquelle je me penchais souvent, Merci d'exister dans ma vie!

Et ma famille, la dernière citée mais celle qui a le plus de place dans mon cœur. Je sais que ce mémoire c'est un peu le votre et que sans vous il ne serait pas terminé. Je vous remercie pour votre patience et votre soutien, pour votre compréhension (surtout vers la fin), pour m'avoir supporté, et avoir supporté mes absences à répétition au cours de ces deux années. Merci pour tout, et c'est encore peu de le dire !!!

Et à tous ceux que j'aurais oubliés bien involontairement, merci !

*Je dédie cet humble travail à ma plus belle source d'inspiration,
Le plus beau cadeau que le bon dieu m'a offert
Et à qui je dois tant, Ma mère Rachida et mon père Mohamed,
A ma très chère et unique sœur Linda,
A mes frères Yacine, Kamel, Souhil et Jalel,
A mon beau frère Salim, ainsi qu'à mes belles sœurs,
A celui qui m'a partagé les pénibles moments d'achèvement de ce travail, mon époux Achraf,
A ma belle mère Malika et mon beau père Belguassem,
A la personne qui m'est très chère, tante Rachida,
A ma grand-mère, mes tantes et mes oncles,
Aux quatre fleurs qui parfument ma vie,
A mes ami(e)s les proches ainsi que les loin...*

Loubna

Liste des abréviations utilisées

A : Autochtone

ADE : Algérienne Des Eaux

BH : Hauteur du corps

Ca²⁺ : Calcium.

CE (μS) : conductivité électrique (microsiemens).

g : gramme

GC : Longueur poste- orbitale

Gr : Grossissement

HD : Longueur de la tête

Hpc : Hauteur poste- anale

I : Introduite

IUCN : International Union for Conservation of Nature

l : litre

LC : préoccupation mineurs

LpP : Longueur poste pectorale

LPP : Longueur pré- pectorale

LS : Longueur Standard

LT : Longueur Totale

MA : Longueur pré- anale

MD : Longueur pré- dorsale

Mg²⁺ : Magnésium.

ml : millilitre

mm : millimètre

NaOH : Hydroxyde de sodium

NE : Niveau d'eau

NE : statut non évaluée

No₃⁻ : Nitrate.

NTU : Turbidité.

OE : diamètre orbitale

pH : potentiel hydrogène

PL : Longueur pré- orbitale

S ‰ : Salinité (par mille).

So₄²⁻ : Sulfate.

T °C : Température (degré Celsius)

TDE : Totalité des solides dissous

µm : micromètre.

♀ : Femelle.

♂ : Mâle

Liste des tableaux

Tableau 1: Liste systématique des espèces de poissons les plus rencontrées dans le Sahara septentrional algérien	13
Tableau 2 : Limites géographiques d'Ouargla et El Oued	19
Tableau 3 : Typologie générale des sites prospectés (facteur anthropogénique: 1: eaux usées urbaine, 2: drainage, 3: eaux usées et drainage.....)	20
Tableau 4 : Caractères physico-chimiques de l'eau des trois stations d'étude (1: Lac Temacine; 2: Oued Still; 3: Lac Megarine).....	22
Tableau 5 : position systématique des différentes espèces étudiées.....	24
Tableau 6 : Origine biogéographique, régime alimentaire et statut de conservation des espèces de poissons étudiées (LC : préoccupation mineurs, NE : statut non évaluée, A : Autochtone, I : Introduite).....	31
Tableau 7: Synthèse des principales maladies parasitaires rencontrées chez les poissons.....	32
Tableau 8 : Valeurs minimales, maximales et moyennes avec les écarts types (SD) des caractères méristiques de l' <i>Hemichromis bimaculatus</i> du Lac Megarine (Sahara septentrional).....	54
Tableau 9 : Coefficients d'allométrie et équations de régression des caractères métriques mesurés en fonction de la longueur totale et de la hauteur céphalique chez l' <i>Hemichromis bimaculatus</i> du Lac Mégarine (Sahara septentrional). (Valeur théorique du Tableau <i>t</i> de Student : Femelle : $t_{1-\alpha/2} = 1,986$; Mâle : $t_{1-(\alpha/2)} = 2$).....	55
Tableau 10: Valeurs minimales, maximales et moyennes avec les écarts types (SD) des caractères méristiques du <i>Tilapia zillii</i> du Lac Témacine (Sahara septentrional).....	57
Tableau 11: Coefficients d'allométrie et équations de régression des caractères métriques mesurés en fonction de la longueur totale et de la longueur céphalique chez le <i>Tilapia zillii</i> du Lac Témacine (Sahara septentrional). (Valeur théorique de la Tableau <i>t</i> de Student : Femelle : $t_{1-\alpha/2} = 2,06$; Mâle : $t_{1-(\alpha/2)} = 2,03$).....	58
Tableau 12: Valeurs minimales, maximales et moyennes avec les écarts types (SD) des caractères méristiques de l' <i>Aphanius fasciatus</i> de l'Oued Still (Sahara septentrional).....	60
Tableau 13 : Coefficients d'allométrie et équations de régression des caractères métriques mesurés en fonction de la longueur totale et de la longueur céphalique chez l' <i>Aphanius</i>	

<i>fasciatus</i> de l'Oued Still (Sahara septentrional). (Valeur théorique de la Tableau <i>t</i> de Student : Femelle : $t_{1-\alpha/2} = 1,994$; Mâle : $t_{1-(\alpha/2)} = 1,990$).....	61
Tableau 14 : Expressions mathématiques de la relation taille- poids chez l' <i>Hemichromis bimaculatus</i> , <i>Tilapia zillii</i> et l' <i>Aphanius fasciatus</i> du Sahara septentrional.....	63
Tableau 15 : Inventaire systématique des espèces de parasites identifiés sur les poissons du Sahara septentrional (ind. Taxon non identifié).....	67
Tableau 16 : Fréquences centésimales (Fr%), et constance (C%), et échelle de constance (EC) en fonction de l'espèce hôte (Nbr : nombre total de parasite; C : constante ; A : accessoire ; Ac : accidentelle ; S : sporadique ; ind. : Taxon indéterminé).....	86
Tableau 17 : Indice de similitude de Sorensen (Qs), calculés suivants les espèces hôtes, prises deux à deux dans le Sahara septentrional.....	86
Tableau 18 : Richesse totale spécifique (<i>S</i>), richesse moyenne (<i>Sm</i>), indice de diversité de Shanon (<i>H'</i>), et équirépartition (<i>E</i>) des poissons recensés dans le Sahara septentrional.....	88
Tableau 19 : Fréquence centésimale (Fr%) centésimale (Fr%), et constance (C%) et échelle de constance (EC) des différents parasites recensés en fonction de période.....	89
Tableau 20 : Richesse spécifique (<i>S</i>), richesse moyenne (<i>Sm</i>), indice de diversité de Shanon (<i>H'</i>), et équirépartition (<i>E</i>) des parasites recensés en fonction des périodes d'études dans le Sahara septentrional.....	91
Tableau 21 : Répartition des différents types de parasites recensés par espèce hôte et par organe infesté chez les poissons des eaux continentales du Sahara septentrional.....	92
Tableau 22 : Variation des paramètres parasitologiques en fonction des poissons hôtes dans le Sahara septentrional (P : Prévalence parasitaire, IM : Intensité parasitaire moyenne, AB : Abondance, N : nombre de poissons examinés, n : nombre d'hôtes infestés, P : nombre de parasites).....	93
Tableau 23: Variations des paramètres parasitaires selon le sexe des poissons hôtes dans le Sahara septentrional (P : Prévalence parasitaire, IM : Intensité parasitaire moyenne, AB : Abondance, N : Nombre de poissons examinés, n : Nombre d'hôtes infestés, P : Nombre de parasites).....	99

Liste des figures

Figure 1: Situation géographique du système aquifère du Sahara septentrional.....	7
Figure 2: Les oueds de la dorsale du M'Zab.....	11
Figure 3 : Carte du piémont de l'Atlas saharien.....	12
Figure 4: Localisation géographique des sites d'études, Lac Megarine, Lac Temacine et Oued Still (Sahara septentrional).....	19
Figure 5: Photo de <i>Tilapia zillii</i> capturé dans le Lac Temacine (Sahara septentrional).....	25
Figure 6: Photo de l' <i>Hemichromis bimaculatus</i> capturé dans le Lac Megarine (Sahara septentrional) (photo personnelle, grandeur nature	27
Figure 7: Photos de l' <i>Aphanius fasciatus</i> mâle (A) et femelle (B) portées dans le creux de la main et capturés dans l'Oued Still (Sahara septentrional) (photo personnelle).....	29
Figure 8: Schéma représentatif d'une nasse (A) et d'un verveux (B) (photos personnel).....	34
Figure 9: Différents caractères métriques portés sur les poissons capturés.....	36
Figure 10: Localisation des emplacements de prélèvement des écailles chez les différentes espèces de poissons.....	37
Figure 11: Etapes de la détermination de l'âge chez les poissons (scalimétrie).....	38
Figure 12: Recherche des ectoparasites sur le tégument externe.....	40
Figure 13: Etapes suivies lors de la recherche des parasites sur les branchies sous Microscope optique.....	41
Figure 14: Méthode de recherche des parasites dans le tube digestif.....	43
Figure 15: Etapes de la préparation d'un frottis sanguin pour analyse des hémoparasites chez les poissons.....	44
Figure 16: Méthode de recherche des parasites dans le sang des poissons.....	46
Figure 17: Relation Taille-Poids chez les femelles (1) et les mâles (2) de l' <i>Hemichromis bimaculatus</i> (A), du <i>Tilapia zillii</i> (B) et de l' <i>Aphanius fasciatus</i> (C) du Sahara septentrional.....	65
Figure 18: Photos représentant le genre <i>Trichodina</i> sp. (A: HAMMOUDI, 2011 (Gx40); B: Site web 6 (Gr x 100)).....	68

Figure 19: Photos représentant le genre <i>Chilodonella sp.</i> (A : Photo personnelle, 2013(Gx40) ; B : Site web 7).....	69
Figure 20: Photos représentant l' <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> (A : Photo personnelle, 2013(Gx40) ; B : Site web 8).....	71
Figure 21: Photos représentant le genre <i>Myxobolus sp.</i> (A : HAMMOUDI, 2011(Gx40); B : Site web 9 (Gr x100)).....	73
Figure 22: Photos représentant le genre <i>Dactylogyrus sp.</i> (Photo personnelle, 2013(Gx40)).....	75
Figure 23: Photo représentant le genre <i>Onchobdella sp.</i> (Photo personnelle, 2013(Gx40)).....	76
Figure 24: Photos représentant le genre <i>Gyrodactylus sp.</i> (A : Photo personnelle, 2013 (Gx40) ; B : Site web 10).....	77
Figure 25: Photos représentant le genre <i>Digenea ind.</i> (A : Photo personnelle, 2013 (Gx40) ; B : Site web 11).....	78
Figure 26: Photos représentant le genre <i>Acanthocephala ind.</i> (A) femelle et (B) mâles (Photo personnelles, 2013(Gx40)).....	80
Figure 27: Photo représentant le genre <i>Philometra sp.</i>	82
Figure 28: Photos représentant le genre <i>Copepoda ind.</i> (A) et un sac ovigère (B) (Photo personnelle, 2013(Gx40)).....	83
Figure 29: Paramètres parasitologiques calculés chez les différents genres de parasites recensés chez l' <i>Hemichromis bimaculatus</i> (Sahara septentrional).....	95
Figure 30: Paramètres parasitologiques calculés chez les différents genres de parasites recensés chez le <i>Tilapia zillii</i> (Sahara septentrional).....	96
Figure 31: Paramètres parasitologiques calculés chez les différents genres de parasites recensés chez l' <i>Aphanius fasciatus</i> (Sahara septentrional).....	97
Figure 32: Paramètres parasitologiques calculées pour d' <i>Hemichromis bimaculatus</i> du Sahara septentrional en fonction des classes de taille.....	102
Figure 33: Paramètres parasitologiques calculés pour <i>Tilapia zillii</i> du Sahara septentrional en fonction des classes de taille.....	103

Figure 34: Paramètres parasitologiques calculés pour l' <i>Aphanius fasciatus</i> du Sahara septentrional en fonction des classes de taille.....	104
Figure 35: Paramètres parasitologiques calculés pour l' <i>Hemichromis bimaculatus</i> du Sahara septentrional en fonction des classes d'âge.....	106
Figure 36: Paramètres parasitologiques calculés pour les <i>Tilapia zillii</i> du Sahara septentrional en fonction des classes d'âge.....	107
Figure 37: Paramètres parasitologiques calculés pour l' <i>Aphanius fasciatus</i> du Sahara septentrional en fonction des classes d'âges.....	108
Figure 38: Paramètres parasitologiques calculés pour l' <i>Hemichromis bimaculatus</i> du Sahara septentrional en fonction des classes de poids.....	109
Figure 39: Paramètres parasitologiques calculés pour les <i>Tilapia zillii</i> du Sahara septentrional en fonction des classes de poids.....	110
Figure 40: Paramètres parasitologiques calculés pour l' <i>Aphanius fasciatus</i> du Sahara septentrional en fonction des classes de poids.....	111

Table des matières

Liste des abréviations utilisées.....	(i)
Liste des tableaux.....	(iii)
Liste des figures.....	(v)
Introduction.....	1
CHAPITRE I : Recueil bibliographique sur les milieux aquatiques continentaux du Sahara septentrional, de son ichtyofaune et des parasites de ses poissons	
1. Caractéristiques écologiques générales du Sahara septentrional algérien.....	4
1.1. Caractéristiques abiotiques.....	4
1.1.1. Géologie.....	4
1.1.2. Géomorphologie.....	5
1.1.3. Hydrogéologie.....	6
1.1.4. Hydrologie.....	7
1.1.5. Climatologie.....	8
1.2. Caractéristiques biotiques.....	9
1.2.1. Flore.....	9
1.2.2. Faune.....	10
2. Principaux milieux aquatiques continentaux du Sahara septentrional algérien.....	10
3. Inventaire systématique de l'ichtyofaune continentale d'Algérie.....	13
4. Rôle de cette ichtyofaune dans le développement de la pisciculture saharienne.....	13
4.1. Evolution de l'aquaculture en Algérie.....	14
4.2. La pisciculture saharienne.....	16
5. Travaux réalisés sur les parasites des poissons du Sahara septentrional.....	17
CHAPITRE II : Présentation générale des sites d'étude, des modèles biologiques étudiés et de leur parasitofaune	
1. Présentation des sites d'études.....	19
1.1. Le lac Temacine.....	20
1.2. Le lac Megarine.....	20
1.3. L'oued Still.....	21
2. Présentation bioécologique de l'ichtyofaune étudiée.....	23

2.1. <i>Tilapia zillii</i>	24
2.2. <i>Hemichromis bimaculatus</i>	26
2.3. <i>Aphanius fasciatus</i>	28
3. Parasitofaune des poissons.....	31

CHAPITRE III : Matériels et Méthodes d'étude

1. Origine, conservation et identification des spécimens étudiés.....	33
2. Méthode de biométrie et de détermination de l'âge et du sexe.....	34
2.1. Biométrie des poissons.....	34
2.2. Détermination de l'âge.....	35
2.3. Détermination du sexe.....	39
3. Méthodes d'études des parasites.....	39
3.1. Méthodes d'étude des ectoparasites.....	39
3.1.1. Méthodes de recherche des ectoparasites sur les téguments externes.....	39
3.1.2. Méthodes de recherche des parasites branchiaux.....	40
3.2. Méthodes d'études des mésoparasites.....	42
3.2.1. Méthodes de recherche des parasites dans le tube digestif.....	42
3.2.2. Méthodes de recherche des parasites dans la vessie natatoire.....	42
3.3. Méthodes de recherche des hémoparasites.....	43
3.4. Identification des parasites.....	45
3.5. Dénombrement des parasites.....	47
4. Exploitation et analyse statistique des données.....	47
4.1. Exploitation des données par le calcul des paramètres et indices biologiques.....	47
4.2. Estimation des paramètres de croissances (relation taille- poids).....	49
4.3. Analyse des aspects épidémiologiques.....	50
4.4. Exploitation des données par des analyses statistiques.....	52

CHAPITRE IV : Résultats et discussions

1. Paramètres morphométriques et de croissances des espèces de poissons hôtes.....	54
1.1. Caractères méristiques et morphologiques.....	54
1.2. Relation taille-poids.....	63
2. Inventaire des espèces de parasites recensées chez l'ichtyofaune étudié.....	66
3. Bio-écologie des parasites recensés.....	68

4. Structure et organisation globale du peuplement de parasites recensés.....	84
5. Répartition des parasites par hôte et par type d'organe infesté.....	91
6. Variations des paramètres parasitologiques en fonction des poissons hôtes.....	93
6.1. Analyse globale.....	93
6.2. Variation en fonction du genre de parasite par poisson hôte.....	95
7. Variations des paramètres parasitologiques en fonction du sexe des poissons hôtes.....	99
8. Variations des paramètres parasitologiques en fonction de la taille des poissons hôtes...	101
9. Variations des paramètres parasitologiques en fonction de l'âge des poissons hôte.....	105
10. Variations des paramètres parasitologiques en fonction du poids des poissons hôtes.....	109
11. Corrélation entre les paramètres parasitologiques et les caractères physico-chimiques de l'eau des trois sites d'études.....	112
12. Corrélations entre les paramètres morphométriques, biologiques des poissons et parasitologiques.....	118
Conclusion.....	123
Références bibliographiques.....	126
Annexes	

Introduction

Les poissons sont une ressource économique de première importance, que ce soit par la pêche et l'aquaculture, ou par les activités qu'ils engendrent dans le domaine de la pêche sportive et de l'aquarologie. Le poisson est également un élément de la diversité culturelle, objet de mythes et de traditions (LÉVÊQUE, 2006, PHILIPPART, 2007).

Il existe une extraordinaire diversité de poissons dans le monde, avec plus de 26.000 espèces (SYNDA, 2006). On les trouve dans différents types d'environnement tels que les lacs, les lagunes, les ruisseaux, les rivières, les fleuves ou les océans (MBEGA, 2013) dont avec presque 10 000 espèces qui sont strictement d'eau douce (BRUSLE et QUIGNARD, 2001).

Par ailleurs, la situation des poissons, principalement d'eau douce, est préoccupante. En effet, un tiers des espèces connues aurait disparu ou serait fortement menacé, et environ 3 à 5 % figurent sur la liste de l'IUCN des animaux menacés (MAITLAND, 1995). Ces êtres à vie aquatique, sont soumis aux multiples agressions d'origines anthropiques et naturelles. (PICAUD, 2000), Parmi les agressions naturelles, le parasitisme qui représente un mode de vie très répandu dans lequel des individus d'espèces radicalement différentes vont vivre en étroite relation (CASSIER et *al.* 1998, COMBES, 2001; BEN HEBIRECHE et GAAMOUR, 2010; FILLIPI, 2013).

En outre, l'aquaculture s'est développée considérablement au cours des trente dernières années. C'est un nouveau mode de production du poisson destiné à l'alimentation et au repeuplement des milieux naturels ou semi-naturels (PATERSSON, 2003; IGA-IGA, 2008). Selon l'analyse prospective de la FAO (2002), d'ici 2030, l'aquaculture sera la principale source d'approvisionnement en poissons et plus de la moitié des produits aquatiques consommés par l'homme proviendront de l'aquaculture. Il convient aussi de signaler que la pisciculture est très largement dominée (à 85%) par la production des poissons d'eau douce (KAUSHIK, 2003) et comme les poissons constituent un biotope de prédilection pour le développement d'un grand nombre de parasites, en pisciculture, le problème de la pathologie liée aux parasites se pose avec toute son acuité puisque l'apparition des maladies chez les poissons peut causer d'importantes pertes dans les fermes piscicoles puisque ce sont des poissons à intérêt économique (MEDDOUR, 2001) .

En Algérie, les eaux continentales offrent une diversité extraordinaire de poissons, a ce jour, on dénombre environ 67 espèces appartenant à 27 familles et 45 genres (LOUNACI, 2012). La richesse et la diversité de ce patrimoine biologique se sont lentement constituées au

fil du temps et il convient de le protéger pour le conserver. Afin d'aboutir à une meilleure conservation, il faut suivre des orientations et des actions de gestion qui conduisent vers la limitation des pathologies directes ou indirectes induites surtout par leurs parasites du fait qu'en écologie, les parasites apparaissent comme des «ingénieurs» de l'écosystème influençant, par des changements physiques du matériel biotique et abiotique, les ressources disponibles pour les autres espèces et ils peuvent à travers le spectre de leurs effets agir comme des espèces clefs de l'écosystème (THOMAS et *al.*, 1997). La compréhension de l'écologie parasitaire permet ainsi de développer les connaissances dans plusieurs domaines: la position trophique d'un hôte dans une chaîne alimentaire, l'utilisation faite et le temps passé dans les différents microhabitats, l'impact du parasite sur l'hôte, les changements alimentaires de l'hôte au cours de son cycle de vie, ainsi que le potentiel migratoire de l'hôte (BROOKS et HOBERG, 2000 in ROHDE, 2005). Toutes ces caractéristiques permettent d'alimenter la base de connaissances sur l'écosystème considéré comme un tout et d'améliorer le monitoring et la protection de cet environnement (FILLIPI, 2013).

Malgré l'importance actuelle et à venir de l'ichtyofaune en Algérie, peu de travaux ont été consacrés à l'étude de sa parasitofaune, particulièrement, dans la région du Sud du pays où un ambitieux programme de développement de l'aquaculture continentale est lancé par les autorités (PNDPA, 2003). Parmi les travaux réalisés sur les poissons marins, nous pouvons citer ceux de ROSE et *al.* (1952), MEDDOUR (1988), ZOUAKH et *al.* (2004), AMINE, et *al.* (2006), HAMZA et *al.* (2007), RAMDANE et TRILLES (2007), GUERRIDA, (2008), RAMDANE (2009), CHOUIA (2009), BEN HBIRECH (2010), BOUALLEG et *al.* (2010); ABOULKACEM (2011).

Le présent travail a pour objectif, d'inventorier et d'évaluer le parasitisme des principales espèces de poissons peuplant quelques écosystèmes aquatiques continentaux naturels de la région du Sahara septentrional. Il s'agit des trois espèces de poissons les plus communes dans la région: l'Acara rouge (*Hemichromis bimaculatus*), le Tilapia de Zill (*tilapia zillii*) et l'Aphanius de Corse (*Aphanius fasciatus*), étudiées dans trois hydrosystèmes qui sont, le Lac Mégarine, le Lac Témachine et l'Oued Still.

Cette étude porte particulièrement sur la connaissance tant des ectoparasites, des mésoparasites, que des endoparasites. L'étude parasitologique est réalisée, aussi bien d'une manière qualitative que quantitative, avec plusieurs niveaux de perceptions: espèce de poisson hôte, organes infestés, type de milieu et chronologie temporelle. L'incidence parasitaire est également évaluée par le calcul de plusieurs paramètres et indices épidémiologiques: prévalence parasitaire, intensité parasitaire moyenne et abondance, en relation avec la

variation des paramètres biométriques (taille, âge, sexe et poids), ainsi que certains aspects relatifs aux complexes parasitaires dans leur environnement global.

Cette étude se fixe également des objectifs secondaires de gestion afin d'aboutir à une meilleure conservation des espèces d'intérêt écologique et/ou piscicole, notamment en orientant des actions de préservations dans le but de la limitation des pathologies des poissons.

CHAPITRE I : Recueil bibliographique sur les milieux aquatiques continentaux du Sahara septentrional, de son ichthyofaune et des parasites de ses poissons

1. Caractéristiques écologiques générales du Sahara septentrional

Etymologiquement, le terme Sahara qui constitue le féminin d'ashar (BISSON, 2003 in KOUSMINE, 2007), signifie «plaine vaste, fauve et nue» et les îles dont elle est parsemée s'appellent «oasis», en arabe «el ouahhat» (LARGEAU, 1881).

Le Sahara compte actuellement parmi les plus grands déserts du monde (UNESCO, 1972), mais également le plus expressif et typique par son extrême aridité, c'est-à-dire, celui dans lequel les conditions désertiques atteignent leur plus grande âpreté (OZENDA, 1991).

Il s'étend à travers le tiers septentrional du continent africain de l'atlantique à la mer rouge, sur une surface totale de 8 millions de Km² (LE HOUEROU, 1990). Le Sahara algérien s'étend sur une superficie de deux millions de km². Il couvre 84% de la surface de l'Algérie et un quart de la totalité du désert saharien (OUALI, 2005).

Le Sahara est subdivisé en : Sahara septentrional, méridional, central et occidental (DUBIEF, 1952 in KOLLI, 2011).

Le Sahara septentrional, avec 1 million de km², est soumis à un extrême du climat méditerranéen, où les pluies surviennent toujours en hiver. Il se présente comme une zone de transition entre les steppes méditerranéennes nord africaines et le Sahara central (LE HOUEROU, 1990).

1.1. Caractéristiques abiotiques du Sahara

Avec un ciel clair, sans nébulosité, le Sahara est avant tout "le pays du soleil". Il reçoit de 50 à 100 mm de pluies par an. Les vents desséchants érodent les roches jusqu'à les réduire en sable. Leurs effets se conjuguent avec ceux d'une insolation violente pour accroître l'intensité de l'évaporation (LEMIRE et *al.*, 2003).

Sans eau en surface et sans terre arable, le désert saharien est également soumis à des alternances de froid et de chaud. Hormis les régions du cercle polaire et les hauts sommets enneigés, nul autre milieu ne semble aussi hostile à toute forme de vie (LEMIRE et *al.*, 2003).

1.1.1. Géologie

Selon les travaux de FURON et *al.* (1935) et FABRE (2004) in BOUALLALA (2013), la géologie du Sahara est bien connue. Les terrains les plus anciens sont constitués par des granites écrasés, des gneiss, des quartzites et des schistes métamorphiques. Pendant l'ère primaire, après une longue période d'émersion et d'érosion, la mer a envahi le domaine

cristallin et a recouvert l'ouest africain depuis le Silurien au moins, et jusqu'au Carbonifère moyen. Les sédiments déposés par les mers paléozoïques sont des dolomies, grès, schistes et du calcaire. Le régime marin va durer jusqu'à la fin du Crétacé, et même jusqu'au début du Tertiaire, interrompu par des épisodes lagunaires, voir continentaux. A partir de l'Eocène moyen, la mer se retire et le régime continental s'installe définitivement au Sahara. Le quaternaire est l'ère où succède un régime purement continental, est caractérisé par l'alternance des périodes sèches et humides (CHEHMA, 2011; OUALI, 2005).

1.1.2. Géomorphologie

Sur le plan géomorphologique, le Sahara possède plusieurs paysages caractéristiques. (OULD BABA SY, 2005 ; HAMDI AISSA, 2001 in HOUARI, 2012)

❖ Chotts et Sebkhas

Lorsque les eaux s'évaporent sous l'effet de la chaleur, des plaques de sels divers se déposent en surface formant suivant l'origine de leurs eaux (phréatiques ou superficielles) les chotts et les sebkhas (MONOD, 1992).

La différence entre le chott et la sebkha, que le premier est produit par l'élargissement d'un cours d'eau, c'est un pâturage de plantes halophiles; tandis que la sebkha est une dépression, une cuvette sans écoulement et sans aucune végétation dans laquelle se rassemblent les eaux et les alluvions d'une contrée mais qui contiennent beaucoup de sels. Or, comme ces eaux et ces alluvions contiennent beaucoup de sels, il en résulte que la sebkha est un véritable marais salant qui se comble de la même façon que le chott (LARGEAU, 1881).

❖ Regs

Ce sont des surfaces planes de graviers ou de débris de roches, au Sahara, ils occupent des surfaces démesurées (MONOD, 1992 ; HOUARI, 2012). Ils ont une végétation, quelquefois arbustive, dispersée en îlots. A l'exception des "dayas", dépressions argileuses qui retiennent l'eau et où s'installe une végétation permanente de buissons ligneux et épineux, ce sont les zones les plus pauvres du désert. Ils s'achèvent parfois en hamadas (OULD BABA SY, 2005; OZENDA, 1991; BOUALLALA, 2013).

❖ Hamadas

Ce sont des plateaux rocheux plus ou moins élevés, souvent plats à perte de vue C'est à partir de ces hamadas que s'élèvent les Djebels, collines ou montagnes d'origine sédimentaire ou volcanique (OULD BABA SY, 2005; BOUALLALA, 2013).

❖ Ergs

Ce sont des massifs dunaires stables. Ils sont constitués par le sable que le vent arrache aux regs et aux hamadas (OULD BABA SY, 2005).

❖ Oueds

Les oueds sont des ravinements ou des lits de fleuves asséchés et ensablés. Ils entaillent les regs ou les hamadas et sont épisodiquement alimentés par des pluies, locales ou lointaines, qui peuvent les transformer en torrents. Mais l'eau peut également leur arriver depuis les djebels environnants (OULD BABA SY, 2005; BOUALLALA, 2013).

1.1.3. Hydrogéologie

Au Sahara septentrional, le bassin hydrogéologique occupe une superficie de plus d'un million de Km² partagés par l'Algérie, la Libye et la Tunisie (CHARETON, 2002 ; OSS, 2003 ; BUFFET, 2007). En Algérie, il est d'une superficie de 780 000 Km², avec un maximum d'épaisseur de 4 à 5 km (ABHS, 2009). Ce bassin renferme deux grandes nappes aquifères, celle du continental intercalaire à la base surmentée par le complexe terminal et une nappe phréatique dans les formations superficielles (SAADINE, 2012 ; BUFFET, 2007 ; UNESCO, 2006)

- **Le continental intercalaire (Fig.1).** Couvre une superficie de 600000 Km², s'étend pratiquement sur l'ensemble du bassin sédimentaire du Sahara (DUBOST, 2002 in MERABET, 2011). cet immense réservoir est d'une profondeur variable, 1000 m au centre du Sahara, contient des eaux douces d'origine fossile et une température qui dépasse les 60°C (UNESCO, 1972). Sa porosité qui est due aux grès et aux sables qui le composent est évaluée à 26% (CHENCHOUNI, 2011).
- **Le complexe terminal (Fig.1).** Désigne les formations les plus récentes déposées au Bas Sahara, en opposition avec les formations du Continental Intercalaire au sommet (OUALI, 2005). Il couvre une partie du bassin oriental du Sahara septentrional sur environ 350 000 Km², en général peu profond de 100 à 400 m. Ses eaux sont salées, d'une composition chimique bonne sur les bordures et moyenne dans le centre du bassin et d'une température peu élevée (UNESCO, 1972 ; BESBES, 2007).
- **Les nappes phréatiques;** elles sont partout présentes au Sahara, que se soit dans les dépressions ou dans les vallées. Ce sont des aquifères superficiels dont la profondeur n'excède pas les 50 m et dont les eaux sont exploitées par des puits ayant une salinité très élevée (9 g/l). Elles sont alimentées par les pluies, les crues, les écoulements diffus, les eaux de

drainage et aussi par les remontées naturelles provenant des aquifères plus profonds (DUBOST, 1991 ; BANSAHA et al., sd).

Dans la zone saharienne algérienne et tunisienne, ses eaux fossiles ont été essentiellement utilisées pour l'extension des oasis et la culture du palmier dattier. L'irrigation de surface est la technique la plus utilisée dans ces systèmes oasiens mais l'augmentation des prélèvements de cette ressource non renouvelable suscite la crainte de nombreux experts pour l'avenir des régions concernées, puisque ses réserves précieuses constituent souvent la seule ressource disponible en eaux douces pour ces pays (LAZAR, 1991).

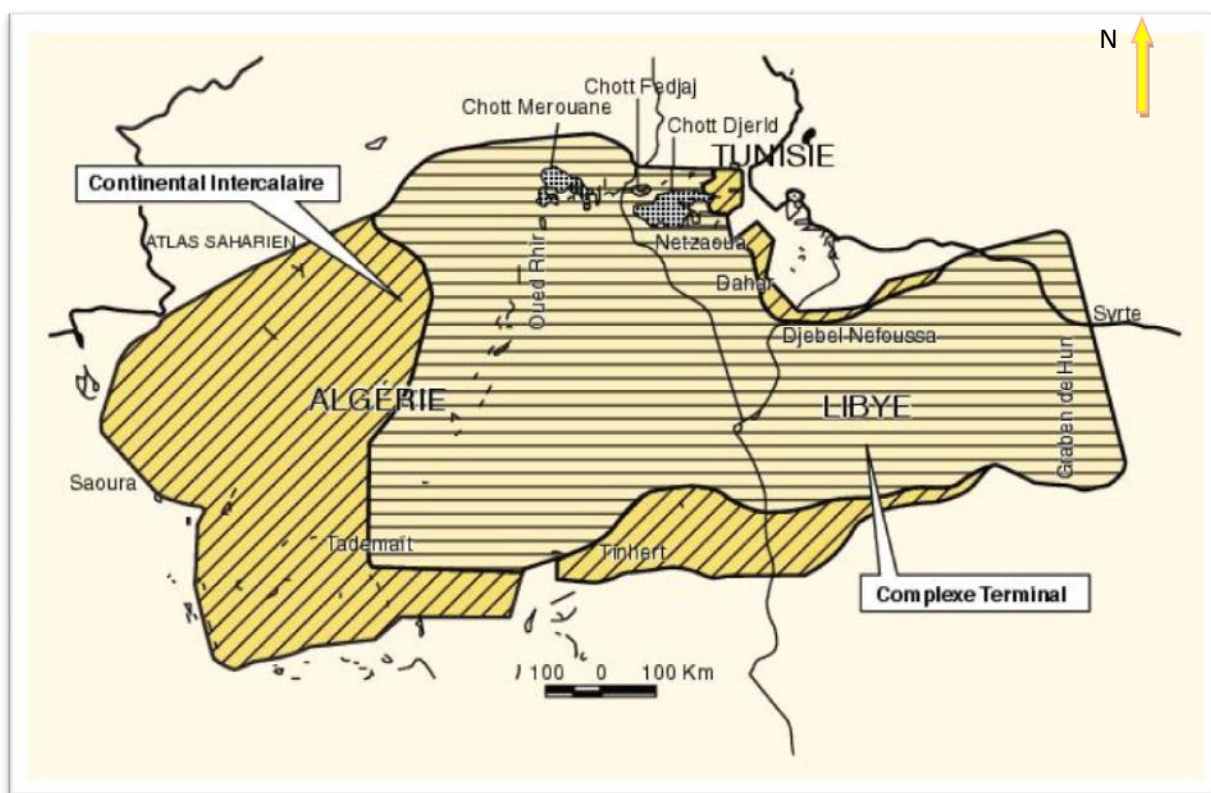


Figure 1 : Situation géographique du système aquifère du Sahara septentrional (Site web 1), (Hachuré horizontal : Complexe Terminal, hachuré diagonal : Complexe Intercalaire).

1.1.4. Hydrologie

Le Sahara est connu par l'aridité de son climat, les terres arides et hyperarides représentent 84 % de la superficie de l'Algérie. La partie septentrionale de son territoire recèle d'importantes ressources en eau souterraines emmagasinées dans les deux grands aquifères le Continental Intercalaire et le Complexe Terminal. L'eau de surface y est rare et très irrégulière, elle est pérenne et se limite seulement dans les zones de sebkhas, chotts, gueltas,

situées généralement dans les bas fonds des bassins endoréiques auprès des oasis et également les réservoirs d'eau (barrages) de création récente (ANRH, 2005).

En effet, les Oueds sahariens n'ont pas un régime de crues régulier mais plutôt de caractère accidentel: quand les pluies s'abattent, les Oueds coulent quelques jours et débordent même. Ce phénomène se produit jusqu'à trois fois par an aux confins Nord du Sahara, beaucoup plus rarement au centre (GARDI, 1973 in CHEHMA, 2005).

1.1.5. Climatologie

Les caractères du climat saharien sont dus tout d'abord à la situation en latitude, au niveau du tropique, ce qui entraîne de fortes températures et au régime des vents qui se traduit par des courants chauds et secs (OZENDA, 1991).

Le Sahara algérien se caractérise par un climat chaud et aride. Selon TROIN et *al.*, (2006) in KOUSMINE (2007), l'aridité constitue l'élément central de la spécificité saharienne, donc une intense sécheresse avec un taux d'humidité très faible. Il se caractérise notamment par la faiblesse et l'irrégularité des précipitations, une luminosité intense, de grands écarts de températures et une évaporation intense (OUALI, 2005).

❖ Les précipitations

Selon DUBIEF (1953) in KOLLI (2011), les précipitations ont pratiquement toujours lieu sous forme de pluies qui sont généralement de faible importance quantitative et de courte durée. Elles enregistrent annuellement près de 200 mm au Nord et 20 mm au Sud mais sont inférieure à 100 mm/an sur la plus grande partie du Sahara. Les précipitations sont d'une grande variabilité, fines au Sahara septentrional et diluviennes au centre (OUALI, 2005).

❖ La température

Le climat thermique du Sahara est relativement uniforme; dès la partie septentrionale, on rencontre des étés brûlants qui ne sont guère plus durs que ceux qui s'observent dans la partie centrale et même soudanaise (OZENDA, 1991).

Les températures moyennes annuelles sont de l'ordre de 36 °C (OUALI, 2005), avec des maxima absolus pouvant atteindre et dépasser 50 °C en été et des minima de janvier variant de 2 à 9 °C (LE HOUEROU, 1990).

❖ Le vent

Selon DUBIEF(1952) in KOLLI (2011), le Sahara n'est pas un pays venteux, mais un pays où, par suite de sa dénudation, on ressent le plus facilement le vent.

Pou cela, le domaine saharien et toujours soumis à des vents fréquents dont le souffle est souvent très sec, le Sirocco (OUALI, 2005). Ils sont importants au printemps et peuvent

atteindre des vitesses de 40 à 50 Km/h (KHADRAOUI, 2007) et ont des effets qui se traduisent par le transport et l'accumulation du sable, le façonnement des dunes, la corrosion et le polissage des roches et surtout l'accentuation de l'évaporation. (MONOD, 1992)

❖ L'évaporation

C'est un phénomène physique qui augmente avec la température, la sécheresse de l'air et l'agitation de cet air (OZENDA, 1991). Au Sahara, l'évaporation est très forte (DUBOST, 1991). Elle est particulièrement développée dans les dépressions du bas Sahara, où les chotts représentent de véritables appareils évaporatoires. Cette évaporation intense entraîne une augmentation de la salinité des eaux souterraines, ce qui constitue un des problèmes majeurs des régions sahariennes (OUALI, 2005).

❖ L'humidité de l'air

L'humidité relative au Sahara est faible, souvent inférieure à 20% (MONOD, 1992) même dans les montagnes, tandis qu'au Sahara septentrional, elle est généralement comprise entre 20 et 30% pendant l'été et s'élève à 50 et 60% parfois davantage en janvier (OZENDA, 1991).

1.2. Caractéristiques biotiques

1.2.1. Flore

Du fait de la rareté de l'eau, le Sahara est quasiment dépourvu de flore (UNESCO, 1960). L'absence de végétation sur de grandes étendues est le caractère le plus simple de son paysage, le tapis végétal est discontinu et très irrégulier, les plantes utilisent surtout les emplacements où le ravitaillement en eau se trouve un peu moins défavorable qu'ailleurs (OZENDA, 1991). Ce sont souvent des plantes de petite taille, à système racinaire puissant, munies de dispositifs permettant de limiter l'évapotranspiration (feuilles réduites, aciculaires, vernissées ou grasses) (FAYE, 1997 in CHEHMA, 2005).

Les seules plantes qui subsistent sont des plantes vivaces, capables de supporter les périodes de sécheresse prolongée et des plantes éphémères qui germent, seulement immédiatement après la pluie (CHEHMA, 2008 a; KAABECHE, sd.)

Les arbres sont rares ou bien ils se cantonnent, comme *Tamarix aphylla* (Tamaricaceae) et *Acacia raddiana* (Mimosaceae) dans les bas-fonds et les lits d'Oueds (SCHIFFERS, 1971 in CHEHMA, 2005).

Le couvert floristique de sa partie septentrionale est diffus et très clairsemée (OULD EL HADJ et al., (sd) ; CHEHMA, 2005). Cette distribution inégale est fonction des différentes formations géomorphologiques: lit d'oued, dépression, hamada, reg, sols sableux et sols salés

mais les pénétrations méditerranéennes font de cette zone l'une des régions les plus riches du Sahara. L'endémisme y est élevé du fait des vastes espaces impropres à la vie, pour le Sahara septentrional, on dénombre 162 espèces endémiques (QUEZEL, 1978 in CHEHMA, 2008).

1.2.2. Faune

La diversité des milieux naturels sahariens explique celle du peuplement de l'entomofaune et des vertébrés (KOURIM et *al.*, sd).

L'entomofaune est très diversifiée, les invertébrés les plus abondants sont les scorpions ou les scarabées.

Les mammifères sont rares dans le bassin méditerranéen. Ils sont représentés par des carnivores : chacals, renards, fennecs et chats sauvages; de rongeurs : lièvres, goundis, gerboises et gerbilles. Les mouflons à manchette dans les zones de montagnes; les gazelles mais sont rares, habitent les espaces ouverts, les oueds et les regs. Sans oublier le dromadaire qui est l'animal le plus emblématique du désert, appelé aussi «chameau» (CHEHMA, 2005; CHEHMA et *al.*, 2008 b; HOUARI et *al.*, 2007).

Par ailleurs, les reptiles et les amphibiens sont abondants ainsi que certaines espèces de poissons qui peuplent quelques gueltas et oueds permanents comme les *Barbus* (Cyprinidae) et les *Tilapias* (Cichlidae) (GAUTHIER, 1928).

L'avifaune saharienne est très diversifiée (BENSACI, 2013), elle compte environ 53 espèces d'oiseaux appartenant à 15 familles dans la dépression d'oued right seulement.

2. Principaux milieux aquatiques continentaux du Sahara septentrional algérien

Les différentes caractéristiques climatiques du Sahara se répercutent sur son hydrographie. En effet, il n'existe pas de cours d'eau permanent dans les régions sahariennes, l'écoulement des Oueds descendant des massifs montagneux est temporaire, il se perd dans les dépressions fermées. Des espaces d'eau recouvrent les dépressions du bas Sahara, ils résultent principalement de l'ascension des eaux souterraines à partir de la nappe phréatique, du Complexe Terminal et de Continental Intercalaire (Albien). Ils constituent ce qu'on appelle les eaux de surfaces ou eaux stagnantes, il s'agit de plans d'eau élémentaires (flaques et mares), d'épandages inondables (sebkhas et chotts) et de variables lacs, salés ou non (GARDI, 1973 in CHEHMA, 2005 ; ANRH, 2005 ; JOLY, 2007 ; OUALI, 2011).

L'hydrologie des déserts est encore mal connue en raison du faible nombre des données recueillies et de la difficulté de la documentation. Peu de travaux ont été consacrés à l'étude hydrologique du Sahara septentrional algérien, les plus importants sans ceux de DUBIEF(1953) et COTE (2005) in BALLAIS (2010), dans lesquels ils ont montré que:

- Oued Igharghar, Oued Mya et Oued Right sont des oueds mythiques qui n'existent pas. Ces trois oueds déposent leurs apports en eaux dans les chotts, Melghir et Merouane.
- Oued Igharghar et Oued Mya se réunissent près de Touggourt pour former la vallée d'Oued Right (LARGEAU, 1881). Cette dernière abrite d'importants plans d'eaux, saumâtres tels que le Lac Ayata, le Lac Megarine et le Lac Temacine ou d'eaux douces telles que le Lac Merara.
- Les oueds réels fonctionnels, sont ceux du bassin versant du chott Melrhir, d'une superficie d'environ 68751 km² et qui sont représentatif de la région méditerranée (BELAGOUNE, 2012), on a aussi ceux descendant :
 - De l'Atlas saharien, les plus importants sont: Oued el Abiod, Oued Djedi et Oued Itell (Still) (BALLAIS, 2010; CHEBOUR, 2006; BELEGOUNE, 2012)
 - De la dorsale du M'Zab, les plus important sont: Oued Rmel, Oued El Attar, Oued N'Sa et Oued M'Zab (HOUARI, 2012; BENSABA et *al.*, sd).

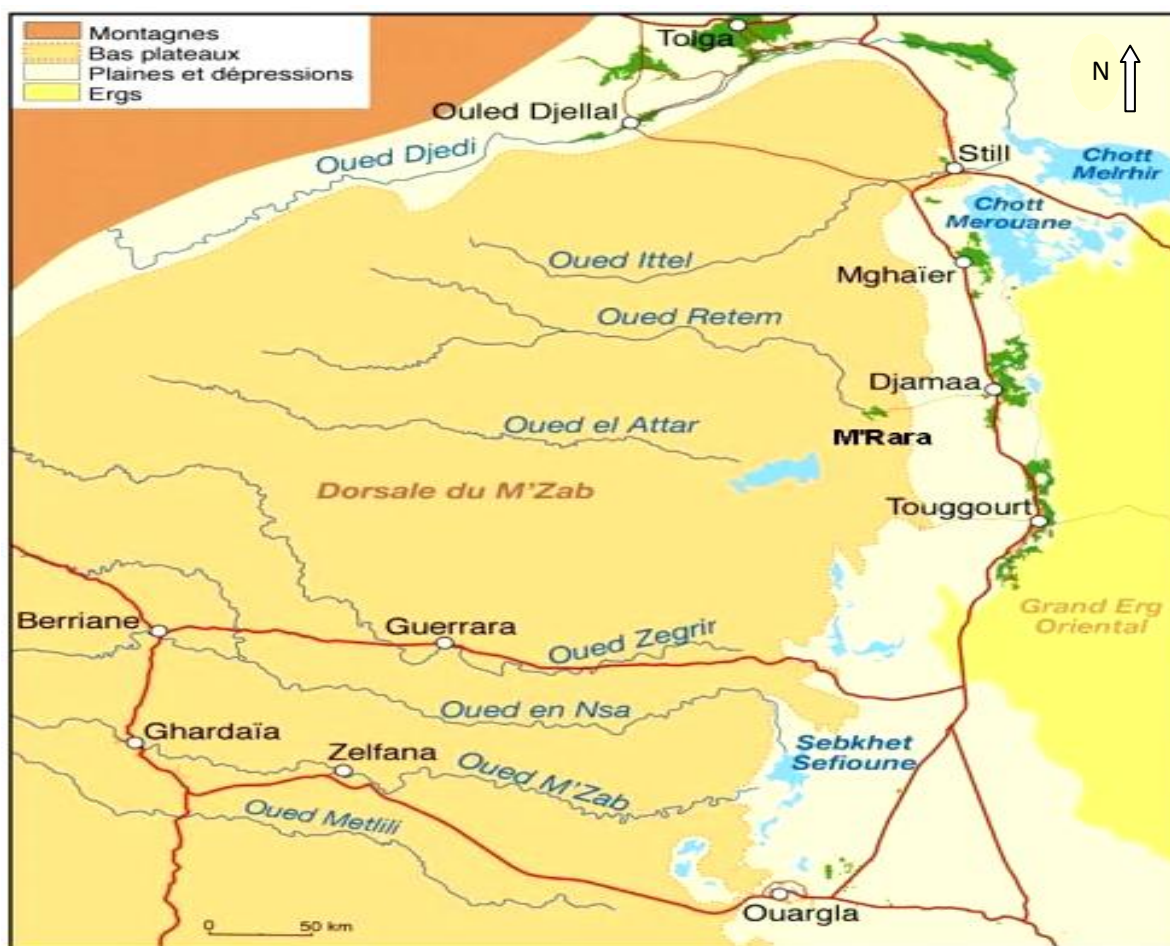


Figure 2 : Les oueds de la dorsale du M'Zab (BALLAIS, 2010).

3. Inventaire systématique de l'ichtyofaune continentale d'Algérie

Les données sur l'ichtyofaune des eaux continentales d'Afrique du Nord en général et d'Algérie en particulier sont rares. Parmi ces travaux nous pouvons citer ceux apportés par CHAIBI (2013): CUVIER et VALENCIENNES (1842), GUICHENOT (1850), GERVAIS (1853,1867), PLAYFAIR et LETOURNEUX (1871), BOULENGER (1909, 1911), CAUVET (1913,1915). PELLEGRIN (1920, 1921, 1939), SEURAT (1922, 1930), THEVENIN (1936), DIEUZEIDE et CHAMPAGNE (1950), ARRIGNON (1962), ALMACA (1969, 1977, 1979), KRAIEM (1983, 1993), LEBERRE (1989), BOUHADDAD (1998), AZEROUAL (2000), ZOUAKH et *al.* (2004), BLANCO et *al.* (2006), BACHA et AMARA (2007), KARA (2012).

Fort peu connue, la faune ichtyologique d'Algérie présente un intérêt évident à cause de la situation géographique de ce pays. L'inventaire des poissons autochtones et introduits des eaux continentales apporté par CHAIBI (2013), fait mention de 67 espèces répartie en 23 familles où Les Cyprinidés dominant avec 22 espèces (33%), suivis par les Cichlidés avec 8 espèces (10%). La majorité des espèces signalées sont recensées entre 1842 et 1989 mais la taxonomie de l'ichtyofaune algérienne reste à ce jour incomplète.

Aussi, d'après les travaux réalisés dans la région, nous pouvons déduire que les principales espèces de poissons qui occupent les cours d'eaux sahariennes sont les suivants:

Tableau 1: Liste systématique des espèces de poissons les plus rencontrées dans le Sahara septentrional algérien CHANGEUX, (1995) .

classe	Ordres	Familles	Espèces
Actinopterygii	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Gambusia affinis</i>
		Cyprinodontidae	<i>Aphanius fasciatus</i>
	Perciforme	Cichlidae	<i>Tilapia zillii</i>
			<i>Oreochromis niloticus</i>
			<i>Hemichromis bimaculatus</i>

4. Rôle de l'ichtyofaune dans le développement de la pisciculture saharienne

Les conditions géographiques et climatiques favorables et le potentiel de production important et diversifié allant du littoral aux zones sahariennes, encouragent la réalisation de

plusieurs filières aquacoles notamment, la pisciculture marine et la conchyliculture, l'aquaculture sublittorale et la pisciculture saharienne (LAZARD *et al.*, 1991 ; PNDPA, 2003)

4.1. Evolution de l'aquaculture en Algérie

On définit l'Aquaculture comme étant « l'art de multiplier et d'élever les animaux et les plantes aquatiques » c'est une activité de production de poissons, mollusques, crustacés et algues, en systèmes intensifs ou extensif (ANONYME, 2008). La pisciculture fait partie de l'aquaculture, c'est l'élevage des poissons aussi bien en eaux douces, qu'en eaux saumâtres et marines. Suivant le milieu, on parle de pisciculture marine ou continentale (LAZARD *et al.*, 1991; LACROIX, 2004).

Les premiers essais d'aquaculture en Algérie remontent à plus d'un siècle (KARALI, 2004). Depuis 1920, elle capitalise une expérience marquée globalement par quatre étapes:

- Essais de reproduction de poissons d'eau douce et de crevettes.
- Production expérimentale de mollusques conjointement au développement de la pêche lagunaire en milieu saumâtre et en eau douce.
- Développement de la pisciculture de repeuplement en retenues pour y développer la pêche continentale à caractère commercial.
- Récemment, la création du Ministère de la pêche et des ressources halieutiques et intervention d'opérateurs privés pour l'établissement d'entreprises aquacoles (Site web 2).

Différentes opérations ont marqué l'histoire de l'aquaculture algérienne ; elles peuvent se résumer comme suit (MPRH, 2004):

- ✓ 1921: Création de la station d'aquaculture et de pêche de Bousmail avec pour objectif : la détermination des meilleurs sites pour la conchyliculture et la pisciculture,
- ✓ 1937: Création de la station d'alevinage du Grib (empoissonnement en truites arc en ciel),
- ✓ 1940: Exploitation des lacs Oubeira et El Mellah et Tonga avec culture de coquillages,
- ✓ 1947: Création de la station Mazafran, dans l'optique de repeuplement en poissons d'eau douce et de recherches hydro biologiques,
- ✓ 1962-1980: l'après indépendance, la quasi totalité des actions ont été menées sur les lacs de l'est et sur la station de Mazafran,
- ✓ 1973: Mise en valeur du Lac El Mellah, pour l'installation des tables conchylicoles,
- ✓ 1974: Une étude de mise en valeur du Lac Oubeira a conduit à un projet d'installation d'une unité de fumage d'anguilles,

- ✓ 1978: Un programme de coopération avec la Chine a été mis en place, centré sur 2 axes: l'initiation aux techniques de reproduction et d'alevinage pour le repeuplement et des tentatives d'élevage larvaire de crevettes *Peneus kerathurus*,
- ✓ 1982 à 1990, exploitation de l'anguille aux Lacs Tonga, Oubeira et Mellah par un privé. La production annuelle moyenne était de l'ordre de 80 tonnes exportées vers l'Italie,
- ✓ 1983/1984: Premiers travaux de réalisation d'une éclosérie de Loups au lac El Mellah,
- ✓ 1985/1986: Des réservoirs d'eau furent peuplés ou repeuplés en poissons importés de Hongrie: Carpes royales, Carpes à grande bouches, Carpes herbivores, carpes argentées Sandres,
- ✓ 1987: Filière sub-surface installée par l'ONDPA (Office Nationale du Développement et de la production aquacole),
- ✓ 1989: Implantation d'une éclosérie type mobile à Harreza pour la reproduction de carpes (10 millions de larves), une autre éclosérie de carpes à double capacité que la première a été implantée à Mazafran,
- ✓ 1991: dans le cadre de repeuplement, 6 millions d'alevins de carpes ont été lâchés dans les plans d'eau des barrages et des lacs Baraka, Gargar, Meurdjet-El Amel, Benaouda, Obéira,
- ✓ 1999: Inventaires des sites aquacoles à travers le pays,
- ✓ 2000: Création d'un comité national autour du sujet : Aquaculture en Algérie ; ce qui a aboutit à des résultats importants du point de vue perspectives, ainsi un établissement du plan national d'aquaculture en Algérie,
- ✓ 2001: Début de la première campagne d'élevage d'alevins, ainsi qu'une exploitation plus ample de sites aquatiques à travers le territoire national (côtière, intérieure, Saharienne).

❖ L'introduction de nouvelles espèces de poissons et leurs impacts

L'Algérie comme beaucoup d'autres pays du monde a été concernée par la politique des introductions de nouvelles espèces de poissons (LOUNACI, 2012).

Cette politique a pour principaux objectifs:

- Le développement de l'aquaculture (Carpe, Tilapia, *Oreochromis*),
- Le développement de la pêche dans les eaux continentales,
- Le Contrôle biologique par l'introduction de certaines espèces de poissons, qu'elles ont été pratiquée pour lutter contre les vecteurs de maladies. Différentes espèces de poissons, comme *Gambusia affinis* (Poeciliidae) Baird et Girard, 1853 ou *Poecilia reticulata* (Poeciliinae) Peters, 1859 ont été utilisées pour contrôler les moustiques, vecteurs du paludisme. Ils ont

également proposé d'utiliser le Cichlidé malacophage *Astatoreochromis alluaudi* Pellegrin, 1904, originaire d'Afrique de l'Est, pour lutter contre les vecteurs de bilharziose. Cette espèce a été introduite en différents endroits d'Afrique sans que des effets écologiques n'aient été enregistrés et sans que son efficacité, en tant qu'agent de contrôle, n'ait été réellement prouvée non plus (LEVÈQUE, 2007). Enfin, des poissons africains ont été parfois utilisés pour contrôler le développement de végétation aquatique, comme *Tilapia rendalli* (Cichlidae) Boulenger, 1896 qui a été introduit dans des canaux d'irrigation au Soudan (MOREAU et al.,sd).

L'impact d'une grande partie des introductions de poissons reste inconnu (LOUNACI, 2012). Les espèces introduites peuvent prendre place dans l'écosystème, sans perturbation majeure apparente de ce dernier. Mais lorsqu'on dispose d'observations détaillées, ce qui n'est pas toujours le cas, on observe fréquemment des modifications dans les systèmes biologiques qui peuvent aller jusqu'à la disparition de plusieurs espèces autochtones.

Alors, l'introduction massive d'espèces étrangères, sans acclimatation, peut se manifester de manière diverse:

✓ Dans le meilleur des cas, l'échec de l'adaptation enrayer toute velléité de prolifération, mais dans le pire, les nouvelles espèces trouvent des conditions idéales et se développent au détriment des souches locales, en éliminant par substitution, un ou plusieurs maillons du réseau trophique avec pour résultat final, un déséquilibre de l'ensemble de l'écosystème.

✓ Les infestations parasitaires et aussi l'apparition de germes pathogènes. Plusieurs cas ont été signalés, comme le cas du barrage du Titteri dans la wilaya de Tiaret, où l'introduction de quelques géniteurs de carassins a provoqué une pullulation de l'espèce, interdisant toute autre activité d'élevage sur le site (CHALABI, sd).

✓ D'autres espèces ont plutôt des effets écologiques de différentes natures, cas du lac Oubeira qui fait partie du complexe d'El Kala en Algérie où l'introduction de la carpe chinoise (herbivores exotiques) a entraîné l'élimination d'une grande partie de la végétation aquatique, excluant ainsi des oiseaux nicheurs comme les hérons et les foulques et réduisant les populations hivernantes de canards colverts et siffleurs (MAITLAND et CRIVELLI, 1996 in LOUNACI, 2012 ; BACHA, 2010).

4.2. La pisciculture saharienne

Les ressources aquifères du Sud algérien ne sont pas négligeables et les disponibilités en eau sont dans certaines régions très importantes (PNDPA, 2003).

Ces ressources sont évidemment destinées tout d'abord à l'alimentation en eau potable et à l'agriculture, mais la pisciculture a sa place dans un schéma d'utilisation rationnelle et ce pour deux raisons:

✓ La première, découle du fait qu'il est parfaitement possible, de coupler l'utilisation piscicole de l'eau et l'utilisation agricole, en plaçant la pisciculture en amont de l'agriculture. S'il est nécessaire d'adapter les programmes d'irrigation aux contraintes de l'utilisation piscicole, les cultures profitent par contre d'un apport non négligeable en éléments fertilisants qui proviennent des refus de nourriture et des déjections des poissons (PNDPA, 2003).

✓ La seconde, découle du fait qu'en matière de qualité physico-chimique, la plage d'utilisation pour l'alimentation en eau potable et même pour l'irrigation est relativement réduite. Une salinité supérieure à 5‰ est en particulier difficilement acceptable. Par contre, la pisciculture peut valoriser des ressources en eau dont la salinité atteint jusqu'à 50 ‰, sous réserve que d'autres facteurs physico-chimiques ne soient pas limitatifs (PNDPA, 2003)

Dans la région oued Right de Touggourt, la valorisation des ressources hydriques par la pisciculture saharienne a été traduite par le programme de la relance économique du ministère de la Pêche et des Ressources halieutiques, de développer cette activité par le financement des fermes pilotes de production d'alevin (Site web 3) et par des entreprises pour la production intensive de poissons d'eaux chaudes tels que le Tilapia et le Silure ou d'élevage extensif intégré à l'agriculture et de projets d'ensemencements (CHAHMA, 2010).

5. Travaux réalisés sur l'ichtyofaune et ses parasites dans le Sahara septentrional

L'importance du réseau hydrographique du Sahara explique la diversité et l'endémisme de son ichtyofaune. Les études sur l'ichtyofaune des eaux continentales du Sahara septentrional n'ont pas connu un grand essor, en particulier, celles consacrés aux parasites des poissons. Parmi le peu de travaux déjà réalisés, nous pouvons citer:

✓ GUERRIDA (2008) dans une étude sur les ectoparasites branchiaux d'*Oreochromis niloticus* (Cichlidae), pêchés dans différents sites de la région d'Ouargla a décrit les différentes pathologies qui peuvent atteindre les poissons surtout d'élevages et d'intérêt économique, en particulier celles causées pas les parasites. Son travail a porté particulièrement sur l'*O. niloticus* capturé de la ferme Zitouni et dans l'exploitation Charrak dans la région d'Ouargla. L'observation des caractères morpho-anatomiques des parasites récoltés des branchies des poissons lui a permis de recenser une seule espèce de parasite appartenant au groupe des Helminthes, *Cichlidogyrus paperna* (Famille des Dactylogyridae).

✓ HAMMOUDI (2011) dans une contribution à l'étude de la parasitofaune de l'ichtyofaune continentale de l'Algérie a réalisé un inventaire des espèces ichtyologiques de 6 régions qui font partie de trois étages bioclimatiques différents; aride, semi aride et désertique ainsi que l'étude de la richesse et de la dynamique des différentes espèces de parasites de cette ichtyofaune inventoriée. Sur un totale de 109 poissons appartenant à 7 espèces et trois grandes familles (Cyprinidés, Cyprinodontidés et cichlidés), l'auteur a identifié 17 genres de parasites appartenant à 04 groupes taxonomiques. 07 genres du groupe des Helminthes (*Dactylogyrus sp.*, *Gyrodactylus sp.*, *Bothriocephalus sp.*, *Proteocephalus sp.*, *Lytocestus sp.*, *Microfilaires et Nématodes*) ,03 genres du groupe des Crustacés (*Argulus sp.*, *Lerneae sp.*, et *Copepoda ind.*) ,07 genres du groupe des Protozoaires (*Chilodonella sp.*, *Trichodina sp.*, *Myxobolus sp.*, *Tetrahymena sp.*, *Amibe*, *Ichthyophthirius multifiliis*, et les hématies parasitées) et 01 genre indéterminé du groupe des Mycètes.

✓ Le travail de LABED et *al.* (2011) dans une étude sur la biodiversité de la parasitofaune chez *Tilapia nilotica* (Cichlidae) dans la région de Touggourt (Sahara algérien). Se sont penché sur l'aspect qualitatif et quantitatif du parasitisme du *Tilapias nilotica* des drains agricoles de Zaouia Lebedia et du Lac Mégarine. Dans cette étude les auteurs ont examiné les branchies, le tube digestif, la vessie natatoire, le tégument et le sang de 50 poissons, ce qui a permis d'isoler 229 vers parasites Acanthocéphales et 57 vers parasites Monogènes.

✓ Celui de GUEMMOUR (2011) dans une étude de quelques paramètres épidémiologiques chez l'*Aphanius fasciatus* (Cyprinodontidae) dans la région d'Oued Still a pu identifier les parasites qui infestent l'*Aphanius fasciatus* suite à l'examen de 34 spécimens. Ceci lui a permis d'identifier cinq espèces de parasites: deux protozoaires (*Chilodonella sp.*, *Trichodina sp.*) et trois Helminthes (*Dactylogyrus sp.*, *Gyrodactylus sp.*, *Onchobdella sp.*).

CHAPITRE II : Présentation générale des sites d'étude, des modèles biologiques étudiés et de leur parasitofaune

1. Présentation des sites d'étude

Le présent travail implique trois différents sites qui appartiennent à deux zones au sein du Sahara septentrional (Nord-oriental) du Sud-est algérien: Ouargla et El-Oued.

Les limites géographiques de ces deux régions sont indiquées dans le tableau 2 (HOUARI, 2011; SADINE, 2012).

Tableau 2 : Limites géographiques d'Ouargla et El Oued.

		Ouargla	El-Oued
Superficie (km²)		163,230	44,586
Limites	Nord	Djelfa et El-Oued	Tébessa et Khanchela
	Est	Tunisie et El-Oued	Tunisie et Lybie
	Sud	Tamanrasset et d'Ilizi	Ouargla
	Ouest	Ghardaïa	Biskra et Ouargla

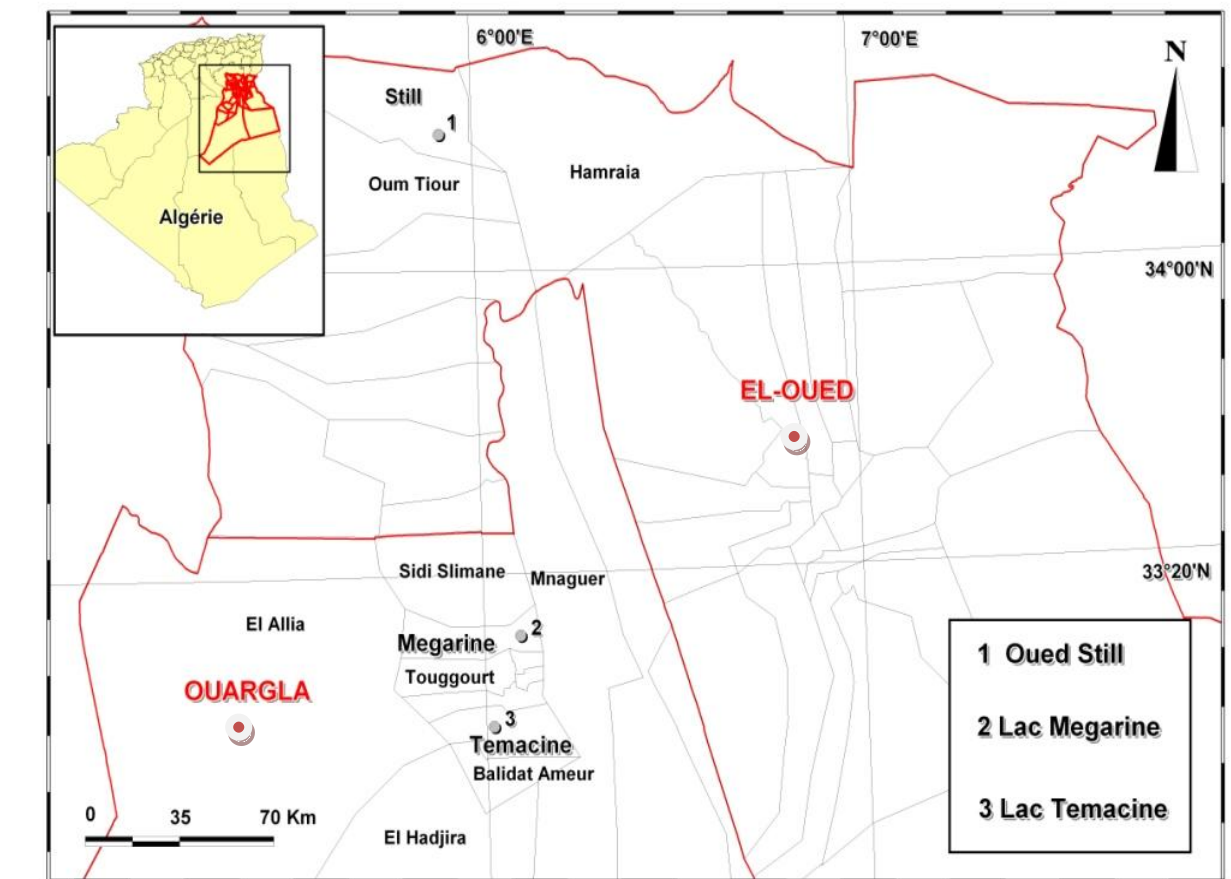


Figure 4: Localisation géographique des sites d'études, Lac Megarine, Lac Temacine et Oued Still (Sahara septentrional).

Les trois sites concernés par cette étude sont: Oued Still (commune de Still, EL-Oued), Lac Megarine (commune de Megarine, Ouargla) et Lac Temacine (commune de Temacine, Ouargla). Le choix de ces derniers a été basé sur quatre critères fondamentaux: les trois sites sont d'origine naturelle avec une présence permanente de l'eau, le facteur anthropogénique ainsi que l'hydrologie qui a été prise aussi en considération (Tab.3).

Tableau 3: Typologie générale des sites prospectés (**facteur anthropogénique:** 1: eaux usés urbaine, 2: drainage, 3: eaux usées et drainage)

Nom des sites	Écoulement		Facteur anthropogénique
	Stagnant	Courant	
Lac Megarine	+		Eaux usés urbaine
Lac Temacine	+		Eaux de drainages
Oued Still		+	Eaux usées et de drainage

1.1. Lac Temacine

Il se situe dans la vallée d'Oued Right, entre la localité de Blidet Amor et celle de Touggourt. C'est un petit plan d'eau naturel d'environ 650 m², situé entre la latitude Nord 33° 0' et la longitude Est 6° 1', l'altitude est proche de 253 m et sa profondeur maximale peut aller jusqu'à 3 m. Il a un cachet touristique, dont la réputation dépasse les frontières de la région, voire du pays. Sa situation géomorphologique se présente en une dépression, qui est à priori un exutoire naturel de toutes les eaux d'irrigation des palmeraies adjacentes (Salées à plus de 10 g/l de résidu sec). Ce lac reçoit également les rejets des eaux usées, notamment de la commune de Temacine. Ce Lac est alimenté aussi par les eaux de pluies et celles de la remontée de la nappe phréatique (BALLAIS, 2010; CHAIBI *et al.*, 2013).

1.2. Lac Megarine

Se situe dans la localité de Megarine près de Touggourt. Il occupe une superficie de 22176 m² avec une profondeur qui ne dépasse pas les 3,5 m. Il se trouve à l'intérieur des palmeraies comme on remarque la présence des connexions entre le lac et les drains des palmeraies avoisinantes. Il est situé entre la latitude Nord 33° 12' et la longitude Est 6° 5'(GHAZI *et al.*, 2012).

Ces deux derniers sites font partie de la vaste région d'Oued Right située à une distance de 600 km au Sud-est de la capitale Alger. Cette région, de par sa situation géographique, fait partie de l'une des zones sahariennes du pays et se présente comme l'une des plus importantes

régions phoenicicoles en Algérie. Elle Dispose d'une superficie de 874 480 ha et se située entre la latitude 32 ° 54 'et la longitude 34 ° 09 '(BENZIOUCHE, 2006).

La vallée d'Oued Right est une sorte de gouttière très plate, orientée Nord-Sud. Elle est située dans un climat hyper- aride et traversé par un canal principal (canal d'Oued Right). Il joue un rôle très important dans la vallée, car il assure l'évacuation des eaux d'irrigation, et la décontamination des zones urbaines sur une longueur estimée à 150 km (ZAHY et *al.*, 2011).

1.3. Oued Still

L'Oued de Still est située à l'extrême Nord de la wilaya d'El-Oued entre la latitude Nord 34° 14' et la longitude Est 5° 55'. Il joue le rôle de jonction entre la zone des hauts plateaux et le grand Sud algérien (SADINE, 2010). C'est un hydrosystème naturel d'eau saumâtre situé à une altitude moyenne de 7 m au dessus du niveau de la mer. L'écoulement de l'Oued est permanent grâce à son alimentation par les précipitations, par la nappe phréatique et par les excédents hydriques d'irrigation utilisés par les agriculteurs. Oued Still est d'une profondeur variable, entre 1 mètre en période pluvieuse (décembre à février) et quelques centimètres seulement pour le restant de l'année et une largeur variable aussi qui peut atteindre les 70 m. La nature du substrat est un mélange entre les sables fins et une formation d'une roche sableuse (CHAIBI et *al.*, 2012).

➤ Caractères physico-chimiques de l'eau

Sur nos trois sites prospectés, 11 paramètres caractérisant la qualité de l'eau on été pris en considération. Il s'agit de la température en °C, le pH, la turbidité (NTU), la conductivité électrique (Cond μ s) et le niveau d'eau (NE), qui ont été mesurés *in-situ* et de la Salinité (S‰), les Nitrates (NO₃), les (SO₄), total des solides dissous (TDS), le calcium (Ca) et le Magnésium (Mg⁺⁺), ont été mesurés *in vitro*. Ces dernières ont été réalisées entre octobre 2012 et juillet 2013, au niveau des laboratoires de l'Algérienne Des eaux (ADE) de Batna par Mr. Ghazi Cherif (magistère en cours de l'université de Ouargla). Les paramètres mesurés sont rapportés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Caractères physico-chimiques de l'eau des trois stations de d'étude

(1: Lac Temacine; 2: Oued Still; 3: Lac Megarine)

(1) Lac Temacine

Mois	T°C	NE	CE	S‰	TDS	PH	NTU	Ca	Mg	No ₃	So ₄
Octobre 2012	24	0,00	35,5	21,6	21,5	7,90	2,45	810,3	320,5	15,5	625,5
Novembre 2012	19	3,15	35,7	22,6	21,7	8,1	2,59	820,3	360,8	15,8	711,9
Décembre 2012	11	1,5	25,5	15,7	14,9	8,14	2,36	821,6	371,7	11,6	1051,5
Janvier 2013	14	9	14,7	8,6	8,28	7,85	3,83	517,03	342,6	2,8	1398,2
Février 2013	15	-3,0	12,3	7,10	6,82	7,85	3,84	861,7	575,9	4,9	499,2
Mars 2013	20	-40	24,4	14,9	14,2	7,86	1,38	961,9	651,2	5,4	1014,4
Avril 2013	26	59	25,1	15,4	14,7	8,42	6,42	773,5	668,2	2,9	1569,3
Mai 2013	24	-7	38,2	24,3	23,3	8,28	3,65	849,7	461,7	1,4	2214,8
Juin 2013	30	-9	15,3	9	8,61	7,65	2,2	701,4	483,5	6,1	1507,1
Juillet 2013	30	8	16,7	9,8	9,47	7,84	4,66	901,8	575,9	1,3	4505,9

(2) Oued Still

Mois	T°C	NE	CE	S‰	TDS	PH	NTU	Ca	Mg	No ₃	So ₄
Octobre 2012	23	0,00	54,4	35,4	35,1	8,55	7,80	760,5	820,9	11,1	900,5
Novembre 2012	16	5,2	52,7	34,3	33	8,4	7,83	755,6	880,5	12,1	901,6
Décembre 2012	6	-0,2	46,6	30	29,1	8,36	2,47	757,5	889,3	4,54	3191,6
Janvier 2013	7	39	38,2	24,4	23,3	8,49	5,56	741,4	600,2	5,91	6444,5
Février 2013	14	-6	23	14	13,3	8,05	6,35	729,4	643,9	0,86	910,9
Mars 2013	20	-20	44,4	28,7	27,6	8,36	1,96	777,5	1360,8	9,74	1237,8
Avril 2013	24	23	46,6	30,3	29,1	8,27	4,79	617,2	704,7	5,48	4628,7
Mai 2013	24	-15	12,7	7,3	7,05	8,4	11,9	773,5	607,5	11	719,6
Juin 2013	29	-11	34,5	21,7	20,8	7,75	4,46	661,3	794,6	1,82	3051,7
Juillet 2013	30	-30	20,6	12,3	11,8	8,11	5,13	709,4	999,9	1,25	4518,8

(3) Lac Megarine

Mois	T°C	NE	CE	S‰	TDS	PH	NTU	Ca	Mg	No ₃	So ₄
Octobre 2012	20	0,00	40,2	28,5	26,5	8,20	2,56	870,6	880,5	15,2	1560,5
Novembre 2012	19	3,5	43,2	27,8	26,7	8,16	2,48	850,6	860,5	26,7	1666,8
Décembre 2012	6	46,5	32,5	20,5	19,5	8,07	3,08	961,9	884,5	14,7	1373,2
Janvier 2013	11	43	36,5	23,2	22,2	8,31	2,21	973,9	668,2	8,39	3142,7
Février 2013	15	-21	20,2	12,1	11,6	8	2,41	1114,2	716,8	2,31	880,5
Mars 2013	20	1	45,4	29,4	28,2	8,16	1,92	1202,4	889,3	5,76	906,7
Avril 2013	26	-1	55,1	36,6	35,2	8,33	5,56	709,4	619,6	5,48	4628,7
Mai 2013	24	-12	14,6	8,5	8,22	8,27	7,22	1266,5	656,1	15,3	882,6
Juin 2013	30	-10	51,1	33,5	32,2	7,76	1,62	1290,5	3321,8	1,92	2942,9
Juillet 2013	30	-25	29,4	15	15,02	7,84	1,78	1142,28	2867,4	2,18	665,35

2. Présentation de l'ichtyofaune étudiée

Notre travail devrait se porter sur les différentes espèces de poissons qui se trouvent dans les trois sites choisis, les pêches réalisées nous ont permis d'identifier trois espèces de poissons: *Tilapia zillii* et *Hemichromis bimaculatus* (famille des Cichlidae); *Aphanius fasciatus* (famille des Cyprinodontidae). Ces poissons sont alors choisis pour leur quasi omniprésence dans les trois sites.

➤ Présentation générale de la famille des Cichlidae

Les espèces qui appartiennent à cette famille se caractérisent selon, ARRIGNON, 2000; MBEGA, 2003 par:

- Corps comprimé latéralement, couvert essentiellement d'écailles cycloïdes et parfois d'écailles cténoïdes;
- Tête portant une seule narine de chaque côté;
- Os operculaire non épineux;
- Les os pharyngiens inférieurs, unis l'un à l'autre, forment un triangle denté;
- La ligne latérale est interrompue;
- Longue nageoire dorsale composée d'une partie épineuse et d'une partie molle.

➤ Présentation générale de la famille des Cyprinodontidae

Poissons de très petite taille, très euryhalins. Ils peuvent vivre normalement en eau douce et peuvent être rencontrés dans les lagunes côtières d'eau saumâtre et même quelque fois en eau salée. Ils se nourrissent principalement de larves et supportent d'assez grands écarts de températures. Leur distribution est mal connue et ils sont souvent pêchés pour l'aquariologie, mais ne sont pas consommés (BAUCHOT et PRAS, 1980 in HAMMOUDI, 2011).

➤ Position systématiques des espèces étudiées

La classification adoptée dans le tableau suivant est celle de TREWAVAS, (1983) et CHANGEUX, (1995).

Tableau 5: position systématique des différentes espèces étudiées.

Règne: Animal Embranchement: Vertébrés Classe: Poissons	
Ordre: Perciformes	Ordre: Cyprinodontiformes
Famille: Cichlidae	Famille: Cyprinodontidae
Genre: <i>Tilapia</i> Espèce: <i>Tilapia zillii</i> (Gervais, 1848) Nom commun: Tilapia de zill	Genre: <i>Aphanius</i> Espèce: <i>Aphanius fasciatus</i> (Valenciennes, 1821) Nom commun: Aphanius de corse
Genre : Hemichromis Espèce: <i>Hemichromis bimaculatus</i> (Gill, 1862) Nom commun: Acara rouge	

2.1. *Tilapia zillii*

Les Tilapia de Zill (*Tilapia zillii*) sont les poissons Cichlidés qui sont considérés comme des reliques tropicales au niveau de l'Afrique du Nord et du Sahara (QNINBA et al., 2012).

Ces poissons sont résistants aux maladies, se reproduisent facilement, consomment une nourriture variée et tolèrent une eau de qualité médiocre avec un faible taux d'oxygène dissous. La plupart se développeront dans une eau saumâtre, certains s'adaptent à de l'eau de mer. Ces caractéristiques rendent les tilapias aptes à l'élevage dans la plupart des pays en voie de développement (BOCEK, sd).

➤ Morphologie

Le *T. zillii* a un corps allongé, une longueur maximale de 40 cm et un poids maximal de 300 grammes avec un total de 13 à 16 épines dorsales et comprimé latéralement avec une bouche large, dents de la mâchoire avec une ligne latérale interrompue (BOSCHING et MAYDEN, 2004 in TOUMI, 2010) (Fig.5).

De coloration générale vert-olive à gris argent avec sur les flancs des reflets vert, bleu, jaune ou orange. Six à sept bandes sombres verticales non divisées sont visibles lorsque le poisson est excité. La tête et les opercules sont vert-bronze. L'opercule porte un ocelle noir au coin supérieur. Les nageoires sont colorées en jaune ou brun (Site web 4).

En période de reproduction, les bandes sombres, des flancs sont bien visibles sur le fond vert olive, la gorge et le ventre sont blanc à jaune et accepte la coloration rouge pour les sujets matures (MOYLE, 1976).

La différence entre les mâles et les femelles n'est pas très nette. Les mâles ont une coloration plus intense que les femelles et ces dernières sont plus petites et a un aspect moins robuste que les mâles (LEMASSON, 1960).



Figure 5 : Photo de *Tilapia zillii* capturé dans le Lac Temacine (Sahara septentrional) (photo personnelle).

➤ Air géographique

Les *T. zillii* sont originaires d'Afrique, mais ils ont été introduits dans de nombreux pays à travers le monde (BOCEK, sd). Sa zone de répartition en Afrique est limitée au nord par l'Atlas saharien, au sud par les bassins du Niger et du lac Tchad, à l'est par le bassin du Nil. On le trouve en Algérie (Zibans ; Oued Right ; Mouydir; Ajjer), au Maroc (région de l'Oued Drâa) et au Tchad (Ennedi; Yezei). Il est rencontré aussi en Amérique du sud, plus particulièrement dans les lacs Malawi, Victoria et Tanganyika (LEVEQUE et *al.*, 1988; N.P.S., 2008).

➤ Habitat

Tilapia zillii vit dans des eaux aux caractéristiques très variables. Les mâles délimitent des territoires qu'ils défendent vis-à-vis des intrus par des comportements de menace frontale. Le territoire servira à l'accouplement et à la ponte. Les territoires sont occupés par un mâle adulte ou par un couple.

T. zillii préfère généralement des zones peu profondes dans un climat tropical. Une gamme de pH comprise entre 6 à 9, alors que les températures entre 20 °C et 32 °C sont optimales pour *T. zillii*. Il peut supporter des températures de 11 °C à 36 °C, il devient léthargique et vulnérable aux prédateurs à une température au dessous de 16°C (N.P.S., 2008).

➤ Régime alimentaire

T. zillii est omnivore, les jeunes sont plus carnivores, ils se nourrissent essentiellement de zooplancton et les adultes sont surtout herbivores, ils consomment principalement les plantes aquatiques, les tiges, les feuilles et le phytoplancton (BOCEK, sd).

➤ Reproduction

La reproduction naturelle des espèces de *Tilapia* s'effectue de deux façons «à incubation buccales» et «à ponte sur substrat». Le mode de reproduction de *T. zillii* est dit «à ponte sur substrat» car les œufs sont pondus sur un support solide ou directement déposés au fond d'un nid creusé par le mâle et la femelle et éclosent sur le fond en 3 à 5 jours (BOCEK, sd).

Les œufs, vert olive, ovoïdes (1,6 à 2 mm), sont fixés sur le support en une seule couche. L'ensemble comprend de 3.500 à 5.000 œufs. A 25°C, l'incubation dure 48 heures. Les deux parents se relaient pour ventiler les œufs, puis les alevins pendant les quatre premiers jours de leur vie. Par la suite, les parents continuent à surveiller les alevins à tour de rôle, les ramenant au nid lorsqu'ils s'éloignent trop. Une nouvelle ponte peut intervenir 30 jours après la première (NDIAYE, 1996; BOCEK, sd).

2.2. *Hemichromis bimaculatus*

➤ Morphologie

H. bimaculatus est un petit poisson d'eau douce qui peut atteindre la taille de 15 cm (RASHED et al., 2007). Son corps est comprimé latéralement. La coloration d'ensemble varie du brun-olive ou vert-olive, il ne prend la couleur rouge orangée qu'en période de frai. La région ventrale est plus claire que la région dorsale. Les écailles des flancs et des opercules portent régulièrement une tache vert métallique sur 6 à 8 rangées. Trois taches noires sont en général visibles sur le côté: un ocelle operculaire, une tache ovale au milieu du corps, une tache noire, souvent estompée, à l'extrémité du pédoncule caudal. Les nageoires, sauf les pectorales, transparentes, sont de la couleur générale du corps. La partie inférieure des ventrale, anale et caudale est soulignée de noir. La partie supérieure de la caudale et de la dorsale porte un double liseré bleu et rouge. Il n'y a pas de dimorphisme sexuel caractéristique (MBEGA et al., 2003) (Fig. 6).

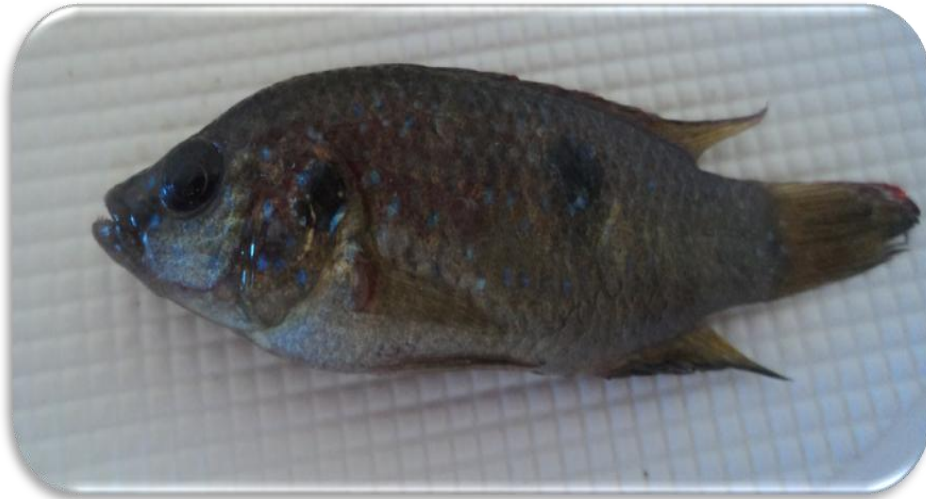


Figure 6: Photo de l'*Hemichromis bimaculatus* capturé dans le Lac Megarine (Sahara septentrional) (photo personnelle, grandeur nature).

➤ **Air géographique**

H. bimaculatus est largement répandu en Afrique occidentale, de la côte sud de la Guinée au Libéria Centrale, son aire de répartition comprend aussi les bassins du Niger, du Congo, du Nil et du Sénégal (TEUGLS et *al.*, 1992). Au Sahara, il est signalé dans plusieurs pays (LEVEQUE, 1990), en Algérie (Zibans et Oued Right), en Tunisie (les sources autour des chotts El Djerid, El Fedjedj et El Gharsa) (SANOGO et *al.*, 2012), en Tchad (Borkou) et en Lybie (Ghat). L'Acara était introduite aussi en Australie (CORFIELD et *al.*, 2008), en Espagne (JIMENEZ-ALVARADO, 2007), et en Amérique du Nord (JASON et *al.*, 2013).

Ce Cichlidés est utilisé dans l'alimentation de l'homme, aussi bien en Afrique tropicale que dans certaines zones du Sahara comme l'Oued Right (QNINBA et *al.*, 2009). L'Acara rouge, dans le lac de Megarine cohabite avec le Tilapia de zill.

➤ **Habitat**

H. bimaculatus est un Cichlidés africain qui vit dans des eaux douces ou saumâtres, généralement à faible courant (sources, lacs, canaux de drainage) dont la température varie de 21 à 30° C et plus de 22 °C pour la reproduction avec une gamme de pH comprise entre 6,5 et 7,5 (RIEDE, 2004). C'est une espèce très sensible aux changements de température de l'environnement (JIMENEZ-ALVARADO, 2007).

➤ Régime alimentaire

Son régime alimentaire, essentiellement carnivore, se compose de vers, d'insectes et de larves diverses. Les plus grands individus sont presque uniquement ichtyophages (LAUZANNE, 1988). En effet, dans les fermes aquacoles à élevage mixte, l'Acara rouge est utilisée avec les tilapias pour prévenir au nanisme des poissons à commercialiser, liée aux problèmes de surpopulation (LAZAD et OSWALD, 1995)

➤ Reproduction

Ce poisson atteint la maturité sexuelle lorsqu'ils mesurent 70 mm de longueur totale. Les mâles deviennent territoriaux et manifestent vis-à-vis de leurs congénères une forte agressivité surtout en périodes de frais qui se traduit par des menaces frontales et le creusement du sol. Le territoire est délimité par un talus constitué par le sable que le mâle prélève au centre de la surface. La parade, l'accouplement, l'incubation et les soins aux jeunes se déroulent sur le territoire (DAGET et DURAND, 1981). Au moment de la reproduction, la couleur rouge des mâles constitue pour les femelles prêtes à pondre un stimulus d'autant plus attirant qu'il est plus intense. La femelle manifeste alors des activités de nettoyage du support où seront fixés les œufs : une pierre, une branche, une feuille à surface en général lisse. Puis la parade se déroule : le mâle nage autour de la femelle, nageoires déployées en présentant des tremblements du corps. La femelle pond des œufs adhésifs qu'elle dépose sur le support choisi en rangées. Le mâle passe à la suite et répand son sperme, activant la fécondation par des mouvements de ventilation des nageoires pectorales. La ponte dure une demi-heure et aboutit au dépôt de 200 à 600 œufs. Ceux-ci sont ventilés et nettoyés par les deux parents en alternance pendant la durée de l'incubation (48 heures à 26 °C). En général, la moitié seulement des œufs arrive à terme. Après l'éclosion, les alevins tombent dans la cuvette creusée par les parents au centre du territoire, et y restent 4 à 5 jours avant de nager en eau libre. Les pontes peuvent se succéder à des intervalles de dix jours (DAWES, 2008).

2.3. *Aphanius fasciatus*

L'*Aphanius* de Corse prend le nom scientifique latin: *Aphanius fasciatus* (Valenciennes, 1821) étymologiquement, «*Aphanius* » = «a » privatif, « faino » = faire étalage donc: peu éclatant, allusion à une apparence peu jolie, «*fasciatus*» = avec des bande.

➤ Morphologie

Poisson démersal fortement euryhalin de petite taille, 3 à 5 cm, la maximale est de 6 cm pour les mâles et 9 cm pour les femelles (LE FUR et *al.*, 2009). Il présente un corps trapu et ovale, trois fois plus long que haut, avec un museau court (NOEL et *al.*, 2010). La bouche

nettement dirigée vers le haut. La dorsale se situe en arrière à l'aplomb de l'anale (BRETON et al., 1999). Comme tous les membres de la famille des *Cyprinodontidae*, l'*A. fasciatus* présente plusieurs rangées de petites dents à l'intérieur de la bouche (KOUSSOROPLIS, 2010). Elle est caractérisée par sa coloration rayée et un dimorphisme sexuel évident où le mâle est plus coloré que la femelle, possède un dos vert-bleu. Les flancs plus clairs sont zébrés de 10 à 15 bandes verticales sombres. Les nageoires sont jaunes, la caudale est marquée d'une bande verticale sombre (BRETON et al., 1999). La femelle a des couleurs plus neutres : dos gris vert nageoires blanche (KOTTELAT et FREYHOF, 2007) (Fig. 7).



(A) Mâle

(B) Femelle

Figure 7: Photos de l'*Aphanius fasciatus* mâle (A) et femelle (B) portées dans le creux de la main et capturés dans l'Oued Still (Sahara septentrional) (photo personnelle).

➤ Habitats

L'*A. fasciatus* est naturellement présent dans de nombreux habitats d'eaux saumâtres peu oxygénés, plus au moins courantes (sources, oueds, séguias, mares), plus rarement en eau douce (WHITEHEAD, 1986).

L'espèce vit en petites bandes de quelques décimètres à 1,5 m de profondeur. Ses habitats se caractérisent généralement par un substrat sablo-vaseux, une eau mésohaline à polyhaline et la présence d'herbiers à phanérogames ou d'algues (LE FUR et al., 2009). Ce poisson est typiquement estuarien et peut supporter les fluctuations importantes des conditions environnementales (salinité, température, oxygène) (KOUSSOROPLIS, 2010).

Son cycle de vie semble se faire entièrement dans les lagunes. L'habitat de l'*Aphanius* de Corse correspond donc à l'habitat naturel marin «Lagunes côtières». La bonne conservation de cet habitat permettra d'assurer en partie la pérennité des populations existantes (LAPAREUR et AISH, 2012).

➤ Régime alimentaire

L'*A. fasciatus* est un poisson omnivore. L'alimentation des adultes est dominée par les juvéniles des crevettes, les œufs des invertébrés aquatiques (amphipodes et isopodes) et les larves de moustiques. Les alevins se nourrissent de zooplancton (LEONARDOS, 2008).

➤ Reproduction

L'espèce est ovipare. Les œufs éclosent après dix à quatorze jours et peuvent se développer, en l'absence d'eau, dans le sable ou dans la boue humide, ce qui constitue une adaptation intéressante pour la survie dans les zones arides (GUEMMOUR, 2012). La maturité sexuelle est atteinte au bout de 3 à 4 ans (BRETON *et al.*, 1999). La reproduction de l'*A. fasciatus* nécessite une température de 25°C et se fait entre avril et septembre (BOUDOURESQUE, 1996).

➤ Répartition géographique

L'*A. fasciatus* est une espèce endémique de presque tout le littoral circumméditerranéen. On la retrouve en Albanie, en Croatie, en France, en Italie, en Slovénie, en Grèce, en Turquie, au Monténégro. On la trouve également à proximité des côtes Nord-Africaines de l'Égypte jusqu'à l'Est algérien (BRUSLE et QUIGNARD, 2001; NOEL *et al.*, 2010).

D'après GUICHENOT (1850), l'*A. fasciatus* Valenciennes, 1821 a été signalée pour la première fois en Algérie entre 1840 et 1842 dans la région d'El Kala. A notre connaissance, l'espèce n'est signalée actuellement qu'en zones côtière ; dans la lagune du lac Mellah dans le Parc national d'El-Kala (CHAOUÏ, 2006) et dans l'Oued Soummam dans le Nord-est du pays (BACHA et AMARA, 2007).

CHAÏBI *et al.* (2013), signalent et pour la première fois la présence de l'*A. fasciatus* dans les eaux continentales et non littorales de sa région biogéographique. Ceci a été démontré par la pêche de spécimens peuplant les eaux continentales (courantes et stagnantes) de la zone nord-est du Sahara septentrional algérien, notamment à oued Still et au Lac Temacine.

❖ Statuts écologique des espèces étudiées

Les différentes espèces de poissons étudiées sont réparties selon leurs statuts bioécologiques en deux catégories suivant l'origine et le statut de conservation établi selon l'IUCN (2006 et 2010) (Tab 6).

En termes de conservation, l'*Aphanius fasciatus*, est classée comme une espèce de préoccupation mineure (LC) par l'Union Internationale pour la Conservation de la nature

(IUCN) en raison de sa faible population mondiale, ses besoins d'habitats spéciaux et sa haute variabilité génétique (CIMMARUTE et al., 2003; FERRITO et al., 2007). Par contre cette espèce est classée comme «vulnérable» dans le Red Data Book de l'archipel maltais 73 (SCSEMBRI et al., 1989). L'espèce est menacée principalement par la réduction des biotopes accessibles et secondairement par la compétition avec les espèces introduites (la Gambusie en particulier) et les captures à des fins aquariologiques ou pour son utilisation comme appât pour la pêche (LANFRANCO et SCSEMBRI, 1989). Tandis que les deux autres espèces ne sont pas mentionnées dans la liste rouge de la même organisation (tab 6).

Tableau 6 : Origine biogéographique et statut de conservation des espèces de poissons étudiées (LC : préoccupation mineurs, NE : statut non évaluée, A : Autochtone, I : Introduite).

Espèces	Origine	statut de conservation mondiale
<i>Aphanius fasciatus</i>	A	LC
<i>Tilapia zillii</i>	I	NE
<i>Hemichromis bimaculatus</i>	A	NE

3. Parasitofaune des poissons

Les poissons, comme tout être vivant, peuvent être parasités par de nombreux phylums du règne animal. Ces parasites peuvent être externes vus sur la peau, les branchies et les nageoires; ou internes, qui se développent dans la cavité abdominale ou sous forme de kystes sur les viscères (foie, intestin, etc.) et dans la chair. L'infestation du poisson se fait soit par des parasites transmis par les organismes qu'il consomme ou par des parasites transmis par des organismes qui vivent dans son habitat. Ces parasites peuvent également déterminer des pathologies qui ralentissent la croissance et augmentent le taux de mortalité chez les poissons atteints (EUZET et al., 2006).

Parmi les principaux groupes d'espèces parasites pathogènes des poissons, nous citons dans une synthèse globale ceux signalés dans plusieurs travaux antérieurs tels que, FOIN (2005); LAKHDARI et al.(2009) , MORENKIJI (2009) et CULURGIONI (2010).

Tableau 7: Synthèse bibliographique des principaux parasites et des maladies parasitaires rencontrées chez les poissons

Maladie	Agent	Type	Symptômes
Lernéose	<i>Lernaea spp.</i>	Ectoparasite arthropode	Léthargie; arrêt d'alimentation; vers collés visibles à la surface du corps et branchies
Argulose	<i>Argulus spp.</i>	Ectoparasite Arthropode	Parasites visibles sur la surface du corps; nage anormale; léthargie; arrêt d'alimentation; production excessive de mucus; petites hémorragies; érosion des nageoires; anémie; ulcères; infections secondaires
Ligulose	<i>Ligula intestinalis</i>	Endoparasite Cestode	Corps ballonné; nage avec difficulté; arrêt d'alimentation; perte de poids; gonflement de la première partie de l'abdomen; écoulement dans la cavité du corps; ver solitaire, ténia visible dans le poisson
Dactylogyrose	<i>Dactylogerus spp.</i>	Ectoparasite Monogenean	Grosse détresse respiratoire, le poisson cherche à se frotter sur les parois et les pierres. Il est porteur de bactéries pathogènes pour le poisson. On peut également retrouver des lésions sur la peau et les nageoires
Gyrodactylose	<i>Gyrodactylus spp.</i>	Ectoparasite Monogenean	Nage de poisson agitée; peau grisâtre; branchies pâles; nageoires blanches et en lambeaux
Ichthyophthiriose Maladie des Taches blanches	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	Ectoparasite Protozoaire	Frottement; brillance; augmentation du taux de battement des nageoires; endommagement des branchies; taches blanches sur les nageoires, peau, branchies et yeux
Trichodinose	<i>Trichodina spp.</i>	Ectoparasite Protozoaire	Opercule ouvert, nage erratique, grattage contre le mur.
Infestation par sangsue des poissons	<i>Piscicolidae</i>	Endoparasite annélide	Nage hyperactive à l'arrivée de l'eau; perte de poids; des ulcères cutanés, hyperplasie des nageoires.
Infestation des poissons par des escargots	<i>Digenea Clinostomum spp.</i>	Ectoparasite Trématode	Hémorragie de la peau et la mort en cas d'infestation massive

CHAPITRE III : Matériels et Méthodes d'étude

1. Origine, conservation et identification des spécimens étudiés

✓ Origine

Les spécimens étudiés ont été pêchées uniquement du Lac Temacine (*Tilapia zillii*), du Lac Megarine (*Hemichromis bimaculatus*) et d'Oued Still (*Aphanius fasciatus*). Ces poissons ont été échantillonnés, chaque mois, au cours de la période comprise entre Septembre 2012 à Juillet 2013 par Mr. GHAZI Cherif, étudiant en deuxième année Magistère à l'université d'Ouargla. L'échantillonnage réalisé est du type aléatoire et a été effectué à l'aide de deux types d'outils:

➤ **La nasse (Fig. 8 A)**, Cette méthode de pêche, parfois appelée aussi «piège à poisson» fait partie des plus anciennes techniques utilisées par l'Homme pour la pêche. C'est un piège en forme de cage ou de panier, fabriqué au moyen de matériaux divers. Il comporte une ou plusieurs ouvertures. Il est très sélectif et a l'avantage de conserver les proies vivantes. La nasse doit être plongée dans l'endroit où les poissons sont abondants et placé contre courant afin de garder l'ouverture naturelle du filet. La nasse est laissée dans la cours d'eaux un bon moment, selon l'abondance des individus, avant de récupérer le filet avec les poissons piégés. Cette méthodes à était utiliser par différents auteurs (MEDDOUR et *al.*, 2010; LAKHDARI, 2011; LABED, 2011 et CHAIBI et *al.*, 2013).

➤ **Le verveux (Fig. 8 B)**, c'est une sorte de filet rond qui va toujours en pointe, l'ouverture de ce filet est faite d'un demi cercle et d'une traverse par le bas ; plusieurs cercles qui vont toujours en diminuant se soutiennent ouverts ; il y a un filet qui prend l'ouverture du verveux et diminue comme un entonnoir ; c'est par le bout de ce filet, que l'on nomme le goulet, qu'entrent dans le verveux les poissons qui y sont conduits, et d'où ils ne peuvent plus sortir, parce que le goulet se dilate quand le poisson se présente pour entrer et pour que le goulet demeure toujours en état, il est soutenu par quatre ou six petites ficelles qui le font toujours rester dans le milieu du verveux. Pour conduire le poisson dans ce piège, il y a deux filets, un de chaque côté, que l'on nomme les ailes et qui sont d'inégales longueurs. Ces filets sont garnis de flots par le haut et chargés de pierres par le bas. Cette technique de pêche est généralement utilisée dans les fossés et les eaux calmes (GAUTHIER, 2010; DELHOM, 2011).



(A) La nasse



(B) Le verveux

Figure 8: Schéma représentatif d'une nasse (A) et d'un verveux (B) (photos personnels).

✓ Conservation

Après la capture, les poissons recueillis sont transportés immédiatement au laboratoire dans des glacières pour les examiner à l'état vivant et faire l'étude de la morphométrie, de la biométrie et surtout de la parasitologie du sang. Les poissons morts sont congelés afin d'être examinés plus tard. Nous avons consigné pour chaque pièce capturée, le nom de l'espèce, la date de la capture et le site d'échantillonnage.

✓ Identification

Avant de commencer toute étude et dès leurs arrivées au laboratoire, les poissons sont identifiés par:

- L'utilisation de clés d'identification pour le cas des Cichlidés comme celle de LÉVÊQUE et *al.* (1992) et de TEUGELS et *al.* (2001).
- En suivant la nomenclature et les critères utilisés par FISHER et *al.* (1987), Les caractères retenus sont essentiellement basés sur la morphologie générale et la coloration.

2. Méthode de bi mensuration et de détermination de l'âge et du sexe

2.1. Biomensuration des poissons

La biomensuration des poissons a été portée sur deux types de caractères; méristiques et morphométriques qui ont été choisis en se basant sur des travaux antérieurs similaires portant sur les mensurations standards des poissons (KRAIEM, 1979; CHAOUCHI, 2001; DOADRIO et *al.*, 2002; TRABELSI et *al.*, 2004).

Douze caractères morphométriques ont été relevés sur chaque poisson: longueur totale (LT), longueur standard (LS), longueur de la tête (LT) ou (HD), longueur pré-dorsale (LPD) ou (MD), longueur pré-pectorale (Lpp), longueur post-pectorale (LPp), longueur pré-anale

(LPA) ou (MA), hauteur du corps (HC) ou (BH), hauteur pré-caudale (Hpc), diamètre orbitaire (DO) ou (OE), longueur post orbitaire (LPo) et la longueur pré- orbitaire (LpO) ou (GC) (**Fig.9**)

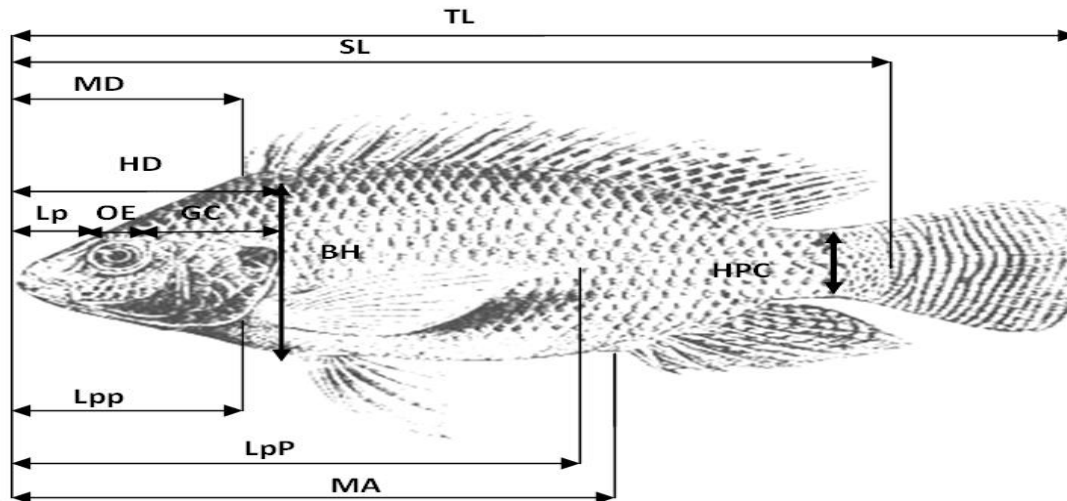
six caractères numériques ont été considérés : le nombre des rayons de la nageoire dorsale (D), anale (A), pectorale (P), caudale (C), le nombre d'écailles sur la ligne latérale (LL) et transversale (Il) si elle existe (BARRIGA-SOSA et *al.*, 2004). Les rayons des nageoires ont été comptés en prenant en considération les rayons tendres et les rayons durs. Les relevés sont effectués sur le poisson couché sur le flanc droit. Les mensurations sont prises au demi-millimètre près, à l'aide d'un pied à coulisses.

Pour chaque poisson récolté, nous avons également relevé la masse totale (W) au centième de gramme, mesuré à l'aide d'une balance électronique. Nous avons aussi noté le sexe et L'âge qui a été déterminé par scalimétrie (LEA, 1910; BLANCHET, 2007), ces dernières ont été prises à partir du flanc gauche du corps, entre l'extrémité de la nageoire pectorale et le début de la dorsale. La lecture d'âge a été faite par observation sous microscope optique au grossissement x40.

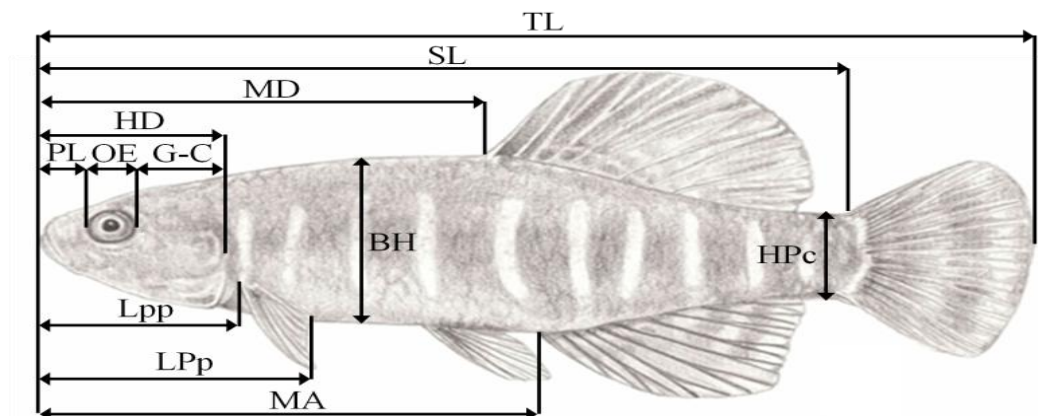
2.2. Détermination de l'âge

La détermination correcte de l'âge chez le poisson est nécessaire à la bonne connaissance du cycle biologique de l'espèce et de la dynamique de ses populations. On le détermine à partir des écailles (OMBREDANE et *al.*, 1986). La croissance d'un poisson ne se compense pas par le nombre d'écailles mais par l'augmentation de leur surface depuis la date de leur apparition au stade d'alevin (CYRIL, sd).

L'augmentation de l'âge des écailles se fait par des stries circulaires plus au moins rapprochées selon la vitesse de croissance. Comme la croissance hivernale est d'environ 3 à 4 fois plus lente que la croissance estivale, les stries apparaissant pendant l'hiver seront rapprochées (annulus), tandis que celles de l'été seront espacées (circulis). Le nombre d'alternances (stries rapprochées/ stries espacées) nous donne le nombre d'années vécus par le poisson (CYRIL, sd; POULET, 2004; OULD SAMBA, 2005) (Fig. 10).



(A) Cas des Cichlidae. Ex : *Tilapia zillii*



(B) Cas des Cyprinodontidae. Ex : *Aphanius fasciatus*.

Figure 9: Différents caractères métriques portés sur les poissons capturés (CHAIBI, 2013).

❖ Prélèvement et préparation des écailles

Les écailles doivent provenir d'un même site pour tous les poissons d'une même espèce et elles doivent y être larges et symétriques et non pas petites et de forme irrégulière ce qui facilite leur interprétation (OMBREDANE et *al.*, sd).

- Nous avons prélevées sur chaque spécimen entre cinq et dix écailles, selon la taille, au niveau de la partie latérodorsale selon la famille de l'espèce a étudiée (Fig. 10). Cette zone est celle où l'apparition des écailles est la plus précoce (BOET et LE LOUARN, 1985).

- Après les écailles sont nettoyées dans de la soude (NaOH) afin d'éliminer le reste de la matière organique, puis rincées à l'eau distillée et après nous les avons triées sous la loupe binoculaire pour éliminer les écailles néoformées par régénération, ou les écailles anciennes dont la partie centrale est en cours de remaniement (DAHL, 1911 *in* MEUNIER, 1988; ANONYME, 2011).
- Ensuite nous avons montées les écailles à sec entre deux lames minces, reliées à leurs bouts avec du scotch (OMBREDANE, sd).

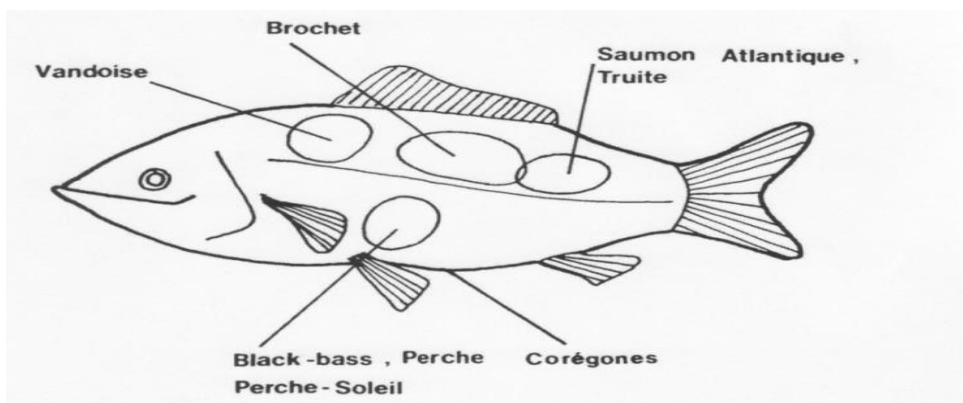


Figure 10: Localisation des emplacements de prélèvement des écailles chez les différentes espèces de poissons (CASSELMANN, 1967; JEARLD, 1983; BAGLIERE, 1985).

❖ Lecture des écailles (Fig. 11)

La lecture des écailles est la plus exploitable si le prélèvement est effectué juste avant ou pendant la phase d'arrêt de croissance. La lecture est simple, pour chaque anneau d'arrêt de croissance on note un an. Si la dernière année ne s'est pas entièrement écoulée, l'âge en années d'un poisson est sous-estimé. On parle alors de l'âge minimal du poisson, et on dit qu'un poisson a 2^+ lorsqu'il a 2 années auxquelles s'ajoute l'année en cours (CYRIL, sd)

➤ Pour la détermination des classes d'âges, de taille et de poids, nous avons utilisé la méthode des Histogrammes (Site web 5) qui se base essentiellement sur les deux étapes suivantes :

(i). La détermination du nombre de classes (K) par la formule

$$K = 1 + 10 \log(N) / 3 \quad \text{ou plus simplement} \quad k = \sqrt{N} ; N \text{ est le nombre de poisson.}$$

(ii). La détermination de l'intervalle de classe par La détermination,

- de L'amplitude (minimale) w de l'histogramme selon la formule

$w = \text{valeur maximale} - \text{valeur minimale}$

- Puis, de l'amplitude h théorique de chaque classe selon la formule,

$$h = w / k$$

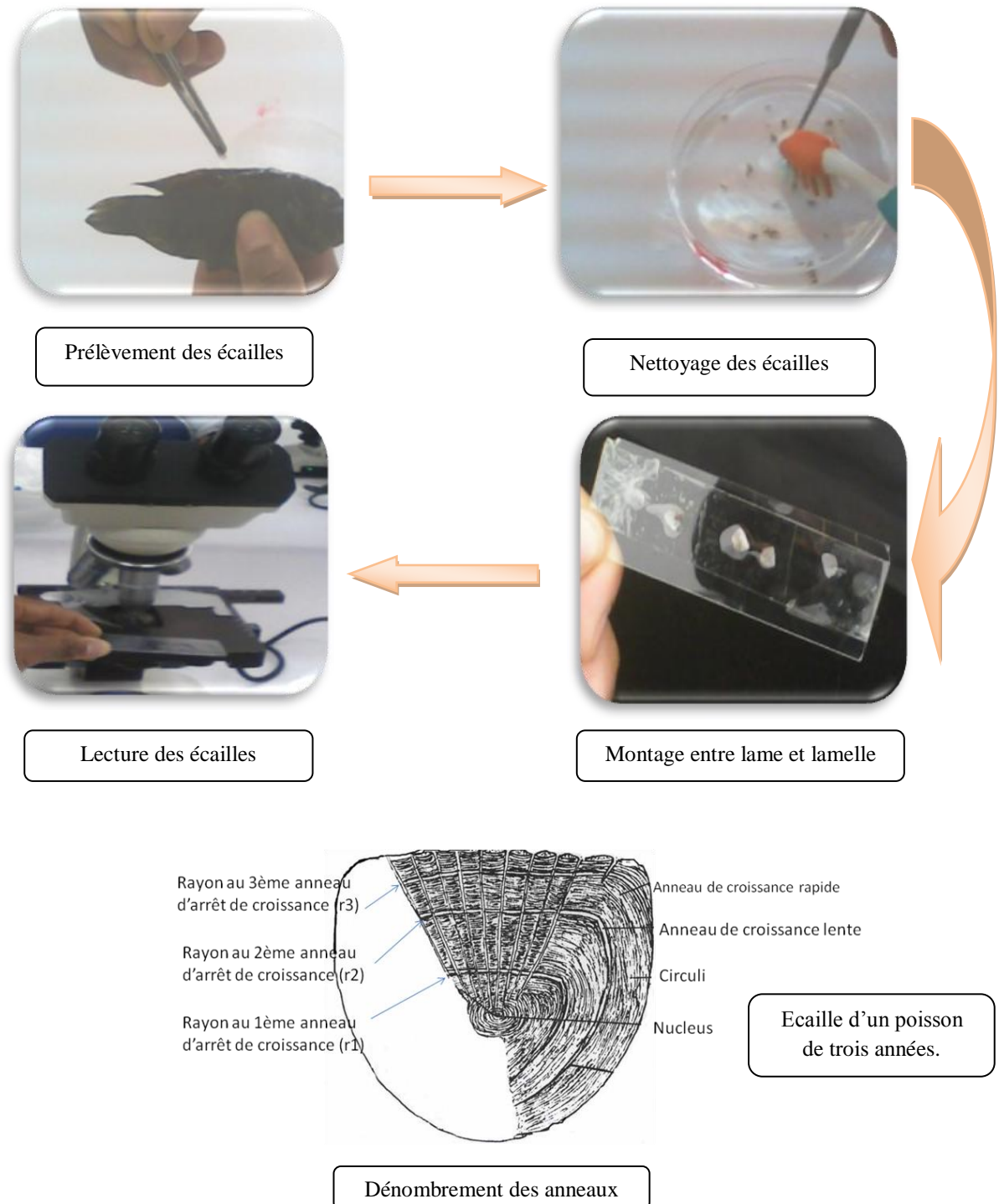


Figure 11: Etapes de la détermination de l'âge chez les poissons (Scalimétrie).

2.3. Détermination du sexe

La détermination de sexe est effectuée juste après la dissection du spécimen pour pouvoir voir les gonades, les principaux critères de détermination du sexe comprennent généralement: la longueur, la forme et la symétrie des gonades (ANONYME, 2011).

✓ **Cas des Cichlidae** (*Tilapia Zillii* et *Hemichromis bimaculatus*)

Pour les Cichlidae, les gonades se présentent sous forme de deux lobes allongés suspendus contre la paroi abdominale. Les testicules sont paires, en général aplatis, leur couleur d'un blanc laiteux. Les ovaires sont également paires, fusiformes et cylindriques, généralement plus volumineux que les testicules. Leur couleur est de jaune orangé en période de reproduction (DAHLSTROM, 2003).

✓ **Cas des Cyprinodontidae** (*Aphanius fasciatus*)

Le sexe est déterminé par la comparaison entre les bandes et la couleur des nageoires chez les deux sexes; où les mâles ont des bandes verticales noires à des reflets bleus sont plus marqués et les nageoires de couleur jaune, par contre les femelles ont des bandes verticales noires et des nageoires blanches (KOTTELAT et al., 2007).

3. Méthodes d'études des parasites

3.1. Méthodes d'étude des ectoparasites

3.1.1. Méthodes de recherche des ectoparasites sur les téguments externes

Avant toute dissection, les poissons sont au préalable soigneusement examinés sous la loupe pour rechercher les parasites qui se retrouvent sur la peau et les nageoires et qui peuvent être visibles aussi à l'œil nu (Fig. 12).

Pour la recherche des parasites d'une taille inférieure à 1 mm, nous avons suivi les mêmes étapes appliquées par ATTROUT et BADANI (2009):

Prélèvement des échantillons de différentes zones de la peau, en grattant à contre sens des écailles, en particulier à l'endroit où elle est rougie, ou bien là où le mucus présente un aspect grisâtre opaque puis le placement de chaque prélèvement au centre d'une lame de verre propre et l'ajout d'une goutte d'eau et placer une lamelle couvre-objet par dessus pour être observé sous microscope optique (Gr ×10).

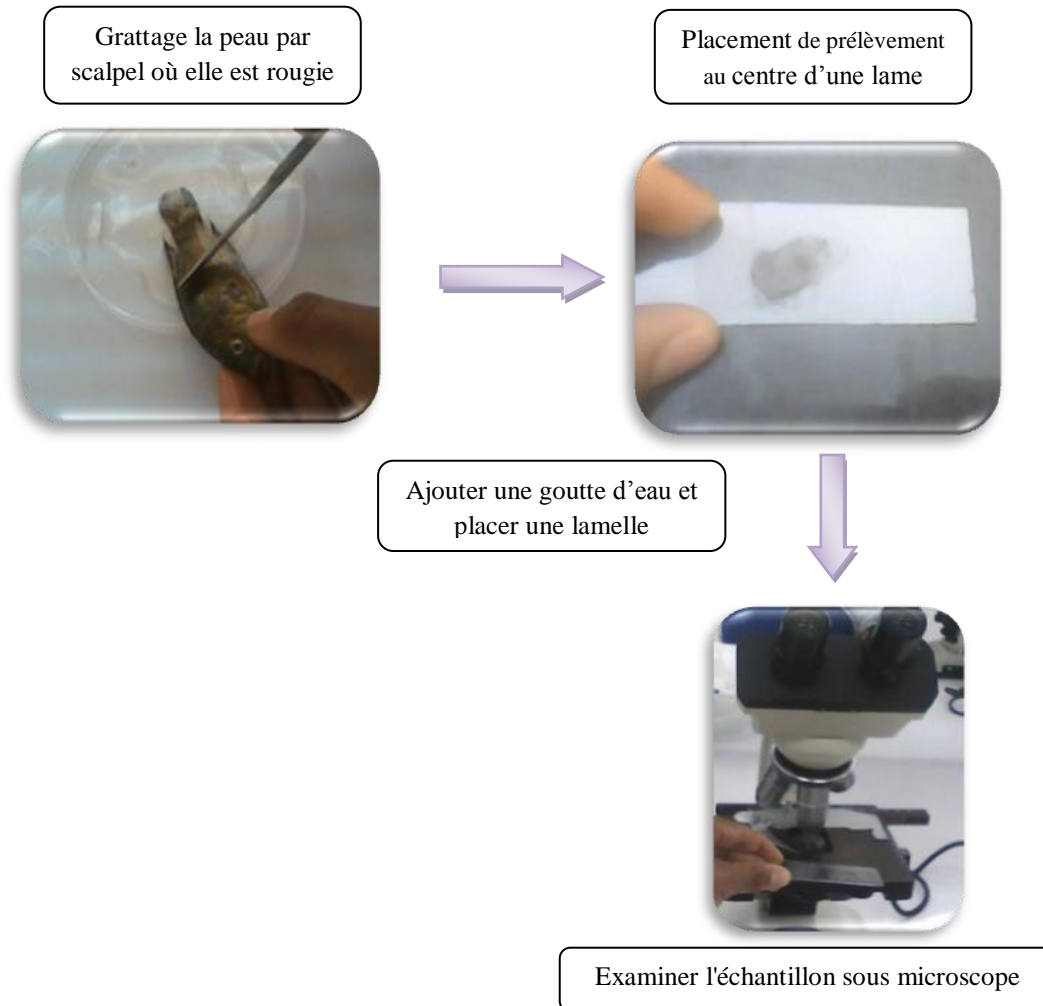


Figure 12: Recherche des ectoparasites sur le tégument externe.

3.1.2. Méthodes de recherche des parasites branchiaux

La méthode de recherche des parasites branchiaux se fait à l'œil nu et par une observation microscopique d'échantillon prélevé des branchies. Ce dernier, s'effectue après la dissection des poissons (LAKHDARI, 2011) (Fig. 13).

Pour disséquer les poissons, nous sommes passés par les étapes suivantes:

- Nous avons fixé le poisson sur un support par deux pinces enfoncées, une au niveau de la tête et l'autre au niveau de la queue.
- A l'aide d'une pince, nous avons soulevé l'opercule et afin de dégager le mieux possible les branchies, nous avons coupé l'opercule à l'aide d'un ciseau, en descendant le plus possible de l'œil et de la bouche.
- Ensuite, nous avons dégagé les quatre arcs branchiaux (gauche et droit) en coupant l'os vers le haut et vers le bas et après les avoir récupérés, nous les avons placés dans des boîtes de

Pétri contenant l'eau et quelques gouttes de formol (10%) selon la taille des branchiers, puis nous avons découpés et gratté les lamelles branchiales

- Ensuite, nous les avons examinés sous microscope par déposition de quelques gouttes sur une lame et nous avons recherché la présence des parasites (BRAHIM et al., 2009; PIERRON, 2006).
- L'identification des parasites à été réalisée après observation microscopique des caractères morfo anatomiques des parasites (DJEJBARI et al., 2009).



Figure 13: Etapes suivies lors de la recherche des parasites sur les branchies sous Microscope optique.

3.2. Méthodes d'études des mésoparasites

3.2.1. Méthodes de recherche des parasites dans le tube digestif (Fig. 14)

Les parasites intestinaux sont visibles à l'œil nu ou sous la loupe binoculaire, pour les rechercher nous sommes passé par les étapes suivantes:

- Tout en gardant le poisson fixé sur sa partie dorsale, nous avons commencé par l'ouverture à l'aide d'un ciseau de la cavité abdominale par une incision à partir de l'anus jusqu'à la tête;
- Nous avons ouvert latéralement le poisson au niveau de l'extrémité postérieure de l'ouverture ventrale jusqu'à ce que nous ayons touché le muscle dorsal puis nous avons pratiqué la même incision juste en arrière de l'opercule.
- Avec une pince, nous avons prélevé le tube digestif, après éviscération, nous l'avons placé dans une boîte de Pétri où nous avons séparé les organes en se servant de l'eau. La détection des parasites est effectuée par la recherche à l'intérieur des intestins à l'aide du scalpel sous loupe binoculaire.
- Les parasites récoltés sont immédiatement conservés dans des tubes contenant de l'éthanol à 70%. Ces tubes ont été étiquetés en portant le code correspondant à chaque individu examiné (SIROKY *et al.*, 2006).

3.2.2. Méthodes de recherche des parasites dans la vessie natatoire

Après éviscération du poisson, la vessie natatoire est prélevée à l'aide d'une pince et placée dans une boîte de Pétri contenant de l'eau et quelques gouttes de formol (10%) où la vessie est ouverte et examinée (DJEBBARI *et al.*, 2009). L'examen de la vessie natatoire a été fait sous une loupe binoculaire (SASAL, 2006) (Fig. 14).

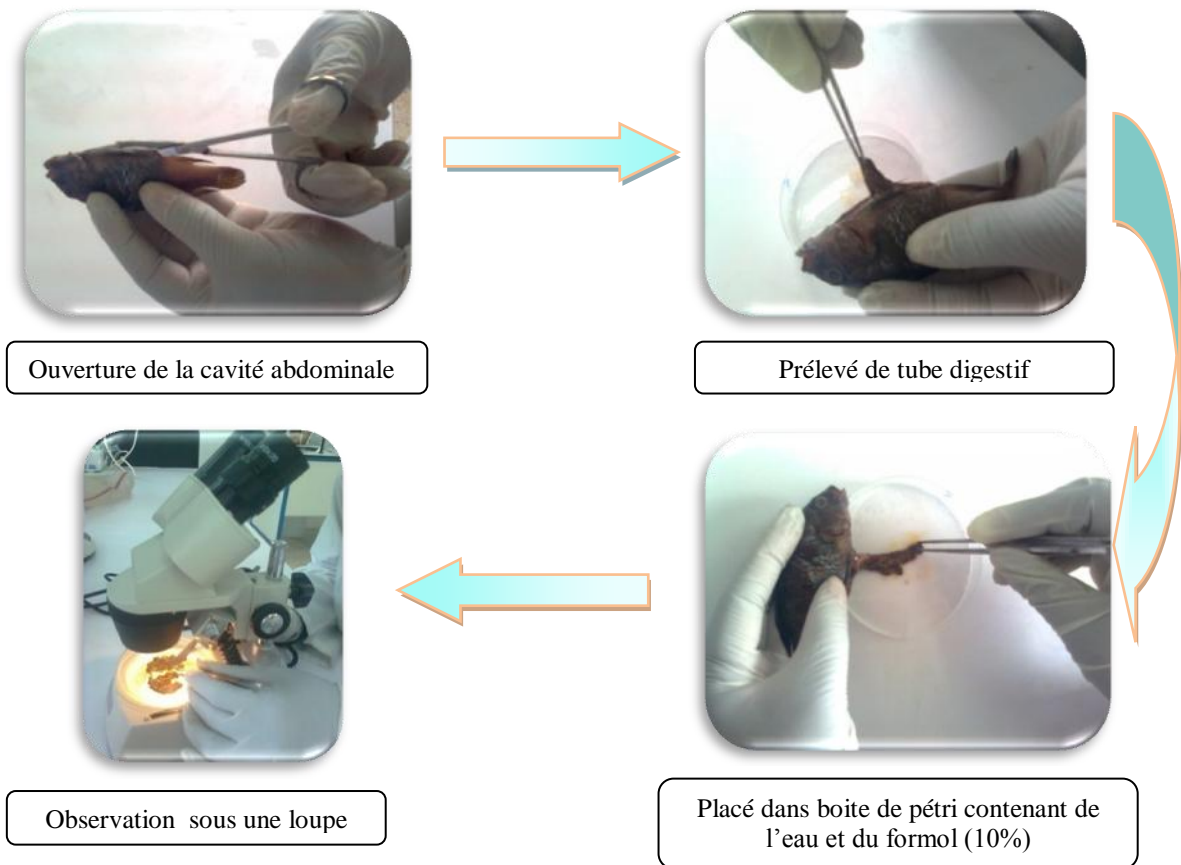


Figure 14: Méthode de recherche des parasites dans le tube digestif.

3.3. Méthodes de recherche des hémoparasites

Certains parasites peuvent se développer dans les éléments figurés du sang (Ex. Babesia), ou dans le plasma (Ex. Microfilaire, Trypanosome). D'autres parasites, bien que non localisés dans le tissu sanguin, peuvent entraîner des modifications dans les éléments figurés ou dans certains composants du sérum (TRIKI-YAMANI, 2005).

❖ Préparation des frottis

En fait, la recherche des hémoparasites nécessite des poissons vivants, le diagnostic est basé sur un prélèvement d'une petite quantité de sang par ponction cardiaque qui a été réalisée selon les étapes suivantes (MPO, 2004):

- l'aiguille montée sur une seringue est tenue perpendiculairement à la peau, puis elle est insérée la au- dessous de la pointe de l'échancrure en V formée par l'opercule et l'isthme de poisson toute en le maintenant stable.
- Prélèvement du sang quand l'aiguille pénètre dans le bulbe artériel.

- Une fois l'aiguille retirée, une goutte de sang frais est déposée sur le bord d'une lame dégraissée et étalée sur toute la surface avec une deuxième lame ajustée suivant un angle de 45°. Une fois le frottis réalisé, la lame est laissée sécher à l'air libre avant de la tremper dans de l'éthanol pur pendant quelques secondes.
- Enfin, les frottis ainsi obtenus sont étiquetés suivant le code du spécimens correspondant puis déposés dans une boîte porte lames que nous conservons dans un milieu froid et sans poussière (LOPEZ-OLVERA et al., 2003; KNOTKOVA et al., 2002).

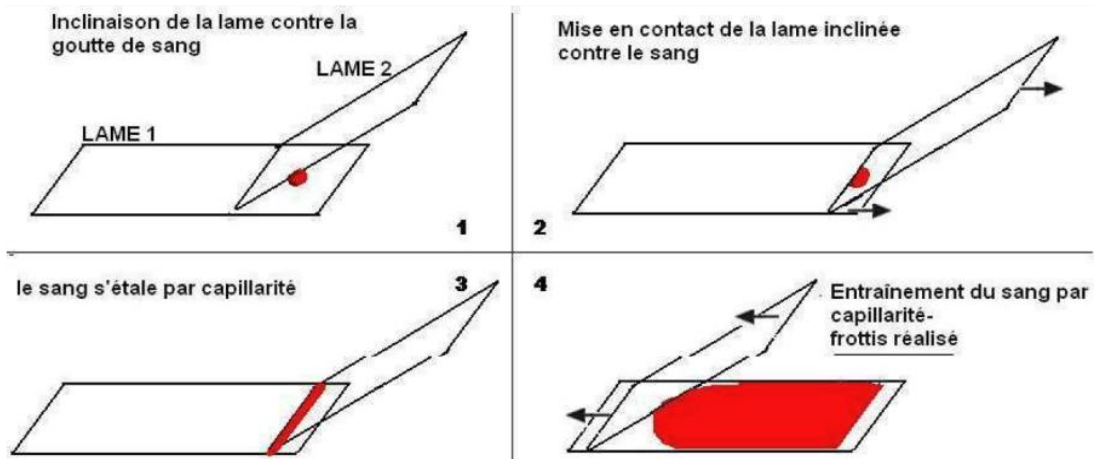


Figure 15: Etapes de la préparation d'un frottis sanguin pour analyse des hémoparasites chez les poissons (CHAIBI, 2013).

❖ Coloration des frottis

La coloration est réalisée avec le Giemsa qui est le colorant classique le plus sur pour la coloration de routine des frottis sanguins et nous l'avons préparé au laboratoire selon la méthode suivante:

Nous avons utilisé:

- ✓ Poudre de Giemsa.....3, 8 g.
- ✓ Méthanol250 ml.
- ✓ Glycérol.....250 ml.

Nous avons utilisé un flacon en verre brun, chimiquement propre et sec, de taille convenable. Il faut également environ 50 billes de verre de 5 mm de diamètre.

- Nous avons introduit les billes de verre dans le flacon ; puis nous avons versé la quantité de méthanol nécessaire et le colorant en poudre.

- Nous avons fermé hermétiquement le flacon et nous avons laissé la poudre s'enfoncer lentement à travers le méthanol et se déposer au fond du flacon. Nous avons agité le flacon d'un mouvement circulaire pendant 2 à 3 minutes.
- Nous avons ajouté le glycérol et nous avons agité de nouveau. Nous avons continué à agiter 2 à 3 minutes toutes les demi- heures, au moins à 6 reprises.
- Pendant 2 à 3 jours, nous avons agité le flacon 3 à 4 fois par jour jusqu'à ce que le colorant soit entièrement mélangé. Une partie de cette solution mère est conservée dans un petit flacon pour l'usage courant, afin d'éviter toute contamination de la solution mère (PIERSON, 2008).

Après avoir préparé notre colorant Giemsa, nous avons coloré nos frottis minces selon les étapes suivantes: (Fig. 16).

- Nous avons préparée d'abord une solution de Giemsa à 10%, elle est obtenue par dilution de 100 ml de Giemsa pur dans 900 ml d'eau distillée (PETITHORY et ARDOIN, 2005). Puis nous avons versé doucement ce colorant sur les lames contenues dans la boîte à coloration (sorte de support porte lames).
- Nous l'avons laissé colorer pendant 30 à 45 mn à l'abri de la lumière du soleil.
- Après nous avons rincé doucement ces lames avec de l'eau de robinet pendant quelques secondes puis nous l'avons mis à égoutter sur un support.
- A la fin, nous avons effectué l'examen microscopique des frottis avec les objectifs ($\times 10$), ($\times 40$) et ($\times 100$) (BEGHORA *et al.*, 2008).

3.4. Identification des parasites

➤ Les ectoparasites

Les parasites ont été identifiés par l'observation sous microscope des critères morpho-anatomiques à différents grossissements ($\times 10$, $\times 40$, $\times 100$) (MALMBERG, 1957) en se référant aux clés de détermination établis par PAPRENA (1982); BUNKLEY-WILLIAMS et WILLIAMS (1996); REED *et al.* (2002); TRIKI-YAMANI (2005); GIRARD et ELIE (2007).

➤ Les mésoparasites

L'identification des mésoparasites a été réalisée par l'observation des traits morphologiques sous une loupe binoculaire ou sous microscope en se référant aux clés d'identification de PAPRENA (1982); LUCY et ERNEST (1994); ROHDE (2005) et YANONG (2006).

➤ Les endoparasites (hémoparasites)

La taxonomie des hémoparasites repose surtout sur la morphologie et les caractères propres à chaque espèce et aux caractères morpho anatomiques des cellules sanguines, en se référant aux clés d'identifications de RENALD (1979) et ROHDE (2005).

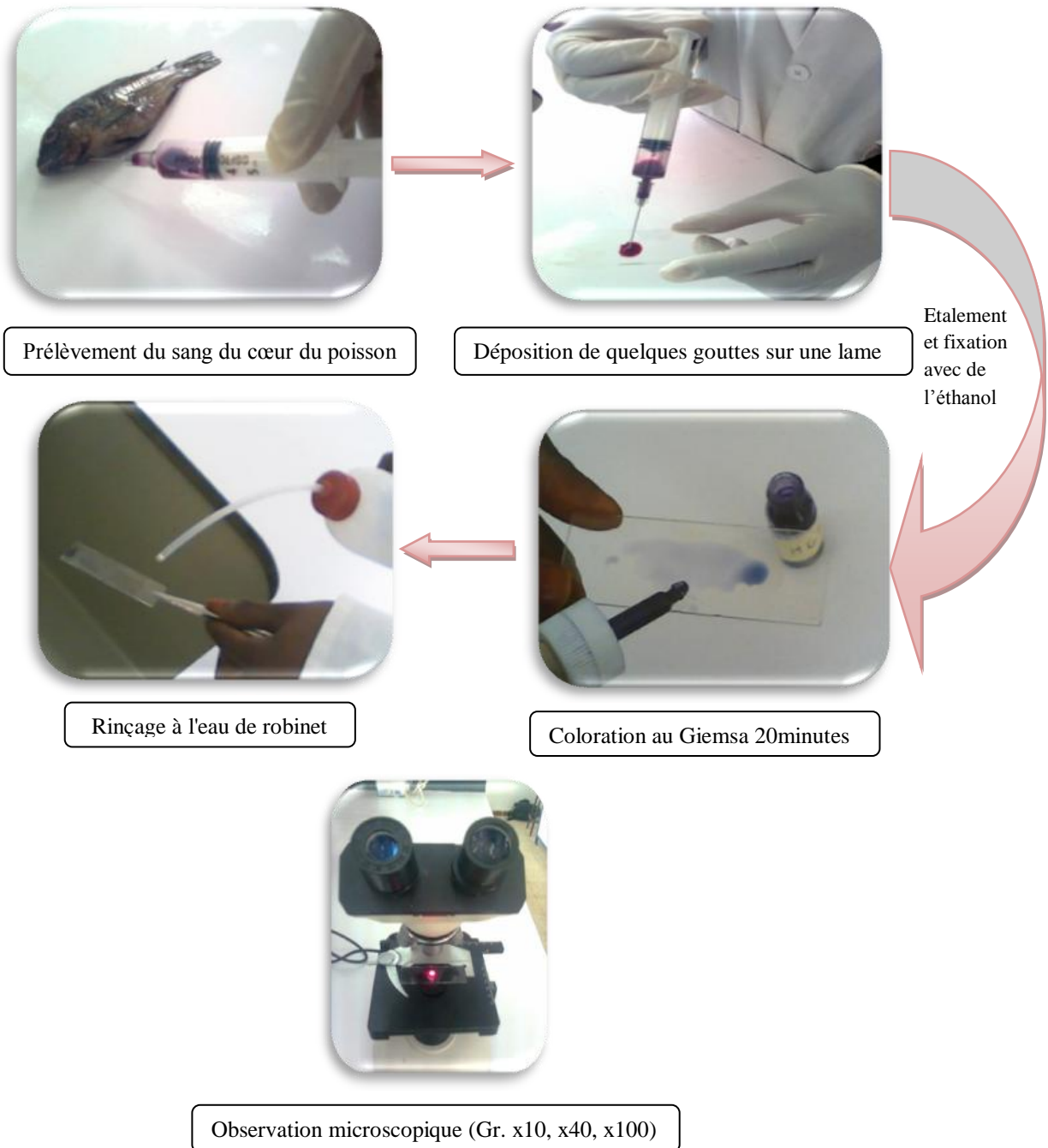


Figure 16: Méthode de recherche des parasites dans le sang des poissons.

3.5. Dénombrement des parasites

Pour dénombrer les parasites des différents organes examinés (téguments externe, tube digestif, branchies), nous avons suivi les étapes suivantes:

➤ Pour les ectoparasites

- Nous agitions le flacon avant l'utilisation de l'échantillon;
- Avec une pipette Pasteur nous mettons quelques gouttes de l'échantillon sur une lame et nous les étalons pour faire une observation sous microscope (grossissement x10 et x40);
- Nous comptons les parasites rencontrés sur le parcours horizontal effectué sur toute la longueur de la lame;
- Le comptage concerne l'ensemble de la surface de la lame. Cette opération est répétée 2 à 3 fois;
- Nous déterminons le nombre de parasites;
- L'observation est faite pour toute la quantité d'eau préparée.

➤ Pour les endoparasites

- Nous plaçons le tube digestif dans une boîte de Pétri où il est ouvert et examinée à l'œil nu ou sous la loupe binoculaire;
- Nous déterminons ainsi le nombre de parasites.

4. Exploitation et analyse statistique des données

4.1. Exploitation par le calcul des paramètres, indices écologiques et biologiques

❖ Fréquence en nombre

La fréquence centésimale (F_c) représente l'abondance relative et correspond au pourcentage d'individus d'une espèce (n_i) par rapport au total des individus recensés (N) d'un peuplement. Elle peut être calculée pour un prélèvement ou pour l'ensemble des prélèvements d'une biocénose (DAJOZ, 1985).

$$F_c\% = \frac{n_i}{N} 100$$

❖ Analyse de similitude

✓ Indice de SORENSEN :

Afin de pouvoir tester la similitude ou la différence existante dans la composition des peuplements d'une part dans l'espace, et d'autre part dans le temps, nous avons comparé la

structure des relevés par une analyse discriminatoire en calculant l'indice de SORENSEN ou le coefficient de similitude de SORENSEN (Q_s) (Magurran, 1988) :

$$Q_s = \left[\frac{2c}{a+b} \right] \times 100$$

a : nombre d'espèces mentionnées dans le relevé 1,

b : nombre d'espèces décrites dans le relevé 2,

c : nombre d'espèces recensées simultanément dans les 2 relevés.

❖ Application d'indices de diversité pour les peuplements de parasite

La diversité des peuplements vivants s'exprime généralement par la richesse spécifique totale qui est le nombre total (S) d'espèces dans un biotope et la richesse moyenne (S_m) qui est la moyenne du nombre d'espèces observées dans une série de prélèvements. Elle peut être également représentée par des indices différents.

➤ Richesse spécifique totale

Par définition; la richesse totale (S) est le nombre d'espèces contractées au moins une seule fois au terme de N relevés effectués. L'adéquation de ce paramètre à la richesse réelle est bien entendu d'autant meilleure que le nombre de relevés est plus grand (BLONDEL, 1975).

➤ Richesse spécifique moyenne:

La richesse spécifique moyenne (S_m) est utile dans l'étude de la structure des peuplements. Elle est calculée par le nombre moyen d'espèces présentes dans un échantillon (RAMADE, 1984):

$$S_m = \frac{\text{Nombre total d'espèces recensé lors de chaque relevé}}{\text{Nombre de relevés réalisés}}$$

➤ Indice de diversité de SHANNON:

L'indice de diversité de SHANNON dérive d'une fonction établie par SHANNON et WIENER qui est devenue l'indice de diversité de Shannon. Il est parfois, incorrectement appelé indice de SHANNON-WEAVER (KREBS, 1989). Cet indice symbolisé par la lettre H' fait appel à la théorie de l'information. La diversité est fonction de la probabilité de présence de chaque espèce dans un ensemble d'individus. La valeur de H' représentée en unités binaires

d'information ou bits et donnée par la formule suivante (DAJOZ, 1985; MAGURRAN, 1988):

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

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

$$\log_2 P_i = \frac{\ln P_i}{\ln 2}$$

Où: P_i représente le nombre d'individus de l'espèce i par rapport au nombre total d'individus recensés (N):

Cet indice indique l'état de diversité des espèces d'un biotope étudié. Lorsque tous les individus appartiennent à la même espèce, l'indice de diversité dans ce cas est égal à zéro.

- Selon MAGURRAN (1988), la valeur de cet indice varie généralement entre 1,5 et 3,5, il dépasse rarement 4,5.
- Selon DAJOZ (1984), cet indice est indépendant de la taille de l'échantillon et tient compte de la distribution des populations

➤ Indice d'équirépartition des populations (équitabilité)

C'est le rapport entre la diversité calculé H' et la diversité théorique maximale (H'_{max}) qui est représentée par \log_2 de la richesse totale S (BLONDEL, 1979).

$$E = \frac{H'}{H_{Max}}$$

$$H_{max} = \log_2 S$$

Cet indice varie de zéro à un. Lorsqu'il tend vers zéro ($E < 0,5$), cela signifie que la quasi-totalité des effectifs tend à être concentrée sur une seule espèce. Il est égal à 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (BARBAULT, 1981).

4.2. Estimation des paramètres de croissance (relation taille-poids)

❖ Analyse biométrique

Le traçage des droites de régression relatives à chaque caractère étudié a permis de préciser la nature de l'allométrie observée et sa variation en fonction du sexe. Ceci a été réalisé en comparant le coefficient d'allométrie par rapport à une valeur correspondante à l'unité par le test t de Student à un seuil de probabilités égal à 5% (MAYRAT, 1970). Pour caractériser au mieux le changement éventuel de la morphologie au cours de la croissance du poisson, les différentes parties mesurées du corps sont exprimées en fonction de la longueur totale (LT) ou de la longueur céphalique (LC), ensuite les droites de régression suivies du test t sont établies.

L'allométrie (HUXLEY et TEISSIER, 1936) désigne la croissance différentielle d'organes observée sur des longueurs et des poids mesurés sur des individus d'une population. Pour représenter les relations d'allométrie relatives aux longueurs, nous avons utilisé une équation de régression de puissance en adoptant la méthode de l'axe majeur réduit, préconisée par TEISSIER(1948):

$$Y = a.L^b \text{ linéarisée sous la forme: } \log(y) = \log(a) + b.\log(L)$$

$$W = a.LT^b \text{ linéarisée sous la forme: } \log(W) = \log(a) + b.\log(LT)$$

Où: W : poids corporel en g, LT : longueur de référence en mm, a : constante, b : coefficient d'allométrie.

La constante a , ou coefficient de condition, peut varier en fonction des conditions écologiques et physiologiques (BEN MARIEM, 1995). Le terme b désigne le coefficient d'allométrie (coefficient de croissance) traduisant la croissance différentielle d'un caractère donné par rapport au caractère de référence (GAAMOUR, 1999). Pour une relation taille-taille, b est théoriquement égal à 1; pour une relation taille-poids, b est théoriquement égal à 3. Trois cas peuvent se présenter : Si $b = b_{\text{Théorique}}$, il y a isométrie entre les deux caractères, si $b < b_{\text{Théorique}}$, il s'agit alors d'une allométrie minorante et si $b > b_{\text{Théorique}}$, l'allométrie est majorante (BEN MARIEM, 1995).

Pour tester le type d'allométries relatives à la croissance linéaire ou pondérale, le test statistique de Student a été appliqué avec la formule suivante:

$$t_{\text{obs}} = |b^2 - b_0^2| \frac{\sqrt{n-2}}{2b_0b \sqrt{1-r^2}}$$

Avec $n-2$: Degré de liberté; b : coefficient d'allométrie théorique égal à 1 ou à 3; b : coefficient d'allométrie; r : coefficient de corrélation, t_{obs} : la valeur recherchée par la loi de Student (t observé). La valeur de t_{obs} : est comparée à celle de t théorique ($t_{1-(\alpha/2)}$) (donnée par la Table de Student), où α représente le seuil de confiance avec un risque d'erreur de 5%.

➤ On accepte l'hypothèse lorsque: $t_{\text{obs}} \leq t_{1-(\alpha/2)}$, donc la différence n'est pas significative et ($b = 1$ ou $b = 3$) et dans ce cas la croissance est de type isométrique entre les deux paramètres étudiés.

➤ On rejette l'hypothèse lorsque: $t_{\text{obs}} > t_{1-(\alpha/2)}$, la différence est alors significative entre la pente et la valeur théorique, il y a donc une allométrie négative (minorante; si $b < 1$ pour le

cas de la croissance linéaire et $b < 3$ pour la relation taille- poids), ou positive (majorante; si $b > 1$ ou 3).

Une ANOVA simple a été adoptée afin de mettre en évidence les éventuelles corrélations existantes entre les paramètres métriques d'une part, le poids corporel et 5 variables méristiques. Tous les calculs des analyses univariées (moyenne, mode, valeurs minimale et maximale) et bivariées (régression linéaire, corrélation) ont été exécutées avec le logiciel MINITAB version 13.13 d'analyses et de traitements statistiques.

4.3. Analyse des aspects épidémiologiques

❖ Les indices parasitaires

Afin de mieux caractériser la structure des peuplements des parasites, nous avons exploité nos données par le calcul des indices épidémiologiques préconisés par BUSH et *al.* 1997.

➤ Prévalence parasitaire ($Pr\%$)

C'est le pourcentage du rapport entre le nombre d'individus d'une espèce hôte infestés par une espèce parasite (nP) et le nombre total des hôtes examinés (N).

$$Pr \% = (nP / N) \times 100$$

Les termes espèce dominante (prévalence $> 50\%$), espèce satellite ($10 < \text{prévalence} < 50\%$) et espèce rare (prévalence $< 10\%$) ont été définis selon VLTONON et *al.* 1997.

➤ Intensité parasitaire moyenne (IM)

C'est le rapport entre le nombre total des individus recensés d'une espèce parasite dans un échantillon d'une espèce hôte (n) et le nombre d'hôtes infestés par le parasite (Np).

$$IM = \sum n / Np$$

L'analyse des couples prévalence intensité moyenne se présente sous 2 formes:

- prévalence forte mais intensité faible => parasite distribué sur l'ensemble de la population hôte.
- prévalence faible mais intensité forte => phénomène d'agrégation parasitaire sur les mêmes individus.

Pour les intensités moyennes (IM), la classification adoptée est celle de BILONG-BILONG et NJINE (1998):

- $IM < 10$: intensité moyenne très faible.

- $10 < IM < 50$: intensité moyenne faible.
- $50 < IM < 100$: intensité moyenne.
- $IM > 100$: intensité moyenne élevée.

➤ **Abondance en nombre (AB)**

C'est le rapport entre le nombre total d'individus d'une espèce parasite dans un échantillon d'hôtes et le nombre total d'hôtes (parasités et non parasités). C'est le nombre moyen d'individus d'une espèce parasite par hôte examiné.

$$AB = \sum n / N$$

❖ **La constance ou l'indice d'occurrence**

La constance (C) est le rapport du nombre de relevés contenant l'espèce étudiée (P_i) au nombre total de relevés (P) exprimé en pourcentage (DAJOZ, 1982).

$$C\% = \frac{P_i}{P} 100$$

BIGOT et BODOT (1973), distingue des groupes d'espèces en fonction de leur fréquence d'occurrence :

- Les espèces constantes sont présentes dans 50% ou plus des relevés effectués.
- Les espèces accessoires sont présentes dans 25 à 49% des prélèvements.
- Les espèces accidentelles sont celles dont la fréquence est inférieure à 25% et supérieure à 10%.
- Les espèces très accidentelles qualifiées de sporadiques, ont une fréquence inférieure à 10%.

4.4. Exploitation des données par des analyses statistiques

❖ **Analyse des corrélations**

Pour mettre en évidence une quelconque relation entre les variables mesurées sur les poissons, nous avons utilisé le coefficient de corrélation linéaire de Bravais-Pearson (DAGNELIE, 2000). Ce coefficient de corrélation r , mesure l'intensité du lien qui existe entre deux caractéristiques ou variables quantitatives quelconques pour autant que cette liaison soit linéaire ou approximativement linéaire.

Ce coefficient est compris entre -1 et +1, il est en valeur absolue, d'autant plus proche de 1 que la liaison entre les deux séries d'observation est nette, pour autant que cette liaison

soit linéaire ou approximativement linéaire. Au contraire, si le coefficient est nul ou approximativement nul c'est que les deux variables ne sont pas corrélées entre elles.

D'autre part, le signe de coefficient de corrélation indique si la relation entre les deux variables (séries d'observations) est croissante ou décroissante. En effet, lorsque le coefficient de corrélation est positif, les valeurs élevées d'une variable, correspondent dans l'ensemble, aux valeurs élevées de l'autre variable faibles, mais lorsque le coefficient de corrélation est négatif, les valeurs élevées d'une variable, correspondent dans l'ensemble, aux valeurs faibles de l'autre variable et vice-versa.

- Si $p > 0.05$ → il n'existe pas de corrélation.
- Si $p \leq 0.05$ → il existe une corrélation significative.
- Si $p \leq 0.01$ → il existe une corrélation hautement significative.
- Si $p \leq 0.001$ → il existe une corrélation très hautement significative.

En analyse statistique univariée, nous avons calculé pour chaque variable les paramètres de base qui sont les statistiques descriptives : la moyenne, l'écart-type (SD), les valeurs max et min, la médiane (DAGNELIE, 2000).

L'analyse statistique bivariée consiste à calculer, d'une part, les corrélations linéaires simples entre les différentes variables deux à deux et, d'autre part, les équations de régression linéaire simple par la méthode des moindres carrés (DAGNELIE, 2000).

P : C'est la probabilité qui met en évidence les différences significatives entre la valeur du coefficient de corrélation « r » et la valeur zéro.

Si $P \leq 0.05$ → il ya une corrélation entre les deux caractères

Tous les calculs ont été exécutés avec le logiciel MINITAB (2013) d'analyse et de traitement statistique des données, version 13.31 pour Windows (X, 2000) et l'XLSTAT (2013), version 05.1.

CHAPITRE IV : Résultats et discussions

1. Paramètres morphométriques et de croissances des espèces de poissons hôtes

1.1. Caractères méristiques et morphologiques

❖ Cas d'*Hemichromis bimaculatus* (Lac Megarine)

➤ Caractères méristiques

Les valeurs enregistrées pour les caractères méristiques considérés sont généralement plus élevées chez les mâles par rapport aux femelles, sauf pour le nombre des rayons de la nageoire pectorale (NRP) qui varie entre 9 à 14 chez les femelles et entre 9 à 13 seulement chez les mâles. C'est également le cas pour le nombre d'écailles de la ligne latérale qui varie de 13 à 23 chez les femelles contre 7 à 20 seulement chez les mâles. En résumé, la formule méristique (sexes confondus) d'*H. bimaculatus* peut être exprimée ainsi : DD 8-16, DT 8-14, AD 2-3, AT 6-12, C 9-18, P 9-14, LLI 7-23, LLS 7-30 (Tab. 8).

Tableau 8: Valeurs minimales, maximales et moyennes avec les écarts types (SD) des caractères méristiques de l'*Hemichromis bimaculatus* du Lac Megarine (Sahara septentrional)

Caractères	Mâles (N = 68)			Femelles (N = 91)		
	Min	Max	Moy ± SD	Min	Max	Moy ± SD
Nombre de rayons durs de la nageoire dorsale (NRDD)	10	16	13±1,14	8	16	13 ± 1,2
Nombre de rayons tendres de la nageoire dorsal(NRDT)	8	14	10±1,2	8	14	10 ± 1,2
Nombre de rayons durs de la nageoire anale (NRAD)	2	3	3 ± 0,1	2	3	3 ± 0,1
Nombre de rayons tendres de la nageoire anale (NRAT)	7	11	8 ± 1,1	6	12	8 ± 1,1
Nombre de rayons de la nageoire caudale (NRC)	12	18	15±1,05	9	14	14 ± 1,5
Nombre de rayons de la nageoire pectorale (NRP)	9	13	12±0,8	9	14	11±0,8
Nombre d'écailles de la ligné latérale (ELLS)	8	30	17±4,5	7	26	17 ± 5
Nombre d'écailles de la ligné latérale (ELLI)	7	20	11±4,12	13	23	11±4,7

➤ Dimorphisme sexuel et croissance linéaire relative

Sur les 14 paramètres morphométriques mesurés chez le *H. bimaculatus*, seule la longueur totale révèle l'existence d'un dimorphisme sexuel évident. Cette dernière est surtout exprimée par des valeurs plus élevées chez les mâles (maximum de 10,20 cm) que chez les femelles (maximum de 9,5 cm). Les régressions établies pour les différents paramètres mesurés en relation avec la longueur totale et/ou la hauteur céphalique telle que ; MD, OE, et GC, sont représentées principalement par une croissance de type minorante avec 53,57 % des cas chez les deux sexes. Toutes les allométries de type isométriques sont détectées chez les

mâles et les femelles par rapport à la longueur totale, elles représentent 35,71% des régressions. Les seules allométries majorantes sont détectées chez les femelles par rapport à la longueur totale et à la longueur de la tête, avec la longueur pré-orbitale (PL) ($t_{\text{obs}} = 6,37$ et $t_{\text{obs}} = 8,72$) et chez les mâles, par rapport à la longueur de la tête avec la longueur pré-orbitale ($t_{\text{obs}} = 11,87$) (Tab. 9). Les courbes de régressions établies sont représentées dans l'Annexe I.

Tableau 9 : Coefficients d'allométrie et équations de régression des caractères métriques mesurés en fonction de la longueur totale et de la hauteur céphalique chez l'*Hemichromis bimaculatus* du Lac Mégarine (Sahara septentrional). (Valeur théorique du Tableau t de Student : Femelle : $t_{1-\alpha/2} = 1,986$; Mâle : $t_{1-(\alpha/2)} = 2$).

Fonction	Sexe	Equation d'allométrie	R^2	t_{obs}	Signification
LS = f(LT)	F	Log SL = - 0,0211 + 0,962 Log LT	0,935	1,43	Isométrie
	M	Log SL = - 0,0969 + 1,00 Log LT	0,901	0,00	Isométrie
Lpp= f(LT)	F	Log Lpp = - 0,325 + 0,964 Log LT	0,37	0,43	Isométrie
	M	Log Lpp = - 0,104 + 0,770 Log LT	0,141	2,30	Minorante
LpP = f(LT)	F	LogLpP = 0,041 + 0,724 Log LT	0,219	3,45	Minorante
	M	Log LpP= - 0,880 + 1,20 Log LT	0,279	1,74	Isométrie
MA = f(LT)	F	Log MA = - 0,0767 + 0,909 Log LT	0,925	3,24	Minorante
	M	Log MA = - 0,335 + 1,04 Log LT	0,655	0,54	Isométrie
MD= f(LT)	F	Log MD = - 0,129 + 0,778 Log LT	0,603	3,73	Minorante
	M	Log MD = 0,034 + 0,777 Log LT	0,079	2,14	Minorante
HD = f(LT)	F	Log HD = - 0,251 + 0,834 Log LT	0,801	3,79	Minorante
	M	Log HD = - 0,551 + 0,935 Log LT	0,209	0,61	Isométrie
BH= f(LT)	F	Log BH = - 0,576 + 1,01 Log LT	0,905	0,30	Isométrie
	M	Log BH = - 0,146 + 0,645 Log LT	0,156	3,97	Minorante
Hpc = f(LT)	F	Log HPc = - 0,916 + 1,00 Log LT	0,816	0	Isométrie
	M	Log HPc = - 1,19 + 1,17 Log LT	0,444	1,70	Isométrie
PL = f(LT)	F	Log PL = - 2,55 + 1,74 Log LT	0,28	6,37	Majorante
	M	Log PL = - 0,86 + 0,667 Log LT	0	3,37	Minorante
OE= f(LT)	F	Log OE = - 0,345 + 0,581 Log LT	0,357	6,59	Minorante
	M	Log OE = - 0,910 + 0,854 Log LT	0,195	1,42	Minorante
GC = f(LT)	F	Log GC = - 0,636 + 0,864 Log LT	0,582	2,10	Minorante
	M	Log GC = - 0,794 + 0,854 Log LT	0,261	1,49	Isométrie
OE = f(HD)	F	Log OE = - 0,125 + 0,662 Log HD	0,403	5,09	Minorante
	M	Log OE = 0,166 + 0,304 Log HD	0,09	12,62	Minorante
GC= f(HD)	F	Log GC = - 0,052 + 0,788 Log HD	0,417	2,92	Minorante
	M	Log GC = 0,327 + 0,257 Log HD	0,084	15,31	Minorante
PL= f(HD)	F	Log PL = - 1,95 + 2,03 Log HD	0,331	8,72	Majorante
	M	Log PL = - 2,22 + 2,58 Log HD	0,455	11,87	Majorante

➤ **Discussion**

Les caractères méristiques estimés chez les mâles et les femelles de l'*H. bimaculatus*, tels que le nombre de rayons de la nageoire dorsale, anale et pectorale montrent qu'il y a une grande similitude entre les deux sexes alors que le nombre d'écailles disposées sur la ligne latérale varie respectivement chez les mâles et les femelles entre 8 à 30 et 7 à 26 écailles dans la partie supérieure et de 7 à 20 et 13 à 23 écailles dans la partie inférieure. En outre, les caractères métriques sont aussi identiques chez les deux sexes de l'*H. bimaculatus*. Les régressions établies pour les différents paramètres mesurés en relation avec la longueur totale et/ou la longueur céphalique sont représentées principalement par une croissance de type minorantes avec 53,33 % des cas de régressions chez les mâles et 46,66 % chez les femelles. Selon SULLIVAN et al. (2004), la distinction morphologique entre les deux sexes est difficile sans un examen approfondi de leurs caractéristiques morphométriques. Les résultats enregistrés dans cette étude montrent aussi que la taille maximale et le seul critère qui révèle un dimorphisme sexuel évident (10,2 cm chez les mâles et 9,5 cm chez les femelles). NOBLE et CURTIS (1939) in LESTER et al. (1951), ont constaté que chez l'*H. bimaculatus* en plus des légères différences de la taille et de la forme entre les mâles et les femelles, ce poisson pourra être sexué aussi grâce à son tube génital qui est un peu plus petit chez les mâles que chez les femelles.

❖ **Cas de *Tilapia zillii* (Lac Temacine)**

➤ **Caractères méristiques**

Les données acquises sur les *T. zillii* montrent que les valeurs enregistrées pour les caractères méristiques considérés sont généralement supérieures chez les mâles par rapport aux femelles. En résumé, la formule méristique (sexes confondus) peut être exprimée ainsi : DD 9-16, DT 9-16, AD 3-3, AT 6-18, P 10-14, C 13-16, LLS 12-22, LLI 5-26 (Tab. 10).

Tableau 10 : Valeurs minimales, maximales et moyennes avec les écarts types (SD) des caractères méristiques du *Tilapia zillii* du Lac Témacine (Sahara septentrional).

Caractères	Mâles (N = 31)			Femelles (N = 24)		
	Min	Max	Moy ± SD	Min	Max	Moy ± SD
Nombre de rayons durs de la nageoire dorsale (NRDD)	9	16	12,1±2,49	9	15	12 ± 2,3
Nombre de rayons tendres de la nageoire dorsale (NRDT)	9	16	12,5±2	9	16	12,5± 2,23
Nombre de rayons durs de la nageoire anale (NRAD)	3	3	3 ± 0	3	3	3 ± 0
Nombre de rayons tendres de la nageoire anale (NRAT)	6	18	8,1± 2,6	7	14	7,7± 1,9
Nombre de rayons de la nageoire caudale (NRC)	13	16	15±1	13	16	15,25±1
Nombre de rayons de la nageoire pectorale (NRP)	10	14	11,58±1	10	14	11,5 ± 1,24
Nombre d'écailles de la ligne latérale (ELLS)	15	22	19,3±2	12	21	18,4± 2,57
Nombre d'écailles de la ligné latérale (ELLI)	5	26	12±4	5	25	12 ± 3,7

❖ Dimorphisme sexuel et croissance linéaire relative

Ces résultats montrent un seul paramètre morphométrique sur les 14 mesurés qui révèlent un dimorphisme sexuel évident. Ce dernier est surtout exprimé par une longueur totale du corps plus élevée chez les mâles (maximum de 17,3 cm) que chez les femelles (maximum de 15,1cm). La plus petite taille enregistrée chez les mâles comme chez les femelles est de 6,1 cm. Les régressions établies pour les différents paramètres mesurés en relation avec la longueur totale et/ou la longueur céphalique sont représentées principalement par une croissance de type isométrique avec 52,63 % des régressions chez les mâles et 47,36 % chez les femelles. Toutes les allométries minorantes sont détectées chez les mâles par rapport à la longueur totale et à la longueur de la tête respectivement avec le diamètre orbitale (OE) ($t_{\text{obs}} = 3,27$ et $t_{\text{obs}} = 3,76$) et de même pour les femelles ($t_{\text{obs}} = 3,55$ et $t_{\text{obs}} = 3,64$). Les femelles présentent aussi des allométries minorantes par rapport à la longueur totale avec la longueur pré-pectorale (LPP) ($t_{\text{obs}} = 3,10$). En revanche, les allométries majorantes enregistrées chez les femelles par rapport à la longueur totale ou à la longueur céphalique sont: LPP, PL et ceux enregistrées chez les mâles sont : BH, Hpc et PL (Tab.11).

Tableau 11 : Coefficients d'allométrie et équations de régression des caractères métriques mesurés en fonction de la longueur totale et de la longueur céphalique chez le *Tilapia zillii* du Lac Témacine (Sahara septentrional). (Valeur théorique de la Tableau *t* de Student : Femelle : $t_{1-\alpha/2} = 2,06$; Mâle : $t_{1-(\alpha/2)} = 2,03$).

Fonction	Sexe	Equation d'allométrie	R^2	t_{obs}	Signification
LS = f (LT)	F	Log SL = - 0,124 + 1,01 Log LT	0,986	0,39	Isométrie
	M	Log SL = - 0,104 + 1,00 Log LT	0,995	0	Isométrie
Lpp= f (LT)	F	Log Lpp = 0,564 + 0,536 Log LT	0,156	3,10	minorante
	M	Log Lpp = - 0,193 + 0,928 Log LT	0,47	0,55	Isométrie
LpP = f (LT)	F	Log LpP = - 1,22 + 1,37 Log LT	0,682	2,66	majorante
	M	Log LpP = - 0,621 + 1,07 Log LT	0,609	0,51	Isométrie
MA = f (LT)	F	Log MA = - 0,310 + 1,04 Log LT	0,801	0,41	Isométrie
	M	Log MA = - 0,164 + 0,964 Log LT	0,947	0,86	Isométrie
MD= f (LT)	F	Log MD = - 0,170 + 0,824 Log LT	0,566	1,39	Isométrie
	M	Log MD = - 0,347 + 0,912 Log LT	0,756	1,01	Isométrie
HD = f (LT)	F	Log HD = - 0,571 + 1,00 Log LT	0,928	0,00	Isométrie
	M	Log HD = - 0,518 + 0,979 Log LT	0,963	0,59	Isométrie
BH= f (LT)	F	Log BH = - 0,565 + 1,02 Log LT	0,918	0,32	Isométrie
	M	Log BH = - 0,714 + 1,09 Log LT	0,968	2,60	majorante
Hpc = f (LT)	F	Log HPc = - 0,936 + 0,993 Log LT	0,903	0,11	Isométrie
	M	Log HPc = - 1,20 + 1,12 Log LT	0,941	2,52	majorante
PL = f (LT)	F	Log PL = - 1,68 + 1,31 Log LT	0,704	1,47	Isométrie
	M	Log PL = - 1,36 + 1,16 Log LT	0,564	1,94	Isométrie
OE= f (LT)	F	Log OE = - 0,542 + 0,716 Log LT	0,789	3,55	minorante
	M	Log OE = - 0,557 + 0,724 Log LT	0,761	3,27	minorante
GC = f (LT)	F	Log GC = - 0,879 + 0,943 Log LT	0,684	0,10	Isométrie
	M	Log GC = - 1,00 + 1,01 Log LT	0,436	0,37	Isométrie
OE = f (HD)	F	Log OE = - 0,049 + 0,653 Log HD	0,68	3,64	Minorante
	M	Log OE = - 0,124 + 0,705 Log HD	0,739	3,76	Minorante
GC= f (HD)	F	Log GC = - 0,322 + 0,924 Log HD	0,456	0,50	Isométrie
	M	Log GC = - 0,468 + 1,03 Log HD	0,712	0,30	Isométrie
PL= f (HD)	F	Log PL = - 1,02 + 1,37 Log HD	0,675	2,63	Majorante
	M	Log PL = - 0,740 + 1,19 Log HD	0,728	1,81	Isométrie

➤ **Discussion**

Les données acquises sur les caractères méristiques de *T. zillii* montrent qu'il y a une forte similitude entre les mâles et les femelles, le nombre d'écailles disposées sur la ligne latérale varie respectivement chez les mâles et les femelles entre 15 à 22 et 12 à 21 écailles dans la partie supérieure et de 5 à 26 et 5 à 25 écailles dans la partie inférieure, de 9 à 16 rayons épineux et de 9 à 15 rayons souples sur la nageoire dorsale. MOYLE (1976), montre que, la nageoire dorsale chez *T. zillii* contient entre 13 à 16 rayons durs et 8 à 12 rayons mous. Cette similitude entre les mâles et les femelles montre qu'il n'y a pas de dimorphisme sexuel apparent chez cette espèce. Le même résultat était noté par TOUMI (2010) et CHAIBI (2013) sur les *Tilapia zillii* d'Oued Khrouf (Mghayer).

L'étude de la morphométrie des Tilapias (sexes confondus) révèle un fort lien entre les différentes dimensions mesurées du corps et la longueur totale et/ ou la longueur céphalique. Un total de 67,85 % des équations de la droite de régression établie montrent que l'ensemble des caractères métriques mesurés présentent une relation linéaire qui suit un modèle d'allométrie isométrique. Cette croissance linéaire serait due aux différents facteurs biotiques et abiotiques du milieu, notamment, à la présence de la nourriture et d'une profondeur suffisante. DAJET (1956), a signalé que la croissance chez les Tilapias de Zill se ralentit surtout après la troisième année d'âge.

❖ **Cas de l'*Aphanius fasciatus* (Oued Still)**

➤ **Caractères méristiques**

Les valeurs enregistrées pour les caractères méristiques considérés sont généralement supérieures chez les femelles par rapport aux mâles, sauf pour le nombre des rayons de la nageoire anale (NRA) qui varie de 8 à 14 chez les mâles alors que chez les femelles il est seulement de 8 à 12. En résumé, la formule méristique (sexes confondus) peut être exprimée ainsi : RD 7-12, RA 8-14, C 10-25, P 8-15, LL 16-32 (Tab. 12).

Tableau 12 : Valeurs minimales, maximales et moyennes avec les écarts types (SD) des caractères méristiques de l'*Aphanius fasciatus* de l'Oued Still (Sahara septentrional).

Caractères	Mâles (N = 65)			Femelles (N = 57)		
	Min	Max	Moy ± SD	Min	Max	Moy ± SD
Nombre de rayons de la nageoire dorsale (NRD)	7	12	9,5 ± 1	8	12	10 ± 1
Nombre de rayons de la nageoire anale (NRA)	8	14	10 ± 1	8	12	10 ± 1,1
Nombre de rayons de la nageoire caudale (NRC)	14	20	16 ± 2	10	25	16 ± 2,4
Nombre de rayons de la nageoire pectorale (NRP)	8	15	12 ± 1,5	8	15	11,5 ± 1,5
Nombre d'écailles de la ligne latérale (ELL)	17	32	23,5 ± 3,5	16	32	23,5 ± 4,5
Nombre de bandes du côté droit (NBD)	8	14	11 ± 2	9	15	11,5 ± 1
Nombre de bandes du côté gauche (NBG)	7	13	11 ± 2	8	13	10,5 ± 1

➤ Dimorphisme sexuel et croissance linéaire relative

En plus des caractères de couleur déjà connus chez l'espèce, tous les paramètres morphométriques mesurés révèlent un dimorphisme sexuel évident. Ce dernier est surtout exprimé par une longueur totale un peu plus élevée chez les femelles (maximum de 5,30 cm) que chez les mâles (maximum de 4,46 cm). En plus, les écarts entre les grandeurs mesurées chez les deux sexes, sont toujours en faveur des femelles. Les régressions établies pour les différents paramètres mesurés en relation avec la longueur totale et/ou la longueur céphalique sont représentées principalement par une croissance de type isométrique avec 41,17 % des régressions chez les mâles et 58,82 % chez les femelles. Toutes les allométries minorantes sont détectées par rapport à la longueur totale, avec la longueur pré-pectorale (Lpp) ($t_{obs} = 2,30$), pré-dorsale (MD) ($t_{obs} = 2,14$), la hauteur du corps BH ($t_{obs} = 3,97$) et la longueur pré-orbitale PL ($t = 3,50$) chez les mâles et par rapport à la l'hauteur céphalique avec le diamètre orbitaire (OE) et avec (GC) chez les mâles et les femelles. Les seuls allométrie majorantes sont détectées chez les femelles et les mâles respectivement par rapport à la hauteur céphalique avec (PL) ($t_{obs} = 6,30$, $t_{obs} = 11,97$) et une seule allométrie entre la longueur totale et la longueur pré-anale (MA) chez les femelles ($t_{obs} = 4,16$) (Tab. 13).

Tableau 13 : Coefficients d'allométrie et équations de régression des caractères métriques mesurés en fonction de la longueur totale et de la longueur céphalique chez l'*Aphanius fasciatus* de l'Oued Still (Sahara septentrional). (Valeur théorique de la Tableau *t* de Student : Femelle : $t_{1-\alpha/2} = 1,994$; Mâle : $t_{1-(\alpha/2)} = 1,990$).

Fonction	Sexe	Equation d'allométrie	R^2	t_{obs}	Signification
LS = f (LT)	F	Log LS = - 0,109 + 1,02 Log LT	92,9%	0,66	Isométrie
	M	Log LS = - 0,0969 + 1,00 Log LT	90,1%	0,00	Isométrie
Lpp= f (LT)	F	Log Lpp = - 0,540 + 1,05 Log LT	26,7%	0,42	Isométrie
	M	Log Lpp = - 0,104 + 0,770 Log LT	14,1%	2,30	Minorante
LpP = f (LT)	F	Log LpP = - 0,761 + 1,12 Log LT	30,1%	1,01	Isométrie
	M	Log LpP = - 0,880 + 1,20 log LT	27,9%	1,74	Isométrie
MA = f (LT)	F	Log MA = - 0,584 + 1,21 Log LT	88,3%	4,16	Majorante
	M	Log MA = - 0,335 + 1,04 Log LT	65,5%	0,54	Isométrie
MD= f (LT)	F	Log MD = - 0,307 + 1,00 Log LT	45,7%	0,00	Isométrie
	M	Log MD = 0,034 + 0,777 Log LT	7,9%	2,14	Minorante
HD = f (LT)	F	Log HD = - 0,713 + 1,03 Log LT	64,9%	0,37	Isométrie
	M	Log HD = - 0,551 + 0,935 Log LT	20,9%	0,61	Isométrie
BH= f (LT)	F	Log BH = - 0,786 + 1,04 Log LT	48,6%	0,41	Isométrie
	M	Log BH = - 0,146 + 0,645 Log LT	15,6%	3,97	Minorante
Hpc = f (LT)	F	Log HPc = - 1,00 + 1,03 Log LT	57,0%	0,37	Isométrie
	M	Log HPc = - 1,19 + 1,17 Log LT	44,4%	1,70	Isométrie
PL = f (LT)	F	Log PL = - 1,35 + 1,03 Log LT	5,4%	0,23	Isométrie
	M	Log PL = - 0,86 + 0,667 Log LT	0,8%	3,50	Minorante
OE= f (LT)	F	Log OE = - 0,872 + 0,814 Log LT	17,5%	1,69	Isométrie
	M	Log OE = - 0,910 + 0,854 Log LT	19,5%	1,42	Isométrie
GC = f (LT)	F	Log GC = - 0,980 + 0,977 Log LT	41,1%	0,22	Isométrie
	M	Log GC = - 0,794 + 0,854 Log LT	26,1%	1,49	Isométrie
OE = f (HD)	F	Log OE = - 0,277 + 0,755 Log HD	25,2%	2,44	Minorante
	M	Log OE = 0,166 + 0,304 Log HD	9%	12,62	Minorante
GC= f (HD)	F	Log GC = 0,010 + 0,627 Log HD	26,8%	4,19	Minorante
	M	LOGGC = 0,327 + 0,257 Log HD	8,4%	15,31	Minorante
PL= f (HD)	F	Log PL = - 1,50 + 1,88 Log HD	37%	6,30	Majorante
	M	Log PL = - 2,22 + 2,58 Log HD	45,5%	11,97	Majorante

➤ **Discussion**

Le nombre de rayons de la nageoire caudale estimé à 25 rayons chez la femelle de l'*A. fasciatus* rencontré au Sahara, est similaire à celui noté dans la région d'El Kala, dans l'extrême nord-est de l'Algérie (LE BERRE, 1989). En outre, il y a une différence entre le nombre de bandes sur les deux flancs chez les deux sexes de l'*A. fasciatus* du Sahara. Les femelles pêchées au Sahara septentrional présentent un intervalle de 7 à 15 bandes sur les deux côtés. MALTAGLIATI (1999) et FERRITO et al. (2003), estiment que la différenciation morphologique chez l'*Aphanius* est due au degré élevé de l'isolement des populations. Le nombre des écailles disposées sur la lignée latérale varie entre 17 et 32 pour les nouvelles populations décrites au Sahara septentrional (Oued Still) et entre 24 et 29 écailles dans le cas de la population étudiée par KOTTELAT (2007) en Europe. Chez les deux sexes, la plupart des longueurs mesurées, présentant une croissance isométrique, sont notées chez les mâles et les femelles par rapport à la longueur totale. Donc tous les organes évoluent presque au même rythme pour les deux sexes, sauf pour la Lpp, MD, BH, et PL, qui augmentent à un rythme inversement proportionnel à la longueur totale chez les mâles. La longueur pré-anale MA ($t_{obs} = 4,16$) évolue avec un rythme plus rapide que celui de la longueur totale chez les femelles. Pour les longueurs mesurées par rapport à la longueur de la tête, ils présentent une croissance allométrique de type minorante pour l'OE, GC chez les femelles. Ces derniers paramètres augmentent à un rythme inversement proportionnel à la hauteur de la tête et une seul de type majorante pour la PL enregistré respectivement chez les femelles et les mâles ($t_{obs} = 6,30$ et $t_{obs} = 11,97$).

Les régressions appliquées aux différents paramètres mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez les deux sexes montrent que 60.71% de ces caractères présentent une croissance de type isométrique. Les mêmes mesures sont notées sur l'*A. fasciatus* du lac Mellah à El Kala où CHAIBI (1999), a montré que 76,9% de ces caractères évoluent à un rythme isométrique avec la longueur totale ou la longueur céphalique.

Par ailleurs, la taille maximale enregistrée dans cette étude (4,46 cm chez les mâles et 5,30 cm chez les femelles) est inférieure à celle notée par cet auteur qui signale 4,5 cm chez les mâles et 5,4 cm chez les femelles. LEONARDOS et al. (1999) in CHAIBI (2013), signalent que l'espèce pourra atteindre 6 cm de longueur maximale, alors que STERGIUO (2000), rapporte que cette dernière pourra aller jusqu'à 8,8 cm.

1.2. Relation taille-poids

La connaissance des paramètres de croissance (taille et poids) reste très importante pour toute estimation de la biomasse et de la production des poissons. Les résultats reliant le poids à la taille des trois espèces de poissons examinés sont rapportés dans la figure 17.

La signification des pentes des droites de régression et les ordonnées à l'origine varient d'une population à l'autre entre les relations poids-longueurs des mâles et des femelles appartenant aux trois espèces de poissons (Tab. 14).

Tableau 14 : Expressions mathématiques de la relation taille- poids chez l'*Hemichromis bimaculatus*, *Tilapia zillii* et l'*Aphanius fasciatus* du Sahara septentrional.

Espèces	Sexes	Equations d'allométrie	R^2	t_{obs}	Signification
<i>Hemichromis bimaculatus</i>	♀	Log pt= - 3,94 + 2,57 log LT	0.807	3,39	Minorante
	♂	Log pt= - 4,01 + 2,61 log LT	0.852	2,98	Minorante
<i>Tilapia zillii</i>	♀	Log pt= - 4,92 + 3,08 log LT	0.948	1,17	Isométrie
	♂	Log pt= -4,96 + 3,10 log LT	0.977	0,56	Isométrie
<i>Aphanius fasciatus</i>	♀	Log pt= - 5,26 + 3,26 log LT	0.895	0,48	Isométrie
	♂	Log pt= - 4,98 + 3,09 log LT	0.701	2,30	Majorante

❖ Chez l'*Hemichromis bimaculatus*

Les expressions mathématiques de la relation taille-poids calculées révèlent la présence d'une forte liaison entre le poids total (W) en gr et la longueur totale en mm. Les coefficients de corrélation r sont de 0,852 pour les mâles et de 0,807 pour les femelles. La valeur de t_{obs} présentée par les mâles est égale à 2,98 et celle présentées par les femelles est égale à 3,39. La relation alors est de type allométrie minorante pour les deux sexes ($b = 2,61$ chez les mâles et 2,57 chez les femelles, inférieure à la valeur de référence= 3), ce qui signifie que l'augmentation de la longueur totale est proportionnellement plus importante que l'augmentation en poids (Fig. 17).

❖ Chez *Tilapia zillii*

Les expressions mathématiques de la relation taille-poids calculées pour le genre *Tilapia* révèlent la présence d'une très forte liaison entre le poids total (W) en gr et la longueur totale en mm. Les coefficients de corrélation pour les mâles et les femelles sont respectivement de 0,977 et 0,948, ce qui signifie une forte corrélation. Les mâles et les

femelles ont des valeurs respectives de t_{obs} égales à 0,56 et 1,17 et qui sont inférieures aux valeurs théoriques respectives à la table « t » de STUDENT avec " $t_{1-\alpha/2} = 2,03$ et $t_{1-\alpha/2} = 2,06$. Dans ce cas, on accepte l'hypothèse nulle au niveau d'un seuil de signification $\alpha=0,05$, ce qui rend cette relation qui relie le poids à la taille, de type isométrique, c'est-à-dire, le poids évolue à la même vitesse que la longueur totale du corps (Fig. 17).

❖ **Chez l'*Aphanius fasciatus***

Les modèles mathématiques de la relation taille-poids révèlent la présence d'une forte liaison entre le poids total (W) en gr et la longueur totale en mm. Les coefficients de corrélation r sont de 0,701 pour les mâles et de 0,895 pour les femelles. Les femelles présentent une valeur de t_{obs} égale à 0,48, dans ce cas la relation est de type isométrique ($t_{obs} < t_{1-\alpha/2}$); le poids total évolue à la même vitesse que la longueur totale (Fig. 17). En revanche, chez les mâles, cette relation présente une valeur de $t_{obs} = 2,30$, ce qui dénote d'une allométrie majorante dans le cas de la relation entre le poids et la longueur totale ($b = 3,26$ est supérieur à la valeur de référence = 3), c'est-à-dire que la croissance en masse est plus importante que la croissance en taille (Fig. 17).

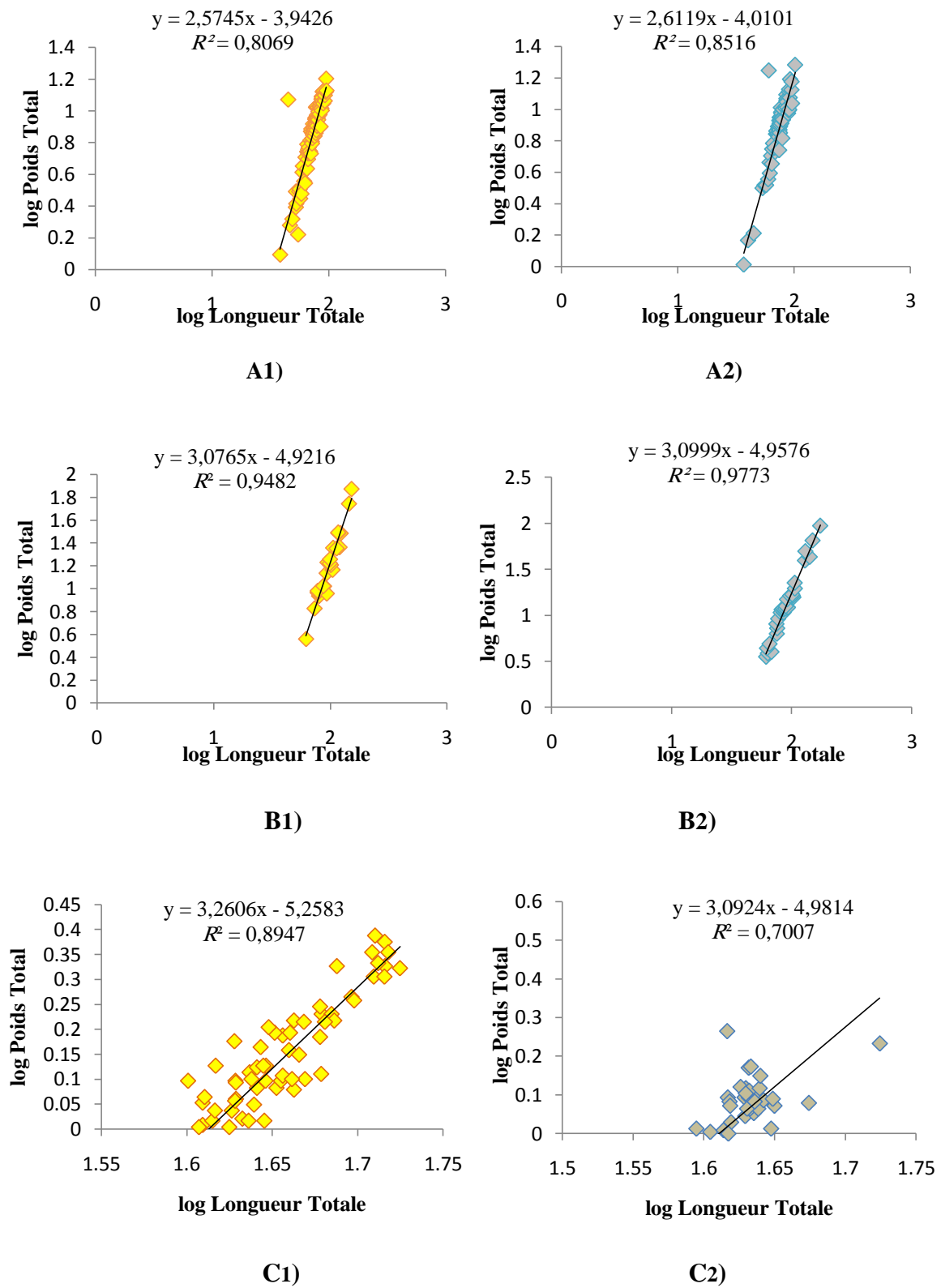


Figure 17 : Relation Taille-Poids chez les femelles (1) et les mâles (2) de l'*Hemichromis bimaculatus* (A), du *Tilapia zillii* (B) et de l'*Aphanius fasciatus* (C) du Sahara septentrional.

➤ **Discussion**

Le rapport longueur-poids fournit des informations très utiles dans les études sur la biologie, la dynamique des populations et la gestion des espèces (CHIKOU, 2008 ; ABBA, 2013). Ces aspects sont bien documentés par plusieurs études sur la croissance relative et les caractères morphométriques chez différentes espèces de poissons tels que CHIKOU et *al.* (1991) ; CHAKROUN-MARZOUK et *al.* (1998) ; ABBA et *al.* (2010).

Chez les *H. bimaculatus*, les valeurs du coefficient de corrélation chez les femelles et chez les mâles sont respectivement de 0,807 et 0,852. Le test d'allométrie indique une relation de types minorante. C'est-à-dire que le poids chez les deux sexes augmente moins vite que la longueur totale.

Chez les *T. zillii*, la corrélation entre la masse corporelle et longueur totale est très forte avec des valeurs de r égale à 0,977 pour les mâles et 0,948 pour les femelles.

Le test d'allométrie de cette corrélation indique une croissance de type isométrique, c'est-à-dire que le poids et la taille évoluent au même rythme chez les deux sexes. Les mêmes résultats ont été observés par CHAIBI (2013) sur les *Tilapia* de l'Oued khrouf (Mghayer), alors que TOUMI (2011), a signalée chez les *T. zillii* et les *Tilapia sp.* du Lac Ayata (région de Oued Souf), que le test d'allométrie montre une croissance minorante chez les mâles $r^2 = 0,614$ et isométrique chez les femelle $r^2 = 0,959$.

Chez l'*Aphanius fasciatus*, la relation entre la longueur totale et le poids total est importante chez les deux sexes, avec un coefficient de corrélation égal à 0,48 chez les femelles et 2,30 chez les mâles. Le test d'allométrie de cette corrélation indique une croissance isométrique chez les femelles, à savoir que la masse corporelle et la taille croissent au même rythme. Alors que chez les mâles cette relation est de type majorante, c'est le poids qui évolue plus vite que la longueur totale. Ces résultats sont semblables à ceux signalés par KOUTRAKIS et TSIKLIRAS (2003) ; GAYGUSUZ et *al.* (2006).

2. Inventaire des espèces de parasites recensées chez l'ichtyofaune étudiée

Les investigations mesurés sur la parasitofaune des poissons a permis la découverte de plusieurs formes de parasites. Les espèces de parasites recensées sont obtenues grâce à l'observation microscopique ou sous la loupe binoculaire. L'identification à été poussée jusqu'au genre seulement car c'elle ci était basée uniquement sur les caractères morpho-anatomiques des parasites par manque de clefs d'identification et de spécialistes dans le domaine.

L'inventaire systématique réalisé au terme de notre travail regroupe un total de 11 espèces de parasites, représentant les principales espèces potentielles chez presque tous les poissons récoltés des trois sites d'étude. Ces parasites appartiennent à 4 embranchements: Protozoa, Plathelmintha, Nematelmintha, Arthropoda et sont représentés par 8 classes, 9 ordres et 11 familles différentes (Tab. 15). La liste systématique suivante est établie selon la classification de BUNKLEY-WILLIAMS et ERNEST (1994) ; MEHLHORN (2008).

Tableau 15 : Inventaire systématique des espèces de parasites identifiés sur les poissons du Sahara septentrional. (ind.: Taxon non identifié).

Embranchements	Classes	Ordres	Familles	Genres
Protozoa	Oligohymenophorea	Peritrichia	Trichodinidae	<i>Trichodina sp.</i>
		Hymenostomatida	Ichthyophthiridae	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>
	Phyllopharyngea	Phyllopharyngea ind.	Chlamydodontidae ind.	<i>Chilodonella sp.</i>
	Myxosporea	Bivalvulida	Myxobolidae	<i>Myxobolus sp.</i>
Plathelmintha	Monogenoidea	Monopisthocotylea	Gyrodactylidae	<i>Gyrodactylus sp.</i>
			Dactylogyridae	<i>Dactylogyrus sp.</i>
			Dactylogyridae	<i>Onchobdella sp.</i>
	Trematoda	Echinostomatida	Digenea ind.	<i>Digenea ind.</i>
Nematelmintha	Acanthocéphala	Acanthocephala ind.	Acanthocephala ind.	<i>Acanthocephala ind.</i>
	Secernentea	Spirurida	Philometridae	<i>Philometra sp.</i>
Arthropoda	Crustacea	Cyclopoida	Copepoda ind.	<i>Copepoda ind.</i>

❖ Discussion

Sur les 11 genres de parasites recensés, ce sont les Protozoaires et les Plathelminthes qui dominent avec 4 genres chacun alors que les Nématelminthes et les Arthropodes sont moins représentés. Cet inventaire révèle également que la parasitofaune des poissons des eaux continentales algériennes est presque la même avec seulement quelques différences entre les espèces hôtes. Les genres de parasites signalés dans ce travail sont similaires à ceux notés dans les travaux antérieurs, tel que le travail de LAKHDARI (2011) qui a étudié les parasites de trois espèces de poissons dans le barrage de Timgad et celui de CHAIBI (2013) sur l'ichtyofaune des eaux continentale du Sahara septentrional algérien. Aussi, l'inventaire que

nous avons établi est similaire dans l'ensemble aux espèces de parasites signalées dans d'autres régions du monde tel que CULURGIONI (2010) et de PANTOJA (2012).

3. Bio-écologie des parasites recensées

❖ Les Protozoaires

❖ Genre *Trichodina* sp.

◆ Morphologie

Ectoparasite facilement observable à des grossissements inférieurs à 10 x. C'est un cilié rond en forme de disque de 20 à 80 µm. Il se caractérise par la présence de cils locomoteurs et par un anneau ventral portant des denticules servant d'organe de fixation. Ces denticules sont au nombre de 20 à 32 selon les espèces (Fig. 18). Ils parasitent essentiellement la peau et les branchies des poissons mais on peut également les rencontrer dans l'urètre, la vessie et dans le tube digestif (FOIN, 2005). Ils se développent bien dans les étangs peu profonds contenant de l'eau stagnante (HAMMOUDI, 2011).

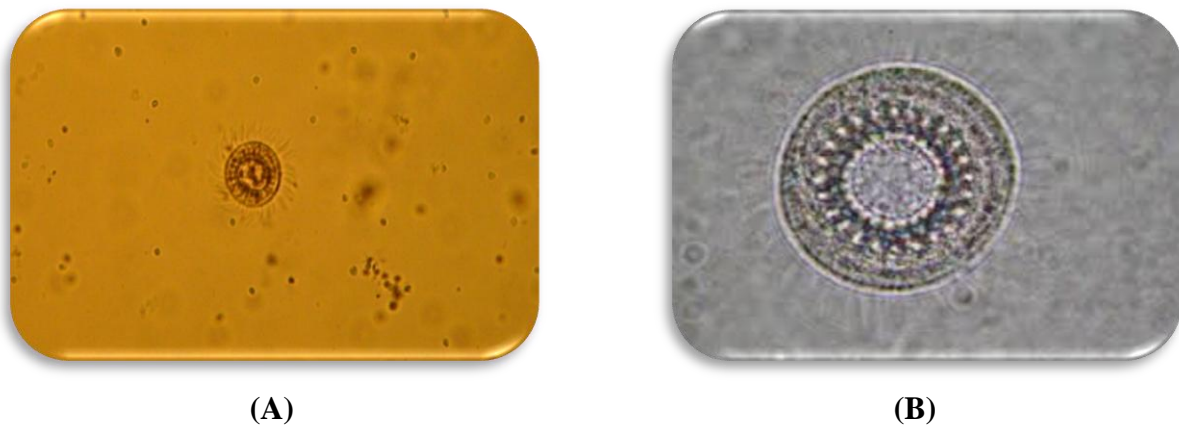


Figure 18 : Photos représentant le genre *Trichodina* sp. (A: HAMMOUDI, 2011 (Gr x40); B: Site web 6 (Gr x 100)).

◆ Cycle de vie

Les Trichodines nagent librement, se déplacent rapidement et se nourrissent des exsudats et de tissus de l'hôte. Leur reproduction s'effectue par division binaire. Une constriction médiane du parasite est suivie d'une division en deux parties égales. Chaque cellule fille porte une moitié de l'armature originale de crochet. Le parasite ainsi formé, développe un nouvel anneau de denticules dont le nombre et la forme sont caractéristiques de l'espèce. Les Trichodines peuvent survivre hors de leur hôte une journée ou deux et se transmettre ainsi activement (PAPERNA, 1982 ; FOIN, 2005).

◆ **Signes apparents**

Changements sur la peau apparents lors des infections généralisées avec coloration anormale chez les poissons à écailles, la couleur devient blanc-grisâtre, souvent accompagnée d'hémorragie dispersées sur la peau, de plaies rouges, d'écailles érodées et d'une surproduction de mucus (PAPERNA, 1982)

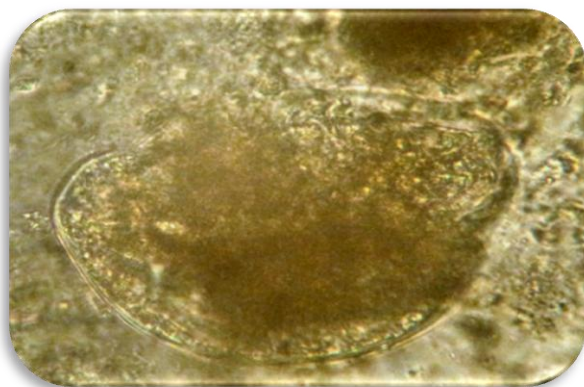
◆ **Pathologie**

Les Trichodines ne sont dangereux qu'en cas d'infestation massive, ils provoquent généralement une irritation des téguments et de l'épithélium branchial avec hyperplasie, entraînant dégénérescence et nécrose de l'épithélium avec une production abondante de mucus par prolifération des cellules muqueuses. Le poisson se frotte, il peut arrêter de manger, ses nageoires restent collées le long du corps, il peut en mourir (PAPERNA, 1982 ; FOIN, 2005).

❖ **Genre *Chilodonella* sp.**

◆ **Morphologie**

Ectoparasites de 50 à 60 µm de long. Ils possèdent un corps ovale aplati dorso-ventralement. Une ciliation incomplète avec cils distribués en de nombreuses lignes parallèles sur la surface concave. Ces cils ventraux facilitent l'attache des *Chilodonella* aux cellules intradermiques. Le cystosome antérieur est distinct, il comprend aussi un cytopharynx, un macronucleus, deux vacuoles contractiles et de nombreuses vacuoles digestives (PAPERNA, 1982 ; FOIN, 2005) (Fig. 19).



(A)



(B)

Figure 19: Photos représentant le genre *Chilodonella* sp. (A : Photo personnelle, 2013 (Gx40) ; B : Site web 7).

◆ **Cycle de vie**

Lorsque les conditions du milieu aquatique sont favorables, la reproduction de *Chilodonella* se fait par division longitudinale. Quand ces conditions deviennent défavorables, le parasite s'enkyste pendant 3 à 4 heures. Les kystes restent viables jusqu'au retour de conditions favorables. Ces parasites sont moins agressifs que les trichodines mais ils se reproduisent à des températures très basses comprises entre 5 et 10 °C. La reproduction cesse à une température de l'ordre de 20 °C. C'est pour cette raison que la Chilodonellose reste une parasitose strictement hivernale (PAPERNA, 1982 ; HAMMOUDI, 2011). *Chilodonella* périt en une heure à 25 °C ou en 24 h à 5 °C loin de son hôte (FOIN, 2005).

◆ **Signes apparents**

Ce sont les mêmes symptômes que ceux observés dans l'infestation par *Trichodina sp.*

◆ **Pathologie**

Presque similaires à ceux décrits pour *Trichodina*, irritation des téguments, hyperproduction de mucus, hyperplasie des branchies donc détresse respiratoire, saignement de la peau allant jusqu'à l'ulcération (HAMMOUDI, 2011).

❖ **Genre *Ichthyophthirius multifiliis***

Une seule espèce, *I. multifiliis*, C'est l'agent de la maladie des points blancs (Ichthyophthiriose) (FOIN, 2005 ; CYRIL, 2006).

◆ **Morphologie**

Le corps du parasite est subsphérique ovoïde (Fig. 20). Chez certains poissons, les kystes blanchâtres peuvent se localiser sur la peau, les nageoires et les branchies. Par contre, chez d'autres, les kystes se localisent sur les branchies seulement (PAPERNA, 1982). Le spécimen adulte ou Trophozoïte est fixé sur les poissons, sous forme d'un petit kyste blanc brillant de 0,6 à 0,7 mm de diamètre. Le cytoplasme du parasite montre la présence d'un macronucléus en forme de fer à cheval caractéristique pour son identification. Le corps du Trophozoïte présente des méridiens chargés de cils locomoteurs (PAPERNA, 1982 ; TARIKI-YAMANI, 2005).

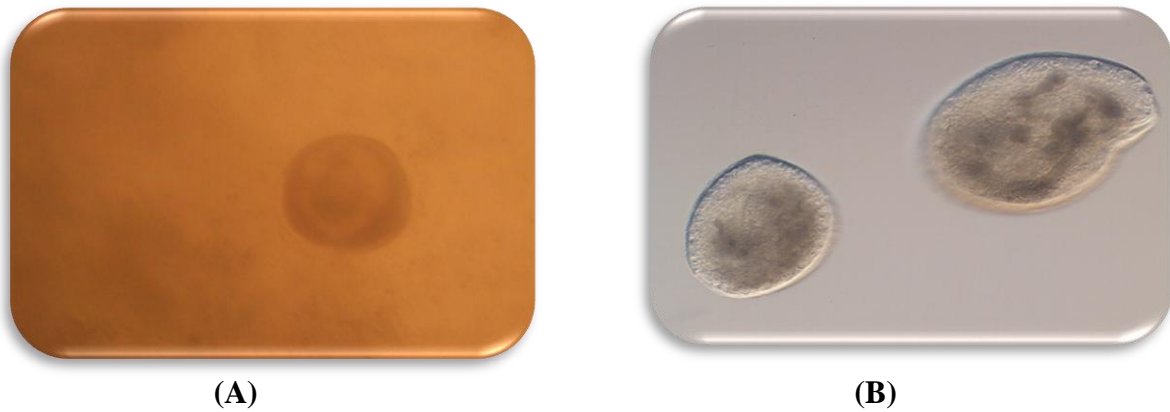


Figure 20: Photos représentant l'*Ichthyophthirius multifiliis* (A : Photo personnelle, 2013 (Gx40) ; B : Site web 8).

◆ Cycle de vie

Ichthyophthirius multifiliis a un cycle de vie direct. Les trophozoïtes matures quittent l'hôte et se déposent sur le fond où ils sécrètent une paroi gélatineuse. Puis, ils se multiplient par division multiple, pouvant ainsi produire jusqu'à 3000 tomites se transformant en thérontes piriformes uniformément ciliés de 20 à 45 μm . Ceux-ci ont alors 30 heures au plus (à 24°C) pour trouver un hôte, au-delà, leurs réserves s'épuisent et ils meurent. Quand il rencontre un hôte le théronte traverse l'épiderme et se fixe entre celui-ci et le chorion. Il se transforme alors en trophonte mature en 48 heures à 24- 26 °C. A cette température l'ensemble du cycle évolutif s'effectue en trois ou quatre jours.

Les trophozoïtes atteignent des tailles plus grandes (0.8 à 1 mm à 5 -10 °C) et le rythme de développement devient plus lent. Il se compense donc par une fécondité accrue. Par contre, l'effet d'autres paramètres environnementaux peuvent être néfastes pour le parasite (taux d'oxygène inférieur à un 1 mg/ litre). Dans ce cas, le Trophozoïte quitte le poisson, s'enkyste dans l'eau et entame un processus de division. Cependant, le nombre de tomites serait moins important que lors d'une évolution normale (PAPERNA, 1982 ; ALEXANDRE, 2005).

◆ Signes apparents

Une agitation anormale des poissons. Apparition d'un excès de mucus d'une couleur grisâtre sur les poissons. Leur corps se couvre de petits points blancs sur toute la surface, les nageoires s'effilochent, les poissons se déplacent lentement et les branchies sont pâles. Les écailles peuvent se détacher avant la mort. A ces symptômes, sont souvent associés ceux d'une déficience respiratoire. A 26°C, la mortalité survient au bout de 3 à 4 jours après la première infection. Il arrive que les poissons ne soient atteints qu'au niveau des branchies;

aucun point blanc n'est alors observé sur la peau. Les signes d'alarme seront ceux d'une affection respiratoire aiguë, les poissons pipent l'air à la surface (FOIN, 2005).

◆ Pathologie

Après pénétration du théronte dans l'épiderme, il apparaît une petite plage de nécrose s'agrandissant avec le développement du trophonte. Par son action mécanique, celui-ci crée de nombreux dommages aux tissus avoisinants. Dans les branchies, on observe une hyperplasie de l'épithélium gênant le processus de respiration. Les lésions de la peau affectent sérieusement l'osmorégulation, ce qui est probablement la cause de la mort dans l'ichthyophthiriose (entre 8 à 12 heures) (PAPERNA, 1982 ; ANDRÉ, 2006).

◆ Spécificité des parasites Protozoaires identifiés

Trichodina et *Chilodonella* n'ont pas vraiment un hôte spécifique. Les Trichodines peuvent atteindre toutes les espèces de poissons d'eau douce mais il existe également des espèces possédant une spécificité d'hôte étroite, par exemple *Trichodina reticulata* n'infestent que le poisson rouge *Carassius carassius* (PAPERNA, 1982). Par contre les espèces de *Chilodonella sp.* ont une grande adaptabilité écologique et se développent aussi bien en eau froide qu'en eau chaude sur toutes les espèces de poissons d'eau douce (FOIN, 2005).

Ichthyophthirius, est non spécifique aussi, selon PAPERNA (1982), les populations parasites dans les différentes régions géographiques, peuvent varier dans leurs références à l'égard des hôtes.

❖ Genre *Myxobolus sp.*

Les kystes de *Myxobolus sp.* sont commun chez les Cichlidés. Les espèces les plus primitives sont parasites de cavité et les espèces les plus évoluées sont parasites de tissus. On les retrouve sur la peau, les muscles, les branchies, le cerveau, le foie et éventuellement d'autres organes. (PAPERNA, 1982 ; FILIPPI, 2013)

◆ Morphologie

Les spores du genre *Myxobolus sp.* peuvent être ovales, ellipsoïdales ou aplaties au niveau polaire. Ils sont caractérisés par la présence de deux capsules polaires contenant un filament spirale. La différenciation des espèces est difficile étant basée sur les critères morphométriques des spores pas toujours suffisamment définis. Un kyste peut contenir jusqu'à 20 millions de spores (PAPERNA, 1982) (Fig. 21).

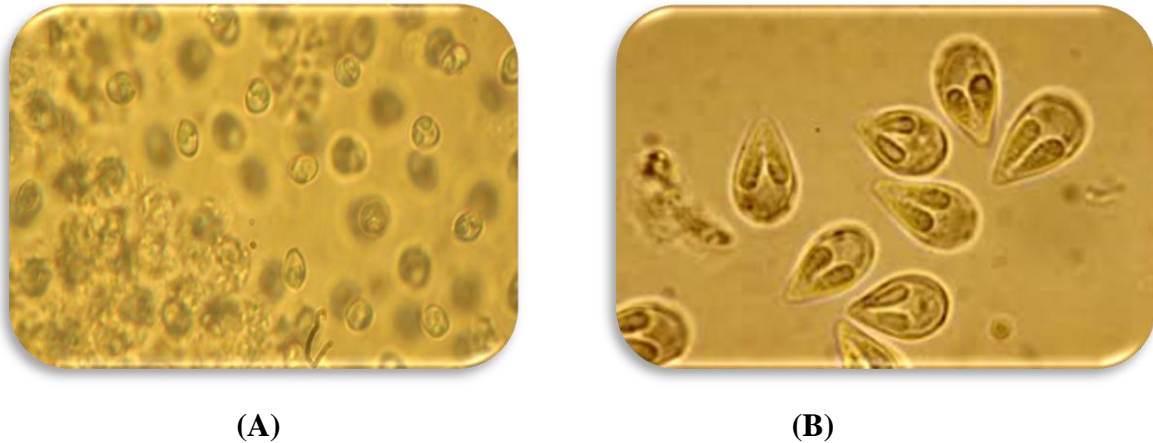


Figure 21: Photos représentant le genre *Myxobolus* sp. (A: HAMMOUDI, 2011 (Gr x40); B: Site web 9 (Gr x100)).

◆ **Cycle de vie**

Le cycle de développement de ces parasites est supposé direct, c'est-à-dire sans hôte intermédiaire (FILIPPI, 2013). Les spores expulsées des kystes avant de devenir infestant demandent un laps de temps prolongé sous des conditions spécifiques qui, pour la plupart des espèces, reste encore indéterminées. Les spores infestantes, quand elles sont ingérées, entrent dans l'intestin et le sporoplasme est présumé migrer au travers de la paroi intestinale dans l'appareil circulatoire et est charrié vers ses organes cibles de prédilection où ils s'installent. Par des divisions sporogéniques répétées, ce sporoplasme se transforme éventuellement en sporoblastes enkystés, multinucléés, qui peuvent se différencier en multitude de spores. Les spores des kystes de la peau, des branchies, ou de la muqueuse pharyngienne sont lâchées dans le milieu quand ces kystes se rompent lors de leur maturité. Dans l'intestin, les kystes se rompent ou se desquament dans la lumière intestinale et sont alors excrétés. Les spores des kystes profondément enlées dans le tissu ne quittent l'hôte qu'après la mort de ce dernier, ou bien, en cas de prédation et de digestion, les spores relâchées restant intactes et vivantes, sont éventuellement excrétées par le prédateur (PAPERNA, 1982).

◆ **Signe apparent**

Apparition des kystes blanchâtres de tailles variables sur la peau, sous et sur les écailles, dans le derme et l'hypoderme, dans les muscles et sur les branchies, dans le périoste et les cartilages et dans toutes les viscères. Les ovaires infectés deviennent enflés. Les kystes myxosporidiens éclatés exsudent un liquide laiteux épais. C'est par l'examen microscopique de ce liquide que les kystes sont diagnostiqués (PAPERNA, 1982 ; FOIN, 2005).

◆ Pathologie

Les kystes des myxosoridies dans les tissus ne provoquent aucune réaction inflammatoire, alors que dans le derme ou dans la paroi intestinale, peuvent provoquer une prolifération métaplasique du tissu infecté, avec infiltration par le réseau des capillaires. Les gros kystes ou les agrégats des petits kystes peuvent causer de dommages mécaniques. S'ils sont localisés dans la bouche, ils peuvent troubler l'alimentation chez les cichlidés et une infection sévère des branchies peut gêner l'activité respiratoire (PAPERNA, 1982 ; FOIN, 2005). Les plaies ouvertes après rupture des kystes cutanés et branchiaux peuvent être infectées par des bactéries ou des champignons. L'infection du système général peut s'exprimer par une déformation du squelette et des extrémités du corps ainsi qu'un dysfonctionnement des mélanophores de la moitié postérieure du corps ce qui entraîne son noircissement (PAPERNA, 1982).

◆ Spécificité parasitaire des Sporozoaires recensés

Parasites non spécifiques, peuvent toucher plusieurs familles de poisson. Même pour le site de prédation, ils présentent de faibles préférences (PAPERNA, 1982).

❖ Les Plathelminthes

❖ Genre *Dactylogyrus* sp.

◆ Morphologie

Les Dactylogyridés sont des trématodes hermaphrodites de 0,3 à 1,5 mm de longueur. Ces vers se fixent aux branchies par un appareil constitué de gros et petit crochets scléreux dans la partie postérieure qui est l'organe de fixation appelé « Opisthaptor ». Ces structures sont utilisées comme critères taxonomiques chez les Dactylogyridés (Fig. 22). L'Opisthaptor est un disque muni de 14 crochets marginaux et d'une paire de crochets médians appelés aussi « ancras » et qui constituent un critère d'identification spécifique. L'extrémité antérieure fonctionne comme organe additionnel de fixation et contient des glandes et des organes sensoriels. On note la présence de 4 yeux noirâtres. Les Dactylogyridés se distinguent par les cordons vitellins granulaires et denses (glandes vitellines) occupant le corps entier du ver entre le pharynx et l'opisthaptor (PAPERNA, 1982 ; SILAN, 1999 ; HASSANI, 2010)

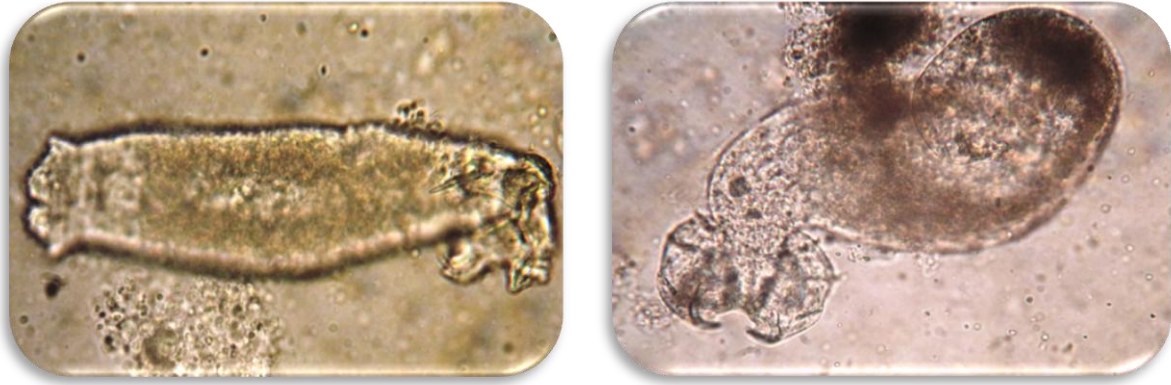


Figure 22 : Photos représentant le genre *Dactylogyrus* sp. (Photo personnelle, 2013 (Gr x40)).

◆ Cycle de vie

Le cycle biologique du genre *Dactylogyrus* est direct. Les vers adultes libèrent les œufs non embryonnés sur les branchies de l'hôte. Le nombre des œufs produits par jour varie entre 5 à 25 voire même 60 par jour. La production d'œufs varie avec l'âge des vers. Elle est accélérée en réponse de l'adversité de l'environnement. Chez de nombreux Monogènes la coquille de l'œuf est armée d'un filament polaire qui permet la fixation de l'œuf sur les branchies ou le substrat. Les œufs sont entraînés dans l'eau et tombent au fond sur le substrat.

Après l'éclosion, il y a libération de larves mobiles qui sont munies de 3 touffes de cils qui leur permettent de nager à la recherche d'un hôte. Ces larves sont munies de deux paires d'yeux pigmentés et un disque de fixation muni de 14 crochets marginaux et 2 ancres. Le développement des larves s'effectue en 2 à 3 jours à une température de 28° à 29°C et en 100 jours à une température de 4° C (PAPERNA, 1982).

La larve libre peut survivre dans l'eau de 12 à 48 heures à une température de 20° à 28°C. Elle atteint sa maturité en se fixant sur les branchies, la surface du corps ou la cavité buccale des poissons. La durée de vie d'un adulte varie entre 5 et 40 jours selon la température de l'eau et les conditions de l'environnement aquatique (PAPERNA, 1982).

◆ Signes apparent

Les branchies infectées peuvent apparaître parfois pales ou recouvertes de lambeaux de tissu blanchâtre. On peut, quelque- fois, remarquer sur les branchies des vers longiforme (PAPERNA, 1982, AMBRE 2009).

◆ Pathologie

Comme les Monogènes sont hautement spécifique dans le choix de leurs hôtes, ce qui indique que les membres de ce groupe de parasites atteignent un niveau avancé d'adaptation

évolutive pour co-existé avec leur hôte. Pour cette raison, on ne peut ordinairement remarquer de changement histopathologiques lors des examens des branchies infectées, même lors de fortes infections (PAPRENA, 1982).

❖ **Genre *Onchobdella* sp.**

Parasite des Cichlidés, il ne diffère du *Dactylogyrus* sp. Que par la composition de l'appareil de fixation. L'opisthaptor, dans ce genre est armé de deux paires de crochets avec un nombre variable de barres (PAPERNA, 1982) (Fig. 23).



Figure 23 : Photo représentant le genre *Onchobdella* sp. (Photo personnelle, 2013(Gr x40)).

❖ **Genre *Gyrodactylus* sp.**

◆ **Morphologie**

Infectent la peau ou les branchies du poisson ou les deux. Vers qui font 0,3 à 1,2 mm de longueur, sans yeux et transparents. Un utérus situé dans la partie médiane, il contient de un à trois embryons armés de crochets et de griffes. L'organe postérieur de fixation, l'opisthaptor, contient une paire de crochets interconnectés par des barres scléreuses, par des griffes marginales. L'extrémité antérieure, le prohaptor, est bilobée, les lobes contenant des structures glandulaires (organes céphaliques) et, derrière ces derniers, un grand pharynx médian. Le genre *Gyrodactylus* diffère des autres par la structure de l'opisthaptor, ou chez ce dernier, des griffes sont régulièrement réparties le long des bords et il n'y a pas de structures scléreuses en plus des crochets et des barres (PAPERNA, 1982) (Fig. 24).

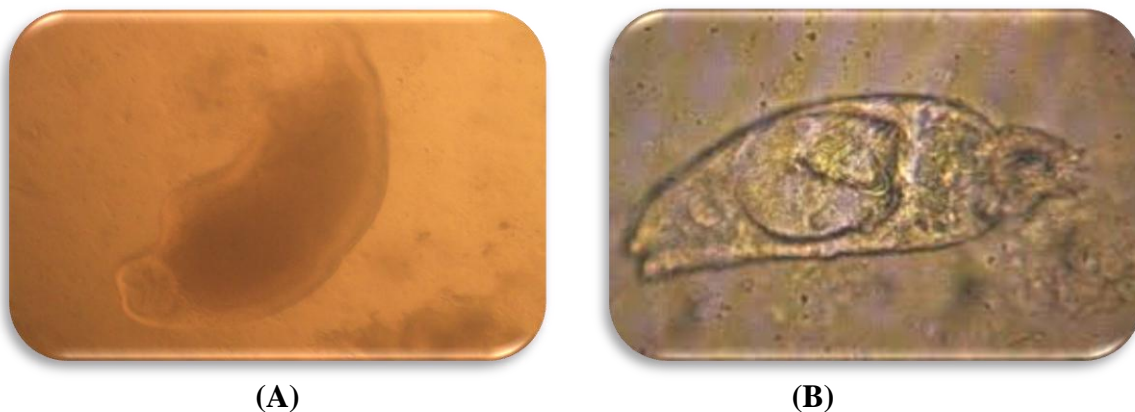


Figure 24 : Photos représentant le genre *Gyrodactylus sp.* (A : Photo personnelle, 2013 (Gr x40) ; B : Site web 10).

◆ Cycle de vie

Les Gyrodactylidés sont vivipares, ils ne possèdent pas contrairement aux autres, de glandes vitellogènes et l'utérus assure la nutrition de l'embryon. Un ovocyte fécondé donne quatre embryons, chacun se développant autour d'un autre. On les trouve alors chez le parent, emboîtés les uns dans les autres. Ainsi, lorsque le premier embryon atteint sa maturité sexuelle, il libère le deuxième qui contient encore deux autres embryons de sa génération, cela se répète jusqu'à la naissance du quatrième embryon. Ce mode de reproduction permet de porter à terme des embryons au cours du développement post larvaire, et donne en un temps déterminé une descendance plus nombreuse que dans les espèces ovipares. En l'absence d'un stade libre nagent, l'infestation entre poissons n'est possible que par contact direct des hôtes. La durée de vie des Gyrodactylidés est apparemment courte et diffère d'une espèce à l'autre (FOIN, 2005).

◆ Signes apparents

La peau des poissons infestés peut être couverte d'un duvet épais grisâtre ou encore être irritée et sanguinolente, la cornée peut devenir opaque. Le poisson peut produire un mucus abondant, devenir irritable et sans repos et s'écorcher contre les substrats. Pas de signes visibles d'infection branchiale (PAPERNA, 1982).

◆ Pathologie

Dégradation de la peau, danger de perforation, ce qui provoque des infections bactériennes secondaires, assombrissement des couleurs, amaigrissement, sévère irritation de la peau car les poissons se frottent sur le fond, abondante production de mucus, pincement des

nageoires, perte d'écaillés et ulcérations secondaires, voire mortalité en cas d'infestation sévère (WETZEL, 2013).

❖ **Genre *Digenea ind.***

◆ **Morphologie**

Ce sont des vers plats non segmentés, de forme ovale et d'une taille variant de 2 millimètre à plus de 5 centimètres de longueur. Pourvus de deux ventouses, une antérieure ou buccale, s'ouvrant dans un pharynx et l'autre ventrale ou postérieure (GIRARD, 2008). Concernant les adultes, sont presque tous hermaphrodites, la plupart sont des endoparasites d'organes variés des vertébrés (PAPERNA, 1982 ; HASSANI SMAIL, 2010).

Cependant, les Digènes ne suivent pas tous cette organisation. On constate une grande variété au niveau de la taille, la forme, ainsi que la présence ou l'absence de nombreux organes, ainsi que le nombre et la position des ventouses, faisant de ces derniers des outils d'identification importants. (FILIPPI, 2013) (Fig. 25).

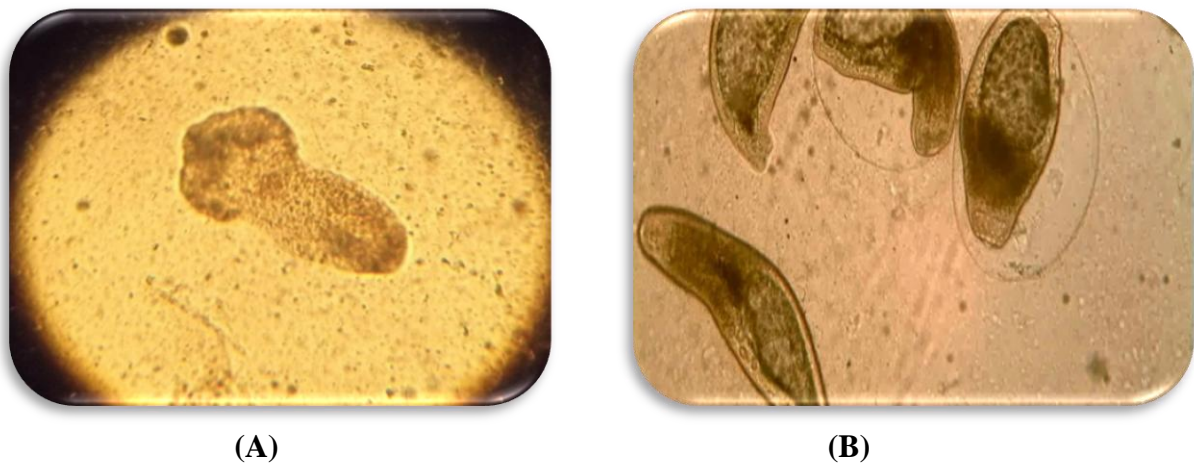


Figure 25 : Photos représentant le genre *Digenea ind.* (A : Photo personnelle, 2013 (Gr x40) ; B : Site web 11).

◆ **Cycle de vie**

Le cycle de vie des Digènes passe par au moins deux hôtes distincts ; un hôte intermédiaire et un hôte définitif. Généralement, le cycle de vie d'un Digène passe par une miracidie ciliée, larve aquatique libre qui, après éclosion, pénètre dans le premier hôte intermédiaire, en général un mollusque. À ce stade, la larve perd son épithélium cilié et se métamorphose en sporocyste, une sorte de sac à l'intérieur duquel des embryons se développent de façon asexuée pour devenir des rédies (ROSE, 1933).

Les larves rédies présentent une différenciation plus marquée que le stade sporocyste, avec à la fois un pharynx et une ébauche digestive. Au sein de la rédie, des embryons additionnels se développent, appelés cercaires. Le stade cercaire émerge de l'hôte intermédiaire, et présente souvent une queue pour faciliter la nage. Bien que les cercaires soient considérés comme des juvéniles, plusieurs espèces requièrent encore un stade métacercaire avant de pouvoir infester l'hôte définitif, le stade métacercaire étant généralement enkysté. L'hôte définitif est infesté quand il ingère un hôte intermédiaire présentant des métacercaires (ROSE, 1933; ALEXANDRE, 2005 ; FILIPPI, 2013).

◆ **Signes apparents**

Gros kystes (2 à 4 mm de diamètre) sous les écailles, sur la peau ou dans les téguments et tissus musculaires et viscéraux (PAPERNA, 1982).

◆ **Pathologie**

Les Digènes causent la maladie des points noirs qui n'est pas dangereuse ni pour les poissons ni pour l'homme. Cette pathologie est favorisée par les températures estivales élevées. En revanche, l'infection régresse lorsque la température diminue.

Malgré la grande taille des kystes métacercariaux (3 à 7 mm), ils n'ont jamais semblé causée d'effet morbide sur la croissance complète ou même juvénile du poisson. Seuls les parasites très volumineux ou en grand nombre affaiblissent les poissons (ALEXANDRE, 2005 ; PAPERNA, 1982).

◆ **Spécificité parasitaires des Plathelminthes**

Les Monogènes sont des parasites des branchies et de la peau qui possèdent une spécificité d'hôte étroite, réduite à une espèce ou à une famille mais cette spécificité se perd souvent en aquaculture (FOIN, 1996.). Ils se transmettent par contact direct seulement aux poissons de la même espèce en raison de leur grande spécificité (PAPERNA, 1982).

De même, les Digènes sont des parasites restreints à certaines espèces hôtes seulement, même si le degré de restriction de l'hôte varie grandement. Le site d'infestation du parasite dans l'hôte est également important. En effet, les parasites n'envahissent pas tous les organes de l'hôte. Ils préfèrent généralement certains micro habitats dans l'hôte (PAPERNA, 1982).

❖ Les Némathelminthes

❖ Genre *Acanthocephala ind.*

◆ Morphologie

Les Acanthocéphales tirent leur nom du grec *Acantho* = épine et *cephala* = tête. Ce sont des vers helminthes triploblastiques acéelomates (ou pseudo-coelomates) dépourvus de bouche, d'intestin et de système circulatoire. Les sexes sont séparés et généralement dimorphiques (Fig. 26). Constitués exclusivement de formes parasites internes. (FOIN, 2005 ; HASSANI, 2012 ; MURIEL, 2007)

Les Acanthocéphales au stade adulte sont des vers plus ou moins aplatis, d'une couleur blanchâtre, crème ou orangée et d'une longueur allant généralement de 1 à 30 mm, atteignent parfois des densités de plusieurs dizaines d'individus par centimètre linéaire d'intestin. Leur corps peut être divisé en trois parties : une partie antérieure rétractile, appelée rostre ou proboscis, armée de crochets et servant d'organe de fixation, suivie immédiatement d'un cou lisse reliant ce proboscis à la partie postérieure, le tronc, constituant la majorité du corps. (NKADOLSKI, 2007 ; FILIPPI, 2013).



(B) Mâle



(A) Femelle

Figure 26 : Photos représentant le genre *Acanthocephala ind.* (A) femelle et (B) mâles. (Photo personnelles, 2013 (Gr x40)).

◆ cycle de vie

A l'instar de nombreuses espèces de parasites, le cycle de vie des acanthocéphales est dit complexe ou hétéroxène car pour se reproduire ils doivent obligatoirement passer par un hôte intermédiaire, puis parfois par un hôte d'attente dit paraténique, avant d'atteindre leur

hôte définitif. Les œufs contenant déjà une larve développée (acanthor) sont pondus par les femelles dans l'intestin de leur hôte et sont rejetés par les excréments. Après ingestion ils éclosent dans l'intestin de l'hôte intermédiaire, généralement des insectes aquatiques, des amphipodes ou des isopodes et la larve munie de crochets gagne le cœlome. Celle-ci évolue en acanthes s'enkystant dans du tissu conjonctif de l'hôte, puis en cystacanthus (forme juvénile du parasite). Si un poisson consomme l'hôte intermédiaire contenant des acanthes, celui-ci deviendra un hôte d'attente dans le cœlome duquel les larves se développeront en cystacanthus. Le parasite achève son cycle lorsque les cystacanthus sont ingérées avec leur hôte par l'hôte définitif qui est un vertébré (FOIN, 2005 ; KALDONSKI, 2007).

◆ **Signe apparent**

Aucun, on trouve les parasites dans le système alimentaire, attaché à la muqueuse intestinale (PAPERNA, 1982).

◆ **Spécificité**

Les Acanthocéphales sont des parasites qui vivent dans l'intestin de nombreuses espèces de poissons du monde entier, la majorité des espèces rencontrés en Afrique ou ailleurs représentent une faible spécificité vis-à-vis a leurs hôtes (PAPERNA, 1982).

◆ **Pathologies**

En général, les Acanthocéphales ne sont pas très pathogènes. L'insertion du proboscis épineux dans la paroi intestinale de l'hôte lèse la muqueuse . Même si un dommage local sévère est évident : nécrose, ulcération, formation de granule, il n'y a pas d'effet démontré sur le taux de croissance ou de survie de poisson. Ces parasites n'infestent pas les humains ni les chiens et n'influent pas sur la valeur ou la comestibilité des poissons (STEWART et *al.*, 1999).

❖ **Genre *Philometra* sp.**

◆ **Morphologie**

Vers cylindriques aux extrémités filiformes ou fusiformes, généralement de petites tailles (inférieures à 4 cm) et pourvus d'une solide cuticule (Fig. 27). Pseudocoelomates à symétrie bilatérale. Tube digestif complet et sexes séparés. Ceux qui nous intéressent sont des endoparasites, imaginaux ou larvaires, très répandus mais rarement pathogènes chez les poissons, leur cycle passe par plusieurs stades larvaires et peut être direct ou comporter un ou deux hôtes intermédiaires (FOIN, 2005).



Figure 27 : Photo représentant le genre *Philometra* sp. (Site web 12).

◆ Cycle de vie

Le biocycle de la majorité des nématodes parasites des poissons comprend un hôte invertébré, crustacé ou insecte aquatique.

Ce sont des vivipares, leurs larves sont absorbées par des Copépodes, chez lesquels elles se transforment en larves infestantes. Quand les poissons ingèrent les Copépodes, les parasites traversent la paroi de leur intestin et migrent dans le cœlome, les viscères, la vessie natatoire, les vaisseaux ou vers la face interne des opercules, où ils deviennent adulte et s'accouplent. Les femelles fécondées migrent sous les écailles dans la poche desquelles elles se fixent, tandis que les mâles meurent. Les femelles quittent les poissons, puis éclatent dès que les larves ont terminé leur développement embryonnaire. Chez plusieurs philométridés étudiés en Amérique, il a été montré que la maturation des nématodes était synchronisée avec celle de l'hôte et vraisemblablement influencée par les hormones de l'hôte (FOIN, 2005).

◆ Signes apparents

Capsules de tailles variables dans les tissus, nécrose dans le derme, l'hypoderme et les viscères, gonades déformé et atrophiées. Des vers ronds, rouges ou blancs sont trouvés dans les capsules et dans les lésions. On trouve également des vers libres dans les cavités abdominales et péricardiales (PAPERNA, 1982).

◆ Pathologie

Les vers philométridés, dans le tissu ou dans les cavités du ceps, peuvent provoquer une réaction inflammatoire et une fibrose, spécialement quand ils sont inactifs après la fin de la ponte ou après la mort. Une réaction tissulaire et une éventuelle encapsulation apparaissent

aussi autour des vers femelles immatures mourant lors de la migration dans les tissus. (PAPERNA, 1982).

◆ **Spécificité**

Parmi les nématodes, plusieurs n'ont aucune prédilection particulière pour des espèces hôtes. Le genre *philometra sp.* est parmi les nématodes qui montrent un haut degré de spécificité à l'hôte, avec une préférence de se fixer aux membres d'une même famille de poisson ou de familles très voisine (PAPERNA, 1982).

❖ **Les Arthropodes**

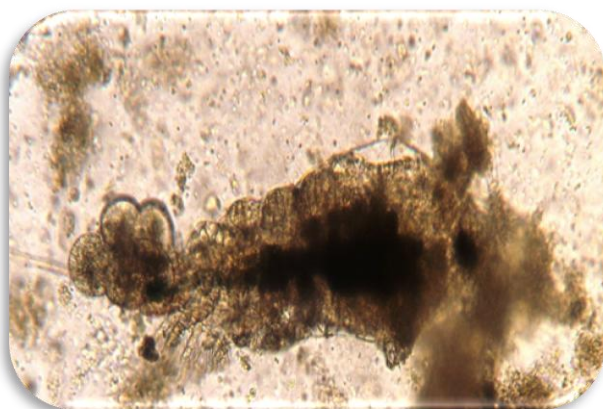
❖ **Genre *Copepoda ind.***

◆ **Morphologie**

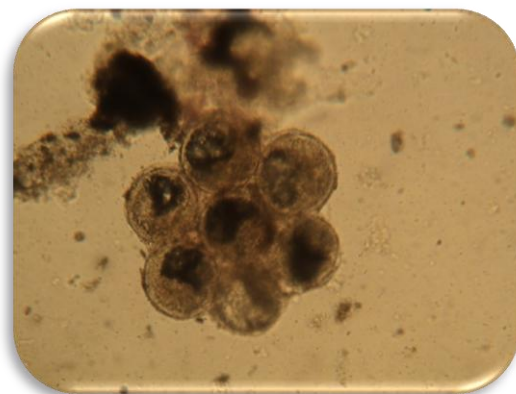
Les Copépodes sont des crustacés de forme allongée, visible à l'œil nu. Leur nom provient du Grec : *Kope* qui veut dire aviron et *podos* : pied/patte (CAVANIHAC, 2005).

Très généralement, on peut distinguer dans un Copépode : La tête ou *céphalosome*, Le thorax ou *métasome* et L'abdomen ou *urosome* composé aussi de cinq anneaux (ROSE, 1933) (Fig. 28). Ils peuvent être très modifiés par le parasitisme, qui conduit à la régression des appendices locomoteurs, des organes des sens et de la segmentation, ainsi qu'au développement des dispositifs de fixation sur l'hôte et de l'appareil reproducteur. Seules les femelles sont fixées et portent de vastes sacs ovigères puisque le mâle meurt peu de temps après l'accouplement (UHLAND, 2000, FILIPPI 2013).

L'identification est particulièrement délicate, car basée sur des différences de formes d'appendices, (pattes, furca, etc) qui demandent une dissection de l'animal.



(A) Copépode



(B) Sac ovigère

Figure 28 : Photos représentant le genre *Copepoda ind.* (A) et un sac ovigère (B) (Photo personnelle, 2013 (Gr x40)).

◆ Cycle biologique

Généralement, le cycle de vie des copépodes parasites se déroule de façon indirecte. Une larve nauplius éclos d'un œuf, présente généralement trois paires d'appendices, et se transforme au fil de plusieurs mues avec l'ajout de somites et d'appendices. Les derniers stades de développement sont appelés metanauplii. La métamorphose des nauplii peut être graduelle, étalée sur plusieurs stades, ou très marquée entre un stade et l'autre. Au fil de ces multiples stades, la larve nauplius se transforme en adulte. Dans un cycle direct, un juvénile éclos de l'œuf et non une larve nauplius. Les juvéniles se distinguent des larves par le fait qu'ils présentent une segmentation complète et des appendices. Cependant, les juvéniles sont sexuellement immatures et doivent se transformer en adultes avant de devenir reproducteurs (FILIPPI, 2013).

La température de l'eau influe sur le cycle biologique des Crustacés parasites des poissons. De manière générale, au-dessous de 15 °C, le cycle ne peut pas s'effectuer complètement, ils sont observés donc surtout pendant les saisons chaudes (PAPERNA, 1982).

◆ Signes apparents

Petite crustacés fermement fixés aux branchies, d'une taille généralement inférieure à 2 mm, blancs à brun sombres. Certains portent deux sacs ovigères longs, blanc et distincts. Les filaments brachiaux êtres recouverts par des masses blanches de tissu hypertrophié (PAPERNA, 1982).

◆ Pathologie

Les Copépodes endommagent les écailles, l'épiderme, les branchies et parfois la ligne latérale en s'y attachant. Les lésions primaires ainsi créées sont parfois infectées par des bactéries. La présence d'un petit nombre de copépodes est généralement sans conséquence, à moins qu'un organe vital ne soit atteint ou qu'une infection secondaire ne se développe. Une infection importante peut entraîner des retards de croissance et des pertes de poids. Cela dépendra de la taille du poisson, les plus gros pouvant supporter une charge parasitaires plus importante sans signe clinique apparent (UHLAND, 2000).

4. Structure et organisation globale du peuplement de parasites recensées

❖ Fréquence d'abondance, de constance et similitude des peuplements parasites recensés en fonction de l'espèce hôte.

Afin de déterminer l'abondance numérique des différents parasites recensés, nous avons opté pour le calcul de la fréquence en nombre en fonction de l'espèce hôte. La fréquence d'occurrence est également calculée pour déterminer les parasites caractéristiques des différents poissons (Tab.16)

Les résultats obtenus indiquent que les Acanthocéphales et les Copépodes sont les parasites les plus abondants chez le *T. zillii*, avec des fréquences respectives de 34,9 et 22,8%. Tandis que les *Trichodina sp.* et les *Ichthyophthirius sp.*, représentent les fréquences les plus basses comprises entre 0,7% et 2,7% (Tab. 16).

Chez l'*H. bimaculatus*, les Acanthocéphales dominent largement les autres parasites. Ils représentent 742 individus, soit plus 87% de l'ensemble des parasites dénombrés, suivis par les *Trichodines* et les Digènes, avec 3,76 et 3,65% respectivement. Les 41 individus restant sont repartis sur 6 types de parasites avec des fréquences en nombre inférieures à 5,5%.

Les parasites dénombrés chez l'*A. fasciatus*, sont dominés par les Digènes avec 49 individus soit 30,43%, contre 45 individus (27,95%) pour les Copépodes et 40 individus pour les *Dactylogerus sp.* (25,4%).

Chez les *T. zillii*, trois types de parasites sont constants (constance $\geq 50\%$), à savoir, les Copépodes, les *Dactylogyrus* et les Acanthocéphales. Par contre, les *I. multifiliis*, rencontrés trois fois dans l'ensemble de pièces examinées de *T. zillii*, sont considérés comme des parasites sporadiques (constance $< 10\%$).

Chez l'*H. bimaculatus*, seuls les Acanthocéphales sont constants. Ils sont rencontrés dans plus de 50% des pièces examinées. Les autres parasites sont considérés comme accidentels ou sporadiques.

Par ailleurs, plus de 70% des types de parasites rencontrés chez l'*A. fasciatus* sont sporadiques (constance $< 10\%$), tandis que les Copépodes et les *Dactylogyrus* sont considérés respectivement comme accidentels et accessoires.

La mise en évidence de l'indice de similitude de Sorensen est effectuée à partir de la présence ou l'absence des différents parasites recensés chez les 3 espèces de poissons (Tab. 17). Les résultats obtenus montrent que la similitude entre les trois hôtes est toujours supérieure à 70%

Tableau 16: Fréquences centésimales (**Fr%**), constance (**C%**) et échelle de constance (**EC**) en fonction de l'espèce hôte (**Nbr** : nombre total de parasite; **C** : constante ; **A** : accessoire ; **Ac** : accidentelle ; **S** : sporadique ; **ind.** : Taxon indéterminé)

Hôte	Genre	Nbr	Fr%	C%	EC
<i>Tilapia zillii</i>	<i>Chilodonella sp.</i>	40	8,9	31,9	A
	<i>Trichodina sp.</i>	12	2,7	14,9	Ac
	<i>Copepoda ind.</i>	102	22,8	55,3	C
	<i>Digenea ind.</i>	41	9,2	34,0	A
	<i>Dactylogyrus sp.</i>	56	12,5	55,3	C
	<i>Gyrodactylus sp.</i>	37	8,3	29,8	A
	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	3	0,7	6,4	S
	<i>Acanthocephala ind.</i>	156	34,9	55,3	C
Total	8	447	100	100	
<i>Hemichromis bimaculatus</i>	<i>Copepoda ind.</i>	5	0,59	4,40	S
	<i>Chilodonella sp.</i>	15	1,76	13,19	Ac
	<i>Digenea ind.</i>	31	3,65	17,58	Ac
	<i>Dactylogyrus sp.</i>	19	2,24	13,19	Ac
	<i>Ichthyophthirius multifiliis.</i>	1	0,12	2,20	S
	<i>Trichodina sp.</i>	32	3,76	10,99	Ac
	<i>Myxobolus sp.</i>	2	0,24	4,40	S
	<i>Philometra sp.</i>	3	0,35	4,40	S
	<i>Acanthocephala ind.</i>	742	90	78,02	C
Total	9	850	100	100	
<i>Aphanius fasciatus</i>	<i>Chilodonella sp.</i>	10	6,3	6,3	S
	<i>Trichodina sp.</i>	3	1,86	2,1	S
	<i>Myxobolus sp.</i>	6	3,73	4,2	S
	<i>Copepoda ind.</i>	45	27,95	17,9	Ac
	<i>Digenea ind.</i>	49	30,43	9,5	S
	<i>Onchobdella sp.</i>	8	5,00	2,1	S
	<i>Dactylogyrus sp.</i>	40	25,4	25,3	A
total	7	161	100	100	

Tableau 17: Indice de similitude de Sorensen (Q_s), calculés suivants les espèces hôtes, prises deux à deux dans le Sahara septentrional

Hôte	<i>T. zillii</i>	<i>H. bimaculatus</i>	<i>A. fasciatus</i>
<i>T. zillii</i>	100	77,78	70,59
<i>H. bimaculatus</i>	77,78	100	70,59
<i>A. fasciatus</i>	70,59	70,59	100

➤ Discussion

Les effectifs totaux des parasites dénombrés chez *T. zillii* et *H. bimaculatus* sont plus importants que celui recensés chez la population de l'*A. fasciatus*, malgré que le nombre de pièces examinés de cette dernière (95) est supérieur à celui des deux premières, où il est de 91 et 47 pièces respectivement pour l'*H. bimaculatus* et *T. zillii*. D'une manière générale, le nombre de parasite croît avec la taille du poisson (KASSI et al., 2009).

Par ailleurs, la dominance des Digènes peut être justifié chez l'*A. fasciatus* par le nombre des femelles qui est supérieure par rapport à celui des mâles. Selon GHOLAMI et al. (2011), les femelles de l'*Aphanius sophiae*, sont plus infectées par *Tetracotyle sp.* (Trématode), par rapport aux mâles, suite à la présence des ces parasites dans les lieux de ponte.

L'omniprésence de certains taxon de parasites chez *H. bimaculatus* et *T. zillii*, est probablement due à la réunion des conditions nécessaires et favorables pour qu'un parasite puisse boucler son cycle et prospère (BAHRI- SFAR et al., 2010). Parmi ces facteurs, ce sont ceux liés à l'hôte, notamment son comportement social, les traits de vie, la taille, l'habitat et le comportement alimentaire ; qui auraient une influence directe ou indirecte sur la présence des parasites (MORAND et al., 1999 ; BOUALLAG et al., 2012).

Les valeurs de l'indice de similitudes sont très élevées (> 50%). Ceci revient à dire qu'il y a une grande similitude dans la composition des peuplements de parasites vivant sur les trois espèces hôtes étudiées. En effet, six types de parasites sont signalés à la fois dans les trois hôtes étudiées. Ceci pourrait être expliqué par la présence de certains parasites tel les : copépodes, qui présentent un large spectre d'hôtes et une vaste distribution géographique (LOUATI et al., 2012 ; SOUIDENNE et al., 2012). Selon EUZET et COMBES (1980), on peut distinguer trois types de spécificité, à savoir, une spécificité oïoxène (stricte), sténoxène (étroite) et euryxène (large).

❖ Diversité des peuplements et équirépartition des populations de parasites en fonction de l'espèce hôte

Les paramètres de diversité et l'équirépartition varie d'une espèce hôte à une autre. En effet, la richesse totale et moyenne de la parasitofaune sont la plus élevées chez l'*H. bimaculatus* par rapport aux deux autres hôtes. Contrairement, l'équitabilité et l'indice de Shannon, sont plus élevés chez *T. zillii* et *A. fasciatus*, mais faibles chez *H. bimaculatus* (Tab. 18).

Tableau18 : Richesse spécifique totale (S), richesse moyenne (Sm), indice de diversité de Shannon (H') et équirépartition (E) des peuplements des parasites des poissons recensés dans le Sahara septentrional.

Hôtes	Paramètres de diversité				
	S	Sm	H'	$H' max$	E
<i>Tilapia zillii</i>	8	3	2,51	3,00	0,84
<i>Hemichromis bimaculatus</i>	9	3	0,85	3,17	0,27
<i>Aphanius fasciatus</i>	7	2,33	2,29	2,80	0,82
Total	11	3,67	1,97	3,46	0,57

➤ Discussion

Selon BOUALLAG et al. (2010), la biodiversité des parasites dépend des variables écologiques et biologiques de l'hôte. Les espèces omnivores, migratrices, grégaires et benthiques sont parasitées par un grand nombre de taxons. De même la présence de certains taxons comme les Acanthocéphales dans les deux poissons cichlidés et leurs absences chez l'*A. fasciatus* peut être liée à la taille du poisson hôte. La distribution de l'abondance des populations des parasites recensés est relativement régulière chez *T. zillii* et *A. fasciatus*. Chez l'*H. bimaculatus*, les faibles valeurs des indices de diversité sont dus uniquement au fait que les Acanthocéphales dénombrés chez cette espèce représentent plus de 87% de l'effectif total des parasites recensés. DUSEK et al. (1998) rapportent que dans un site pollué, l'ensemble des parasites spécialistes montrent une réduction de la richesse spécifique et une distribution inégale de l'abondance, le schéma inverse étant observé chez les espèces généralistes.

❖ Fréquence d'abondance, de constance et similitude des peuplements de parasites recensés en fonction du temps

Pour toute la période d'étude (septembre 2012 - juillet 2013) un total de six genres sont constants (soit 54,5 %), quatre genres sont accessoires (36,3 %) et un genre sporadique (9,09 %). De même, les cinq genres qui sont les plus constants pendant les onze mois d'étude ont enregistré une fréquence d'occurrence supérieure à 80 %, à savoir : les *Acanthocephala ind.* les *Chilodonella sp.* les *Copepoda ind.* les *Digenea ind.* et les *Dactylogyrus sp.* Ces derniers sont constants aussi bien durant la période chaude que la période froide à l'exception du genre *Dactylogyrus sp.* considérée accessoire durant la période froide.

En effet, durant la période froide, trois genres de parasites sont totalement absents, à savoir, les *Gyrodactylus sp.*, les *I. multifiliis* et les *Onchobdella sp.* Ils ne seront rencontrés

que durant la période chaude. Aussi les *Philometra sp.* sont accessoires durant les deux périodes d'étude, par contre les *Myxobolus sp.* sont constants durant la période froide et accidentels au cours de la période chaude.

En termes d'abondance, les résultats obtenus montrent qu'il y a une évolution progressive du nombre de parasites entre la période froide et la période chaude, où le nombre total des parasites recensés durant la période froide est de 305 parasites (21%), contre 1153 (79%) parasites dénombrés durant la période chaude. Exception faite pour les *Myxobolus sp.*, où le nombre d'individus notés durant la période froide est beaucoup plus important que celui de la période chaude.

Par ailleurs, la fréquence en nombre des différents parasites recensés durant la période froide, chaude, ainsi que pour toute la période d'étude, montre que les Acanthocéphales sont les plus abondants, totalisant à eux seuls 898 individus, soit 61,7% de l'ensemble des parasites dénombrés (Tab. 19).

L'analyse de la de l'indice de Sorensen, révèle une similitude supérieure à 70%, témoignant ainsi une similitude très élevée, entre la composition spécifique des parasites représentant les deux périodes d'études. En effet 8 genres de parasites sont également rencontrés à la fois durant la période froide et la période chaude.

Tableau 19 : Fréquences centésimales (**Fr%**), constances (**C%**) et échelle de constance (**EC**) des différents parasites de poissons recensés en fonction des périodes froides et chaudes dans le Sahara septentrional (**Nbr** : nombre ; **C** : constante ; **A** : accessoire ; **Ac** : accidentelle ; **S** : sporadique ; **ind.** : taxon indéterminé).

Parasites	Période froide				Période chaude				Σ Période			
	N	Fc%	C%	EC	N	Fc%	C%	EC	N	Fc%	C%	EC
<i>Chilodonella sp.</i>	13	4	100	C	52	4,52	75	C	65	4,47	81,8	C
<i>Trichodina sp.</i>	10	3	100	C	37	3,20	38	A	46	3,16	54,5	C
<i>Copepoda ind.</i>	41	13	67	C	111	10,2	100	C	149	10,2	90,9	C
<i>Digenea ind.</i>	14	5	100	C	107	9,30	75	C	121	8,32	81,8	C
<i>Dactylogyrus sp.</i>	14	5	33	A	100	8,70	100	C	115	7,91	81,8	C
<i>Gyrodactylus sp.</i>	-	-	-	-	40	3,48	63	C	37	2,54	45,4	A
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	-	-	-	-	3	0,26	38	A	4	0,28	27,2	A
<i>Acanthocephala ind.</i>	205	67	100	C	693	60,2	100	C	898	61,7	100	C
<i>Myxobolus sp.</i>	7	2	67	C	1	0,09	13	Ac	8	0,55	27,2	A
<i>Philometra sp.</i>	1		33	A	2	0,17	25	A	3	0,21	27,2	A
<i>Onchobdella sp.</i>	-	-	-	-	8	0,70	13	Ac	8	0,55	9,09	S
Total	305	100	-	-	1153	100	-	-	1458	100	-	-

➤ **Discussion**

En termes d'occurrence, les résultats obtenus montrent que quatre genres de parasites sont toujours constants, à savoir, les *Chilodonella sp.*, les *Copepoda ind.*, les *Digenea ind.* et les *Acanthocephala ind.*. Il semble que la présence/absence de ces taxons est peu influencée par la variation temporelle des conditions environnementales. La fréquence d'abondance, augmente d'une façon remarquable durant la période chaude pour la majorité des genres de parasites recensés. En règle générale, la majeure partie des parasitoses ont une incidence plus grande quand la température de l'eau augmente (VAN CAM, 2009). Selon ZHARIKOVA (2000), les Monogènes du genre *Dactylogyrus* expriment leurs adaptations à l'élévation de la température par la baisse de la taille de la structure chitineuse qui compose le disque de fixation. En revanche, les Copépodes du genre *Ergasilus sieboldi* réagissent à l'augmentation de la température par une maturation rapide des œufs. Par contre, l'augmentation de la température peut provoquer la mortalité de certains parasites. BILONG-BILONG et NJINÉ (1998), ont noté chez l'*Hemichromis fasciatus* la mortalité des parasites adultes lorsque les températures de l'eau atteignent 25 à 26 °C.

La valeur importante de la similitude entre les peuplements de parasites au cours des deux périodes froides et chaudes serait due à l'environnement abiotique abritant les trois hôtes (KASSI et *al.*, 2009). L'étude de la qualité physico-chimique de l'eau des trois hydrosystèmes, montre que la variation spatiale entre les différents paramètres étudiés notamment la température sont peu évident.

❖ **Diversité des peuplements et équirépartition des populations de parasite en fonction du temps.**

La richesse totale montre que la période chaude est plus riche que le période froide, où le nombre de genres de parasites recensés est égal au nombre total de genres de parasites déterminés pour toute la période d'étude. A l'opposé, la variation de la richesse moyenne, en fonction des périodes est faible et les valeurs enregistrées sont comprises entre 6 et 6,6 espèces. Quant à l'indice de Shannon, il est élevé durant la période chaude par rapport aux autres périodes.

Par ailleurs l'indice d'équitabilité ne dépasse pas 0,5 durant la période froide, alors qu'il est de 0,58 ; 0,57 respectivement pour la période chaude et pour toute la période d'étude (Tab. 20).

Tableau 20 : Richesse spécifique totale (S), richesse moyenne (Sm), indice de diversité de Shannon (H') et équirépartition (E) des peuplements de parasites recensés en fonction des périodes d'études dans le Sahara septentrional.

Période	Paramètres de diversité				
	S	Sm	H (Bits)	H'	E
Période froide	8	6	1,36	3	0,45
Période chaude	11	6,6	2,01	3,46	0,58
Ensemble de la période d'étude	11	6,45	1,97	3,46	0,57

➤ Discussion

Les résultats obtenus montrent que la température est l'un des facteurs essentiels pouvant être à l'origine des fluctuations périodiques des populations de parasites de poissons (BENMANSOUR et BENHASSINE, 1998). En effet, l'augmentation de la température durant la période chaude favorise l'apparition de certains taxons de parasites. En plus, l'indice de diversité de Shanon est élevé durant la période chaude par rapport à la période froide. Ceci revient à la différence de distribution de l'abondance enregistrée au cours des deux périodes suite à l'augmentation du nombre de parasites durant la période chaude. En termes d'équitabilité, la valeur faible de l'indice d'équirépartition durant la période froide, peut être justifiée par la dominance des Acanthocéphales d'une part et le nombre plus faibles des autres parasites recensés durant la même période, d'autre part.

5. Répartition des parasites recensés par hôte et par type d'organe infesté

La recherche des différentes espèces de parasites a permis d'identifier des types vivants seulement sur les branchies et le tube digestif. Dans le sang, sur la peau et au niveau de la vessie natatoire, nous n'avons pas rencontré de parasites. Les branchies représentent l'organe le plus infesté avec 9 genres de parasites, suivies par le tube digestif avec deux genres. Les espèces hôtes *Hemichromis bimaculatus* et *Tilapia zillii* sont les poissons les plus parasités, alors que l'*Aphanius fasciatus* est le moins parasité (Tab. 21).

Tableau 21 : Répartition des différents types de parasites recensés par espèce hôte et par organe infesté chez les poissons des eaux continentales du Sahara septentrional.

Localisation	Genres de parasites	Hôtes			Organes infestés	
		<i>Hemichromis bimaculatus</i>	<i>Tilapia zillii</i>	<i>Aphanius fasciatus</i>	Branchies	Tube digestif
Ectoparasites	<i>Trichodina sp.</i>	+	+	+	+	
	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	+	+		+	
	<i>Chilodonella sp.</i>	+	+	+	+	
	<i>Myxobolus sp.</i>	+		+	+	
	<i>Gyrodactylus sp.</i>		+		+	
	<i>Dactylogyrus sp.</i>	+	+	+	+	
	<i>Onchobdella ind.</i>			+	+	
	<i>Digenea ind.</i>	+	+	+	+	
	<i>Copepoda ind.</i>	+	+	+	+	
Mésoparasites	<i>Acanthocephala ind.</i>	+	+			+
	<i>Philometra sp.</i>	+				+

❖ Discussion

Pour les trois espèces d'hôtes examinées nous notons la présence de parasites appartenant aux protozoaires (*Trichodina*, *Chilodonella*, *Myxobolus*, *Ichthyophthirius* et *Digenea*), aux Plathelminthes (*Dactylogyrus*, *Gyrodactylus*, et *Onchobdella*), aux Nématelminthes (*Acanthocephala* et *Philometra*) et un seul Arthropode (*Copepoda*). LOUCIF et al. (2009), ont signalé chez l'Anguille du parc national d'El-Kala la présence de *Trichodina*, *Ichthyophthirius* et *Myxobolus*, alors que LABED et al. (2011) ont signalé chez *Tillapa nilotica* de la région d'Ouargla la seule présence des Acanthocéphales et des Monogènes. Les espèces pathogènes identifiées sont classées selon leur localisation en deux catégories, ectoparasites et mésoparasites.

Les branchies sont les organes qui abritent le plus grand nombre de genres de parasites. Ceci est attribué au fait que ces organes sont en grand contact externe à la suite de leurs activités respiratoires (TOMBI et BILONG BILONG, 2004) représentant ainsi pour les ectoparasites un milieu hétérogène (NACK et al., 2010). Cette hétérogénéité impose à ces agents pathogènes un choix judicieux des sites de fixation pour le côté de l'hôte. Par ailleurs, l'infestation du tube digestif est notée beaucoup plus chez les poissons de grande taille (*H. bimaculatus* et *T. zillii*) que ceux de petite taille (*A. fasciatus*). Ce dernier ne présente d'ailleurs aucune forme d'infestation du tube digestif.

Au niveau des téguments de la vessie natatoire et du sang aucun parasite n'a été signalé.

L'absence des parasites du sang (endoparasites) dans la présente étude pourrait s'expliquer d'une part, par

- les facteurs physico- chimiques de l'eau (Température, pH, Salinité) et biologiques (taille et état physiologique du poisson) peuvent avoir une influence sur la présence ou l'absence des parasites. Et d'autre part, par
- L'absence des hôtes intermédiaires des parasites du sang tel que les sangsues (hôte intermédiaire du *Trypanosoma*).

6. Variations des paramètres parasitologiques en fonction des espèces de poissons hôtes

6.1. Analyse globale

Sur les 233 poissons examinés, 166 spécimens étaient infestés (71,24 %). Cette valeur montre que plus de la moitié des poissons examinés étaient touchées par les parasites, mais avec de différents niveaux d'infestations (Tab.22).

Tableau 22 : Variation des paramètres parasitologiques en fonction des poissons hôtes dans le Sahara septentrional (**P** : Prévalence parasitaire, **IM** : Intensité parasitaire moyenne, **AB** : Abondance, **N** : nombre de poissons examinés, **n** : nombre d'hôtes infestés, **P** : nombre de parasites).

Espèces	Paramètres parasitologiques			Effectifs		
	P (%) Nombre d'hôtes parasités/ nombre d'hôtes examinés	IM Nombre de parasites / nombre d'hôtes infestés	AB Nombre de parasites / nombre d'hôtes examinés	N	n	P
<i>Hemichromis bimaculatus</i>	86,81	10,75	9,34	91	79	850
<i>Tilapia zillii</i>	85,1	11,92	9,51	47	40	447
<i>Aphanius fasciatus</i>	46,31	3,65	1,69	95	44	161

Pour la prévalence parasitaire, la valeur la plus élevée est enregistré chez les *H. bimaculatus*, ces derniers abritent 86,81% des parasites, suivis par les *T. zillii* avec une prévalence de 85,1 % et les derniers sont les *A. fasciatus* avec une prévalence parasitaire qui ne dépasse pas les 46 %. L'intensité parasitaire moyenne a presque la même valeur chez l'*H. bimaculatus* et les *T. zillii*, elle dépasse les 11 parasites par hôte infesté alors qu'elle varie

entre 3 et 4 parasites seulement chez les *A. fasciatus*. L'abondance, à son tour présente des valeurs presque similaires chez les *H. bimaculatus* et les tilapias de zill, ils sont de 9,34 et 9,51 parasites par poisson examiné. L'abondance la plus faible est celle enregistrée chez les *A. fasciatus*, est ne dépasse pas les deux parasites par poisson examiné (Tab. 22).

❖ Discussions

La variation des paramètres parasitologiques en fonction des espèces de poissons hôtes montre que les trois espèces de poissons sont infestées mais avec des degrés variables et c'est les *H. bimaculatus* qui représentent la population de poisson la plus vulnérable aux agressions parasitaires, suivie par les Tilapia de zill. Ces résultats ne corroborent pas avec ceux des travaux antérieurs où MORENIKEJI et al. (2009) ont noté sur les Cichlidés des bassins naturels et artificiels du sud-ouest de Nigeria que les *T. zillii* étaient plus parasités que les *H. bimaculatus*. Alors que l'étude réalisée par VASSILIADES (1972) sur les Nématodes parasites des poissons de la région de Sangalkam (Sénégal) démontre que les deux espèces *H. bimaculatus* et *T. zillii* n'étaient pas du tout infestées.

La cohabitation de l'*H. bimaculatus* avec le *T. zillii* qui est très infesté serait peut être à l'origine de l'importante infestation de l'*H. bimaculatus*. Selon LEONG et HOLMES (1981) in BERGERON (1996), l'échange de parasite entre les espèces de poissons est d'une grande importance, car il contribue de façon non négligeable à l'enrichissement de la faune parasitaire de chaque espèce d'hôte, contribuant ainsi à augmenter le degré de similitude des faunes parasitaires des différentes espèces de poissons de la communauté. De même POULIN (1991) à démontré que les poissons qui vivent en groupes contiennent une plus grande diversité de parasites surtout les contagieux, principalement les Monogènes et les Copépodes.

L'espèce qui abrite le nombre le plus faible de parasites est l'*A. fasciatus*.

Cette différence d'infestation entre les trois espèces de poissons, pourrait être la résultante de l'influence des différents facteurs abiotiques tels que la température, la qualité physico-chimique et le taux de salinité de l'eau; et les facteurs biotiques telle que la nutrition. Selon MORENIKEJI (2009), le taux d'infection chez certains poissons pourrait être due à l'alimentation, l'état physiologique et l'éthologie du poisson hôte et/ou du parasite ainsi que la densité élevée du nombre de poissons qui provoque le stress et facilite la transmission parasitaire (BERTRAND, 2013).

DURIEUX (2007), a montré que les conditions hydrographiques de l'eau jouent un rôle majeur dans le développement des différents parasites.

6.2. Variation des paramètres parasitologiques en fonction du genre de parasite par poisson hôte.

Afin de donner un aperçu global sur l'importance du parasitisme chez les trois espèces de poissons étudiées, nous avons calculé les paramètres parasitologiques (prévalence, intensité moyenne et abondance) pour les différents genres de parasites recensés (Fig. 29,30, 31)

➤ *Hemichromis bimaculatus*

Les valeurs de la prévalence parasitaire chez l'*H. bimaculatus* varient d'un genre de parasite à l'autre. Les parasites les plus fréquents sont les Acanthocéphales avec une prévalence qui dépasse les 76 %, suivis par les *Chilodonella sp.* avec une prévalence de 31% puis des Digènes avec un taux d'infestation qui dépasse les 17%. Les prévalences parasitaires les plus faibles sont enregistrées pour les genres *Copepoda ind.*, *Philometra sp.*, *Myxobolus sp.* et *Ichthyophthirius sp.*, avec moins de 4 % pour chacun. Les intensités parasitaire moyennes sont très faibles aussi, l'unique infestation massive de 10 parasites par hôte infesté est enregistrée chez les Acanthocéphales L'abondance varie dans le même sens que l'intensité moyenne.

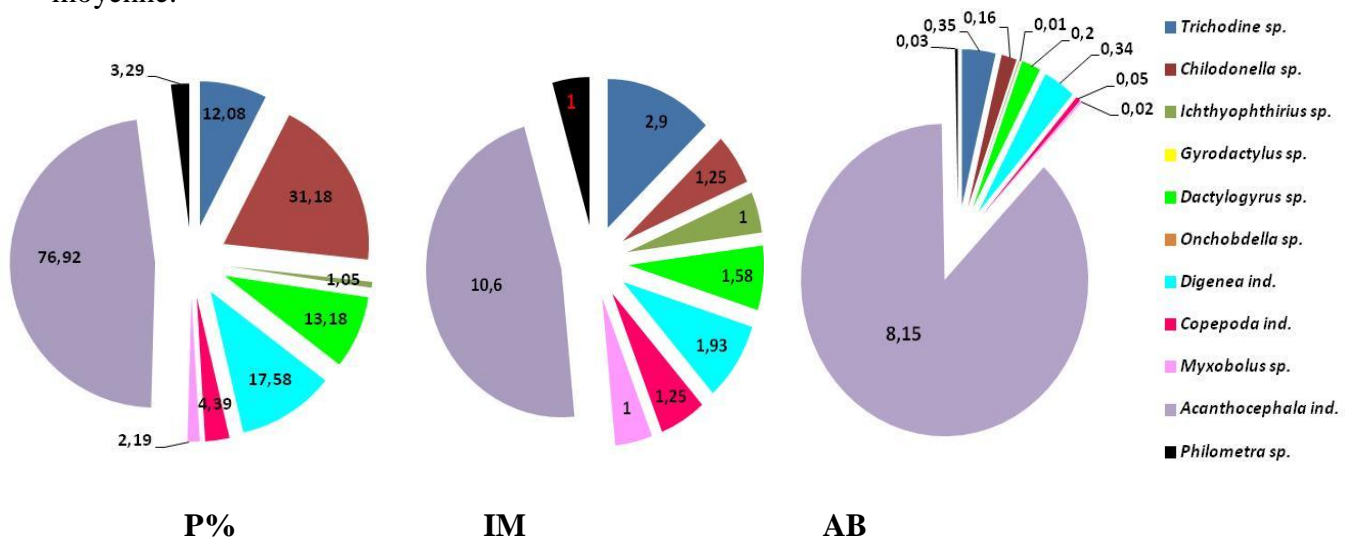


Figure 29 : Paramètres parasitologiques calculés chez les différents genres de parasites recensés chez l'*Hemichromis bimaculatus* (Sahara septentrional).

➤ *Tilapia zillii*

Les prévalences parasitaires observées varient de 27 à 34 % respectivement chez les *Gyrodactylus sp.* et les *Digenea ind.*. La prévalence la plus faible est de 3,15% enregistrée chez l'*Ichthyophthirius multifiliis* alors que la plus élevée, de 55,31 % est notée chez les

Copépodes et les Acanthocéphales. Les valeurs de l'intensité parasitaire moyenne d'infestation sont très faibles et ne dépassent pas les 3% chez presque tous les genres de parasites recensés. L'unique forte valeur de 6 parasites par hôte infesté est enregistrée chez les Acanthocéphales. Pour l'abondance, la seule forte valeur et de 3 parasites par poisson examiné enregistrée aussi chez les Acanthocéphales (Fig. 30).

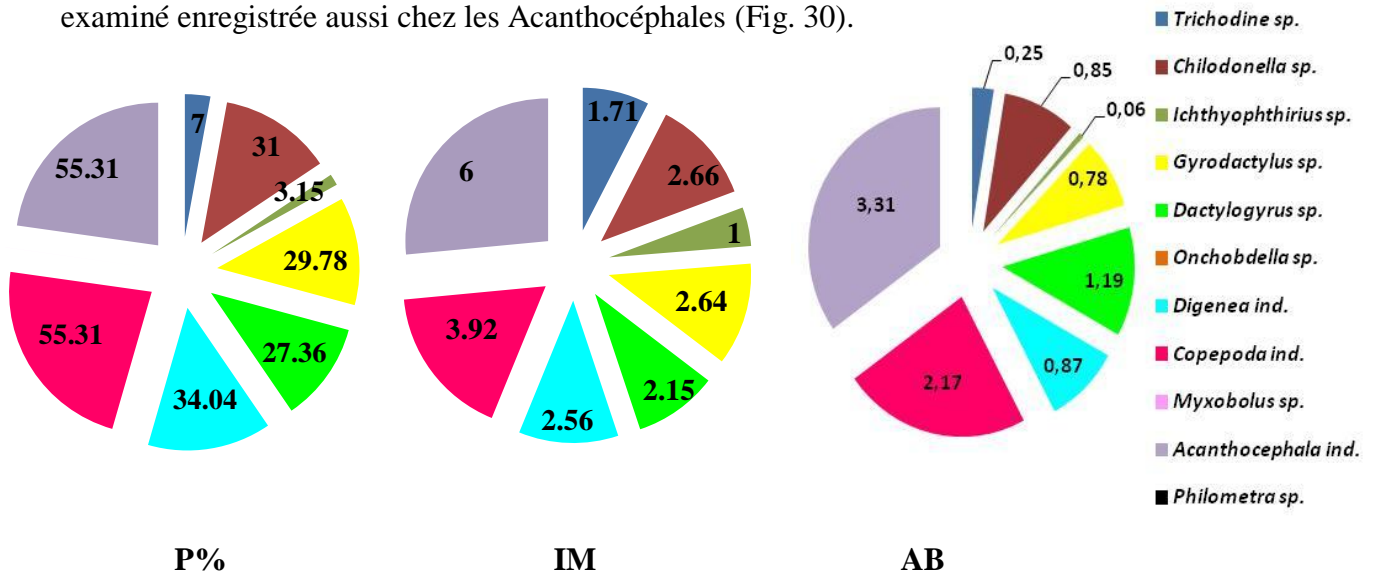


Figure 30 : Paramètres parasitologiques calculés chez les différents genres de parasites recensés chez le *Tilapia zillii* (Sahara septentrional).

➤ *Aphanius fasciatus*

Les prévalences parasitaires observées chez les différents genres de parasites sont très faibles, la valeur maximale ne dépasse pas les 24 %, enregistrée chez les *Myxobolus sp.*, suivie de 17,89% chez les *Onchobdella sp.* alors qu'elle varie entre 2 à 9 % seulement pour les genres de parasites restant (*Digenea ind.*, *Trichodina sp.*, *Dactylogyrus sp.*, *Chilodonella sp.*, et *Copepoda ind.*). Les intensités parasitaires moyennes sont très faibles, elles varient de 1 à 5 parasites par hôte infesté. La valeur la plus élevée est observée chez les Digènes. Les valeurs de l'abondance sont en majorité très faibles (inférieures à 0,5).

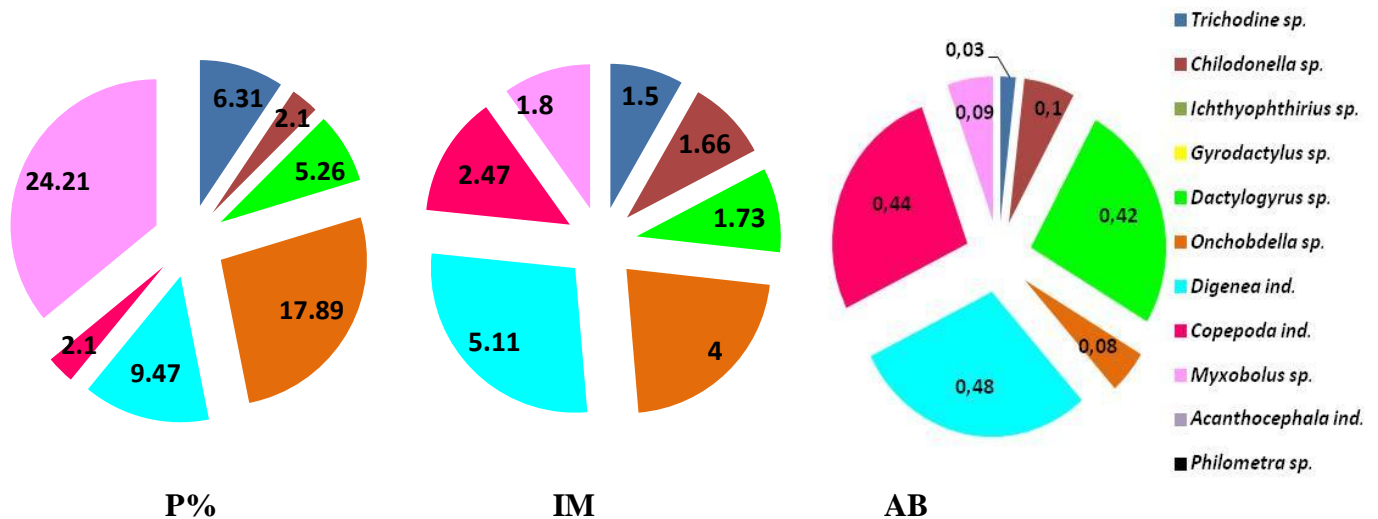


Figure 31 : Paramètres parasitologiques calculés chez les différents genres de parasites recensés chez l'*Aphanius fasciatus* (Sahara septentrional)

❖ Discussion

L'évaluation du taux d'infestation par genre de parasite fait apparaître des intervalles de prévalence variant d'une espèce de poisson à l'autre. Ces résultats révèlent que les individus appartenant aux deux Cichlidés étudiés *H. bimaculatus* et *T. zillii* sont plus parasités que ceux appartenant au Cyprinodontidé *Aphanius fasciatus*.

Les genres de parasites recensés montrent presque les mêmes abondances chez les trois espèces de poissons étudiés et les différences observées peuvent être attribuées à plusieurs facteurs, biologiques, liés directement au poisson, ou environnementaux, liés à l'habitat du poisson. Ces facteurs peuvent avoir une influence sur l'hôte en premier lieu, sur le parasite en second lieu et sur la relation hôte/parasite en dernier lieu. D'après WIENS (1989), les organismes parasites sont aussi sensibles que les organismes hôtes à l'hétérogénéité des conditions environnementales génératrices de variabilité et de diversité. Il est ainsi possible de rencontrer un ensemble d'individus de plusieurs espèces parasites vivant sur le même individu hôte mais avec des intensités variables. Toutefois, la composante des parasites pouvait être différente sur les mêmes hôtes de deux localités voisines.

Ces résultats montrent également que les plus fortes prévalences parasitaires sont enregistrées chez les deux Cichlidés, principalement pour le genre *Acanthocephala ind.* ce dernier présente le taux d'infestation le plus élevé par rapport aux autres genres de parasites. La charge massive de l'*Acanthocephala ind.* est enregistrée chez l'*H. bimaculatus* avec 742 parasites suivie de *T. zillii* avec 156 parasites alors qu'il est complètement absent chez

l'*Aphanius fasciatus*. Ceci serait en relation avec la taille du poisson car l'*H. bimaculatus* et le *T. zillii* se caractérisent par une taille plus grande par rapport à la taille de l'*A. fasciatus* ce qui leur permet d'abriter plus de ce parasite. Selon BERGERON (1996), une bonne partie des endoparasites métazoaires acquis par un poisson lui sont transmis par l'alimentation, la diète de celui-ci peut contribuer de façon significative à la structuration de sa faune parasitaire. Etant donné que les deux Cichlidés étudiés se nourrissent principalement de benthos qui contient l'isopode (Arthropode) agissant à titre d'hôte intermédiaire des Acanthocéphales, ils risquent facilement l'infestation par ce parasite. Cela a également été rapporté par MORENIKEJI et al. (2009) sur des Cichlidés de quelques bassins naturel du Nigéria et par NAGASAWA et al. (1983), sur deux Salmonidés du Lac Yunoko au Japon. BERTRAND (2013), affirme aussi qu'un parasite n'est présent chez un poisson seulement si tous les hôtes impliqués dans son cycle de vie sont présents dans l'habitat du poisson. COMBES (1995), explique aussi que les fortes charges en parasites peuvent indiquer que l'hôte offre un habitat de meilleure qualité, que la rencontre parasite/hôte se fait plus facilement et la compatibilité entre eux est possible.

Le genre de parasite qui se place en seconde position en termes d'incidence parasitaire c'est le genre *Copepoda ind.* avec une prévalence qui dépasse les 55% notée chez les Tilapia de zill. Des résultats similaires ont été signalés par PAPERNA (1982) sur les *Tilapia zillii* du Lac Victoria (Afrique de l'Est). Selon cet auteur, les Copépodes ont une préférence pour les Cichlidés en particulier les Tilapia de zill et il suggère, pour cette raison, que les préférences des Copépodes pour les hôtes sont en relation avec les facteurs de l'environnement et avec la convenance de l'hôte plutôt qu'à une spécificité très développée.

Les *Digenea ind.* et les *Chilodonella sp.* se placent en troisième position avec des charges variables et c'est l'*H. bimaculatus* et le *T. zillii* qui abritent le nombre le plus élevée par rapport à l'*A. fasciatus*.

Les autres genres de parasites sont en générale faiblement représentés chez une espèce de poisson avec des prévalences parasitaires inférieures à 30%, alors qu'ils sont totalement absents chez l'autre. Pour le genre *Trichodina sp.*, PAPERNA (1982) et PANTOJA (2012), ont démontré que ces parasites n'ont aucun hôte spécifique mais ils montrent une préférence nette pour les Cichlidés. De même, pour l'*Ichthyophthirius multifiliis* et les *Myxobolus sp.* qui peuvent toucher plusieurs familles de poisson. La différence de leur distribution entre les poissons peut être attribuée selon COMBES (1995), aux nuances éthologiques et immunitaires des individus.

En revanche, les *Philometra sp.* sont des parasites de grande spécificité à leurs hôtes. Selon BERGERON (1996), le degré de spécificité des parasites envers leurs hôtes peut varier d'une espèce de parasite à l'autre ce qui explique la présence d'un parasite chez une espèce de poisson et non pas chez l'autre. Ceci expliquerait la présence de ce parasite uniquement chez l'*H. bimaculatus* et non pas chez les deux autres espèces. De même pour les Monogènes, qui sont d'après PAPERNA (1982), des parasites spécifiques aux Cichlidés et spécialement le genre *Onchobdella sp.* mais qui ont été signalés chez l'*Aphanius fasciatus* qui est un Cyprinodontidés. Il y a donc un échange de parasites entre hôtes d'espèces différentes. Cette notion reste toujours ambiguë mais la plupart des auteurs, WOOTTENT (1973) et KENNEDY (1978 a) in BERGERON, (1996) considèrent qu'il y a échange de parasites lorsqu'une espèce est retrouvée chez un hôte pour lequel elle n'est pas reconnue comme habituelle, c'est le phénomène observé dans cette étude.

7. Variations des paramètres parasitologiques en fonction du sexe des poissons hôtes

Afin de donner un aperçu sur l'importance numérique des différents parasites récoltés chez les trois espèces de poissons hôtes en fonction du sexe, nous avons calculé trois paramètres parasitologiques qui sont: la prévalence parasitaire (P%), l'intensité parasitaire moyenne (IM) et l'abondance (AB) suivant les formules mentionnées dans la partie méthode de l'étude. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant (Tab.23).

Tableau 23: Variations des paramètres parasitaires selon le sexe des poissons hôtes dans le Sahara septentrional (**P** : Prévalence parasitaire, **IM** : Intensité parasitaire moyenne, **AB** : Abondance, **N** : Nombre de poissons examinés, **n** : Nombre d'hôtes infestés, **P** : Nombre de parasites)

Sites	Espèces	Sexe	Paramètres parasitologiques			Effectifs		
			P (%) Nombre d'hôtes parasités/ nombre d'hôtes examinés	IM Nombre de parasites / nombre d'hôtes infestés	AB Nombre de parasites / nombre d'hôtes examinés	N	n	P
Lac Megarine	<i>Hemichromis bimaculatus</i>	♂	88,63	7,56	6,7	44	39	295
		♀	85,1	13,87	11,8	47	40	555
Lac Temacine	<i>Tilapia zillii</i>	♂	87,09	10,11	8,8	31	27	273
		♀	100	10,87	10,87	16	16	174
Oued Still	<i>Aphanius fasciatus</i>	♂	34,88	2,46	0,86	43	15	37
		♀	53,84	4,42	2,38	52	28	124

➤ *Hemichromis bimaculatus*

Chez l'*H. bimaculatus*, l'étude a été portée sur 91 spécimens de poissons incluant 44 mâles et 47 femelles. Les mâles présentent une prévalence d'infestation supérieure à 88 %, ils sont infestés par un total de 295 parasites appartenant à différentes espèces. Sur les 47 femelles examinées, 40 sont infestées par un total de 555 parasites. Chez l'*H. bimaculatus*, les femelles sont plus touchées par les parasites par rapport aux mâles (Tab. 10). L'intensité moyenne est plus élevée chez les femelles avec 13 à 14 parasites par hôte infesté contre 7 parasites par hôte infesté chez les mâles. L'analyse du couple prévalence-intensité moyenne montre que les parasites sont distribués sur la totalité de la population de poissons. Pour les valeurs de l'abondance, elles sont de 6 à 11 parasites par poisson examiné (Tab.23).

➤ *Tilapia zillii*

Un total de 74 Tilapies dont 31 mâles et 16 femelles. La prévalence parasitaire enregistrée chez les mâles montre que 87,09 % sont parasités, ils abritent un total de 273 parasites appartenant à différents genres. Chez les femelles, la prévalence atteint sa valeur maximale de 100 % (Tab.23). Cela indique que toutes les femelles récoltées sont toutes parasitées. La valeur de l'intensité parasitaire moyenne est presque similaire chez les deux sexes avec 10 parasites par hôte infesté. L'analyse du couple prévalence - intensité moyenne montre que les parasites sont distribués sur la totalité de la population de Tilapies. L'abondance chez les femelles est de 10,82 parasites par hôte examiné est plus élevée que celle enregistrée chez les mâles (8,8 parasites par hôte examiné)

➤ *Aphanius fasciatus*

Chez l'*Aphanius fasciatus*, 95 poissons ont été examinés, les mâles sont au nombre de 43 et les femelles de 52 poissons. Sur les 43 mâles examinés, 15 poissons seulement sont infestés et le nombre de parasites récolté est de 37 parasites appartenant à différentes espèces. Alors que chez les femelles, plus de la moitié sont parasitées avec une prévalence parasitaire de 53,83 % et le nombre total de parasite est de 124 parasites appartenant à différentes espèces. Les valeurs de l'intensité parasitaire moyenne sont de 2,46 et de 4,42 parasites par hôte infesté respectivement, chez les mâles et chez les femelles. Ces valeurs révèlent que les femelles sont plus vulnérables aux infestations parasitaires que les mâles. L'abondance est très faible chez les deux sexes, la valeur la plus élevée est de 2 parasites par hôte examiné enregistrée chez les femelles (Tab. 23).

❖ Discussion

D'une manière générale, l'étude de la faune parasitaire en fonction du sexe des poissons montre que ce sont les femelles qui représentent la partie de la population la plus vulnérable aux agressions parasitaires surtout pour les Tilapias de zill où la quasi-totalité (100%) des femelles sont touchés par les parasites. Par contre, le nombre total de parasites enregistré chez les mâles est plus élevé que celui noté chez les femelles, cela serait dû à l'effectif étudié qui est plus grand par rapport à celui des femelles. ABDIMI- IROMINI et *al.* (2013), ont signalé le même résultat pour les Tilapias des milieux naturels et de culture au Nigeria. BICHI (2009), a également noté les mêmes constatations sur les *Tilapia zillii* du Lac Tiga (Nord du Nigéria). Aussi pour l'*A. fasciatus*, un travail similaire sur la parasitologie de cette espèce réalisé en Algérie par GUEMMOUR (2012), a montré la vulnérabilité des femelles à l'infestation parasitaire plus que les mâles.

Cette forte tendance chez les mâles et la vulnérabilité des femelles peuvent être expliquées par la dynamique, le comportement et l'état physiologique des femelles surtout et en particulier celles gravide. Toutefois la sensibilité supérieure des femelles à l'infection est une hypothèse qui reste toujours posée, d'autant que le stress occasionné par la ponte et la dépense d'énergie allouée à la progéniture diminueraient les défenses des femelles et la capacité du système immunitaire à contenir et ou à éliminer le parasite (BOND, 2006).

Cependant, plusieurs études réfutent cette hypothèse en démontrant un taux d'infection similaire chez les deux sexes, tel que le travail de BLAHOUA et *al.* (2009), sur les parasites de *Sarotherodon melanotheron* (Cichlidae) dans du lac d'Ayamé (Côte d'Ivoire) qui n'ont trouvées aucune différence significative des prévalences, intensités moyennes et abondances des parasites entre les poissons mâles et femelle. C'est ainsi le cas de ELMADHI et BELGHYTI (2006), qui ont signalé que le taux de parasitisme augmente indépendamment du sexe de l'hôte chez *Trachinotus ovatus* (Carangidae) de la côte de Mehdiya (Tunisie).

8. Variations des paramètres parasitologiques en fonction de la taille des poissons hôtes

Les fréquences des classes de tailles mesurées pour toutes les espèces de poissons étudiées sont illustrées dans les figures 32, 33, 34.

Les tailles sont regroupées en 8 classes pour l'*H. bimaculatus* et *A. fasciatus* et en 7 classes pour le *T. zillii*.

➤ **Chez l'*Hemichromis bimaculatus***

Les valeurs prévalences parasitaires enregistrées chez l'*H. bimaculatus* ne révèlent pas de différence significative entre les différentes classes de tailles. Elles sont toutes très élevées avec des valeurs qui dépassent les 75%, la maximale est de 100%. Cette dernière est enregistrée chez les poissons de petites tailles [44,66-51,22] mm et de grandes tailles [84,02-90,58] mm. Les valeurs de l'intensité parasitaire des différentes classes de tailles sont globalement faibles, elles varient entre 4 et 14 parasites par hôte infesté, respectivement chez les poissons de petites et de grandes tailles. L'unique classe de taille comprise entre [51,22-57,78] mm présente une valeur d'intensité moyenne élevée, elle est de 20 parasites par hôte infesté. De même, l'abondance montre des valeurs comprises entre 4 et 9 parasites par hôte infesté. La plus faible valeur est enregistrée chez les individus de petite taille et la plus grande chez les poissons de grande taille (Fig. 32).

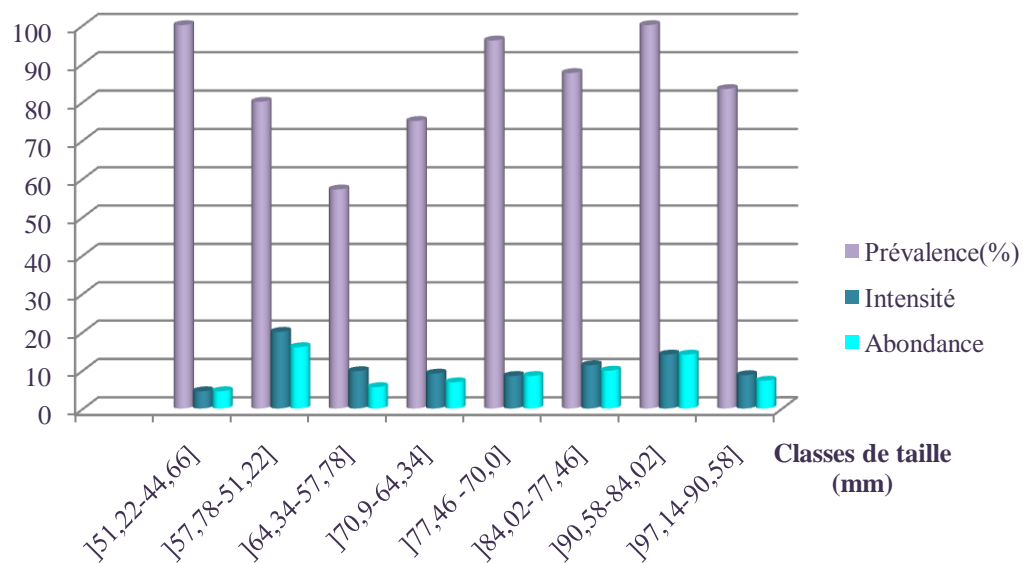


Figure 32 : Paramètres parasitologiques calculées pour d'*Hemichromis bimaculatus* du Sahara septentrional en fonction des classes de taille.

➤ **Chez *Tilapia zillii***

L'évaluation des taux d'infestation par les différents parasites montre que chez le *T. zillii*, toutes les classes de tailles sont parasitées sauf les individus de grandes tailles où la prévalence est nulle. La valeur la plus faible est de 75 %, enregistrée chez la classe de taille [141,1-157,09] mm alors que les prévalences des classes restantes (individus de taille moyennes) sont très élevées et dépassent toutes les 90 %. Les valeurs de l'intensité parasitaire moyenne varient à leurs tours d'une classe de taille à l'autre. La plus faible valeur (7 parasites

par hôte infecté) est enregistrée chez les petits poissons et la plus élevée (15 parasites par hôte infecté) chez les individus mesurant plus de 141 mm. La valeur de l'abondance la plus élevée est notée chez les poissons de cette même classe détaillée avec une abondance ne dépassant pas les 11 parasites par hôte infecté (Fig.33)

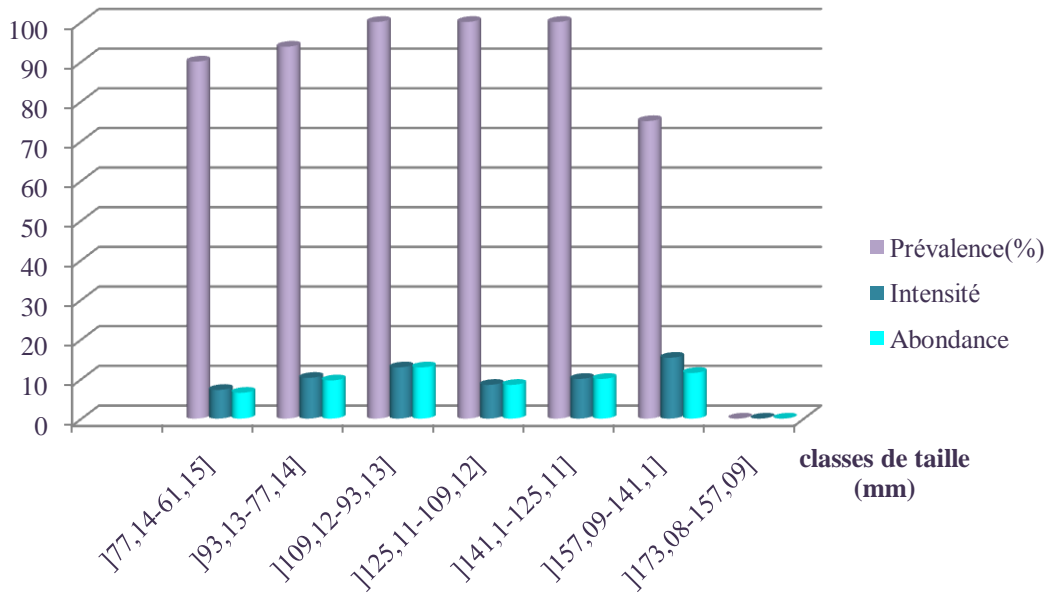


Figure 33 : Paramètres parasitologiques calculés pour *Tilapia zillii* du Sahara septentrional en fonction des classes de taille.

➤ **Chez l'*Aphanius fasciatus***

Les taux d'infestation parasitaire de l'*A. fasciatus* fait apparaître des variances qui varient entre 20 et 65%. La valeur la plus élevée est enregistrée chez les individus de taille moyenne [41,33-44,29] mm, alors que la plus faible est observée chez les classes de petites taille [29,47-32,43] mm. Les intensités parasitaires moyennes sont d'une manière générale faible. La valeur la plus élevée est de 8 parasites par hôte infesté, enregistrée chez les poissons de moins de 32,43 mm. L'abondance est également faible, elle varie entre les différentes classes de tailles. L'infestation massive ne dépasse pas les 5 parasites par poisson examiné, cas noté chez les poissons mesurant [29,47-32,43] mm (Fig. 34).

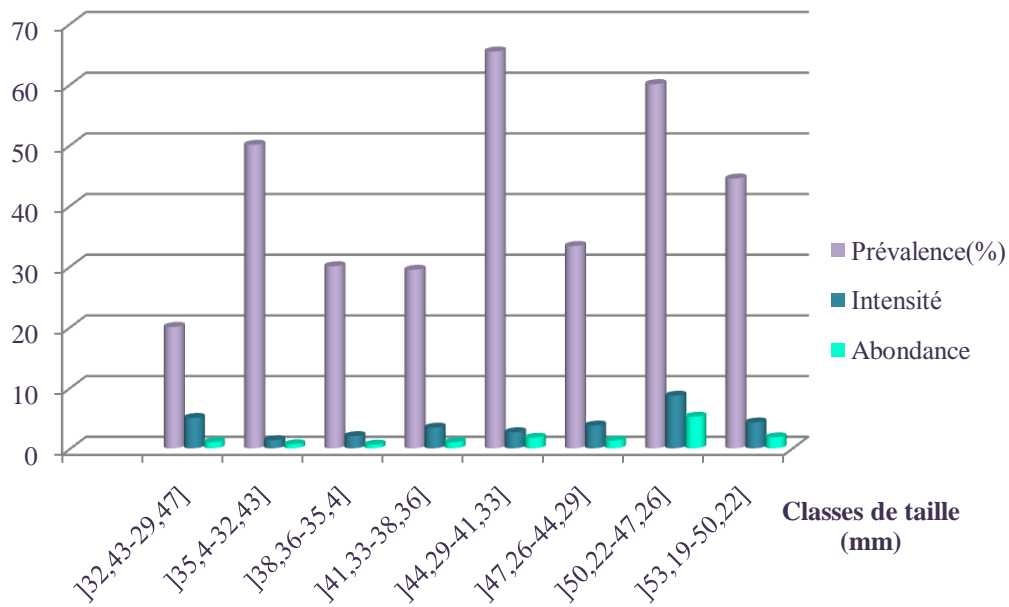


Figure 34 : Paramètres parasitologiques calculés pour l'*Aphanis fasciatus* du Sahara septentrional en fonction des classes de taille.

❖ Discussions

L'étude des paramètres parasitologiques globaux (prévalence parasitaire, intensité parasitaire moyenne et abondance) en fonction de la taille des poissons hôtes montre que toutes les classes de tailles peuvent être touchées mais avec des degrés variables (DJEbbARI et al., 2009).

Chez l'*A. fasciatus*, le taux de parasitisme varie d'une classe de taille à l'autre et ce sont les poissons de tailles moyennes et de grandes tailles qui sont les plus infestés. En revanche, les poissons appartenant aux espèces *H. bimaculatus* et *T. zillii*, présentent des degrés d'infestation assez proches pour les différentes classes de tailles. Elles atteignent la valeur maximale de 100% chez les individus de tailles moyennes.

Des observations similaires ont été rapportées par KEcHEMIR-ISSAD et al. (2009), ils montrent que la surface branchiale augmente avec la taille des poissons et que le nombre de parasites augmente en fonction de la surface branchiale, c'est-à-dire, que le taux du parasitisme dépend de la taille des poissons et de leurs surfaces branchiales. La distribution des parasites au sein des classes de taille des *T. zillii* sont en accord avec celle décrites par BLAHOUA et al. (2009) ; HAMDIA (1991) et PANTOJA (2012), qui rapportent que chez les

Tilapia, l'infestation par les différents parasites devient plus élevée chez Tilapia de grande tailles que les Tilapia de petites tailles.

Selon ELMADHI et BELGHYTI (2006), l'augmentation du degré de parasitisme en fonction de la taille de l'individu peut s'expliquer par plusieurs mécanismes :

- la dimension de la surface branchiale, car les poissons de grandes tailles offriraient une surface branchiale plus grande pour héberger de nombreux parasites,
- l'augmentation du volume d'eau qui passe à travers les branchies augmenterait également les chances d'invasion par les larves des parasites,
- le temps d'exposition des branchies des poissons à l'infestation pourrait expliquer que les individus de grandes tailles soient plus parasités.

9. Variations des paramètres parasitologiques en fonction de l'âge des poissons hôtes

La variation des paramètres parasitologiques calculés en fonction de l'âge des poissons étudiés montre que tous les poissons, quelque soit leur âge sont infestés mais avec des degrés variables (Figures 35, 36 et 37).

➤ Chez l'*Hemichromis bimaculatus*

Les valeurs de la prévalence parasitaire observées sont presque similaires chez les différentes classes d'âges. Tous les individus et à partir de l'âge de 2 ans sont hautement parasités avec une prévalence qui atteint les 100%, hormis les individus âgés de moins d'un an, qui sont notés avec une prévalence plus faible qui ne dépasse pas les 57 %. L'intensité parasitaire moyenne varie d'une classe d'âge à une autre. Les valeurs les plus élevées sont enregistrés chez les individus âgés entre 2 et 3 ans où elle peut atteindre les 15 parasites par hôte infesté. De même, pour l'abondance où la valeur la plus élevée est observée chez les individus de cette même classe d'âge (2 à 3 ans) (Fig. 35).

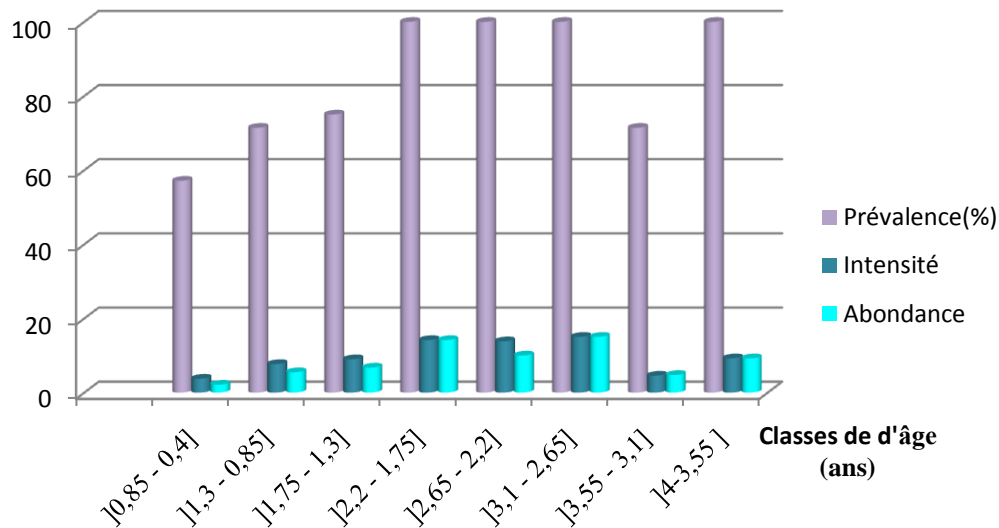


Figure 35 : Paramètres parasitologiques calculés pour l'*Hemichromis bimaculatus* du Sahara septentrional en fonction des classes d'âge.

➤ **Chez *Tilapia zillii***

Les prévalences parasitaires observées atteignent la valeur maximale de 100% chez la totalité des individus, à partir des plus petits (moins d'un an) jusqu'à ceux âgés de 5 ans. L'unique faible prévalence est enregistrée chez les individus les plus âgés et qui dépassent les 5 ans. Cela pourrait être interprété par la forte résistance de ces derniers par rapporte aux juvéniles. L'intensité parasitaire moyenne varie d'une classe d'âge à une autre, la valeur maximale est de 17 parasites par hôte infesté, observée chez les individus qui dépassent l'âge de 5 ans (Fig. 36).

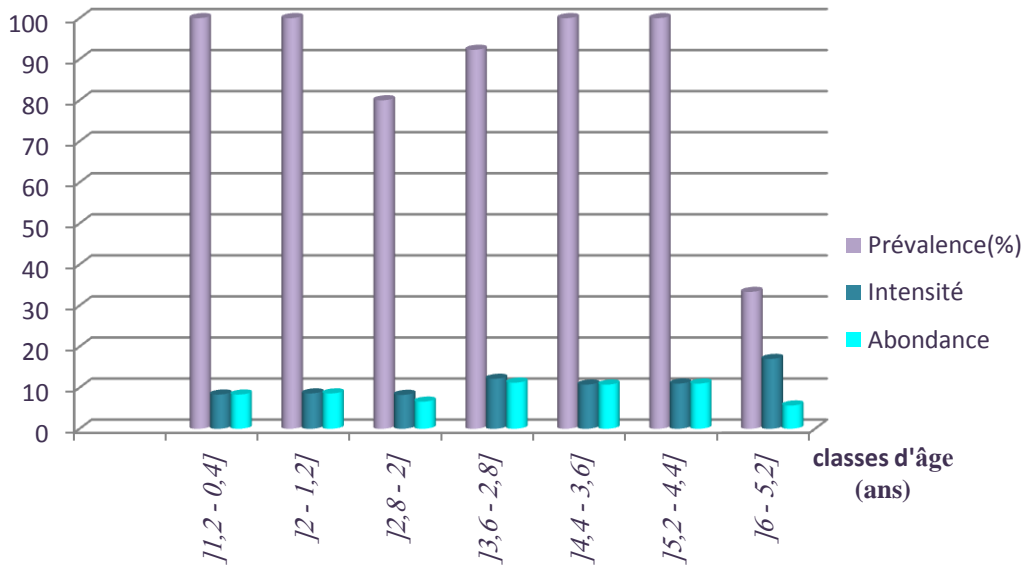


Figure 36 : Paramètres parasitologiques calculés pour *Tilapia zillii* du Sahara septentrional en fonction des classes d'âge.

➤ **Chez l'*Aphanius fasciatus***

Les valeurs de prévalence parasitaire enregistrées au niveau des différentes classes d'âges sont très variables. La prévalence la plus faible est observée chez les individus de moins d'un an et elle ne dépasse pas les 9%. La prévalence atteint sa valeur maximale de 84 % chez les individus d'âge moyen (plus de 2 ans), alors qu'elle ne dépasse pas les 75% chez les poissons qui ont plus de 3 ans. L'intensité parasitaire moyenne la plus élevée est de 10 parasites par hôte examiné, notée chez les poissons âgés de plus de 2 ans. L'abondance suivant l'âge varie de la même façon que l'intensité moyenne (Fig. 37).

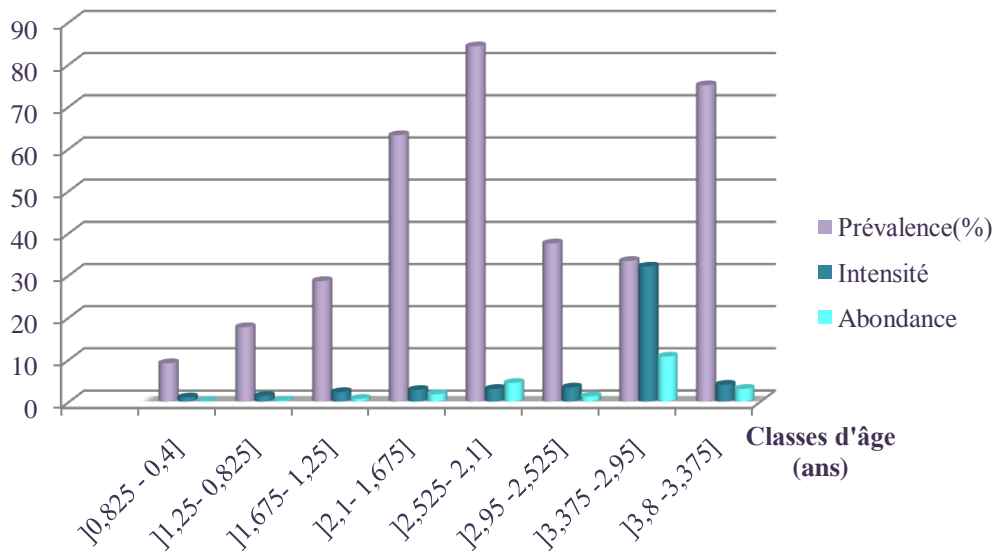


Figure 37 : Paramètres parasitologiques calculés pour *Aphanius fasciatus* du Sahara septentrional en fonction des classes d'âges.

❖ Discussions

Chez les spécimens de poissons appartenant aux deux espèces *H. bimaculatus* et *A. fasciatus*, le nombre de parasite évolue avec l'âge, c'est-à-dire, autant que les poissons avancent dans l'âge, autant que la charge parasitaire augmente. Alors que pour les poissons appartenant à *T. zillii*, c'est tout à fait le contraire, les résultats obtenus révèlent des infestations précoces qui débutent chez les poissons de moins d'un an, mais ces infestations ne sont pas limitées aux juvéniles et semblent survenir même chez les poissons adultes. Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par BICHI et *al.*(2009) sur les *Tilapia zillii* du Lac Tiga (Nigeria) qui interprétant ces résultats par la faiblesse du système immunitaire des jeunes poissons. Ils sont donc plus susceptibles à l'infestation parasitaire. Des résultats similaires ont été également observés par BAHRI-SFAR et *al.* (2010) sur deux Cyprinidés en Tunisie et par LAKHDARI (2011) sur les Cyprinidés du barrage de Timgad et CHAIBI (2013) sur l'Ichtyofaune des eaux continentales algériennes.

En revanche, l'infestation élevée notée chez les poissons adultes pourrait être attribuée soit à l'accumulation des parasites à travers les années (NWUBA, 1999 in BICHI, 2009), soit à l'éthologie et à l'état physiologique du poisson qui peut engendrer son stress et devient donc plus susceptible à l'infestation parasitaire (KAOUACHI et *al.*, 2012).

10. Variations des paramètres parasitologiques en fonction du poids des poissons hôtes

Les valeurs de la prévalence parasitaire, de l'intensité parasitaire moyenne et de l'abondance calculées pour les individus appartenant aux trois espèces de poissons étudiées sont présentées dans les graphiques suivant (Fig. 38 à 40)

➤ Chez l'*Hemichromis bimaculatus*

La prévalence parasitaire enregistrée chez l'*H. bimaculatus* ne présente pas de véritables différences entre les différentes classes de poids. Elle est, d'une manière générale, supérieure à 72 %. La seule faible prévalence (50%) est observée chez les poissons dont le poids dépasse les 16 g. Les valeurs de l'intensité parasitaire moyenne sont variables. La valeur la plus élevée est observée chez les individus qui ne dépassent pas les 3 g. Alors que la plus faible valeur est observée chez les poissons qui ont un poids supérieur à 16 g. De même, les valeurs de l'abondance de l'infestation varient entre les différentes classes de poids. L'infestation la plus massive apparait chez les poissons dont le poids ne dépasse pas les 3g (Fig.38).

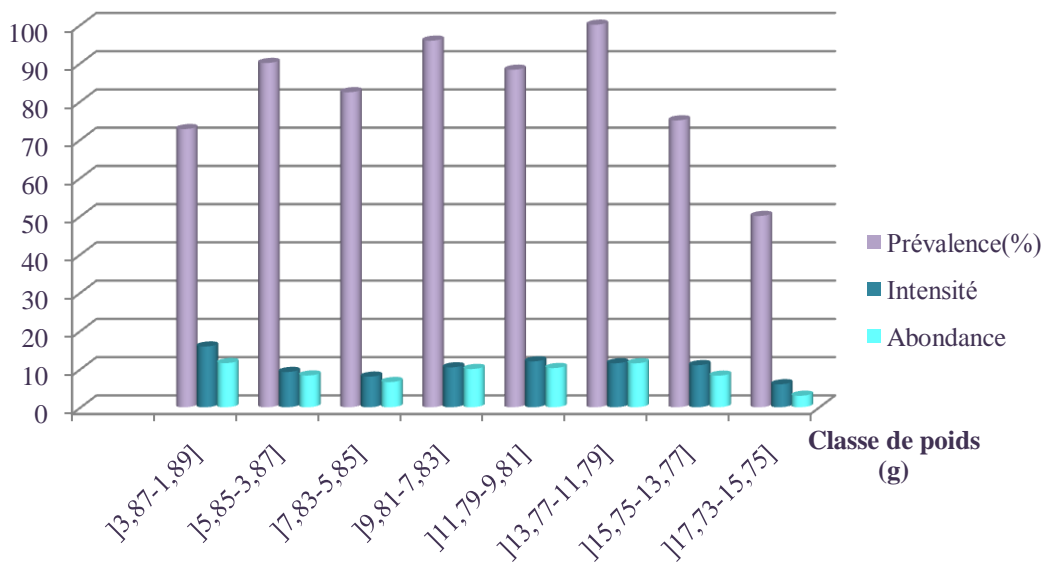


Figure 38 : Paramètres parasitologiques calculés pour l'*Hemichromis bimaculatus* du Sahara septentrional en fonction des classes de poids.

➤ Chez *Tilapia zillii*

Les prévalences parasitaires enregistrées chez *T. zillii* sont tous élevées avec des valeurs maximales variant entre 90 et 100%. Les deux prévalences les plus faibles sont celles enregistrées chez la classe de poids de 55 à 68 g. La prévalence parasitaire est nulle chez les poissons qui pèsent plus de 80 g. Ce résultat pourrait être expliqué par le faible nombre

d'individus examiné pour cette classe de poids, car elle n'est représentée que par un seul poisson non parasité. Les valeurs de l'intensité d'infestation varient d'une classe de poids à l'autre avec une valeur maximale de 17 parasites par hôte infesté enregistrée chez les poissons pesant plus de 68 mg. Les valeurs de l'abondance de l'infestation sont similaires aux valeurs de l'intensité parasitaire moyenne (Fig. 39).

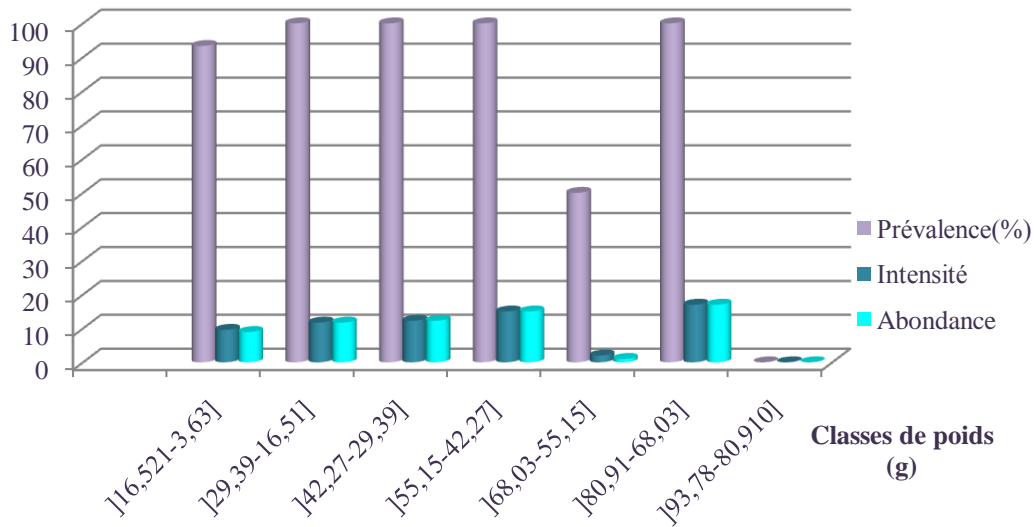


Figure 39 : Paramètres parasitologiques calculés pour *Tilapia zillii* du Sahara septentrional en fonction des classes de poids.

➤ **Chez l'*Aphanius fasciatus***

Les valeurs de la prévalence parasitaire notées chez l'*A. fasciatus* montrent que la majorité des classes de poids sont parasités et avec des valeurs qui ne dépassent pas les 31 %. La valeur la plus élevée est enregistrée chez les individus mesurant plus de 2 g. En générale, les valeurs de la prévalence parasitaire augmentent avec le poids. L'intensité parasitaire moyenne varie d'une classe à l'autre, elle présente des valeurs très faibles qui ne dépassent pas les 9 parasites par hôte infesté, enregistré chez l'unique classe des individus qui mesurent de 1, 81 à 2,18 g. L'abondance varie dans le même sens que l'intensité parasitaire moyenne (Fig. 40).

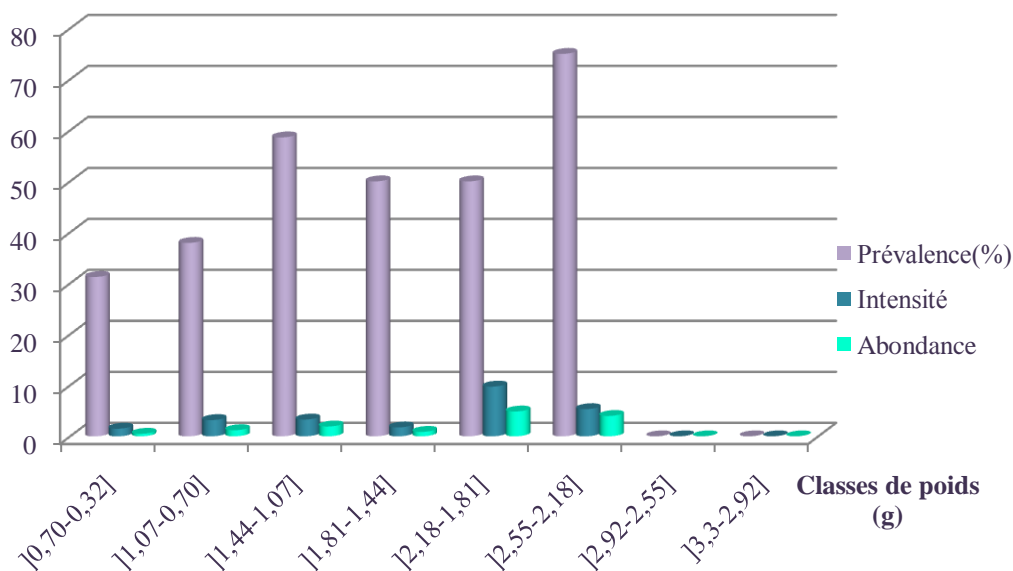


Figure 40 : Paramètres parasitologiques calculés pour l'*Aphanius fasciatus* du Sahara septentrional en fonction des classes de poids.

❖ Discussions

L'étude du parasitisme en fonction du poids des poissons examinés permet d'affirmer que la majorité des classes de poids sont touchées par les parasites, notamment chez les classes de poids moyens. Ces derniers présentent le taux de parasitisme le plus élevé. Cela serait dû au comportement alimentaire des poissons étudiés qui est en étroite relation avec le poids, c'est-à-dire, qu'une bonne croissance d'un poisson est conditionnée par la qualité et la quantité des aliments qu'il ingère et qui répondent aux exigences nutritionnelles en particulier chez les juvéniles (BLACHIER, 1990). De ce fait, plus la nutrition des poissons est bonne, plus leur croissance est bonne et plus ils augmentent en poids. Les individus qui pèsent plus chez les trois espèces de poissons étudiées, sont les moins parasités, car ils ont probablement de bonnes conditions nutritionnelles ce qui leur permet de développer une bonne résistance contre les attaques parasitaires. Ces résultats sont affirmés par ceux de PANTOJA (2012) sur les parasites du Tilapia du Nil du Brésil et par KARIMAN et al. (2009) sur les *Tilapia zillii* et *Solea vulgaris* (Soléidae) du Lac Karoun en Egypte.

11. Corrélation entre les paramètres parasitologiques et les caractères physico-chimiques de l'eau des trois sites d'études

Des analyses statistiques ont été faites pour pouvoir présenter les différentes corrélations qui peuvent exister entre les paramètres parasitologiques (nombre d'hôtes examinés, nombre d'hôtes parasités, nombre de parasites, prévalence, intensité, abondance et effectifs des différents genres de parasites), d'une part et les caractères physico-chimiques de l'eau des trois sites prospectés hébergeant chacun une espèce de poisson, d'autre part. Les détails des résultats de toutes les analyses statistiques réalisées sont consignés dans les tableaux I à VI de l'Annexe II.

❖ Cas de l'*Hemichromis bimaculatus* (Lac Megarine)

Les corrélations obtenues entre les caractères physico-chimiques de l'eau du Lac Megarine où évolue l'*H. bimaculatus* révèlent principalement:

➤ Chez les femelles (Annexe II, Tab. I)

- Des corrélations significatives entre la température de l'eau et le nombre d'hôtes examinés ($p= 0,013$), ainsi qu'entre la température et le nombre d'hôtes parasités ($p= 0,034$). Ce qui explique que plus la température s'élève, plus le nombre de poissons examinés et celui des poissons parasités diminue.
- Des corrélations significatives entre le niveau d'eau avec le nombre d'hôtes examinés ($p= 0,019$) et avec le nombre d'hôtes parasités ($p= 0,040$). Cette corrélation montre que l'augmentation du niveau d'eau favorise la prolifération des parasites.
- Une corrélation significative ($p= 0,027$) est notée entre le niveau d'eau et l'effectif du genre *Chilodonella sp.*, ce qui signifie que l'augmentation du niveau d'eau favorise l'infestation par les *Chilodonella sp.*
- Une corrélation significative ($p= 0,034$) entre le pH de l'eau et l'effectif du genre *Acanthocephala ind.*. Cette corrélation indique que plus le pH du milieu est basique, plus l'infestation par les Acanthocéphales s'élève.
- Nous notons une absence de toutes formes de corrélation ($p > 0,05$) entre la salinité de l'eau, la turbidité et les autres paramètres parasitaires.

➤ Chez les mâles (Annexe II, Tab. II)

- Une corrélation significative ($p= 0,025$) est notée entre la température de l'eau et les effectifs du genre *Trichodina sp.*. Cette corrélation explique que l'infestation par *Trichodina sp.* diminue avec l'augmentation de la température.

- Une corrélation hautement significative entre le niveau d'eau et les effectifs du genre *Trichodina sp.* ($p= 0,006$). Cette corrélation révèle que l'augmentation du niveau d'eau favorise l'infestation par les Trichodinés.
- Des corrélations significatives est signalée entre la salinité de l'eau et le nombre total de parasites ($p= 0,031$), ainsi qu'entre la salinité de l'eau et les effectifs du genre *Acanthocephala ind.* ($p= 0,040$). Ces résultats indiquent qu'une salinité élevée favorise l'infestation parasitaire surtout par le genre *Acanthocephala ind.*
- Une absence de toutes formes de corrélation ($p> 0,05$) entre la turbidité et le pH de l'eau avec les autres paramètres parasitaires.

❖ **Cas des *Tilapia zillii* (Lac Temacine)**

Les corrélations obtenues entre les caractères physico-chimiques de l'eau du Lac Temacine et les différents paramètres parasitologiques de *Tilapia zillii* révèlent

➤ **Chez les femelles (Annexe II, Tab. III)**

- Des corrélations significatives entre la température de l'eau et les effectifs du genre *Copepoda ind.* ($p= 0,037$), ainsi qu'entre la température de l'eau et les effectifs des *Dactylogyrus sp.* ($p= 0,014$) et de même entre les effectifs de l'*I. multifiliis* et la température de l'eau ($p= 0,024$). Ces corrélations montrent que l'infestation par ces trois types de parasites diminue avec l'augmentation de la température de l'eau.
- Une corrélation significative est notée entre la turbidité de l'eau et l'intensité parasitaire moyenne ($p= 0,049$). Cette corrélation montre que le nombre de parasites par hôte infesté diminue avec l'augmentation de la turbidité de l'eau.
- Une corrélation hautement significative est notée la turbidité de l'eau et l'abondance parasitaire totale ($p= 0,009$). Cette corrélation indique que le nombre de parasites par hôte examiné diminue avec l'augmentation de la turbidité de l'eau.
- Une absence de toutes formes de corrélation ($p> 0,050$) entre le niveau d'eau, la salinité de l'eau, le pH de l'eau et les autres paramètres parasitaires.

➤ **Chez les mâles (Annexe II, Tab. IV).**

- une corrélation hautement significative ($p= 0,012$) est notée entre la température de l'eau et le nombre d'hôtes examinés. Cette corrélation montre que les températures élevées influent négativement sur le nombre d'hôtes examinés.

- Une corrélation significative ($p= 0,022$) est notée entre la température de l'eau et les effectifs du genre *Copepoda ind.* ($p= 0,022$). Cette corrélation négative explique que l'infestation par les Copépodes diminue avec l'augmentation de la température de l'eau.
- Une corrélation significative ($p= 0,042$) est notée entre la salinité de l'eau et les effectifs du genre *Dactylogyrus sp.*. Cette corrélation explique que l'infestation par les *Dactylogyrus sp.* augmente lorsque le milieu est plus salé.
- Aucune corrélation significative ($p> 0,05$) n'est observée entre les effectifs des Acanthocéphales, le pH et les autres paramètres parasitaires

❖ **Cas de l'*Aphanius fasciatus* (Oued Still)**

Les corrélations obtenues entre les caractères physico-chimiques de l'eau de l'Oued Still et les différents paramètres parasitologiques de l'*Aphanius fasciatus* révèlent :

➤ **Chez les femelles (Annexe II, Tab. V).**

- Une corrélation significative ($p=0,044$) entre le niveau d'eau et les effectifs du genre *Dactylogyrus sp.*. Cette corrélation montre qu'avec l'augmentation du niveau d'eau, l'infestation par les *Dactylogyrus sp.* diminue.
- Des corrélations hautement significatives entre le niveau d'eau et le nombre de parasites ($p= 0,016$), ainsi qu'entre le niveau d'eau et l'abondance parasitaire ($p= 0,003$). Ces corrélations montrent que le taux d'infestation diminue avec l'augmentation du niveau d'eau ce qui conduit à une abondance parasitaire plus faible.
- Des corrélations significatives sont notées entre la salinité de l'eau et la prévalence parasitaire ($p= 0,047$) et entre la salinité et les effectifs du genre *Dactylogyrus sp.* ($p= 0,024$). Ces corrélations indiquent que la salinité élevée de l'eau peut diminuer le taux d'infestation, notamment le genre *Dactylogyrus sp.*
- Une corrélation significative ($p= 0,027$) entre le pH de l'eau et la prévalence parasitaire. Cette corrélation montre que le taux d'infestation baisse lorsque le pH de l'eau est élevé.
- Une absence de toutes formes de corrélations ($p> 0,05$) entre les effectifs du genre *Onchobdella sp.*, la température de l'eau et les autres paramètres parasitaires.

➤ **Chez les mâles (Annexe II, Tab. VII).**

- Une corrélation significative ($p=0,011$) entre la salinité de l'eau et la prévalence parasitaire. Cette corrélation négative montre que plus que le milieu est salé, plus l'infestation parasitaire diminue.

- Une corrélation significative ($p= 0,048$) entre la salinité de l'eau et les effectifs du genre *Dactylogerus sp.*. Cette corrélation indique que l'infestation par ce genre de parasite baisse dans les eaux les plus salées.
- Une corrélation significative ($p= 0,048$) entre le pH de l'eau et la prévalence parasitaire. Cette corrélation négative indique que le taux d'infestation diminue avec l'augmentation du pH de l'eau.
- Une absence de toutes formes de corrélations ($p> 0,05$) entre les effectifs du genre *Onchobdella sp.*, la température de l'eau et les autres paramètres parasitaires

❖ Discussion

Les coefficients de corrélations établies montrent que la température enregistrée dans le Lac Megarine (*H. bimaculatus*) et le Lac Temacine (*T. zillii*) est négativement corrélée avec le nombre d'hôtes examinés et aussi avec le nombre d'hôtes parasités. Ces corrélations révèlent que les hautes températures ont une influence sur les poissons. D'après VAILLANCOURT(1973) in CHERRADI (1987), la température de l'eau est l'agent catalytique, modérateur, stimulateur, contrôleur, parfois même destructeur de la vie aquatique. Elle a une influence sur le métabolisme des poissons, elle peut accélérer la reproduction, régulariser l'activité, stimuler ou réduire la croissance et le développement de ces organismes. Les températures élevées sont aussi toujours associées à de faibles concentrations d'oxygène dissous, ce qui conduit à une diminution de la croissance, du développement embryonnaire et de la capacité de nage des poissons. Elles conduisent alors à une baisse de l'activité des poissons, ce qui rend leur capture plus difficile, conduisant ainsi à la diminution du taux de parasitisme car le contact entre les poissons devient plus faible.

Les coefficients de corrélations montrent que la température est corrélée négativement avec le nombre de certains genres de parasites, tels que *Trichodina sp.* chez l'*H. bimaculatus* mâles, *Copepoda ind.*, *Dactylogerus sp.* et l'*I. multifiliis* chez les *T. zillii*. Plusieurs explications de ce phénomène peuvent être rapportées dans les travaux antérieurs tels que PAPERNA (1982) qui a noté dans son étude sur les Tilapia de quelques barrages de l'Afrique du Sud que ces derniers étaient sévèrement infestés par le genre *Trichodina sp.* au cours des mois de la saison froide plus que la saison chaude. Ce même auteur a signalé dans son travail sur d'autres espèces de poissons des Lac saumâtres de la Tunisie que les Copépodes et l'*I. multifiliis* ne résistent pas aux températures trop élevées (supérieures à 20°C), un pic d'infestation par ces parasites est observé durant dans les saisons froides

L'infestation par les *Dactylogerus sp.*, *Gyrodactylus sp.* diminue généralement avec l'augmentation de la température. Des résultats similaires sont obtenus par BLAHOUA et al. (2009), qui signalent que les Monogènes branchiaux seraient affaiblis en saison sèche et chaude où la température de l'eau est élevée. D'autres constats analogues ont été mis en évidence par PRAH (1969), qui note une variation saisonnière des effectifs du genre *Cichlidogyrus sp.* chez *Tilapia sp.* au Ghana avec une quasi disparition de certains parasites pendant les mois sec et chauds. En outre, BEN HEBIRECHE et GAAMOUR (2010), ont noté que chez les Cichlidés, la mortalité des parasites adultes augmente lorsque les températures de l'eau atteignent 25 à 26 °C.

LEVESQUE (1980), a noté que l'échauffement du milieu permet le développement de la plupart des parasites d'eau chaude spécifiques aux espèces de poissons plus thermophiles et qu'une grande élévation de la température perturbe également les réactions physiologiques (stress) des poissons et peut ainsi diminuer leurs résistances à l'infection.

Les coefficients de corrélations établies montrent que le nombre d'hôtes examinés et le nombre d'hôtes parasités évoluent significativement avec le niveau d'eau chez les femelles d'*H. bimaculatus*. Avec l'augmentation du niveau d'eau, la température diminue, les poissons deviennent alors plus actifs, ce qui facilite leur capture et facilite même la transmission des parasites entre les poissons du fait que le contact entre eux augmente.

Selon POULIN (1991), les échanges de parasites sont plus grands chez les poissons grégaires que chez les solitaires. De même ABIDEMI-IROMINI et al. (2013) déclarent dans leur travail que l'augmentation du niveau d'eau principalement en saison de pluies, favorise la forte infestation des poissons par les parasites. Ce résultat est également soutenu par celui de MARENKJI et al. (2009) sur les Cichlidés des bassins naturels et artificiels du Nigéria. D'après BUCHMANN (1988) in BLAHOUA et al. (2009), l'augmentation du volume d'eau transportant les stades infestant des parasites surtout à travers les filaments branchiaux, ce qui augmente le taux du parasitisme.

Les coefficients de corrélations établis montrent que l'intensité parasitaire moyenne et l'abondance diminuent avec l'augmentation de la turbidité chez les *T. Zillii* femelles, cela serait dû à la pollution du milieu car le Lac Temacine est un exutoire naturel de toutes les eaux d'irrigation des palmeraies adjacentes (CHAIBI et al., 2012). Cette pollution peut agir également sur certains parasites. Le travail de PANTOJA (2012) sur les *Tilapia* de Nil appuie cette hypothèse car il a observé que l'abondance de certains parasites comme le genre *Cichlidogyrus sp.* diminue dans un environnement pollué. Les résultats de ZHARIKOVA

(2000), rapportent aussi qu'en réponse à la pollution, l'infestation des poissons par les parasites baisse et que l'apparition des espèces de parasites dominantes pourrait être considérée comme une réponse adaptative du parasite.

Les coefficients de corrélations établis montrent également que la prévalence d'infestation totale ainsi que celle du genre *Dactylogerus sp.* chez l'*A. fasciatus* diminuent avec l'augmentation de la salinité de l'eau. Ceci expliquerait que la salinité élevée réduit le taux d'infestation parasitaire total ainsi que l'infestation par *Dactylogerus sp.*. Les travaux de NDOUR (2007) sur les *Sarotherodon melanotheron heudelotti* (Cichlidae) de certains barrages du Nigeria ont abouti à des résultats identiques. Selon cet auteur, la salinité élevée pourrait constituer un moyen préventif contre les infections parasitaires puisque elle influe sur les conditions biologiques aussi bien de l'hôte que de ses parasites. Il considère les parasites comme de bons marqueurs de la salinité et qu'ils ne semblent être influencés que par la salinité. Les résultats de GUERRIDA (2008), vont aussi dans le même sens, elle a observé que la survie du parasite copépode *Lerneocera branchialis* retrouvé sur l'*Oreochromis niloticus* pêché dans différents sites de la région d'Ouargla est en étroite relation avec la salinité de l'eau. Une salinité qui dépasse les 16‰ provoque sa disparition.

En revanche, les corrélations établies chez l'*H. bimaculatus* mâles montrent que le nombre de parasites augmente significativement avec l'augmentation de la salinité. Ce résultat va dans le même courant que celui observé par BAND (1996) chez les huîtres plates (*Ostrea edulis*) de certains milieux aquatiques du sud-ouest de la France, où il a démontré que certaines espèces de parasites semblent préférer une hyper-salinité telle que *Bonamia ostreae* des huîtres, ce parasite survit bien dans une salinité qui dépassent les 35g/l et survit moins bien au sein des milieux hypo-salins de 15 et 20 g/l.

Les coefficients de corrélations établis montrent que l'infestation par les Acanthocéphales augmente significativement avec l'augmentation du pH de l'eau chez les femelles d'*H. bimaculatus*. Des résultats similaires sont observés par PAPERNA (1982) sur l'*I. multifiliis* où les limites de tolérance du pH pour ce parasite se situent entre 5,5 et 8,5 et qu'elles peuvent être néfastes si elles dépassent ces valeurs. Les résultats de PAPERNA (1982) permettent de déduire que les Acanthocéphales ont une préférence nette pour le pH élevé et comme nos trois sites d'étude se situent dans une région saharienne, les périodes d'éclairement solaire sont longues surtout dans la saison chaude. Ces rayonnements favorisent en effet la photosynthèse et accroissent la température de l'eau en surface, deux phénomènes qui réduisent la quantité d'acide carbonique libre et font donc augmenter le pH (SKIRROW,

1965; WETZEL, 1983 in RCQE, 1999). Ceci serait à l'origine du pH de l'eau qui est globalement élevé dans nos trois sites d'étude.

D'autres auteurs ont montré aussi qu'une eau à pH bas aurait un impact aussi bien sur la diversité parasitaire, par la baisse du nombre d'espèces parasites métazoaires, que sur l'abondance parasitaire, par la baisse du nombre de spécimens parasites par hôte (HALMETOJA et al., 2000).

12. Corrélations entre les paramètres morphométriques, biologiques des poissons et parasitologiques.

Des analyses statistiques ont été faites pour pouvoir présenter les différentes corrélations qui peuvent exister entre les paramètres morphométriques (longueur totale, poids total, nombre d'écaillés de la ligne latérale supérieure et inférieure), biologiques (âge et sexe) et parasitologiques (nombre total de parasites, effectifs des différents genres de parasites recensés). Les détails de ces analyses statistiques sont rapportés dans les tableaux VII à XII de l'Annexe II.

❖ Cas d'*Hemichromis bimaculatus* (Lac Megarine)

Les résultats concernant l'*H. bimaculatus* mettent en évidence:

➤ Chez les femelles (Annexe, II, Tab. VII).

- Une corrélation hautement significative ($p < 0,0001$) entre l'effectif des *Acanthocephala ind.* et le nombre total de parasites. Cette corrélation explique que l'infestation par les Acanthocéphales favorise l'augmentation du nombre total de parasites.
- Une corrélation hautement significative ($p = 0,006$) entre les Acanthocéphales et l'âge des poissons. Cette corrélation indique que plus le poisson avance dans l'âge, plus l'infestation par les Acanthocéphales augmente.
- Une corrélation hautement significative ($p = 0,008$) entre le nombre total de parasites et l'âge des poissons. Cette corrélation révèle que le recrutement parasitaire augmente avec l'âge des poissons.
- Des corrélations très hautement significatives ($p < 0,0001$) entre les effectifs de *I. multifiliis* et *Digenea ind.*, ainsi qu'entre *Myxobolus sp.* et *Dactylogerus sp.* et aussi entre *Philometra sp.* et *Copepoda ind.*.
- Une absence de toutes formes de corrélation ($p > 0,05$) entre les effectifs des genres de parasites restant et les paramètres morphométriques et biologiques des poissons.

➤ **Chez les mâles (Annexe II, Tab. VIII).**

- Une corrélation très hautement significative ($p < 0,0001$) entre l'effectif des Acanthocéphales et le nombre total de parasites cela explique que l'infestation massive par ces parasites favorise l'infestation par d'autres parasites. Une autre corrélation significative ($p = 0,006$) entre les Acanthocéphales et l'âge des poissons ce qui explique que plus le poisson avance dans l'âge plus l'infestation par ce genre de parasite augmente.
- Des corrélations très hautement significatives ($p < 0,0001$) entre les effectifs de *Dactylogerus sp.* et les Digènes, ainsi qu'entre ceux de *Myxobolus sp.* et *Chilodonella sp.*. Ces corrélations indiquent que l'infestation par les *Myxobolus sp.* favorise celle de *Chilodonella sp.* et que l'infestation par *Dactylogerus sp.* favorise également l'infestation par les Digènes, étant donné qu'ils sont tous des parasites branchiaux.
- Une absence de toutes formes de corrélations ($p > 0,05$) est signalée entre les genres de parasites *Copepoda ind.*, *Trichodina sp.*, *Philometra sp.* et les paramètres morphométriques et biologiques.

❖ **Cas de *Tilapia zillii* (Lac Temacine)**

Les résultats obtenus chez le *Tilapia zillii* mettent en évidence.

➤ **Chez les femelles (Annexe II, Tab. IX).**

- Des corrélations hautement significatives ($p = 0,009$) entre les Copépodes et le nombre total de parasite. Cette corrélation indique que les Copépodes favorisent l'infestation parasitaire. De même pour les effectifs de *Dactylogerus sp.* et le nombre de parasites ($p = 0,034$).
- Une corrélation hautement significative ($p = 0,004$) entre les effectifs de *Gyrodactylus sp.* et *Trichodina sp.*. Cette corrélation explique que l'infestation par *Gyrodactylus sp.* favorise le recrutement des *Trichodina sp.*.
- Aucune corrélation significative n'est enregistrée entre les effectifs des Acanthocéphales, les Digènes, *Chilodonella sp.*, *I. multifiliis* et les paramètres morphométriques et biologiques des poissons.

➤ **Chez les mâles (Annexe II, Tab. X).**

- Une corrélation très hautement significative ($p < 0,0001$) entre les Acanthocéphales et le nombre total de parasites. Cette corrélation explique que ces parasites jouent un rôle essentiel dans le recrutement d'autres parasites vu que le poisson devient plus vulnérable aux attaques parasitaires. De même entre les Copépodes et le nombre total de parasites ($p < 0,0001$).

- Une corrélation significative ($p=0,044$) entre le nombre total de parasites et le nombre des écailles de la ligne latérale supérieure, ainsi qu'entre le genre *Copepoda ind.* et le nombre d'écailles de la ligne latérale supérieure ($p=0,032$).
- Une corrélation significative ($p=0,042$) est notée entre les effectifs de *Digenea ind.* et les écailles de la ligne latérale supérieure.
- Une absence de toutes formes de corrélations ($p>0,05$) est signalée entre les effectifs de *Trichodina sp.*, *Dactylogyrus sp.*, *Gyrodactylus sp.*, *I. multifiliis* et les paramètres morphométriques et biologiques.

❖ **Cas de l'*Aphanius fasciatus* (Oued Still)**

Les résultats obtenus chez l'*A. fasciatus* mettent en évidence.

➤ **Chez les femelles (Annexe II, Tab. XI).**

- Une corrélation significative ($p=0,045$) entre le nombre total de parasites et l'âge du poisson. Cette corrélation montre plus que le poisson avance dans l'âge plus le taux des parasites augmente.
- Une corrélation hautement significative ($p=0,009$) entre les effectifs du genre *Chilodonella sp.* et le poids des poissons. Cette corrélation indique que l'infestation par le genre *Chilodonella sp.* augmente avec l'évolution du poids du poisson.
- Une corrélation significative ($p=0,040$) entre les effectifs de *Dactylogyrus sp.* et l'âge du poisson. Plus le poisson avance dans l'âge l'infestation par les *Dactylogyrus sp.* augmente.
- Une corrélation hautement significative ($p=0,001$) entre les effectifs des Copépodes et le nombre total de parasites. De même entre les Digènes et le nombre total de parasite ($p < 0,0001$), ainsi qu'entre les *Dactylogyrus sp.* et le nombre total de parasites ($P=0,025$). Ces corrélations indiquent que l'infestation par ces genres de parasites contribue à un recrutement parasitaire massif.
- Une absence de toutes formes de corrélation ($p>0,05$) entre *Trichodina sp.*, *Myxobolus sp.*, *Copepoda ind.*, *Digenea ind.*, *Onchobdella sp.* et les autres paramètres morphométriques et biologiques.

➤ **Chez les mâles (Annexe II, Tab. XII).**

- Des corrélations hautement significatives ($p=0,003$) entre l'âge et le poids total des poissons. Ainsi qu'entre l'âge des poissons et le nombre d'écailles de la ligne latérale. Ces corrélations indiquent que le poids total et les écailles de la ligne latérale croissent avec l'âge.

- Des corrélations hautement significatives ($p= 0.002$) entre l'âge et le nombre de parasites. Cette corrélation indique que plus le poisson avance dans l'âge plus le nombre total de parasites augmente.
- Une absence nette de toutes formes de corrélation ($p> 0,050$) entre les effectifs de *Chilodonella sp.*, *Myxobolus sp.*, *Copepoda ind.*, *Digenea ind.*, *Onchobdella sp.* et les autres paramètres morphométriques et biologiques du poisson.

❖ Discussion

Les coefficients de corrélations établies montrent que les effectifs de certains parasites tel que, *Acanthocephala ind.* et *Dactylogyrus sp.* augmentent avec l'âge des poissons, particulièrement, chez l'*A. fasciatus* (mâles et femelles) et chez les femelles d'*H. bimaculatus*. Ces résultats s'opposent à ceux observé par LAKHDARI (2011) sur le genre Barbus où l'âge, la taille et le poids n'ont montré aucun effet sur l'infestation parasitaire et que tous les poissons sont parasités de la même manière quel que soit leur âge, leur taille ou leur poids.

La corrélation à notée entre le nombre d'écaillés de la ligne latérale supérieure des Tilapies mâles et femelles avec les effectifs totaux de parasites seraient en relation avec la génétique de ces hôtes (TRABELSI, 2002 in TURKI, 2009).

La taille du poisson joue un rôle important dans le recrutement de certains parasites par rapport à d'autres. Les coefficients de corrélations établis montrent que la faune parasitaire de l'*H. bimaculatus* et de *T. zillii* est riche et variée mais elle est dominée par les parasites de grande taille (macroparasites), notamment les Acanthocéphales chez l'*H. bimaculatus* et les copépodes et les Acanthocéphales chez les *T. zillii*. Ces deux genres de parasites ont un effet nocif sur ces deux espèces de poisson. Ces infestations massives rendent ces poissons plus vulnérables aux attaques parasitaires, contrairement aux poissons de petites tailles, cas de l'*A. fasciatus*. Cette dernière présente une faune parasitaire dominée surtout par les microparasites, qui rendent le poisson plus faible et plus sensible au recrutement parasitaire.

Des relations similaires entre la taille des poissons et la richesse de la faune parasitaire ont été obtenus par GUEGAN et *al.* (1992) sur les poissons d'eau douce en Colombie. Leurs résultats indiquent que la taille explique 77% de la variation observée dans les faunes parasitaires, alors que l'écologie de l'hôte en explique un 8% additionnel. HAMDIA (1991), a également affirmé que l'infestation par les différents parasites devient plus élevée chez les Tilapia plus long. Par contre, PRICE et CLANCY (1983), n'ont noté aucune corrélation entre

la taille des poissons de la Grande-Bretagne et la richesse de la faune parasitaire de ces derniers, sauf dans les cas des Nématodes et des Acanthocéphales.

Les coefficients de corrélations établis entre les différents genres de parasites montrent que l'infestation par certains parasites favorise le recrutement d'autres types mais avec des degrés variables. Ce phénomène est observé spécialement chez les Métazoaires branchiaux tel que, les Copépodes, les Monogènes et les Digènes, qui permettent à certains Protozoaires de venir s'installer tels que *Trichodina*, *Chilodonella* et *Myxobolus*. Cela pourrait s'expliquer par le rôle de la taille du parasite et de son appareil de fixation. Lorsque ces macroparasites s'accrochent aux branchies ils endommagent plusieurs lamelles branchiales et créent des microhabitats favorables surtout aux microparasites. Ceci a été expliqué par ARAFA (2009), dans son travail sur les Monogènes parasites du poisson chat (*Clarias gariepinus*) en Egypte. D'après cet auteur, lorsque les haptères des Monogènes se fixent dans la région proximale de la surface interne des filaments branchiaux, ils enferment une grande partie du filament dont au moins 5 lamelles branchiales seront endommagées. Des observations similaires ont été faites par EUZET et al. (1996) sur le parasitisme des poissons Siluridés. Selon ces auteurs, la taille des organismes étrangers joue un rôle majeur dans l'apparition d'une pathogénicité par accumulation tels les Myxosporidies. Ces protozoaires de petite taille peuvent traverser la membrane cellulaire et parvenir même à franchir des barrières plus conséquentes, comme la membrane basale des épithéliums, ce qui permet à d'autres parasites comme *Chilodonella sp.* de venir s'installer. De même pour l'infestation des *H. bimaculatus* par l'*I. multifiliis* qui évolue significativement avec la présence des Copépodes et des Digènes. Selon EUZET (1996), ce protozoaire est qualifié d'opportuniste car il s'attaque souvent à des poissons affaiblis en particulier par d'autres parasites.

Conclusion

Dans ce travail, nous avons étudié trois espèces de poissons, dont deux Cichlidés (*Hemichromis bimaculatus* et *Tilapia zillii*) et un Cyprinodontidé (*Aphanius fasciatus*).

L'examen parasitologique de 233 poissons, appartenant aux trois espèces étudiées a révélé la présence d'un effectif de 1458 parasites appartenant à 11 genres et représentant 8 classes différentes. Sur les trois espèces hôtes examinées, nous avons notés la présence de quatre protozoaires (*Trichodina*, *Myxobolus*, *Ichthyophthirius* et *Chilodonella*), de quatre Plathelminthes (*Dactylogyrus*, *Gyrodactylus*, *Onchobdella* et *Digenea ind.*), de deux Némathelminthes (*Acanthocephala ind.* et *Philometra ind.*) et d'un seul Arthropodes (*Copepoda ind.*). Cet inventaire révèle également que la parasitofaune des poissons des eaux continentales étudiées est sensiblement similaires.

L'analyses des caractères méristiques et métriques ont révélé une absence nette de dimorphisme sexuel pour l'*H. bimaculatus* et le *T. zillii*, l'unique critère morphologique qui peut être pris en considération est celui de la longueur totale, qui est généralement supérieure chez les mâles par rapport aux femelles. En outre, chez l'*A. fasciatus*, la couleur montre un dimorphisme sexuel apparent.

La croissance relative (relation taille- poids) pour les spécimens étudiés a montré que chez l'*A. fasciatus* elle est de type isométrique chez les femelles et majorante chez mâles. Chez l'*H. bimaculatus*, elle est minorante chez les deux sexes, alors que chez les *Tilapia de zill*, elle est isométrique chez les deux sexes.

La mise en évidence des indices écologiques, montre que la structure du peuplement parasitaire évolue en fonction de la bioécologie de l'espèce hôte et/ou de l'espèce de parasite d'une part et de la variation temporelle des conditions environnementales d'autre part. La diversité la plus élevée est notée chez les poissons de grande taille surtout durant la période chaude.

L'analyse de la répartition des parasites recensés par organe infesté montre que les organes qui abritent plus de parasites sont les branchies avec 9 genres, suivies du tube digestif avec seulement 2 genres et absence de toute forme d'infestation sur les téguments, la vessie natatoire et dans le sang.

Les poissons de grandes tailles, en particulier, *H. bimaculatus* et *T. zillii* sont plus parasités que les poissons de petites tailles telle l'*A. fasciatus*.

L'évaluation du taux de parasitisme, en fonction des espèces hôtes, a montré que les trois espèces de poissons sont infestées avec des degrés variables. Ce sont les *H. bimaculatus* qui représentent la population la plus vulnérable aux agressions parasitaires avec une prévalence de 93,61%, suivie par les Tilapia de Zill avec 86,81%. Avec une dominance marquée du parasite intestinal *Acanthocephala ind.*

En fonction du sexe des poissons a montrée que ce sont les poissons femelles qui sont les plus vulnérables aux agressions parasitaires, en particulier les Tilapias de zill où la quasi-totalité des femelles infestées.

Globalement, la prévalence parasitaire, l'intensité parasitaire moyenne et l'abondance parasitaire en fonction de la taille des poissons hôtes, a montré que toutes les classes de tailles peuvent être touchées mais avec des degrés variables, en particulier chez l'*H. bimaculatus* et *Tilapia Zillii*.

En fonction de l'âge, toutes les classes d'âges sont parasitées et le taux d'infestation chez l'*H. bimaculatus* et l'*A. fasciatus* évolue avec l'âge du poisson. Alors que chez les *Tilapia zillii*, l'infestation précoce débute chez les poissons de moins d'un an jusqu'aux poissons adultes.

En fonction du poids, la majorité des classes de poids sont touchées par les parasites, particulièrement, les classes de poids moyens, qui enregistrent le taux d'infestation le plus élevé.

L'analyse statistique réalisée entre les paramètres parasitologiques et les caractères physico-chimiques de l'eau des trois stations d'études a révélé que la température et la salinité de l'eau sont les agents majeurs, influençant les effectifs de poissons hôtes et de leurs parasites. A de hautes températures, le nombre de poissons examiné et celui de certains genres de parasites (*Trichodina sp.*, *Copepoda ind.*, *Dactylogerus sp.*, *Gyrodactylus sp.* et l'*I. multifiliis*) diminue surtout chez l'*H. bimaculatus* et le *T. zillii*. Par contre, la salinité a montré une influence sur la charge parasitaire totale chez l'*H. bimaculatus* et l'*A. fasciatus*. Le pH de l'eau a une influence significative sur le nombre des Acanthocéphales dont les effectifs augmentent avec l'augmentation du pH.

Les corrélations établies entre les paramètres morphométriques, biologiques et parasitologiques ont montrés que les effectifs de certains genres de parasites, tels que les Acanthocéphales et les *Dactylogyrus* augmentent avec l'âge des poissons. Ce résultat est observé chez l'*H. bimaculatus* et l'*A. fasciatus*. En outre, la taille du poisson et son régime alimentaire joueraient un rôle essentiel dans le recrutement parasitaire, spécialement chez le genre *Acanthocephala* qui est présent chez l'*H. bimaculatus* et *T. zillii* alors qu'il est absent

chez l'*A. fasciatus*. Aussi, l'infestation par certains genres de parasites surtout les Copépodes, les Monogènes et les Digènes favoriserait l'installation de certains protozoaires tels que *Trichodina*, *Chilodonella*, *Myxobolus*.

En perspectives, il serait nécessaire d'approfondir et d'acquérir de nouvelles connaissances bénéfiques et utiles particulièrement sur la bio-écologie de la faune des hydrosystèmes continentaux du Sahara septentrional:

- ✓ Afin d'adopter des mesures de conservation adéquates des ressources ichtyologiques, il est urgent, premièrement, d'actualiser les données relatives à la systématique, à la distribution et à l'écologie des populations de poissons
- ✓ Identifier et évaluer les facteurs responsables de la menace et du déclin de l'ichtyofaune algérienne, notamment des espèces autochtones telle l'*A. fasciatus*.
- ✓ L'analyse qualitative et quantitative de la parasitofaune des poissons et de l'impact de ces parasites sur leurs hôtes. La taxonomie de ces parasites mériterait d'être approfondie, particulièrement les sporozoaires qui peuvent avoir des incidences graves sur l'ichtyofaune.
- ✓ Une meilleure connaissance des impacts écologiques des aménagements entrepris dans la région, nous permettra d'envisager une gestion plus équilibrée et plus durable de notre patrimoine aquatique. Ensuite, en toute connaissance de cause, des mesures de gestion et des conservations pourront être recommandées et appliquées.

Références bibliographiques

1. **ABBA E., BELGHYTI D. et BENABID M., (2010).** Relation taille-poids et coefficient de condition de la truite commune (*Salmo trutta macrostigma dumeriel*, 1858) d'un ruisseau du moyen Atlas Maroc: Oued Sidi Rachide. ScienceLib. Edi. Merssenne. ISSN 2111- 4706. Vol. 2. N° 101202. 13p
2. **ABBA E., BELGHYTI D., BENABID M., EL ADEL N., EL IDRISSE H., et CHILLASSE L., (2013).** Relation entre poids, taille et fécondité chez la truite Arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) de la station de salmoniculture de Ras El Ma (Arzou-Ifran).j. Mater. Envi. Sci.4 (3). 482- 487 p
3. **ABHS, (2009).** L'Agence de Bassin Hydrographique Sahara: pour une gestion rationnelle et durable des ressources en eau dans le Sahara. L'Agence de Bassin Hydrographique du Sahara. 32p.
4. **ABIDEMI-IROMINI A. O., EZE R. N., (2013).** Comparative assessment of parasite infestation of Tilapia in natural and cultured environments. Department of fisheries and aquacul technology. Federal university of technology. Akure. Nigeria. 6p
5. **ALEXANDRE, A. F., (2005).** Parasites et parasitoses des poissons d'ornement d'eau douce. Aide au diagnostic et propositions de traitement. Thèse pour le Doctorat vétérinaire. La faculté de Médecine de Creteil. 122p.
6. **AMBRE, V. C., (2009).** La pisciculture en polynésie française. étude bibliographique et expérimentale des maladies et de leur gestion sanitaire. Thèse pour l'obtention du grade de Docteur vétérinaire. Univ. Claude-Barnard Lyon-1(Médecine-pharmacie).195p.
7. **AMINOT A., CHAUSSEPIED M., (1983).** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. *Cent. Natl. Exploit.Océans (Cnexo)*. Paris, 396p
8. **ANDRE T. K., (2006).** L'Hydraulique et des développements ruraux. Ressources Halieutiques. Unité de recherche en Maitrise d'ouvrage de Ziga (MOZ) pêches et faune (URPF/DD). Fiche technique des maladies potentielles des poissons au Burkina. 281p
9. **ANONYME, (2008).** Aquaculture : Généralités. Cours aquaculture générale. 3^{ème} année Aquaculture- Halieutique. 30p
10. **ANONYME, (2011).** Guide de normalisation des méthodes d'inventaire ichtyologique en eaux intérieures, service de la faune aquatique. Tome1, acquisition de données, ministère des ressources naturelles et de la faune. Québec. 137 p.

11. **ANRH, (2005).** Agence Nationale des Ressources Hydrauliques. Colloque International sur les Ressources en Eau Souterraines dans le Sahara. Zones humides au Sahara septentrional : Caractérisation et proposition d'aménagement. Ouargla. 22p
12. **ARRIGNON J., (2000).** Pisciculture en eau douce. le tilapia. le technicien d'agriculture tropicale. Mais en neuve et larose. Paris, 125p.
13. **ATTROUT et BADANI D.J., (2009).** Prévention et Thérapeutique des maladies piscicoles. Thèse pour l'obtention de docteur vétérinaire. Ecole nationale de vétérinaire. Alger. 195p
14. **BACHA B., (2010).** Diagnostique écologique d'une zone humide artificielle. Le barrage de Foug el Kherza (Biskra, Algérie). Mémoire de Magistère en Ecologie Animale. Univ. Mohamed Kheider. Biskra. 177p
15. **BACHA M. et AMARA R., (2007).** Les poissons des eaux continentales d'Algérie. Étude de l'ichtyofaune de la Soummam. *Cybium*. 31 (3) : 351-358pp.
16. **BAGLIER J.L., (1985).** La détermination de l'âge par scalimétrie chez le saumon atlantique (*Salmosalar*) dans son aire de répartition méridionale : utilisation pratique et difficultés de la méthode. *Bull. Fr Pêche Piscic.* 298 : 69-105.
17. **BAHRI-SFAR L., HADDAOUI N., BOUZID W., ESSETTI I., QNINBA A. et BEN HASSINE O.K., (2010).** Compared parasitic infection of *Ligula intestinalis* (Cestoda: Diphyllbothridae) in Cyprinidae species: *Rutilus rubilio* and *Scardinius erythrophthalmus* in two dam reserves in Tunisia. Unité de Biologie, Ecologie et Parasitologie des Organismes Aquatiques, Faculté des Sciences de Tunis, Campus universitaire. 2092 Tunis. Tunisie. *PubMed*. 09/2010; 17(3):241-50p
18. **BALLAIS J.L., (2010).** Des oueds mythiques aux rivières artificielles. l'hydrologie du Bas Sahara Algérien. Vol.4. 107-127 P
19. **BARBAULT C., (1981).** Écologie des populations et des peuplements. Éd. Masson. Paris. 200 p.
20. **BARRIGA-SOSA I.D.L.A., JIMENEZ-BADILLO M.D.L., IBÁÑEZ A.L. et ARREDONDO-FIGUEROA J.L., (2004).** Variability of tilapias (*Oreochromis spp.*) introduced in Mexico: morphometric, meristic and genetic characters. *J. Appl. Ichthyol.*, 20: pp 7-14.
21. **BEGHORA L. et DJABIR T., (2008).** Contribution à l'étude des hémoparasites et des ectoparasites de quelques espèces aviaires de la région de Batna. Diplôme d'Etudes Supérieures en Biologie et Physiologie Animale. Univ. El Hadj Lakhdar. Batna. 49p.

22. **BELAGOUNE F., (2012).** Etude et modélisation des crues des cours d'eaux en milieu semi- aride, cas des grands bassins versants 05,06 et 07. Thèse de Magistère Spécialité : Hydraulique. Unie. Kasdi –Mebah. Ouargla.181p
23. **BEN HEBIRECHE R. et GAAMOUR M., (2010).** Evolution saisonnière des ectoparasites branchiaux chez *Tilapia nilotica* dans la région d'Ouargla. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du Diplôme D'ingénieur d'état en aquaculture. Univ. Kasdi- Merbah. Ouargla. 38p.
24. **BEN MARIEM S., (1995).** Caractères biométriques de *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775) du golfe de Gabès, Tunisie (*Decapoda, Penaeidae*). *Crustaceana*, 68 (5): 583-596.
25. **BENMANSOUR B. et BENHASSINE O.K., (1998).** Preliminary analysis of parasitic copepod species richness among coastal fishes of Tunisia. *Ital. J. Zool*, 65 : 341-344.
26. **BENSACI E., SAHEB M., NOUIDJEM Y., BOUZEGAG A. et HOUHAMDI M., (2013).** Biodiversité de l'avifaune aquatique des zones humides sahariennes, cas de la dépression d'Oued right (Algérie). *Physi-Géo*. Vol 7. p 211-222
27. **BENSAHA H., BENSAHA L. et ACHOUR M., (sd).** Réflexion pour préservé l'environnement. Cas de la vallée du M'Zab (Algérie).13p
28. **BENZIOUCHE, (2006).** L'agriculture dans la vallée de Oued Righ. Quelques éléments d'analyse. *Revue des Sciences Humaines*. Univ. Mohamed Khider. Biskra. N° :10 .16p.
29. **BERGERON. M., (1996).** Impacts de l'introduction du Mulet à corne, *Semotilus atromaculus* et de la morphométrie des Lacs, sur la faune parasitaire de l'omble de fontaine, *Salvelinus fontinalis*, dans les Lacs du bouclier laurentien. Université du Québec à trois rivières. 103p.
30. **BERTRAND M., MAGNAN P. et MACROGLIES D.J., (2013).** Les parasites chez les poissons. Université du Québec à Trois Rivières. 1p.
31. **BESBES M. et JARRAYA HORRICHE F., (2007).** Définition d'un réseau de surveillance piézométrique du système aquifère du Sahara septentrional. *Sécheresse*. Vol 18. N°1. 13-22 p
32. **BICHI A. H. et IBRAHIM A.A., (2009).** A survey of ecto and intestinal parasites of *Tilapia zillii* (GERVIAS) in Tiga Lake. Kano. Northern Nigeria. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 2(1): 79 – 82.

33. **BIGOT L. et BODOT P., (1973).** Contribution à l'étude biocénotique de la garrigue à *Quercus coccifera*. Composition biotique du peuplement des invertébrés. *Vie et Milieu*, Vol. 23, Fasc. 2 (Sér. C) : pp 229-249.
34. **BILONG-BILONG C.F. et NJINE T., (1998).** Dynamique de populations de trois monogènes parasites d'*Hemichromis fasciatus* (Peters) dans le lac municipal de Yaoundé et intérêt possible en pisciculture intensive. *Sci. Nat. et Vie* 34. 295-303.
35. **BLACHIER PH., (1990).** Elevage expérimental de *Tilapia zillii* dans les eaux chaudes de Pierrelatte. France. 8p
36. **BLAHOUA G., N'DOUBA V., KONE T, et KOUASSI J., (2009).** Variation saisonnière des indices épidémiologiques de trois Monogènes parasites des *Sarotherodon melanotheron* (Pisces : Cichlidae) dans le Lac d'Ayamé (Côte d'Ivoire). *Sciences et Nature*. Vol. 6 N°1 : 39-47p.
37. **BLANCHET S., LOOT G., GRENOUILLET G. et BROSSE S., (2007).** Compétitives interactions entre les salmonidés indigènes et exotiques. un combiné champ et la démonstration en laboratoire. *Ecologie Poissons d'Eau Douce*. Doi: 10.1111/j.1600-0633.2006.00205.x.
38. **BLONDEL J., (1975).** L'analyse des peuplements d'oiseaux. Élément d'un diagnostic écologique. La méthode des échantillonnages fréquents progressifs (E.F.P). *Ecol. (Terre et Vie)*. Vol 29, (4). pp 533-589.
39. **BLONDEL J., (1979).** Biogéographie écologie. Masson. Paris. 173 p.
40. **BOCEK A., (sd).** Récolte de l'eau et aquaculture pour le développement des zones rurales. Introduction a l'élevage du *Tilapia*. International Center for Aquaculture Swingle Hall Auburn University, Alabama 36849-5419 USA. 11p.
41. **BOET P. et Le LOUARN H., (1985).** La croissance du poisson. Techniques d'étude. In : Gestion piscicole des lacs et retenues artificielles (Gerdeaux et Billard eds.) : 125-142p.
42. **BOND C., (2006).** Etude de la viabilité du parasite *Bonamia ostreae*, agent de la bonamiose chez l'huître plate *Ostrea edulis*, en fonction des facteurs environnementaux (salinité, température, milieux) par cryométrie en flux. France. 48p.
43. **BOUALLALA M., (2013).** Etude floristique nutritive spatio-temporelle des parcours camelins du Sahara occidental algérien. Cas des régions de Bechar et Tindouf. Thèse de Doctorat en Agronomie Saharienne. Univ. Kasdi- Merbah. Ouargla. 208p
44. **BOUALLEG C., KAOUACHI N. et BENSOUILAH M., (2012).** L'infestation de douze espèces de Sparidae par le parasite *Gnathia* sp. (Isopoda: Gnathiidae) dans le

littoral est-algérien. Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, *section Sciences de la vie*, N° 34 (1), p. 65-70.

- 45. BOUALLEG C., SERIDI M., KAOUACHI N., QUILQUINI Y. et BENSOUILLAH M., (2010).** Les Copépodes parasites des poissons téléostéens du littoral Est-algerien. *Bull. Insti. Scie. Scie. Vie. Rabat*, 32 (2) : 65-72.
- 46. BOUDOURESQUE C. F., BEAUBRUN P. C., RELINI G., TEMPLADO J., CHRISTINE M., VAN KLAVEREN P., WALMSLEY J. G. et ZOTIER R., (1996).** Critères de sélection et liste révisée d'espèces en danger et menacées (marines et saumâtres) en Méditerranée. Monaco ,73p.
- 47. BOUHBOUH S., (2002).** Bio-écologie de *Barbus callensis* (valencienne 1842) et *Barbus fritschi* (günther 1874) au niveau du réservoir allal el fassi (Maroc). Thèse pour l'obtention du diplôme de doctorat national es-sciences. Univ. Sidi Mohamed Ben Abdallah. Maroc. 157p
- 48. BRAHIM TAZI N., MEDDOUR A., BAYSSADE-DUFOUR CH et BOUTIBA Z., (2009).** Investigation sur ses sarasites Digena de *Mullus Surmuletus* (Linné, 1758) dans le littoral Algérien. *European Journal of Scientific Research*. Vol.25, N°.3 : 448-462pp.
- 49. BRETON B., GERARCI R. et SERAD T., (1999).** Tout les poissons d'eau douce leur gestion et leur pêche. Edition Jean-Paul Gisserot. p115-116.
- 50. BRUSLE J ET QUIGNARD J.P., (2001).** Biologie de poissons d'eau douce européen .Ed TEC et DOC. 625p.
- 51. BUFFET M., LOUIS J., MAUREL N. et SAUT S., (2007).** Système aquifère du Sahara septentrional. Fonctionnement et conséquences de son utilisation. Projet RERIP. Master BGAE 1^e année opt. SVT. 17P
- 52. BUNKLEY-WILLIAMS L. et WILLIAMS E.H., (1994):** parasites of Puerto Rican freshwater sport fishes. Sportfish disease project. Department of marine sciences. University of Puerto.164p.
- 53. BUSH O., LA VERTY A.D., LOTZ J.M. et SHOSTAK A.W., (1997).** Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *J. Parasitol.* 83:575–583.
- 54. CASSELMANN J.M., (1967).** Age and growth of Northern pike *Esox lucius* Linnaeus of the upper St Lawrence River. M.S. University of Guelph. 216 p
- 55. CAVANIHAC J.M., (2011).** Copépodes marins. France. 9p

- 56. CHABOUR N., (2006).** Hydrologie des domaines de transitions entre l'Atlas saharien et la plateforme saharienne de l'Est de l'Algérie. Thèse de Doctorat Spécialité : Géologie. Univ. Mentouri Constantine. 177p
- 57. CHAIBI R., (1999).** Caractéristique biologique et potentiel piscicole de la lagune du mellah données préliminaires sur *Aphanius fasciatus*. Mémoire de fin d'étude en Biologie de pêche, Univ. Annaba, 39 p.
- 58. CHAIBI R., (2013).** Connaissance de l'ichtyofaune des eaux continentales de la région des Aurès et du Sahara septentrional avec sa mise en valeur. Thèse de Doctorat es.science . option : Biologie. Univ. Mohamed Khider. Biskra. 209p
- 59. CHAIBI R., SI BACHIR A., CHENCHOUNI H., BOULETREAU, S., CEREGHINO, R. et SANTOUL F., (2012).** Effect of Large-Scale Environmental Variables and Human-Pressure on Distribution Patterns of Exotic Continental Fish in East Algeria. *Zoology and Ecology*, 22: DOI:10.1080/21658005.2012.736687.
- 60. CHAIBI R., SI BACHIR A., et CHANCHOUNI H., (2013).** Nouvelle répartition de l'*Aphanius* de corse *A. fasciatus* Valenciennes, 1821 (Pisces: Cyprinodontidae) et biométrie des spécimens capturés dans le Sahara septentrional algérien. Hydro écologie appliquée (sous presse).27p
- 61. CHAKROUN-MARZOUK N. et MOHAMED-HEDI k., (1998).** Cycle reproducteur et relation taille- poids chez *Sciaena umbra* Linnaeus, 1758 des cotes Tunisiennes. Rapp. Com. Int. *Mer Medt.* 35: 2p
- 62. CHALABI A., (Sd).** L'aquaculture en Algérie et son contexte maghrébin. 39p
- 63. CHANGEUX T., (1995).** L'Atlas des poissons d'eau douce de France. Conseil supérieur de la pêche. Paris.
- 64. CHARRETON M., (2002).** Le système aquifère du Sahara septentrional. Synthèse de la première phase du projet « OSS / SASS ». univ. Versailles Saint-Quentin en Yvelines. 18p
- 65. CHEHMA A., (2005).** Etude floristique et nutritive des parcours camelins du Sahara septentrional algérien. Cas des régions d'Ouargla et Ghardaïa. Thèse de Doctorat. Spécialité : Biologie appliqué. Univ. Badji mokhtar. Annaba. 198p
- 66. CHEHMA A, (2010).** Offre de formation L.M.D. licence professionnalisante. Univ. Kasdi- Merbah. Ouargla.13p
- 67. CHEHMA A., (2011).** L'effet du Changement Climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb. Le Sahara en

- Algérie, situation et défis. CMEP TASSILI, N° 09 MDU 754. Univ. Kasdi -Merbah. Ouargla. 8p
- 68. CHEHMA A., BOUZEGAG I. et CHEHMA Y., (2008 a).** Productivité de la phytomasse éphémère des parcours camelins du Sahara septentrional algérien. *Fourrage*, 194 : 253-256.
- 69. CHEHMA A., FAYE B. et DJEBBAR. M.R., (2008 b).** Colloque international sur le développement durable des productions animales : enjeux, évaluations et perspectives. univ. Alger. 2p
- 70. CHENCHOUNI H., (2011).** Diagnostic écologique et évaluation du patrimoine biologique du Lac Ayata (Vallée de l'Oued Righ : Sahara septentrional algérien). Thèse de Magistère. Spécialité : Ecologie saharienne et environnement. Univ. Kasdi-Merbah Ouargla. 132p
- 71. CHERRADI M., (1987).** Etude de l'abondance et de la diversité des poissons du fleuve Saint-Laurent dans le secteur de la centrale nucléaire de Gentilly, Québec. Université du Québec à trois rivières. 134p.
- 72. CHIKOU A., LAYEY A.P., RAEMAKERS V., VANDEWALLE P. et PHILIPPART J.C., (2008).** Etude de l'âge et de la croissance chez *Clarias gariepinus* (pisces, clariidae) dans le delta de l'Ouémé au Bénin (Afrique de l'Ouest). *Int.j. biol. Chem. Sci.* 2(2) : 157-167.
- 73. CIMMARUTE R., SCIALANCA F., LUCCIOLI F. et NASCETTI G., (2003).** Genetic diversity and environmental stress in Italian populations of the cyprinodont fish *Aphanius fasciatus*. *Oceanol Acta*, 26: 101-110.
- 74. COMBES C., (1995).** Interaction durables. Ecologie et évolution du parasitisme. *Collection écologie*, N° 26, Paris, 524p.
- 75. CORFIELD J., DIGGLES B., JUBB C.R., MC DOWALL M., MOORE A., RICHARDS A et ROWE D. K., (2008).** Review of the impacts of introduced ornamental fish species that have established wild populations in Australia. Prepared for the Australian Government Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts. 284p
- 76. CULURGIONI J., DE MURTAS R., CANNELLA S. et FIGUS V., (2010).** Parasites of wild european sea bass *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) from St. Gilla largon. Sardinia , South Western Mediterranean. *Ittiopatologia*, 7 : 123-133.
- 77. CYRIL H. (Sd).** Ecologie des poissons. La scalimétrie pour connaître l'âge d'un poisson. Une technique simple à la portée de tous. 5p

- 78. CYRILH., (2006).** Les maladies parasitaires.les maladies parasitaires des poissons. Le forum de toutes les pêches. *Costia*.2:40.
- 79. DAGET J. et DURAND R., (1981).** Poisson. In DRAND R. et LEVEQUE C, (1981). Flore et Faune Aquatique de l’Afrique Sahélo- Soudaniennes, u RSTOM. Doc. Tech. (45). Pp 687- 772
- 80. DAGNELIE, (2000).** Statistiques théorique et appliquées. Bruxelles Université de BOECK et LARCIER. 659 pp.
- 81. DAHLSTRO M. A., (2003).** Owls and cannibals revisited: traces of windigo features in Meskwaki texts. Papers of the Thirty-fourth Algonquian Conference, ed. H.C. Wolfart. Winnipeg: University of Manitoba, USA.
- 82. DAJOZ R., (1985).** Précis d’écologie. Ed. Dunod, Paris, 505p.
- 83. DAWES J., (2008).** The red Hemichromis. *Aqualognews*.vol.14. N° 71 : 2p
- 84. DELHOM J. et LEBEL I., (2011).** Faisabilité d’un échantillonnage d’Anguilles argentées d’évalante sur le Rhône Aval. Association migrateur. Rhône . *Méditerranès*. N°14: 46p
- 85. DESCLAUX C., (2003).** Interactions Hôtes-parasites: diversité, mécanisme d’infestation et impact des Trématodes Digènes sur les coques "*Cerastoderma edule*" (Mollusque bivalve) en milieu lagunaire Macrotidal. Thèse de Doctorat. Spécialité : Océanographie. Univ. Bordeaux I. 304p.
- 86. DJEBBARI N., BOUDJADI Z. et BENSOUILAH M., (2009).** L’infestation de l’anguille *Anguilla anguilla* L., 1758 par le parasite *Anguillicola crassus* Kuwahara, Niimi & Itagaki, 1974 dans le complexe de zones humides d’El Kala (Nord-est algérien). Bulletin de l’Institut Scientifique. Rabat. Section Sciences de la Vie. N°31 (1) : 45-50pp.
- 87. DOARDIO I., (1994).** Freshwater fish fauna of North Africa and its biogeography. *Ann. Mus. Afr. Centr. Zool.* 275: 21- 34.
- 88. DUBOST D., (1991).** Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes. Thèse Doctorat. Univ. Tours France. 550p
- 89. DURIEUX E., (2007).** Ecologie du système hôte – parasite, juvéniles G0 de sole (*Solea solea*) . métacercaires de Digènes : dynamique et effets de l’infestation. Univ. Rochelle, Thèse de doctorat. p105
- 90. DUSEK L., GELNAR M. et SEBELVA S., (1998).** Biodiversity of parasites in a freshwater environment with respect to pollution: metazoan parasites of chub

- (*Leuciscus cephalus* L.) as a model for statistical evaluation. *Intern J. Parasitol*, 28 : 1555-1571.
- 91. ECOUTIN J.M., et ALBARET J.J., (2003).** Relation longueur-poids pour 52 espèces de poissons des estuaires et lagunes de l'Afrique de l'Ouest. *Cybiurn*, 27(1): 3-9.
- 92. ELMADHI Y. et BELGHYTI D., (2006).** Distribution de deux Monogènes dans les individus hôtes de *Trachinotus ovatus* (L, 1758) de la côte de Mehdiya. *Biologie & Santé*. Vol. 6, N° 2 : 65-76 pp.
- 93. ERIC L., (2004).** Pisciculture en zone tropicale. GFA Terra Systems Eulenkrußstraße 8222 359 Hamburg. Allemagne. 231p.
- 94. EUZET L. et COMBES C., (1980).** Les problèmes de l'espèce chez les animaux parasites. *Mémoires. Soc. Zool., Fra.* 40 : 239-285.
- 95. EUZET L. et PARISELLE A., (1996).** Le parasitisme des poissons Siluroidei : un danger pour l'aquaculture. *Apar. Living Resour.*, 1996, Vol. 9, Hors série. 145-151p
- 96. FAO, (2000).** Les méthodes de production d'alevins de *Tilapia nilotica*. ADCP/89/46.120p
- 97. FAO, (2002).** Eau et agriculture. Produire plus avec moins d'eau. Rome. 28p.
- 98. FERRITO V., MALTAGLIALOTI F., MAUCERI A., ADORNO A. et TIGANO C., (2003).** morphologique et génétique variation en quatre populations italiennes de *Lebias fasciata* (Teleostei, Cyprinodontidae). *Ital J Zool* 70: 115-121.
- 99. FEZZANI C., LATRECH D. et MAMOU A., (2005).** Système aquifère du Sahara septentrional, gestion conjointe d'un bassin hydrologique international. Agriculture et développement. Tunisie. 3p
- 100. FILIPPI J., (2013).** Etude parasitologique d'*Anguilla anguilla* dans deux lagunes de Corse et étude ultra-structurale du tégument de trois digènes parasites de cette anguille. Thèse de doctorat, Université Corse. 212p.
- 101. FISHER M. et SCHNEIDER M., (1987).** Poissons osseux in Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche Méditerranée et mer noire. Rome. 1529 pp
- 102. FOIN A.A., (2005).** Parasites et parasitoses des poissons d'ornement d'eau douce. Aide au diagnostic et proposition de traitement. Thèse pour l'obtention de Doctorat. Spécialité : Vétérinaire. Ecole national vétérinaire d'Alfort. 122p.

- 103. GAAMOUR A., BEN ABDALLAH L., KHEMIRI S. et MILI S., (sd).** Etudes de la biologie et de l'exploitation des petits pélagiques en Tunisie. *MedSudMed Technical Documents*. N°5 :48-65pp.
- 104. GAUTHIER H., (1928).** Faune aquatique du Sahara. Récoltes de M.L.G. Seurat au Hoggar. 350p.
- 105. GAYGUSUS Ö. et al., (2006).** Conversions of total, fork, and standard length measurements based on 42 marine and freshwater fish species (from Turkish waters). *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.*, 6: 79-84.
- 106. GHAZI C., BEGHORA L., CHAIBI R., SI BACHIR A., (2013).** Diversité ichtyologique de trois zones humides du Sahara septentrional (le Lac Temacine, le Lac Megarine et l'Oued Still), 1^{er} colloque national sur les zones humides, (CNZHI). Communications affichés. Université de M'Sila. 108p.
- 107. GHOLAMI Z., AKHLAGHI M., MOBEDI I. et ESMAEILI H.R., (2011).** Infection of *Aphanius sophiae* (Actinopterygii: Cyprinodontidae) with *Tetracotyle sp.* *Veterinary Research Forum*, 2 (1): 65-68.
- 108. GIRARD P. et ELIE P., (2007).** Manuel d'identification des principales lésionsanatomomorphologiques et des principaux parasites externes des anguilles.CEMAGREF. Association « Santé Poissons Sauvages ». N °110. Groupement de Bordeaux. 81p.
- 109. GUÉGAN L.F., LAMBERT A., LÉVÊQUE C., COMBES C. et EUZET L., (1992).** Can host body size explain the parasite species richness in tropical freshwater fishes. *Oecologia* 90: 197-204.
- 110. GUEMMOUR S., (2012).** Etude de quelques paramètres épidémiologique chez l'espèce *Aphanius fasciatus* d'Oued Still. Mémoire en vue de l'obtention de Diplôme de Master en Biologie. Univ. Amar Telidji. Laghouat. 80p
- 111. GUERRIDA H., (2008).** Les ectoparasites branchiaux d'Oreochromis niloticus (Téléostéen-Cichlidae) pêchés dans différents sites de la région d'Ouargla. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en écologie. Univ. Kasdi- Merbah. Ouargla. 39p
- 112. GUICHENOT A., (1850).** Histoire naturelle des reptiles et poissons de l'Algérie. In: Exploration Scientifique de l'Algérie pendant les années 1840, 1841, 1842. *Sciences Physiques. Zoologie. V. Paris.*

- 113. HALMETOJA, A. VALTONEN E. et E. KOKENNIEM I., (2000).** Perche (*Perca fluviatilis*) parasites reflect ecosystem condition: a comparison of a natural lake and two reservoirs in Finland. *Int Of Parasitol*, 30: 14-44.
- 114. HAMDIA R., (1991).** Effect of host species, Sex, Longht, Diet and Defferent Seasons on the parasitic infection of *Tillapia* fish in Lake Manzalah. *Jour of King Abdulaziz*. Univ: Marine Sciences. Vol. 2: 81-91 pp.
- 115. HAMMOUDI D., (2011).** Contribution à l'étude de la parasitofaune de l'ichtyofaune continental de l'Algérie. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du Diplôme d'ingénieur d'état en Biologie. univ. Amar Telidji. Laghouat. 73p.
- 116. HARACA G., (2009).** Synthèse technique. Utilisation des aquifères fossiles pour l'irrigation. état des lieux, perspectives, débats. 17p.
- 117. HASSANI SMAIL M.M., (2010).** Identification des nématodes et aspects écologiques des parasites du Rouget de roche *Mullus Surmuletus* (Linné, 1758) de la Baie de Kristel (littoral oranais). Mémoire de Magister en Science de l'Environnement. Option : Biologie et pollution marine. Univ. Oran. 112p.
- 118. HATTOUR A., (2001).** Analyse du sexe ratio par classe de taille du Thon rouge (*Thyunnus thynnus*) capture par les senneurs tunisiens. Institut National des Sciences et Technologie de la Mer. Tunisie. *Copemed*. 6p.
- 119. HENRI A., (1969).** Zoologie Agricole (volume 1) .2^e édition, Paris. p.14
- 120. HOUARI K. et CHEHMA A., (2007).** Variation temporelle de la valeur nutritive des principales plantes spontanées broutées par le dromadaire dans le Sud-est algérien. Laboratoire de bio-ressources sahariennes (F.S.S.I). Vol. 1. N° 2. Ouargla. 3p
- 121. HOUHARI I.M., (2012).** Contribution à l'étude de l'évolution géochimique des eaux de la nappe du complexe terminal de Sahara septentrionale. Mémoire de Magistère Spécialité : Géoscience et environnement. Univ. Kasdi- Merbah. Ouargla. 117p.
- 122. HUXLEY J.S. et TEISSIER G., (1936).** Zur terminologie des relativen Grössenwachstums. *Biol. Zbl.*, 56: 381-3.
- 123. IUCN, (2006).** Red list of threatened species. www.iucnredlist.org
- 124. IUCN, (2010).** France, MNHN, SFI & ONEMA, 2010. Chapitre 9. La liste rouge des espèces menacées en France. Poissons d'eau douce de France métropolitaine. Paris. France.

- 125. JASON H. O. et BETSIE B.R., (2013).** Distribution and Population Characteristics of African Jewelfish and Brown Hoplo in Modified Wetlands in South Florida. *The American Midland Naturalist*, 170(1):52-65.
- 126. JEARLD A., (1983).** Age determination. In : Fisheries techniques. Nielsen L. Ed. Blacksburg. p 301 -324.
- 127. JIMÉNEZ-ALVARADO D.L., (2007).** Efecto del sexo del cíclido joya (*Hemichromis bimaculatus*) (Pisces: Cichlidae) ante los cambios de temperatura. *Anales Universitarios de Etología*, 1:53-57.
- 128. JOLY F., (2007).** Les eaux sauvages des régions arides. Notion de base sur l'hydrologie des déserts. Géomorphologie : relief, processus. *Environnement*, Vol.4 : 285-298p
- 129. KAABECHE M., (sd).** Conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles. Guide des habitats arides et sahariens (typologie physiologique de la végétation d'Algérie). Algérie. 59p
- 130. KALDONSKI N., (2007).** La manipulation de l'hôte par les parasites acanthocéphales, aspects éco-éthologiques. Thèse Présentée pour l'obtention du grade de docteur de L'Université de Bourgogne, Ecole Doctorale Buffon, UMR CNRS 5561 Equipe Ecologie Evolutive. 184p.
- 131. KAOUACHI N., BOUALLEG C., BENSOUILAH M. et QUILICHINI Y., (2012).** Les Monogènes parasites du genre *Diplodus* dans l'Est du littoral algérien. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat. section Sciences de la Vie*, N° 34 (1) : p. 57-63
- 132. KARA M.H., (1997).** Cycle sexuel et fécondité du loup *Dicentrarchus labrax* (poisson Moronidé) du Golfe d'Annaba. *Cah. Biol. Mar.*, 38: 161-168.
- 133. KARALI A., ECHIKH F., (2004).** L'aquaculture en Algérie. Algérie. 32p
- 134. KARIMAN A. et SHALOOOF SH., (2009).** Quelques observations sur la biologie des pêches de *Tilapia zillii* (Gervais, 1848) et *Solea Vulgaris* (Quensel, 1806) dans le Lac Karoun. Egypte. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 1 (1) : 20-28 p.
- 135. KASSI G.B., VALENTIN N., TIDIANI K et N'GUESSAN J.K., (2009).** Variations saisonnières des indices épidémiologiques de trois Monogènes parasites de *Sarotherodon melanotheron* (Pisces : Cichlidae) dans le lac d'Ayamé I (Côte d'Ivoire). *Sciences & Nature*, 6 (1) : 39-47.
- 136. KECHEMIR-ISSAD N., BENTAYEB L. et BELKHIR A., (2009).** Microhabitats des parasites branchiaux de deux Téléostéens Sparidae du genre *Diplodus*

- (Rafinesque, 1810) du littoral algérois : *Diplodus sargus* et *Diplodus annularis*. El Goléa. Algérie. *CIPCA 03*.
- 137. KHADRAOUI A., (2007).** eau et impact environnemental dans le Sahara (Définition – Évaluation et perspectives de développement). Agence de Bassin Hydrographique Sahara. 300p
- 138. KHADRAOUI A., (sd).** Informations sur le lac de Temacine (Oued Rhir) http://www.abhs.dz/php/fr/files/note_lac_temacine.pdf
- 139. KNOTKOVA Z., DOUBEK J., KNOTEK Z., HAJKOVA P., (2002).** Blood cell morphology and plasma biochemistry in Russian tortoises (*Agrionemys horsfieldi*). *Acta Vet.Brno* 71: 191-198.
- 140. KOLLI A., (2011).** Etude des effondrements du Sahara septentrional cas : M'Rara, Guerrara et Mansourah. Mémoire de Magistère. Spécialité : Géoscience et environnement. Univ. Kasdi Merbah. Ouargla. 79p.
- 141. KOTTELAT M. et FREYHOF J., (2007).** Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland. 646 p.
- 142. KOURIM M.L., DOUMANDJI-MITICHE B. et DOUMANDJI S., (sd).** Biodiversité animale dans le parc national de l'Ahagga (Sahara). Univ. El Harrach. Alger. 11p
- 143. KOUSMINE Y., (2007).** Dynamiques et mutations territoriales du Sahara Algérien, vers de nouvelles approches fondées sur l'observation. Thèse de doctorat. Spécialité : Géographie. Univ. Franche- Comté. 425p
- 144. KOUSSOROPLIS M. A., (2010).** Sources de carbone et d'acides gras essentiels pour les juvéniles de *Liza saliens* (*Pisces, Mugilidae*) dans le réseau trophique d'une lagune côtière méditerranéenne (Approche *in situ* par biomarqueurs lipidiques et isotopiques). Thèse de docteur d'Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II France, 159p
- 145. KOUTRAKIS K. M. et FREYHOF J., (2007).** Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland. 646 p.
- 146. KRAIEM M.M., (1979).** Ecologie du barbeau fluviatilile *Barbus barbuis* (L., 1758), (poisson, Cyprinidae) dans le haut Rhône français. Thèse Doctorat. 3ème cycle. Univ. Lyon I. 69p.
- 147. KREBS C.J., (1989).** Ecological methodology. Harper Collins. New York, New York, USA.

- 148. LABED L., GHEZZAOUI Y. et BAZZA M., (2011).** Biodiversité de la parasitofaune chez *Tilapia nilotica* (Cichlidae) dans la région de Touggourt (Sahara Algérien). Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du Diplôme de Master en Biologie. Univ. Mohamed Khider Biskra. 94p
- 149. LAKHDARI N., (2011).** Premières données sur la parasitologie de trois espèces de Cyprinidés de la région des Aurès et des hauts plateaux de l'Est algérien. Mémoire de Master en Ecologie et Environnement. Univ. Batna. 50p.
- 150. LAKHDARI N. et BOUHAMLA H., (2009).** Le parasitisme chez les poissons. Etat des connaissances et perspectives pour la conservation. Projet environnemental de 1^{ère} année Master en Biologie de la Conservation. Univ. El Hadi Lakhdar. Batna. 84p.
- 151. LANFRANCO G. et SCHEMBRI P.J., (1989).** Vertebrates, other than birds. *in* : Schembri P.J. & Sultana J. (eds). *Red data book for the Maltese Islands*. Department of Information, Ministry of Education publication, Malte. Pp. 129-137
- 152. LARGEAU V., (1881).** Sahara Algérien. Les déserts de l'Erg. 2^{ème} édition. Paris. 361p.
- 153. LAUZANNE L., (1988).** Les habitudes alimentaires des poissons d'eau douce africains. In : Lévêque, C., Bruton., M.N. et Ssontengo, G.W. (eds), *Biologie et écologie des poissons d'eau douce africains* (pp. 192-221). Paris, OROSTOM éditions.
- 154. LAZARD J. et OSWALD M., (1995).** Association silure africain-tilapia : polyculture ou contrôle de la reproduction?. *Aquat. Living Resour*, 8: 455-463.
- 155. LAZARD J., LECOMTE Y., SOMAL B. et WEIGEL J.Y., (1991).** Pisciculture en Afrique subsaharienne : situation et projets dans des pays francophones proposition d'action. Ministère de la coopération et du développement. 157p
- 156. LE BERRE M., (1989).** Faune du Sahara.1- Poissons-Amphibiens-Reptiles. Le chevalier-Chabaud (Edit.). 333p.
- 157. LE FUR F., MAISON E., RAGOT P. et ABELLARD O., (2009).** Les habitats et les espèces Natura 2000 en mer. Tome 2. Agence des aires marines protégées. France, 119p.
- 158. LE HOUEROU H.N., (1990).** Définition et limites bioclimatiques du Sahara. *sècheresse*, 1(4) : pp. 246-259.
- 159. LEA E., (1910).** On the methods used in herring investigations. *Publ. Circons. Cons. Perm. Int. Explor. Mer*, 53: 175 p.

160. LEMASON. M., (1960). Chronique piscicole. Revue bois et forets des tropiques. 73p
161. LEMIRE M., MEURGUES G. et PETTER F., (2003). Désert saharien. Muséum de l'histoire naturelle. 19- 32p
162. LEONARDOS I., (2008). The feeding ecology of *Aphanius fasciatus* (Valenciennes, 1821) in the lagoonal system of Messolongi (western Greece). Biological Applications and Technology Department, University of Ioannina. Barcelona (Spain). Scientia Marina, 72p
163. LEPAREURE F. et ATSH A., (2012). Service du Patrimoine Naturelle. Muséum national d'histoire naturelle. Note sur l'évaluation de l'état de conservation des espèces marines d'intérêt communautaire et de leurs habitats, à l'échelle d'un site Natura 2000 en mer, version (1). 34p
164. LESTER R. A., (1951). Factors influencing the spawning frequency in the female Cichlid fish *Tilapia marcocephala*. *American of naturan history city of New York*, N° 1484: 26p
165. LÉVÊQUE C., (1990). Relict tropical fish fauna in Central Sahara. *ichthyol. explor. freshwaters*, 1 : 39-48.
166. LÉVÊQUE C., (2007). Introductions de nouvelles espèces de poissons dans les eaux douces tropicales, objectifs et conséquences. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 344/345 : 79-91p
167. LÉVÊQUE C., BRUTON M, et SENTONGO G., (1988). Biologie et Ecologie des poissons d'eau douce Africaine. ORSTUM Coll. Trav. Et Doc. Paris, pp303-324.
168. LÉVÊQUE C., PAUGY D. et TEUGELS G.G., (1992). Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Tome 1 et 2. Editions ORSTOM.
169. LEVESQUE L., (1980). Les rejets d'eaux chaudes des centrales thermiques. 1re partie. études sur les sites des effets sur la vie aquatique. l'étude des eaux. Paris. 177p
170. LOPEZ-OLVERA J. R., MARCO I., MARTINEZ-SILVESTRE A., SOLER J. et LAVIEN S., (2003). Effet of venipuncture site on hematologic and sirum biochemical parameters in marginated tortoisr (*Testudo marginata*). *journal of wildlife diseases*, 39 (4): 830-836.
171. LOUATI M., BAHRI-SFAR L., BEN JEMAA-NAJAR S. et BEN HASSINE O.K., (2012). Première mention de *Ergasilus lizae* (Copepoda: Ergasilidae) sur *Cyprinus carpio carpio* dans le barrage de Sidi Salem (Tunisie). Communication affiché. Actes de la V^e Rencontres de l'Ichtyologie en France. Paris..

- 172. LOUCIF N., MEDDOUR A. et SAMRAOUI B., (2009).** Biodiversité des Parasites chez *Anguilla Anguilla* Linnaeus, 1758 dans Le Parc National D'El Kala. Algérie. *European Journal of Scientific Research*, Vol. 25, N° 2 : 300-309 pp.
- 173. LOUNACI-DAOUDI D., (2012).** Les poissons d'eau douce d'Algérie, inventaire et répartition. 3^{ème} congrès Franco-Maghrébin de zoologie et d'ichtyologie. 6-10 Novembre, Maroc. 7p
- 174. LUCY B.W. et ERNEST H.W., (1994).** Parasites of Puerto Rican freshwater sport fishes.
- 175. MAGNAN P. et MARCOGLIESE J., (sd).** Les parasites chez les poissons. Université du Québec à Trois-Rivières. 1p
- 176. MAGURRAN A.E., (1988).** Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, *Price ton. New Jersey*. 197p.
- 177. MALMBERG G., (1957).** On the occurrence of Gyrodactylus on Swedish fishes. *Skr.sod.Sver.Fisk For.Arsskr*: pp19-76.
- 178. MALTAGLIATI F., (1999).** Genetic divergence in natural populations of the Mediterranean brackish-water killifish *Aphanius fasciatus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 179: 155-162
- 179. MATTHIAS E., RALPH K. et CATHARINA L., (2011).** Maladies piscicoles: Maladies parasitaires en pisciculture&Utilisation de désinfectants et de médicaments, 46p.
- 180. MAYRET A., (1970).** Allométrie et taxinomie. *Stat. Appl.*, 18: 47-58.
- 181. MBEGA J.D. et TEUGELS G. G., (2003).** Guide de détermination des poissons du bassin inférieur de l'OGOQUE. Institut de la recherche agronomique et forestière du Gabon. 165p
- 182. MEHLHORN H., (2008).** Encyclopedia of parasitology. 3rd edition. Springer. New York. ISBN 978-3-540-48994-8.
- 183. MERABET S., (2011).** Etude comparative de deux systèmes aquatiques dans le Sahara septentrional (Chott Merouane et Ain El Beida). Environnement et signe de dégradation. Mémoire de Magistère. Spécialité : Ecologie saharienne et environnement. Univ. Kasdi -Merbah. Ouargla. 171p
- 184. MEUNIER J.F., (1988).** Détermination de l'âge individuel chez les ostéichthyens à l'aide de la squelettologie : Historique et méthodologie. *OEcol.Gener.*, Vol. 9. N° 3 : 299-329 pp.
- 185. MINITAB, (2013).** Minitab, version 13.13. lien : www.minitab.fr

- 186. MONOD T., (1992).** Du désert. *Sécheresse.*, 3 (1) : 7-24.
- 187. MORAND S., LEGENDRE P., GARDNER S.L. et HUGOT J.P., (1996).** Body size evolution of oxyurid parasites: the role of hosts. *Oecologia*, 107 : 274-282.
- 188. MOREAU J., ARRIGNON J. et JUBB R.A., (sd).** Les introductions d'espèces étrangères dans les eaux continentales africaines, intérêt et limites. 31p
- 189. MORENIKEJI O.A. et ADEPEJU A.I., (2009).** Helminth communities in Cichlids in natural and man-made ponds in south-west Nigeria. *Researcher*, 1(3), 2009. 9p
- 190. MOYLE P. B., (1976).** Inland fishes of California. University of California Press. Berkely. California. 333p
- 191. MPO, (2004).** Ministère des pêches et des Océans du Canada. Modèle de formation pour utilisateurs d'animaux. Prélèvements sanguins sur des poissons à nageoire. 17p
- 192. MPRH, (2003).** Schéma National de développement de la pêche et de l'aquaculture.78p
- 193. MPRH, (2004).** Le schéma National de Développement des Activités de la Pêche et de l'Aquaculture. Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques. Tome 1. pp175-198.
- 194. MURIEL, N. M., (2007).** Caractérisation de chitinases chez les nématodes. Thèse pour l'obtention du grade de Docteur ès sciences. Faculté des Sciences de l'Université de Neuchâtel .137p
- 195. N.P.S., (2008).** National Park Service. Marine invasive species. *Tilapia zillii*. Natural Resource Stewardship and Science. 2p
- 196. NACK J., TOMLI J., BITJA N.A. et BILONG-BILONG C. F., (2010).** Site de fixation de deux Monogènes Dactylogyridea parasites branchiaux de *Claria Camerunensis* : évidence sur le mode d'infestation par les Monopisthocotylea. *Journal of Applied Biosciences*, 33 :2076- 2083.
- 197. NAGASAWA K., EGUSA S., HARA T. et YAGISAWA I., (1983).** Ecological factors influencing the infection levels of salmonids by *Acanthocephalus opsariichthydis* (Acanthocephala: Echinorhynchidae) in lake Yunoko, *Japan. Fish Path*, 18(2): 53-60.
- 198. NDIAYE P., (1996).** Bases biologiques de la fonction de reproduction dans les femelles d'*Oreochromis niloticus*, tilapia d'intérêt aquacole au Sénégal. Thèse de Doctorat en Sciences Naturelles. Univ. Cheikh Anta Diop. Dakar. Sénégal. 186p

- 199. NDOUR I., (2007).** Comparaison des populations de poissons amont/ anal du barrage anti- sel de Maka sur Casamance au Sénégal. Diplôme d'étude approfondie. Univ. Cheikh Anta Diop. Sénégal. 98p
- 200. NOEL P., SERET B. et DORE A., (2010).** Fiches descriptives des espèces marines de France métropolitaine (invertébrés et poissons) dont la protection est envisagée. Service de patrimoine Naturel. Muséum National d'histoire Naturelle. 95p.
- 201. OMBEREDANE D. et BAGLINIERE J.L., (1986).** Les écailles et leurs utilisations en écologies halieutique. 41p
- 202. OSS, (2003).** Observatoire du Sahara et du Sahel. Système aquifère du Sahara septentrional, une conscience de bassin. 2^e édition, hydrologie. Vol.2.Tunisie. 322 p
- 203. OUALI S., (2005).** Etude géothermique du Sud de l'Algérie. Mémoire de Magistère Spécialité : Géophysique. Uni. M' hamed Bouguerra Boumerdes. 84p
- 204. OUALI S., KHELLAF A. et BADDARI K., (2007).** Etude des ressources géothermiques du Sud algérien. *Energies Renouvelables*. Vol.10, N°3 : P 407-414
- 205. OUBOUCOU R., (2012).** Etude des paramètres des conditions du milieu et de la croissance de *Mytilus galloprovincialis*, (LmK 1819) en élevage extensif à la ferme « Orca Marine » d'Ain Chorb (ex Surcouf) Wilaya d'Alger. Mémoire de Magister. option : Environnement et Ecosystèmes Littoraux. Ecole nationale supérieure des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral. Algérie. 96p
- 206. OULD BABA SY M., (2005).** Recharge et paleorecharge du système aquifère du Sahara septentrional. Thèse de Doctorat en Géologie. Univ. El manar, Tunis. 271p
- 207. OULD EL HADJ M., HADJ-MHAMMED M. et ZABEIROU H., (sd).** Place of the spontaneous plants samples in the traditional pharmacopoeia of the area of Ouargla (Septentrional east Sahara). Univ. Ouargla. 163P
- 208. OULD KHALIFA S., (2006).** Contribution a l'étude des parasites et parasitoses des poissons marins des cotes mauritaniennes. Mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animale. Univ. Cheikh Anta Diop. Dakar, 30p.
- 209. OULD SAMBA OULD BILAL A., (2005).** Etude écobiologique d'*Oreochromis niloticus* (Téléostéen, Cichlidae) du Fleuve Sénégal Thèse de Troisième Cycle de Biologie Animale Université Cheikh Anta Diopde Dakar. 17 p.
- 210. OZENDA P., (1991).** Flore de Sahara, 2^{ème} Edition, C.N.R.S-Paris. 620p
- 211. PANFFILI J., THIOR D., ECOUTIN J.M., NDIAYE P. et ALBERT J.J., (2004).** Influence of salinity on life history traits of the bonga shad *Ethmalosa fimbriata* (Pisces, Clupeidae): comparison between the Gambia and Saloum estuaries. *Mar.*

- Ecol. Prog. Ser.*, 270: 241-257.
- 212. PANTOJA W., (2012).** Protozoan and metazoan of Nil tilapia *Oreochromis niloticus* cultured in Brazil. *MVZ Cordoba*, 17 (1) : 2812 -2819.
- 213. PAPERNA I., (1982).** Parasites, infections et maladies du poisson en Afrique. organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Rome . 202p.
- 214. PARISELLE A., et EUZET I., (1995).** Trois Monogènes nouveaux parasites branchiaux de *Pelmatochromis Buettikoferi* (Steindachner, 1895) (Cichlidae) en Guinée. *Parasite*.2 : 203- 209 p.
- 215. PATRICK S., MICHEL L. et GUILLAUME L., (1999).** Dynamique des populations de Monogènes ectoparasites de Téléostéens. Stratégies démographiques et implications mathématiques. France. *Écologie*, t, 30 (4) : 1p.
- 216. PETITHORY J.C et ARDON F., (2005).** Rapid and inexpensive method of diluting Giemsa stain for diagnosis of malaria and other infestation by blood parasites. *Journal of clinical microbiologie*, Jan. Vol. 43, No. 1. P 528.
- 217. PIERRON, (2006).** Des organes pour respirer en milieu aquatique. Fiche professeur. *Pierron*, N° 5 : 5p
- 218. PIERSON A., (2008).** Techniques et procédures de laboratoire. Techniques hématologiques. Colarartion MGG (May/ Grunewald/ Giemsa). VERSION 1.0. 1 : 2p.
- 219. PNDPA, (2003).** Programme National de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture. 13p
- 220. POULET N., (2004).** Le Sandre (*Sandre lucioperca L.*). Biologie, comportement et dynamique des populations en Camargue (Bouches de Rhône, France).En écologie des populations piscicoles. Thèse de doctorat.Université Toulouse II. 286p.
- 221. POULIN R., (1991).** Group-living and the richness of the parasite fauna in Canadian freshwater fishes. *Oecologia* 86: 390-394.
- 222. PRAH S. K., (1969).** Observation on parasitic infection in freshwater fish in Ghana, In. Obeng, L. E., Ed. Academy of Sciences. Man- made lakes, the Accra Symposium. Accra university press for Ghana. Pp. 261-268.
- 223. PRICE P.W. et CLANCY K. M., (1983).** Patterns in the number of helminth parasite species in freshwater fishes. *J. Parasitol*, 69: 449-454.
- 224. QNINBA A. et MATAAME A., (2009).** Mise au point sur la répartition au Maroc des Cichlidés (Pisces, Perciformes) basée sur les échantillons conservés dans les collections du Muséum national d'Histoire naturelle de l'Institut Scientifique (Rabat,

- Maroc) Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat. *section Sciences de la Vie*, N°31 (1) : 57-61
- 225. QNINBA A., EL AGBANI M., RADY M., PARISELLE A., (2012).** Sur la présence de *tilapia guineensis* (teleostei, cichlidae) dans les gueltas d'un affluent de l'oued chbeyka, l'oued aabar (province de tan tan, sud-ouest du Maroc).bulletin de l'institut scientifique, Rabat. *Section sciences de la vie*, N° 34 (2) : 125-126 p.
- 226. RAHAL GHARBI H. et MOUSTARI S., (2008).** contribution à l'étude de l'écologie et de limnologie du barrage de Koudiat M'daouar (Timgad) et de quelques plans et cours d'eau de la région de Batna. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'État en Écologie Végétale et Environnement. Option : Écosystème forestier. Univ. El Hadj Lakhdar. Batna. 113p
- 227. RAMADE F., (1984).** Eléments d'écologie: écologie fondamentale. Ed. Mc. Graw & Hill, Paris. Krebs. 1989.576p
- 228. RASHED M. A., BADAWEY E. A., SAAD Y. M. et ABD EL RASEK A., (2007).** Genetic signayure of some *Hemichromis bimaculatus* fish populations based on muscle protein polymorphism. Egypt. *J. Aquat. Biol. & Fish*, Vol. 11, No. 1:83-100 ISSN 1110-6131. 17p
- 229. RCQE, (1999).** Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux. Protection de la vie aquatique. Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement. Conseil canadien des ministres de l'environnement. 3p
- 230. REED P., FRANCIS-FLOYD R. et KLINGER R. E., (2002).** Monogenean Parasites of Fish. University of Florida. FA28.1-4pp.
- 231. RENALD J., (1979).** Pathologie des poissons. Ed. Maloine s.a. Paris, 317p
- 232. RICKER W.E., (1968).** Methods for assessment of fish production in freshwaters. International Biological Programme Handbook n°3, Blackwell Sci. Public., Oxford-Edinburgh. 348 p.
- 233. RIED K., (2004).** Global register of migratory species - from global to regional scales. Bonn, Federal Agency for Nature Conservation édition. 329p.
- 234. ROHDE K., (2005).** Marine parasitologie. P 11 47 123.
- 235. ROSE M., (1933).** Faune de France. Copépodes pélagiques. Paris. 377 p.
- 236. SADINE S., (2012).** Contribution à l'étude de la faune scorpionique du Sahara septentrional Est algérien (Ouargla et El Oued). Mémoire de Magister En Sciences Agronomiques. Univ. Ouargla. 84p.

- 237. SAMRAOUI B. et SAMRAOUI F., (2008).** An ornithological survey of the wetlands of Algeria. Important Bird Areas. Ramsar sites and threatened species. *Wildfowl*, 58 : 71-98
- 238. SANOGO Y., TRAORÉ D., SAMAKÉ F. et KONÉ A. (2012).** Les communautés ichtyologiques de la rivière Baoulé dans le bassin du fleuve Niger au Mali. *TROPICULTURA*, 30 (2) : 65-71.
- 239. SASAL P., (2006).** Description des communautés parasitaires des anguilles de la zone: Risques et menaces sanitaires sur les espèces locales. Séminaire 7 à 8 novembre "Anguilles du Sud-ouest de l'Océan Indien " Ile de La Réunion.
- 240. SAYEH L.M., (2008).** Etude hydraulique du canal Oued Righ. Détermination des caractéristiques hydrauliques. Mémoire de Magistère en Hydraulique. Univ. Ouargla. 95p
- 241. SCHEMBRI, P.J. et SULTANA J., (1989).** Red data book for the Maltese Islands. Department of Information. Valletta. Malta. 142 p.
- 242. SCHOFIELD P.J., (2004).** Influence of salinity, competition and food supply on the growth of *Gobiosoma marobustum* and *Microgobius gulosus* from Florida Bay, USA. *J. Fish Biol.*, 64: 820-832.
- 243. SILAN P., LANGLAIS M. et LATU G., (1999).** Dynamique des populations de Monogènes, ectoparasites de Téléostéens. Stratégie démographiques et implications mathématiques. *Écologie*, t. 30 (4) 1999 : 1.14p
- 244. SIROKY P., KLARA J., PETRZELKOVA K.J., KAMLER M., ANDREI D., MIHALCA I. et MODRY D., (2006).** *Hyalomma aegyptium* as dominant tick in tortoises of the genus *Testudo* in Balkan countries, with notes on its host preferences. *Exp Appl Acarol*, 40: 279-290.
- 245. SOUIDENNE D., BENMANSOUR B. et BEN HASSINE O. K., (2012).** Analyse de la diversité des copépodes parasites des téléostéens de la pêche côtière dans le golfe de Hammamet. Communication affichée. Actes de la Ve Rencontres de l'Ichtyologie en France. Paris.
- 246. SPARRE P. et VENEMA S.C., (1996).** Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. Première partie : Manuel. *FAO Document technique sur les pêches*. N° 306. Rev. 1. Rome, FAO. 401 p.
- 247. STERGIU K.I., (2000).** Life-history patterns of fishes in the Hellenic seas. *Web Ecology*, 1: 1-10.
- 248. STEWART D.B. et BERNIER L.M.J., (1999).** Parasites, maladies et blessures

- couramment observés chez les poissons d'eau douce des territoires Nord- Ouest et du Nunavut. Pêche et Océans. Canada. 44p.
- 249. SULLIVAN P., LAVOUÉ S. et FRIEL P., (2004).** A la découverte des poissons du parc national d'Odzala. *CANOPEE*, N° 26 : 5p.
- 250. TEISSIER G., (1948).** La relation d'allométrie: sa signification statistique et biologique. *Biometrics*, 4: 14-53.
- 251. TEUGELS G.G., SUDARTO L. et POUYARD, L., (2001).** Description d'une nouvelle espèce *Clarias* d'Asie du Sud basées sur morpho- preuve technologique et de génétique (Siluiviformes, Clariidae). *Cybium*, 25 : 81-92.
- 252. THOMAS F., CEZILLY F., DE MEEUS T., CRIVELLI A. et RENAUD F., (1997).** Parasitism and Ecology of Wetlands: A Review. *Estuaries*: 20, 3 : 646-654p.
- 253. TOMBIL J. C. F. et BILONG BILONG I., (2004).** Distribution of Gill Parasites of the Freshwater Fish *Barbus martorelli* Roman, 1971 (Teleostei: Cyprinidae) and Tendency to Inverse Intensity Evolution Between Myxosporidia and Monogenea as a function of the Host Age. *Pathologie parasitaire. Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 57 (1-2) : 71-76
- 254. TOUMI I., (2010).** Contribution a l'étude bioécologique du peuplement ichtyologique de la région du Souf, mémoire de magistère en biologie. Université de Mohamed Kheidher. Biskra. 115 p.
- 255. TRABELSI M., MAAMOURI F., QUIGNARD J.P., BOUSSAID M. et FAURE E., (2004).** Morphometric or morpho- anatomal and genetic investigations highlight allopatric speciation in Western Mediterranean lagoons within the *Atherina lagunae* species (Teleostei, Atherinidae). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 61: 713–723.
- 256. TREWAVAS E; (1983).** Tilapine fishes of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis*, and *Danakilia*. Brutish Museum (Natural History), London.
- 257. TRIKI-YAMANI R. R., (2005).** Parasitoses des animaux domestiques. Office des Publications Universitaires. Alger.251p.
- 258. TURKI M. M., CHRIKI A. et KRA_EM M.M., (2009).** Caracterisation et variation phenotypique et biologique des deux sexes du sandre *Sander lucioperca* (L., 1758) (Teleosteen, Percidae) dans la retenue de Barrage de Nebhana (Tunisie centrale). *Bull. inst. Nutn. Scien. Tech. Mer de salammbo*, Vol.336 : 11p
- 259. UHLAND F.C., (2000).** maladies des poissons d'eau douce du Québec, guide de diagnostic, les Presses de l'Université de Montréal. Saint-Laurent, pp 357- 385

- 260. UNESCO, (1960).** Les plantes médicinales des régions arides. Recherche sur les zones arides. Paris. 97p
- 261. UNESCO, (1972).** Etude des ressources en eau de Sahara septentrional (ERESS). Algérie-Tunisie, Rapport final. *REG 100*, Vol 2 et 3. Paris. France
- 262. VAN CAM A., (2009).** La pisciculture en Polynésie française. Etude bibliographique et expérimentale des maladies et de leur gestion sanitaire. Thèse de doctorat en science vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire. Lyon. 195p.
- 263. VASSILIADES G., (1972).** Nématodes parasites des poissons de la région de Sangalkam (Sénégal). Bulletin de l'1. F. A. N. T.XXXIV. sér. A,N°3 : 5p
- 264. WETZEL S., (2013).** l'intervention du vétérinaire en animalerie commerciale : éléments et valeur ajoutée d'un conseil adapté à partir de l'exemple du rayon aquariophilie. Thèse pour le doctorat vétérinaire, école nationale vétérinaire d'Alfort.
- 265. WHITEHEAD P.J.P., BAUCHOT M.L., HUREAU J.C., NIELSEN J. et TORTONESE E., (1986).** Poissons de l'Atlantique du Nord-est et de la Méditerranée, Volume II. Ed. Unesco.
- 266. WIENS J.A., (1989).** Spatial scaling in ecology. *Funct. Ecol.*. vol 3, N°4. 385-397 p
- 267. XLSTAT, (2013).** XLSTAT version 2013. Lien : www.XLSTAT.com
- 268. YANONG R.P.E., (2006).** Nematode (Roundworm) Infections in Fish. University of Florida. Cir 9. 1-10pp.
- 269. ZAHY F., DROUCHEE A., BOUCHAHM N., HAMZAOUI W., CHAIB W., DJABRI L., (2011).** The water upwelling in oued righ valley: inventory and characterization. Colloque International « Journées des Géosciences de l'Environnement » Oujda, 21, 22 et 23 Juin 2011 « Environnement et développement durable ». Center of Scientific and Technical Research on Arid Regions (CRSTRA) Adresse : Campus universitaire 07000 Biskra -Algérie- Zahi et al. ISSN : 2028-2508 CODEN : JMESC. *J. Mater. Environ. Sci*, 2 (S1) :445-450pp.
- 270. ZAMMIT- MANGION M. et DEIDUM A., (2010).** Recommandation sur la gestion de la conservation des espèces menacées *Aphanius fasciatus* Nardo populations de deux zones humides dans les îles maltaise. Departement of Biochemistry and Physilogy. University of Matla. *Biol. Mar. Mediterr*, 17 (1): 356-357 p.
- 271. ZHARIKOVA T.I., (2000).** The adaptative reaction of the gill ectoparasites of the bream (*Abramis brama*) and the white (*blicca bjoerkna*) to exposure to an anthropogenic factor in the Ivan'kovo reservoir. *Parasitologia*, 34 : 50-5.

- 272. ZOUAKH J., ADJOUT H., BOUALI B. et MEDDOUR A., (2010).** Perspective de développement de la tilapiculture saharienne.

Sites web consultés

- 1. Site web 1 :** (Consulté le 10. 12. 2012).
http://www.jle.com/fr/revues/agro_biotech/sec/edocs/00/04/2D/DD/article.phtml?fichier=images.htm
- 2. Site web 2 :** (Consulté le: 15.12.2012).
http://www.fao.org/fishery/legalframework/nalo_algeria/fr
- 3. Site web 3 :** (Consulté le: 02.02.2013).
<http://www.abadla.afrikblog.com/archives/2009/07/13/14390924.html>
- 4. Site web 4 :** (Consulté le: 20.10.2012).
<http://www.fishbase.org/search.php>
- 5. Site web 5:** (Consulté le: 10.12.2013).
<file:///C:/Windows/system32/config/systemprofile/Desktop/Histogramme.htm>
- 6. Site web 6:** (Consulté le: 10.01.2014).
<http://zakkizainun.blogspot.com/2008/08/trichodina-sp-1.html>
- 7. Site web 7:** (Consulté le: 15.01.2014).
http://protist.i.hosei.ac.jp/pdb/images/Ciliophora/Chilodonella/cucullulus/sp_06.html
- 8. Site web 8:** (Consulté le: 15.01.2014).
<http://www.vet.cornell.edu/microbiology/FishDisease/aquaticprog/highlights/ich/Ich.htm>
- 9. Site web 9:** (Consulté le: 15.01.2014).
<http://fishparasite.fs.a.u-tokyo.ac.jp/Mkoi/Mkoi-eng.html>
- 10. Site web 10:** (Consulté le: 15.01.2014).
<http://www.bf.refer.org/peche/chap6/chap65.html>
- 11. Site web 11:** (Consulté le: 15.01.2014).
http://www.wat.tv/video/metacercarie-trematode-digene-ovyb_2ey67_.html
- 12. Site web 12:** (Consulté le: 15.01.2014).
<http://fishparasite.fs.a.u-tokyo.ac.jp/Pnemipteri/Pnemipteri-eng.html>

Annexe I : Courbes et coefficients de corrélation établies pour les trois espèces de poissons étudiées dans les lacs Megarine et Temacine et l'Oued Still (Sahara septentrional).

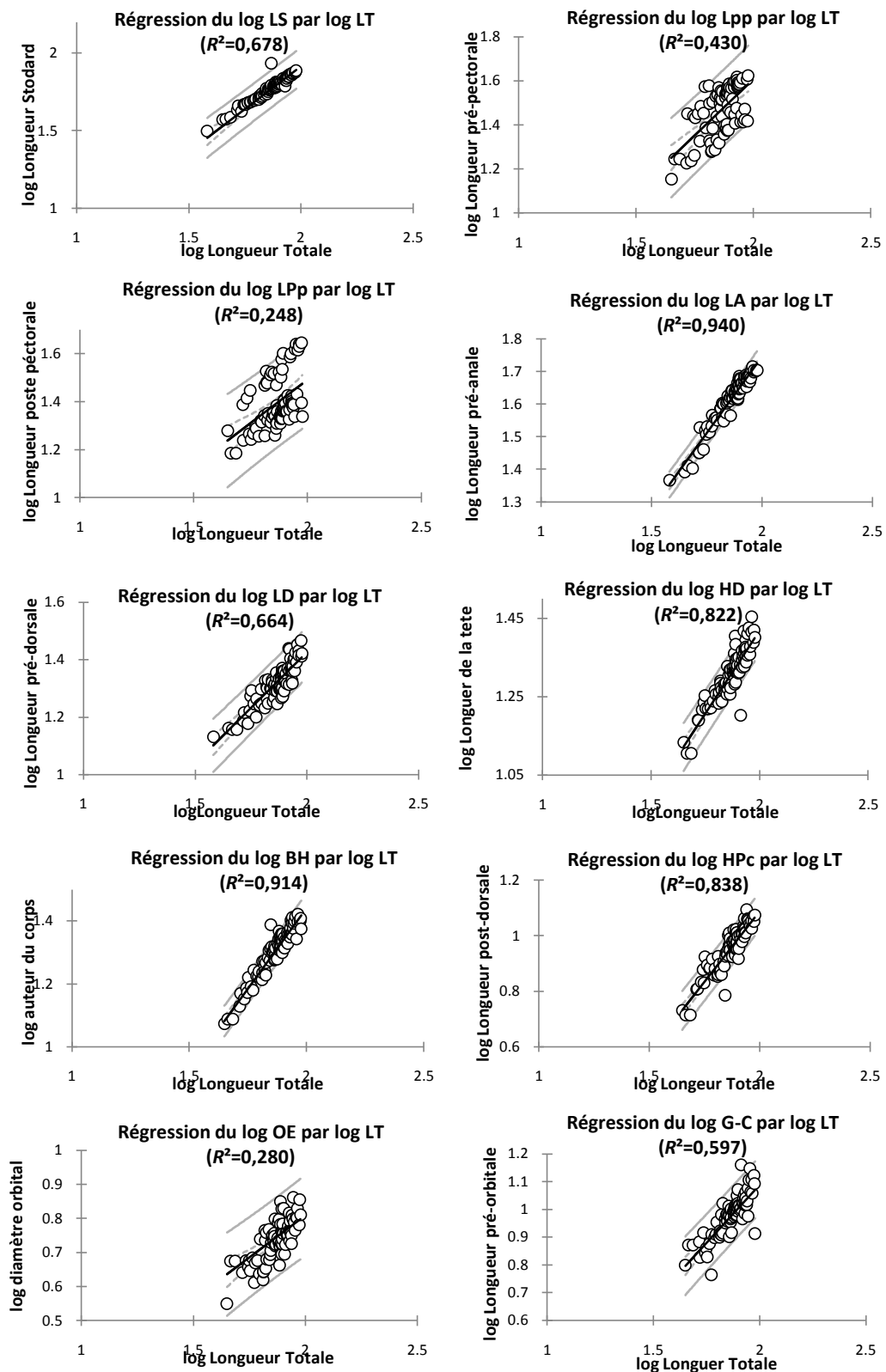


Figure I : Courbes de croissance et Coefficients de corrélation des caractères métriques mesurés chez *Hemichromis bimaculatus* femelles (Lac Megarine).

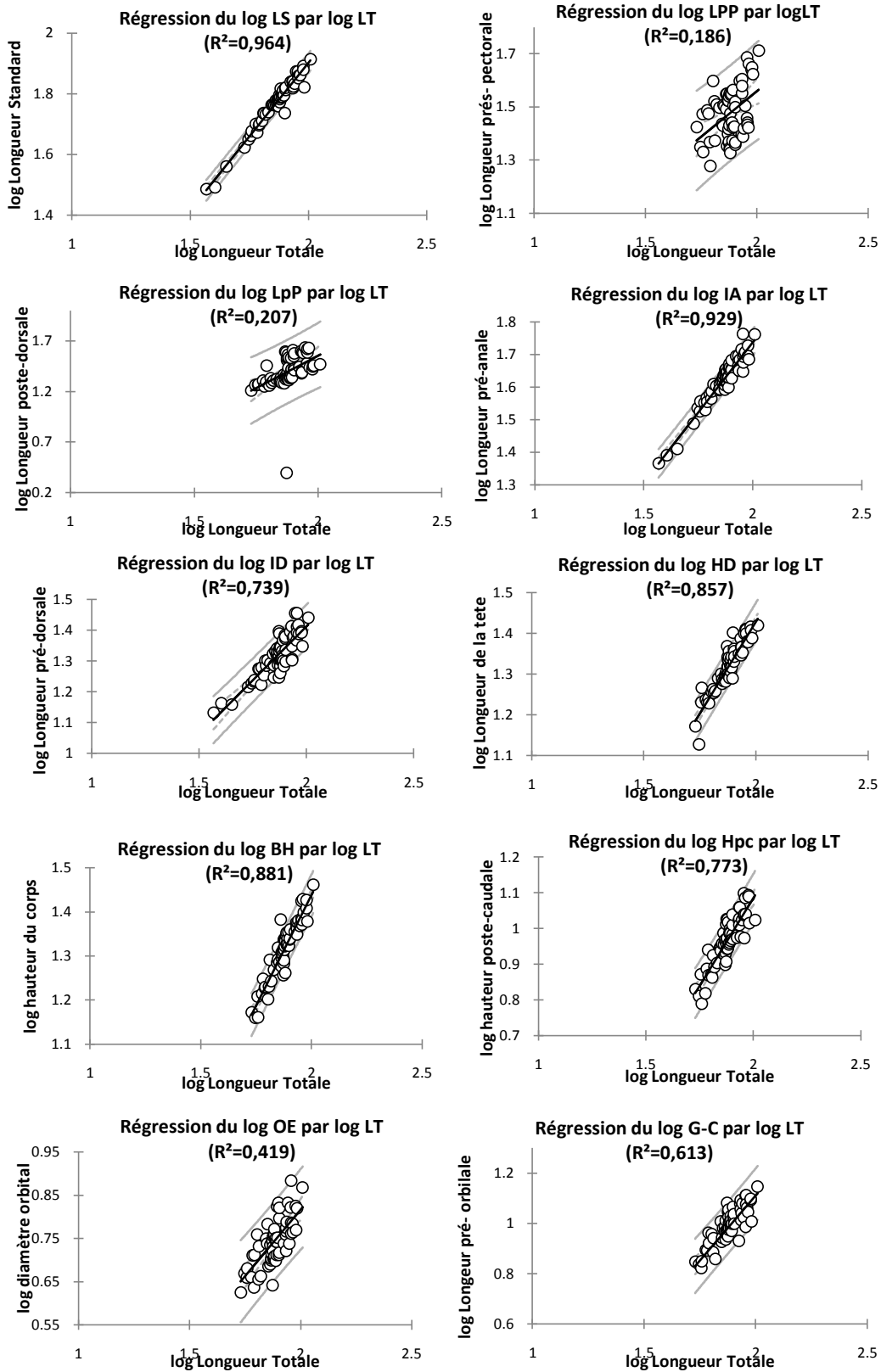


Figure II: Courbes de croissance et Coefficients de corrélation des caractères métriques mesurés chez *Hemichromis bimaculatus* mâles (Lac Megarine).

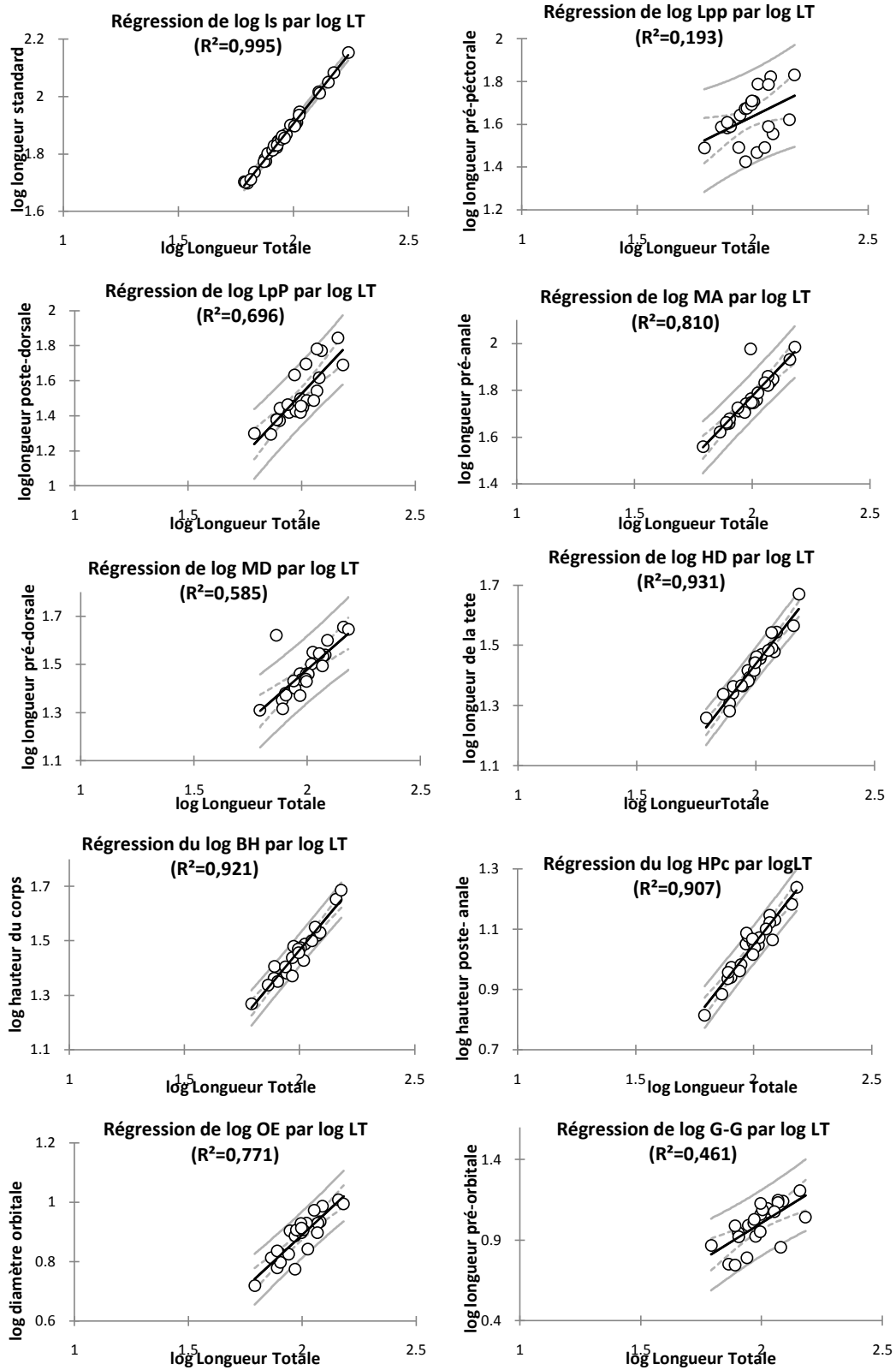


Figure III : Courbes de croissance et Coefficients de corrélation des caractères métriques mesurés chez *Tilapia zillii* femelles (Lac Temacine).

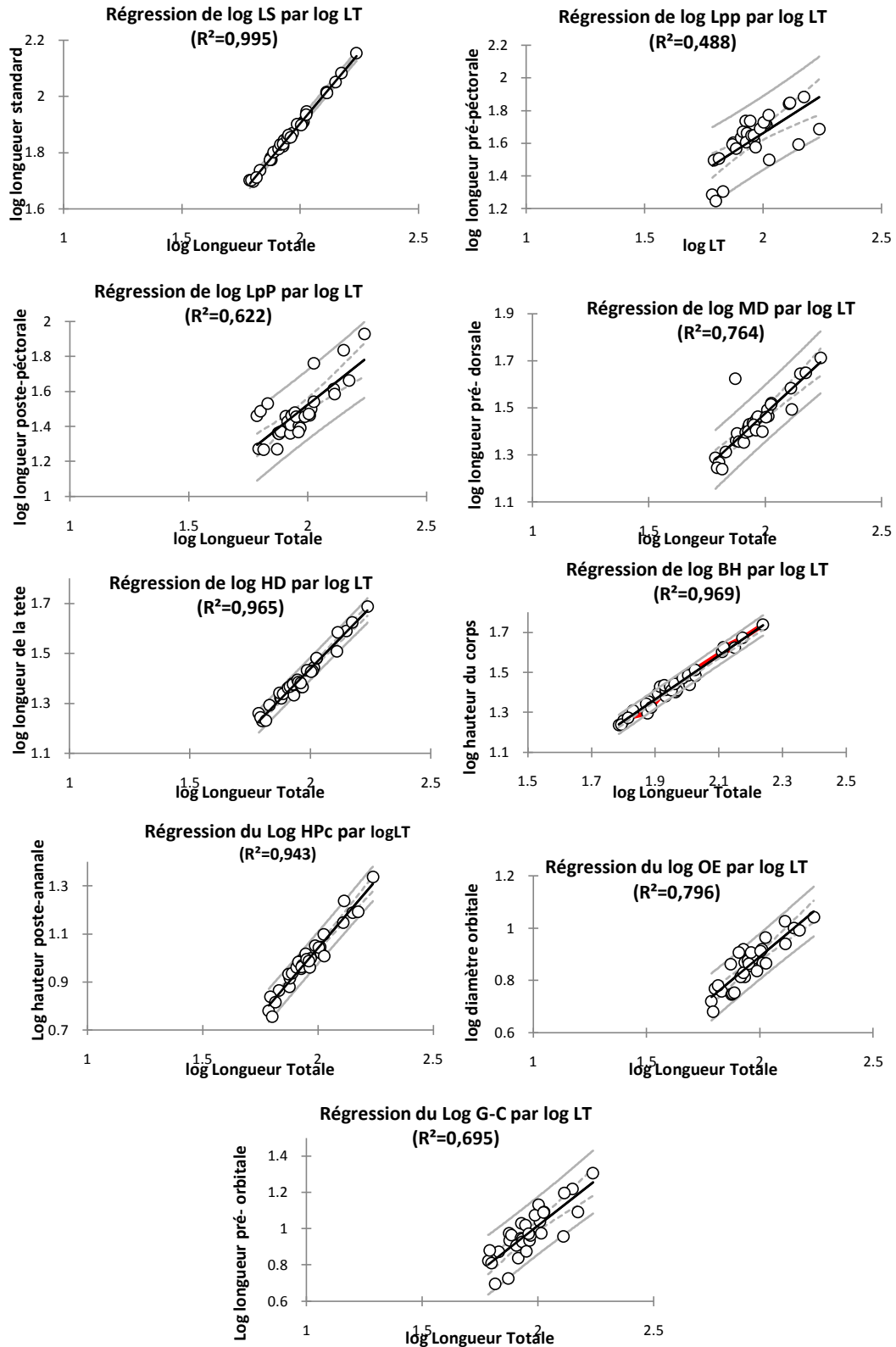


Figure IV : Courbes de croissance et Coefficients de corrélations des caractères métriques mesurés chez *Tilapia zillii* mâles (Lac Temacine).

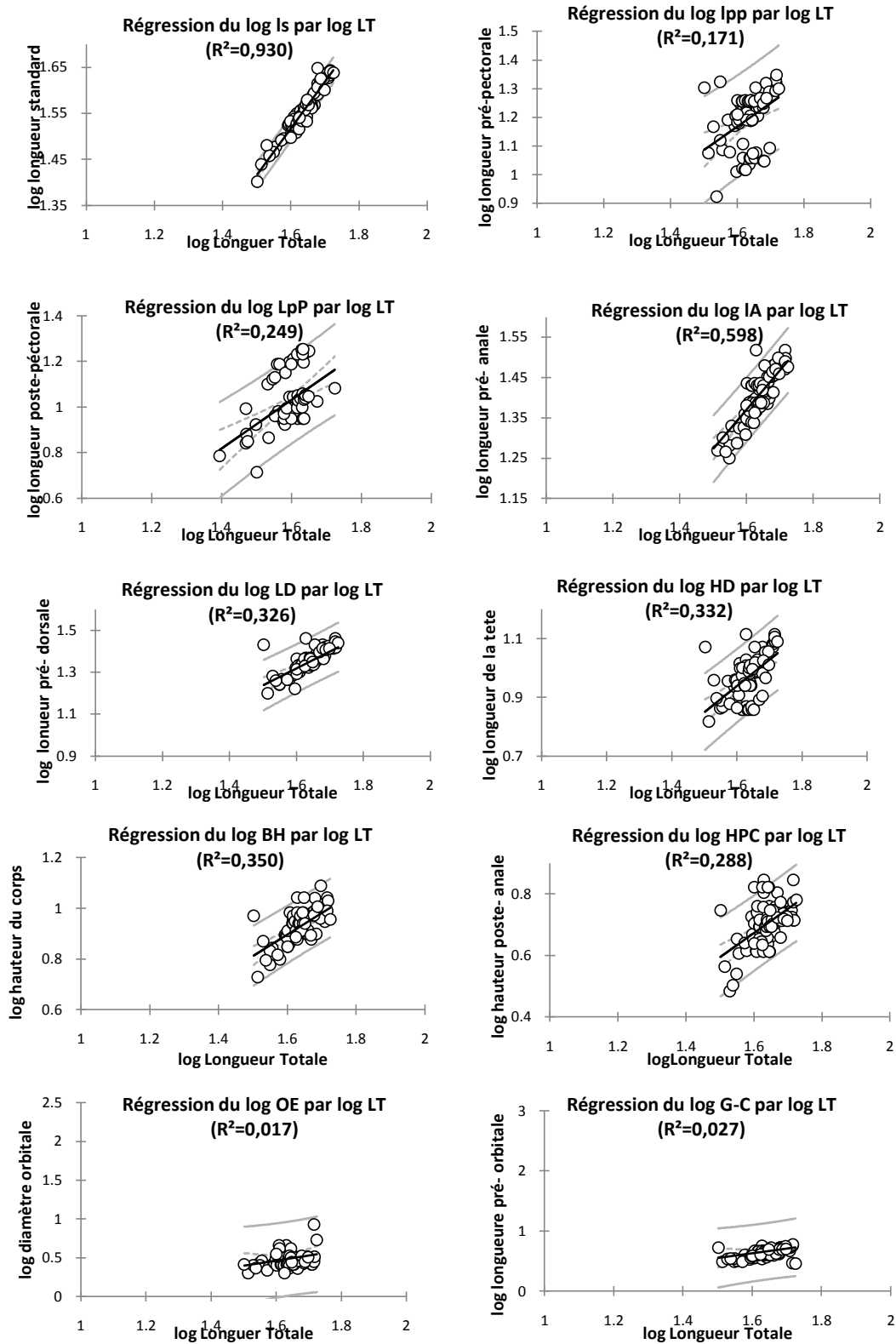


Figure V : Courbes de croissances et Coefficients de corrélation des caractères métriques mesurés chez *Aphanis fasciatus* femelles (Oued Still).

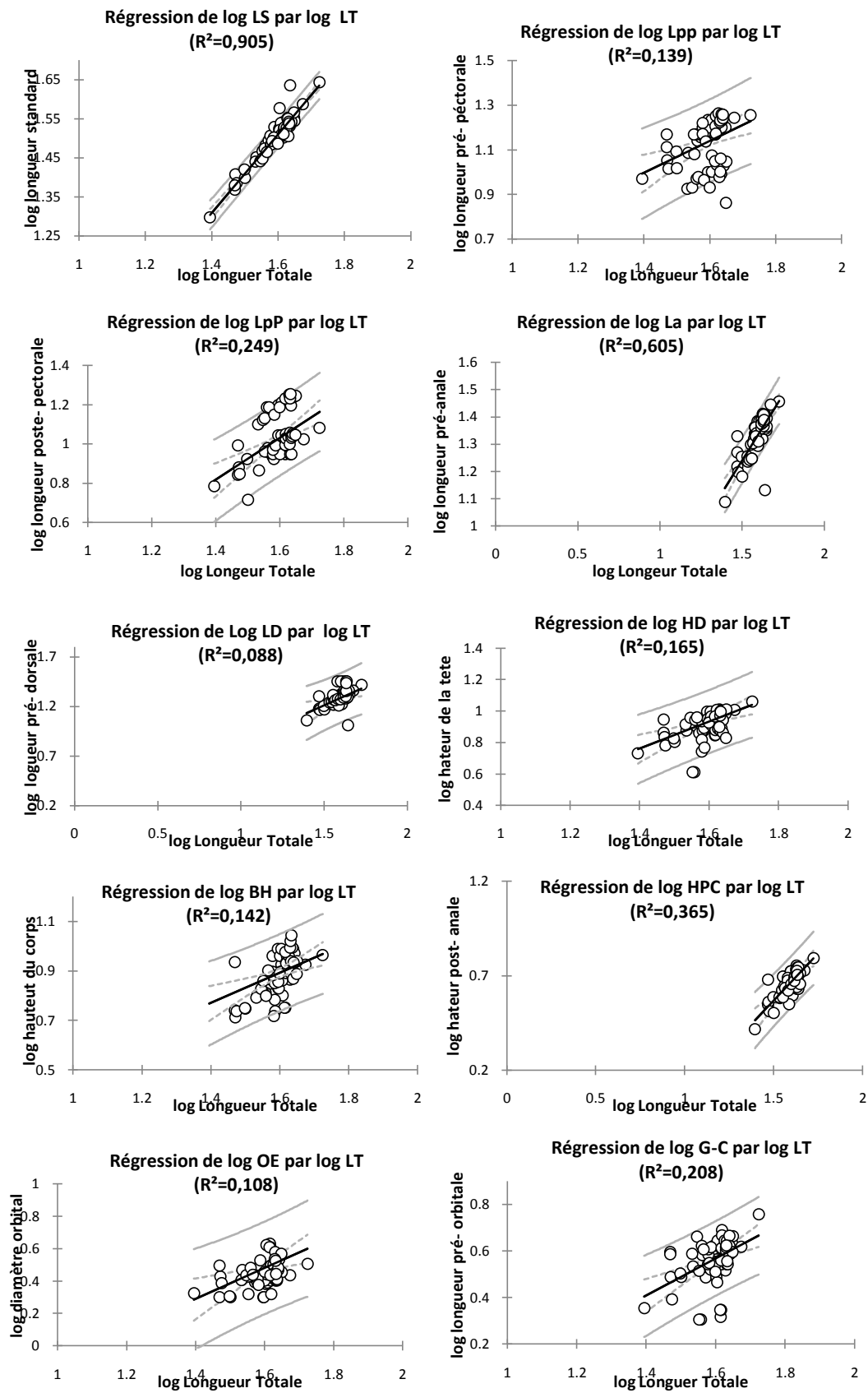


Figure VI : Courbes de croissances et Coefficient de corrélation des caractères métriques mesurés chez *Aphanius fasciatus* mâles (Oued Still).

Annexe II : Détails des analyses statistiques

Tableau I : Coefficients de corrélations de Pearson entre les paramètres parasitologiques mesurés pour les femelles de l'*H. bimaculatus* et les caractères physico-chimiques de l'eau du Lac Megarine (Sahara septentrional) (**NHE** : Nombre hôtes examinés, **NHp** : Nombre hôtes parasités, **NPT** : Nombre parasites total, **P%** : Prévalence parasitaire, **IM** : intensité moyenne, **AB** : Abondance, **NE** : Niveau d'eau, **T °C** : Température de l'eau, **S ‰** : Salinité de l'eau, **pH** : potentiel hydrogène, **NTU** : Turbidité de l'eau)

Variables	NHE	NHp	NPT	P%	IM	AB	Trich	Chilo	Digen	Dacty	Copep	I.multi	Myxob	Acant	NE	T°C	S ‰	pH	NTU
NHE	1	0,956	0,635	0,661	0,274	0,277	0,436	0,768	0,235	0,224	-0,067	-0,067	-0,067	0,598	0,754	-0,781	-0,042	0,578	0,066
NHp	< 0,0001	1	0,701	0,791	0,340	0,396	0,395	0,602	-0,042	0,120	-0,335	-0,335	-0,335	0,659	0,689	-0,705	-0,045	0,522	0,133
NPT	0,066	0,035	1	0,628	0,823	0,856	0,538	0,403	-0,062	0,353	-0,315	-0,315	-0,315	0,979	0,286	-0,088	0,167	0,643	0,481
P%	0,052	0,011	0,070	1	0,579	0,630	0,173	0,254	-0,222	0,042	-0,354	-0,354	-0,354	0,635	0,378	-0,396	0,201	0,402	0,309
IM	0,476	0,371	0,006	0,102	1	0,979	0,276	0,148	-0,009	0,277	-0,086	-0,086	-0,086	0,868	0,069	0,219	0,472	0,606	0,633
AB	0,471	0,291	0,003	0,069	< 0,0001	1	0,267	0,068	-0,197	0,198	-0,290	-0,290	-0,290	0,888	0,064	0,221	0,415	0,559	0,635
<i>Trichodina sp.</i>	0,241	0,293	0,135	0,655	0,473	0,487	1	0,511	0,339	0,890	-0,012	-0,012	-0,012	0,372	0,126	-0,146	0,270	0,161	-0,282
<i>Chilodonella sp.</i>	0,016	0,086	0,282	0,510	0,704	0,863	0,160	1	0,632	0,504	0,359	0,359	0,359	0,353	0,726	-0,568	0,197	0,286	-0,223
<i>Digenea ind.</i>	0,542	0,914	0,875	0,565	0,983	0,612	0,372	0,068	1	0,579	0,912	0,912	0,912	-0,070	0,229	-0,235	0,272	0,245	-0,265
<i>Dactylogyrus sp.</i>	0,563	0,758	0,352	0,914	0,471	0,610	0,001	0,166	0,103	1	0,329	0,329	0,329	0,220	-0,064	0,078	0,424	0,009	-0,358
<i>Copepoda ind.</i>	0,864	0,378	0,409	0,351	0,825	0,449	0,975	0,342	0,001	0,388	1	1,000	1,000	-0,261	0,011	-0,050	0,187	0,111	-0,128
<i>I. multifiliis</i>	0,864	0,378	0,409	0,351	0,825	0,449	0,975	0,342	0,001	0,388	< 0,0001	1	1,000	-0,261	0,011	-0,050	0,187	0,111	-0,128
<i>Myxobolus sp.</i>	0,864	0,378	0,409	0,351	0,825	0,449	0,975	0,342	0,001	0,388	< 0,0001	< 0,0001	1	-0,261	0,011	-0,050	0,187	0,111	-0,128
<i>Acanthocephala ind</i>	0,089	0,054	< 0,0001	0,066	0,002	0,001	0,324	0,352	0,858	0,569	0,497	0,497	0,497	1	0,278	-0,057	0,139	0,706	0,615
NE	0,019	0,040	0,455	0,316	0,860	0,870	0,746	0,027	0,553	0,869	0,978	0,978	0,978	0,469	1	0,012	0,201	0,425	-0,084
T°C	0,013	0,034	0,822	0,291	0,571	0,568	0,707	0,111	0,542	0,842	0,898	0,898	0,898	0,883	-0,786	1	0,203	-0,369	0,121
S ‰	0,915	0,909	0,668	0,604	0,199	0,267	0,482	0,611	0,479	0,256	0,631	0,631	0,631	0,721	0,605	0,601	1	0,067	-0,228
PH	0,103	0,149	0,062	0,283	0,084	0,118	0,679	0,455	0,526	0,982	0,776	0,776	0,776	0,034	0,254	0,329	0,864	1	0,603
NTU	0,867	0,734	0,190	0,418	0,067	0,066	0,462	0,564	0,490	0,344	0,742	0,742	0,742	0,078	0,831	0,757	0,555	0,086	1

Annexe II : Détails des analyses statistiques

Tableau II : Coefficients de corrélations de Pearson entre les paramètres parasitologiques mesurés pour les mâles de l'*H. bimaculatus* et les caractères physico-chimique de l'eau du Lac Megarine (Sahara septentrional) (**NHE** : Nombre hôtes examinés, **NHP** : Nombre hôtes parasités, **NPT** : Nombre de parasites total, **P%** : Prévalence parasitaire, **IM** : intensité parasitaire moyenne, **AB** : Abondance, **NE** : Niveau d'eau, **T °C** : Température de l'eau, **S ‰** : Salinité de l'eau, **pH** : potentiel hydrogène, **NTU** : Turbidité de l'eau).

Variables	NHE	NHp	NPT	P%	IM	AB	Trich	Chilo	Digen	Dacty	Copepo	Myxob	Nemat	Acant	NE	T °C	S ‰	pH	NTU
NHE	1	0,972	0,170	-0,420	-0,510	-0,523	0,609	0,020	0,439	0,262	0,609	-0,305	0,230	0,094	0,262	-0,352	-0,035	-0,312	-0,307
NHp	< 0,0001	1	0,272	-0,216	-0,450	-0,455	0,628	-0,030	0,311	0,149	0,760	-0,281	0,362	0,202	0,396	-0,416	0,007	-0,297	-0,262
NPT	0,662	0,480	1	0,464	0,722	0,721	0,093	-0,298	-0,124	-0,283	0,341	-0,290	0,198	0,991	0,272	0,086	0,713	0,236	0,319
P%	0,261	0,577	0,209	1	0,514	0,548	0,004	-0,074	-0,414	-0,516	0,248	0,248	0,376	0,491	0,490	-0,060	0,368	0,349	0,345
IM	0,161	0,224	0,028	0,157	1	0,999	-0,331	-0,300	-0,365	-0,346	-0,207	-0,073	-0,058	0,763	-0,022	0,322	0,597	0,513	0,523
AB	0,149	0,219	0,028	0,127	< 0,0001	1	-0,329	-0,300	-0,384	-0,366	-0,190	-0,060	-0,039	0,764	-0,001	0,309	0,594	0,514	0,526
<i>Trichodina sp.</i>	0,082	0,070	0,811	0,992	0,384	0,387	1	0,459	0,459	-0,151	0,500	0,500	0,189	0,018	0,825	-0,730	0,068	0,297	-0,214
<i>Chilodonella sp.</i>	0,959	0,938	0,436	0,849	0,434	0,433	0,214	1	0,763	0,311	-0,287	0,746	-0,434	-0,392	0,272	0,009	0,140	-0,102	-0,481
<i>Digenea ind.</i>	0,237	0,416	0,750	0,268	0,334	0,307	0,214	0,017	1	0,519	-0,287	0,229	-0,434	-0,235	0,007	0,174	0,221	-0,230	-0,457
<i>Dactylogyrus sp.</i>	0,495	0,701	0,461	0,155	0,362	0,333	0,699	0,415	0,152	1	-0,226	-0,226	-0,342	-0,372	-0,485	0,552	-0,263	-0,503	-0,217
<i>Copepoda ind.</i>	0,082	0,017	0,369	0,519	0,593	0,624	0,170	0,454	0,454	0,559	1	-0,125	0,661	0,324	0,639	-0,635	-0,095	-0,056	-0,012
<i>Myxobolus sp.</i>	0,425	0,464	0,450	0,519	0,851	0,878	0,170	0,021	0,553	0,559	0,749	1	-0,189	-0,320	0,588	-0,410	0,009	0,389	-0,181
<i>Philometra sp.</i>	0,551	0,338	0,610	0,319	0,882	0,921	0,626	0,244	0,244	0,368	0,052	0,626	1	0,216	0,463	-0,484	0,116	0,042	-0,188
<i>Acanthocephala ind.</i>	0,810	0,603	< 0,0001	0,180	0,017	0,017	0,964	0,297	0,543	0,324	0,395	0,402	0,576	1	0,238	0,076	0,688	0,269	0,375
NE	0,495	0,292	0,478	0,181	0,955	0,998	0,006	0,478	0,985	0,186	0,064	0,096	0,209	0,538	1	0,012	0,201	0,425	-0,084
T °C	0,353	0,266	0,826	0,878	0,399	0,418	0,025	0,981	0,653	0,123	0,066	0,273	0,187	0,846	-0,786	1	0,203	-0,369	0,121
S ‰	0,929	0,986	0,031	0,331	0,090	0,091	0,863	0,719	0,567	0,494	0,809	0,981	0,766	0,040	0,605	0,601	1	0,067	-0,228
pH	0,414	0,438	0,541	0,357	0,158	0,157	0,438	0,794	0,552	0,167	0,887	0,300	0,914	0,484	0,254	0,329	0,864	1	0,603
NTU	0,421	0,495	0,403	0,363	0,149	0,146	0,580	0,190	0,216	0,574	0,975	0,642	0,628	0,321	0,831	0,757	0,555	0,086	1

Annexe II : Détails des analyses statistiques

Tableau III : Coefficients de corrélations de Pearson entre les paramètres parasitologiques mesurés pour les femelles de *Tilapia zillii* et les caractères physico-chimiques de l'eau du Lac Temacine (Sahara septentrionale) (**NHE** : Nombre hôtes examinés, **NHP** : Nombre hôtes parasités, **NPT** : Nombre parasites total, **P%** : Prévalence parasitaire, **IM** : intensité parasitaire moyenne, **AB** : abondance, **NE** : Niveau d'eau, **T°C** : Température de l'eau, **S ‰** : Salinité de l'eau, **pH** : potentiel hydrogène, **NTU** : Turbidité de l'eau).

Variables	NHE	NHp	NP	IM	AB	<i>Chilo</i>	<i>copep</i>	<i>Digen</i>	<i>Dacty</i>	<i>Gyrod</i>	<i>Imult</i>	<i>Acant</i>	NE	T°C	S ‰	pH	NTU
NHE	1	1,000	0,900	0,593	0,593	0,897	0,606	0,868	0,697	0,863	0,857	0,303	-0,710	-0,578	-0,092	-0,485	-0,745
NHp	< 0,0001	1	0,900	0,593	0,593	0,897	0,606	0,868	0,697	0,863	0,857	0,303	-0,710	-0,578	-0,092	-0,485	-0,745
NP	0,014	0,014	1	0,863	0,863	0,739	0,854	0,662	0,917	0,601	0,965	0,562	-0,642	-0,775	0,216	-0,321	-0,799
IM	0,214	0,214	0,027	1	1,000	0,375	0,855	0,260	0,917	0,171	0,790	0,790	-0,591	-0,679	0,401	-0,285	-0,814
AB	0,214	0,214	0,027	< 0,0001	1	0,375	0,855	0,260	0,917	0,171	0,790	0,790	-0,591	-0,679	0,401	-0,285	-0,814
<i>Chilodonella sp.</i>	0,015	0,015	0,093	0,464	0,464	1	0,404	0,978	0,602	0,960	0,730	-0,075	-0,699	-0,621	0,070	-0,234	-0,612
<i>Copepoda ind.</i>	0,202	0,202	0,030	0,030	0,030	0,427	1	0,265	0,918	0,209	0,914	0,573	-0,294	-0,839	0,497	0,014	-0,500
<i>Digenea ind.</i>	0,025	0,025	0,152	0,619	0,619	0,001	0,611	1	0,467	0,980	0,632	-0,106	-0,641	-0,498	-0,085	-0,276	-0,560
<i>Dactylogyrus sp.</i>	0,124	0,124	0,010	0,010	0,010	0,206	0,010	0,350	1	0,381	0,923	0,506	-0,572	-0,903	0,574	-0,049	-0,717
<i>Gyrodactylus sp.</i>	0,027	0,027	0,207	0,747	0,747	0,002	0,691	0,001	0,456	1	0,581	-0,177	-0,637	-0,400	-0,184	-0,345	-0,508
<i>I. multifiliis</i>	0,029	0,029	0,002	0,061	0,061	0,099	0,011	0,178	0,009	0,227	1	0,427	-0,494	-0,870	0,336	-0,119	-0,631
<i>Acanthocephala ind.</i>	0,559	0,559	0,246	0,061	0,061	0,888	0,234	0,842	0,305	0,737	0,399	1	-0,278	-0,180	-0,044	-0,487	-0,606
NE	0,114	0,114	0,169	0,217	0,217	0,122	0,571	0,170	0,235	0,174	0,319	0,594	1	0,543	-0,013	0,638	0,920
T°C	0,230	0,230	0,070	0,138	0,138	0,188	0,037	0,314	0,014	0,432	0,024	0,733	0,315	1	-0,723	-0,329	0,415
S ‰	0,862	0,862	0,681	0,431	0,431	0,895	0,316	0,873	0,234	0,727	0,516	0,934	0,981	0,104	1	0,681	-0,039
pH	0,329	0,329	0,535	0,584	0,584	0,655	0,979	0,596	0,927	0,503	0,822	0,328	0,173	0,525	0,137	1	0,649
NTU	0,090	0,090	0,057	0,049	0,049	0,196	0,312	0,247	0,109	0,304	0,179	0,202	0,009	0,414	0,942	0,164	1

Annexe II : Détails des analyses statistiques

Tableau IV : Coefficients de corrélations de Pearson entre les paramètres parasitologiques mesurés pour les mâles de *Tilapia zillii* et les caractères physico-chimiques de l'eau du Lac Temacine (Sahara septentrional) (**NHE** : Nombre hôtes examinés, **NHP** : Nombre hôtes parasités, **NPT** : Nombre parasites total, **P%** : Prévalence parasitaire, **IM** : Intensité parasitaire moyenne, **AB** : abondance, **NE** : Niveau d'eau, **T °C** : Température de l'eau, **S ‰**: Salinité de l'eau, **pH** : potentiel hydrogène **NTU** : Turbidité de l'eau).

Variables	NHE	NHp	NP	P%	IM	AB	<i>Chilo</i>	<i>Trich</i>	<i>Copep</i>	<i>Digen</i>	<i>Dacty</i>	<i>gyrod</i>	<i>Acant</i>	NE	T°C	S ‰	pH	NTU
NHE	1	0,970	0,608	-0,214	-0,558	-0,601	0,302	0,756	0,621	0,873	0,103	0,866	0,111	-0,073	-0,806	0,404	0,152	-0,371
NHp	0,001	1	0,608	0,018	-0,532	-0,523	0,463	0,715	0,754	0,893	0,222	0,879	0,007	-0,229	-0,907	0,466	0,135	-0,455
NP	0,201	0,200	1	0,043	0,311	0,245	-0,134	0,887	0,720	0,841	0,447	0,852	0,734	-0,336	-0,588	0,585	-0,058	-0,538
P%	0,683	0,973	0,935	1	0,241	0,489	0,407	-0,073	0,427	0,080	0,462	0,063	-0,308	-0,444	-0,341	0,333	0,073	-0,133
IM	0,250	0,277	0,549	0,646	1	0,955	-0,485	0,019	-0,023	-0,164	0,248	-0,145	0,671	-0,297	0,405	0,014	-0,361	-0,171
AB	0,207	0,287	0,640	0,325	0,003	1	-0,402	-0,017	0,022	-0,169	0,334	-0,153	0,495	-0,277	0,305	0,131	-0,205	-0,066
<i>Chilodonella sp.</i>	0,560	0,355	0,800	0,423	0,330	0,429	1	-0,200	0,526	0,176	0,136	0,135	-0,621	-0,641	-0,498	-0,085	-0,276	-0,560
<i>Trichodina sp.</i>	0,082	0,110	0,018	0,890	0,972	0,974	0,704	1	0,526	0,929	0,136	0,944	0,607	0,016	-0,602	0,509	0,125	-0,238
<i>Copepoda ind.</i>	0,188	0,083	0,107	0,399	0,966	0,968	0,284	0,284	1	0,727	0,699	0,709	0,122	-0,694	-0,876	0,632	-0,036	-0,751
<i>Digenea ind.</i>	0,023	0,017	0,036	0,881	0,756	0,749	0,739	0,007	0,102	1	0,188	0,999	0,376	-0,225	-0,792	0,480	0,022	-0,450
<i>Dactylogyrus</i>	0,846	0,673	0,374	0,357	0,636	0,518	0,797	0,797	0,122	0,721	1	0,183	0,064	-0,433	-0,555	0,829	0,344	-0,350
<i>gyrodactylus</i>	0,026	0,021	0,031	0,906	0,785	0,772	0,799	0,005	0,114	< 0,0001	0,728	1	0,405	-0,200	-0,776	0,487	0,034	-0,430
<i>Acanthocephala ind.</i>	0,834	0,989	0,097	0,552	0,145	0,319	0,189	0,201	0,818	0,463	0,904	0,426	1	-0,080	0,113	0,126	-0,296	-0,271
NE	0,890	0,663	0,515	0,377	0,567	0,595	0,170	0,975	0,126	0,668	0,392	0,705	0,880	1	0,543	-0,013	0,638	0,920
T°C	0,053	0,012	0,220	0,508	0,425	0,557	0,314	0,206	0,022	0,060	0,253	0,069	0,831	0,315	1	-0,723	-0,329	0,415
S ‰	0,427	0,352	0,223	0,519	0,979	0,804	0,873	0,302	0,178	0,336	0,042	0,328	0,812	0,981	0,104	1	0,681	-0,039
pH	0,774	0,798	0,914	0,891	0,481	0,697	0,596	0,813	0,946	0,967	0,504	0,949	0,569	0,173	0,525	0,137	1	0,649
NTU	0,469	0,364	0,271	0,801	0,747	0,901	0,247	0,650	0,085	0,370	0,497	0,395	0,603	0,009	0,414	0,942	0,164	1

Annexe II : Détails des analyses statistiques

Tableau V : Coefficients de corrélations de Pearson entre les paramètres parasitologiques mesurés pour les femelles de l'*A. fasciatus* et les caractères physico-chimiques de l'eau de l'Oued Still (Sahara septentrional) (**NHE** : Nombre hôtes examinés, **NHP** : Nombre hôtes parasités, **NPT** : Nombre parasites total, **P%** : Prévalence parasitaire, **IM** : intensité parasitaire moyenne, **AB** : abondance, **NE** : Niveau d'eau, **T °C** : Température de l'eau, **S ‰** : Salinité de l'eau, **pH** : potentiel hydrogène, **NTU** : Turbidité de l'eau).

Variables	NHE	NHP	NP	p%	IM	AB	<i>Chilo</i>	<i>Trich</i>	<i>Myxob</i>	<i>Copep</i>	<i>Digen</i>	<i>Orcho</i>	<i>Dacty</i>	NE	T °C	S ‰	pH	NTU
Variables	NHE	NHP	NP	p%	IM	AB	<i>Chilo</i>	<i>Myxob</i>	<i>Copep</i>	<i>Digen</i>	<i>Orcho</i>	<i>Dacty</i>	NE	T °C	S ‰	pH	NTU	
NHE	1	0,889	0,877	0,458	0,333	0,494	0,896	0,875	0,875	0,893	0,425	-0,199	0,604	-0,217	-0,285	-0,253	-0,280	-0,084
NHP	0,001	1	0,895	0,671	0,269	0,520	0,973	0,959	0,959	0,965	0,290	-0,090	0,725	-0,234	-0,163	-0,468	-0,449	-0,066
NP	0,002	0,001	1	0,514	0,619	0,760	0,902	0,848	0,848	0,883	0,651	-0,030	0,767	-0,307	-0,226	-0,321	-0,300	-0,366
p%	0,215	0,048	0,157	1	0,332	0,568	0,531	0,466	0,466	0,466	0,126	0,281	0,802	-0,645	0,497	-0,673	-0,727	-0,066
IM	0,382	0,485	0,075	0,382	1	0,916	0,241	0,119	0,119	0,184	0,901	0,279	0,646	-0,587	0,153	-0,153	-0,115	-0,655
AB	0,176	0,151	0,017	0,111	0,001	1	0,470	0,383	0,383	0,430	0,723	0,473	0,858	-0,664	0,203	-0,393	-0,334	-0,581
<i>Chilodonella sp.</i>	0,001	< 0,0001	0,001	0,142	0,531	0,202	1	0,975	0,975	0,983	0,315	-0,170	0,646	-0,108	-0,286	-0,329	-0,444	-0,178
<i>Trichodina sp.</i>	0,002	< 0,0001	0,004	0,206	0,761	0,309	< 0,0001	1	1,000	0,997	0,182	-0,125	0,573	-0,034	-0,344	-0,343	-0,329	-0,025
<i>Myxobolus sp.</i>	0,002	< 0,0001	0,004	0,206	0,761	0,309	< 0,0001	< 0,0001	1	0,997	0,182	-0,125	0,573	-0,034	-0,344	-0,343	-0,329	-0,025
<i>Copepoda ind.</i>	0,001	< 0,0001	0,002	0,206	0,636	0,248	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	1	0,254	-0,135	0,597	-0,057	-0,349	-0,331	-0,320	-0,071
<i>Digenea ind.</i>	0,255	0,449	0,058	0,746	0,001	0,028	0,408	0,639	0,639	0,509	1	-0,146	0,426	-0,323	-0,120	0,100	0,059	-0,617
<i>Onchobdella sp.</i>	0,608	0,819	0,939	0,464	0,467	0,198	0,663	0,749	0,749	0,729	0,708	1	0,417	-0,494	0,468	-0,404	-0,236	-0,189
<i>Dactylogerus sp.</i>	0,085	0,027	0,016	0,009	0,060	0,003	0,060	0,106	0,106	0,090	0,253	0,264	1	-0,681	0,258	-0,735	-0,596	-0,311
NE	0,575	0,545	0,422	0,061	0,097	0,051	0,781	0,930	0,930	0,884	0,396	0,177	0,044	1	0,010	0,393	0,450	0,105
T °C	0,457	0,676	0,559	0,173	0,694	0,601	0,456	0,365	0,365	0,357	0,758	0,204	0,502	-0,795	1	-0,181	-0,479	0,038
S ‰	0,512	0,204	0,400	0,047	0,693	0,295	0,387	0,367	0,367	0,384	0,799	0,281	0,024	0,295	0,641	1	0,380	-0,204
pH	0,466	0,225	0,433	0,027	0,769	0,380	0,231	0,387	0,387	0,401	0,881	0,541	0,090	0,224	0,192	0,313	1	0,356
NTU	0,829	0,865	0,332	0,865	0,056	0,101	0,648	0,949	0,949	0,856	0,077	0,625	0,416	0,788	0,922	0,599	0,347	1

Annexe II : Détails des analyses statistiques

NHE	1	0,330	0,398	0,055	-0,094	0,254	0,201	0,373	0,434	0,346	-0,107	0,227	-0,345	-0,098	0,214	0,151	-0,014
N H p	0,385	1	0,971	0,890	-0,096	0,931	0,830	0,839	0,855	0,129	0,258	0,945	-0,474	0,020	-0,644	-0,436	-0,106
NP	0,289	< 0,0001	1	0,806	-0,159	0,947	0,877	0,858	0,882	0,192	0,302	0,939	-0,403	-0,075	-0,524	-0,400	-0,248
p%	0,889	0,001	0,009	1	-0,083	0,898	0,793	0,586	0,579	0,042	0,463	0,900	-0,651	0,373	-0,791	-0,670	-0,077
IM	0,810	0,806	0,683	0,832	1	-0,165	-0,161	-0,106	-0,124	-0,133	-0,106	-0,113	0,053	0,123	0,372	0,198	0,152
AB Variables	0,510	0,000	0,000	0,001	0,672	1	0,953	0,692	0,702	0,173	0,569	0,976	-0,548	0,155	-0,635	-0,507	-0,256
<i>Chilodonella sp.</i>	0,603	0,006	0,002	0,011	0,679	< 0,0001	1	0,661	0,637	-0,024	0,661	0,959	-0,399	0,094	-0,564	-0,427	-0,162
<i>Myxobolus sp.</i>	0,323	0,005	0,003	0,097	0,785	0,039	0,052	1	0,988	-0,156	-0,125	0,764	-0,034	-0,344	-0,343	-0,329	-0,025
<i>Copepode ind.</i>	0,243	0,003	0,002	0,102	0,751	0,035	0,065	< 0,0001	1	-0,007	-0,145	0,747	-0,082	-0,352	-0,317	-0,308	-0,121
<i>Digenea ind</i>	0,361	0,741	0,620	0,914	0,733	0,656	0,952	0,688	0,985	1	0,125	-0,018	-0,426	0,077	0,082	0,093	-0,664
<i>Onchobdella sp.</i>	0,785	0,502	0,430	0,210	0,785	0,110	0,052	0,749	0,709	0,749	1	0,504	-0,494	0,468	-0,404	-0,236	-0,189
<i>Dactylogerus sp.</i>	0,556	0,000	0,000	0,001	0,771	< 0,0001	< 0,0001	0,017	0,021	0,963	0,166	1	-0,462	0,101	-0,671	-0,467	-0,071
NE	0,362	0,197	0,282	0,057	0,893	0,127	0,287	0,930	0,835	0,253	0,177	0,211	1	0,010	0,393	0,450	0,105
T°C	0,801	0,959	0,849	0,323	0,753	0,691	0,811	0,365	0,352	0,843	0,204	0,797	-0,795	1	-0,181	-0,479	0,038
S ‰	0,579	0,061	0,148	0,011	0,324	0,066	0,114	0,367	0,406	0,833	0,281	0,048	0,295	0,641	1	0,380	-0,204
pH	0,698	0,241	0,286	0,048	0,610	0,164	0,251	0,387	0,420	0,813	0,541	0,205	0,224	0,192	0,313	1	0,356
NTU	0,971	0,786	0,520	0,843	0,696	0,506	0,677	0,949	0,757	0,051	0,625	0,856	0,788	0,922	0,599	0,347	1

Tableau VI : Coefficients de corrélations de Pearson entre les paramètres parasitologiques mesurés pour les mâles de l'*A. fasciatus* et les caractères physico-chimiques de l'eau d'Oued Still (Sahara septentrional) (**NHE** : Nombre hôtes examinés, **NHP** : Nombre hôtes parasités, **NPT** : Nombre parasites total, **P%** : Prévalence parasitaire, **IM** : intensité parasitaire moyenne, **AB** : abondance, **NE** : Niveau d'eau, **T°C** : Température de l'eau, **S ‰** : Salinité de l'eau, **pH** : potentiel hydrogène, **NTU** : Turbidité de l'eau).

Tableau VII : Coefficients de corrélations de Pearson entre les paramètres morphométriques, biologiques et parasitologiques chez les femelles d'*Hemichromis bimaculatus* (Sahara septentrional) (**LT** : Longueur totale, **PT** : Poids total, **ELLS** : Ecailles de la ligne latérale supérieure, **ELLI** : Ecailles de la ligne latérale inférieure, **NPT** : Nombre de parasites total).

Annexe II : Détails des analyses statistiques

LT	1	0,724	0,184	0,022	0,223	-0,062	0,130	-0,155	0,173	-0,101	0,099	0,069	-0,028	0,121	-0,092
PT	< 0,0001	1	0,163	-0,056	0,160	-0,100	0,057	0,062	0,120	-0,159	0,065	0,003	-0,075	0,073	-0,114
E LLS	0,216	0,274	1	0,450	-0,126	-0,204	-0,130	0,115	-0,034	0,012	-0,033	0,134	-0,033	-0,124	-0,239
E LLI	0,886	0,710	0,002	1	0,081	0,036	-0,229	0,015	-0,142	-0,129	-0,113	-0,051	-0,146	-0,146	0,082
Age	0,132	0,283	0,399	0,587	1	0,381	-0,219	-0,018	-0,018	0,021	-0,050	0,052	-0,008	-0,235	0,393
NPT	0,681	0,503	0,168	0,810	0,008	1	-0,100	0,049	0,021	0,167	0,068	0,280	-0,077	-0,116	0,957
<i>Copepoda ind.</i>	0,385	0,706	0,382	0,121	0,138	0,504	1	0,140	0,378	0,171	0,389	-0,009	0,389	0,814	-0,206
<i>Chilodonella sp.</i>	0,297	0,678	0,443	0,918	0,906	0,744	0,347	1	0,220	0,211	0,231	0,049	0,231	-0,062	-0,049
<i>Digenea sp.</i>	0,245	0,421	0,821	0,341	0,904	0,887	0,009	0,138	1	-0,015	0,911	0,048	0,090	-0,047	-0,123
<i>Dactylogyrus sp.</i>	0,500	0,287	0,935	0,387	0,886	0,262	0,251	0,155	0,920	1	-0,044	0,029	0,541	-0,044	0,099
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	0,508	0,663	0,826	0,451	0,738	0,648	0,007	0,118	< 0,0001	0,771	1	0,078	-0,022	-0,022	-0,073
<i>Trichodina sp.</i>	0,644	0,983	0,370	0,735	0,728	0,057	0,953	0,745	0,747	0,845	0,600	1	-0,033	-0,033	0,037
<i>Myxobolus sp.</i>	0,850	0,617	0,826	0,326	0,960	0,609	0,007	0,118	0,546	< 0,0001	0,885	0,824	1	-0,022	-0,141
<i>Philometra sp.</i>	0,419	0,627	0,407	0,326	0,112	0,437	< 0,0001	0,677	0,756	0,771	0,885	0,824	0,885	1	-0,141
<i>Acanthocephala ind</i>	0,537	0,444	0,105	0,585	0,006	< 0,0001	0,165	0,742	0,408	0,508	0,626	0,805	0,345	0,345	1

Tableau VIII : Coefficients de corrélations de Pearson entre les paramètres morphométriques, biologiques et parasitologiques chez les mâles d'*Hemichromis bimaculatus* (Sahara septentrional) (**LT** : Longueur totale, **PT** : Poids total, **ELLS** : Ecailles de la ligne latérale supérieure, **ELLI** : Ecailles de la ligne latérale inférieure, **NPT** : Nombre de parasites total).

Variables	LT	PT	E LLS	E LLI	Age	NPT	Copep	Chilod	Digen	Dacty	Trich	Myxob	Philo	Acant
-----------	----	----	-------	-------	-----	-----	-------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Annexe II : Détails des analyses statistiques

LT	1	0,762	0,050	-0,253	0,616	0,103	-0,174	0,236	-0,015	0,286	-0,316	0,238	-0,052	0,077
PT	< 0,0001	1	-0,077	-0,238	0,430	0,110	-0,160	0,154	-0,049	0,134	-0,292	0,270	-0,078	0,107
E LLS	0,748	0,619	1	0,498	-0,155	-0,042	0,017	-0,136	0,246	0,179	-0,029	-0,045	0,113	-0,093
E LLI	0,097	0,120	0,001	1	0,015	-0,060	0,216	-0,170	-0,172	-0,184	-0,010	-0,100	0,241	-0,013
Age	< 0,0001	0,004	0,315	0,924	1	0,198	0,043	0,239	-0,306	-0,031	-0,254	0,293	-0,044	0,241
NPT	0,508	0,479	0,789	0,700	0,197	1	-0,121	-0,029	0,077	0,021	0,035	-0,036	0,069	0,968
<i>Copepoda ind.</i>	0,258	0,299	0,913	0,160	0,781	0,436	1	-0,045	-0,042	-0,061	-0,048	-0,023	-0,033	-0,120
<i>Chilodonella sp.</i>	0,124	0,318	0,378	0,271	0,118	0,852	0,770	1	0,014	0,142	0,113	0,752	-0,065	-0,113
<i>Digenea ind.</i>	0,925	0,753	0,108	0,265	0,044	0,619	0,787	0,927	1	0,611	0,041	-0,042	-0,060	-0,149
<i>Dactylogyrus sp.</i>	0,060	0,384	0,246	0,231	0,840	0,893	0,696	0,359	< 0,0001	1	-0,126	-0,061	-0,087	-0,174
<i>Trichodina sp.</i>	0,036	0,054	0,851	0,947	0,096	0,822	0,756	0,466	0,794	0,416	1	-0,048	-0,069	-0,002
<i>Myxobolus sp.</i>	0,120	0,076	0,772	0,520	0,053	0,817	0,881	< 0,0001	0,787	0,696	0,756	1	-0,033	-0,079
<i>Philometra sp.</i>	0,736	0,613	0,466	0,115	0,779	0,654	0,830	0,676	0,699	0,576	0,656	0,830	1	0,065
<i>Acanthocephala ind.</i>	0,620	0,491	0,546	0,936	0,115	< 0,0001	0,437	0,465	0,334	0,260	0,990	0,612	0,673	1

Tableau IX : Coefficients de corrélations de Pearson entre les paramètres morphométriques, biologiques et parasitologiques chez les femelles de *Tilapia zillii* (Sahara septentrional) (**LT** : Longueur totale, **PT** : Poids total, **ELLS** : Ecailles de la ligne latérale supérieure, **ELLI** : Ecailles de la ligne latérale inférieure, **NPT** : Nombre de parasites total).

Annexe II : Détails des analyses statistiques

Variables	LT	PT	ELLS	ELLI	Age	NPT	Chilo	Trich	Copep	Digen	Dacty	Gyrod	I.mult	Acant
LT	1	0,929	-0,222	0,370	0,888	-0,096	-0,379	-0,100	-0,233	-0,082	-0,215	-0,405	-0,456	0,293
PT	< 0,0001	1	-0,270	0,304	0,794	0,018	-0,282	-0,089	-0,245	-0,076	-0,128	-0,255	-0,338	0,454
E LLS	0,408	0,313	1	-0,511	-0,221	-0,526	0,166	-0,083	-0,053	-0,380	-0,190	0,150	0,155	-0,365
E LLI	0,159	0,252	0,043	1	0,415	-0,052	-0,458	-0,111	-0,150	-0,138	-0,251	-0,243	-0,211	0,482
Age	< 0,0001	0,000	0,411	0,110	1	-0,099	-0,485	0,175	-0,122	-0,319	-0,196	-0,282	-0,315	0,354
NPT	0,722	0,947	0,036	0,849	0,716	1	0,150	0,175	0,632	0,316	0,531	0,035	-0,028	0,375
<i>Chilodonella sp.</i>	0,148	0,290	0,539	0,074	0,057	0,580	1	-0,116	-0,140	0,355	0,377	0,296	0,391	-0,335
<i>Trichodina sp.</i>	0,713	0,744	0,761	0,682	0,518	0,517	0,668	1	0,361	-0,143	-0,228	0,674	-0,098	-0,165
<i>Copepoda ind.</i>	0,385	0,361	0,845	0,580	0,652	0,009	0,606	0,169	1	-0,187	0,349	0,142	-0,191	-0,012
<i>Digenea ind.</i>	0,762	0,779	0,146	0,610	0,228	0,233	0,177	0,596	0,489	1	-0,050	-0,122	-0,210	-0,227
<i>Dactylogyrus sp.</i>	0,424	0,637	0,481	0,348	0,466	0,034	0,150	0,396	0,185	0,854	1	-0,127	0,429	0,128
<i>Gyrodactylus sp.</i>	0,120	0,341	0,579	0,365	0,289	0,897	0,265	0,004	0,601	0,652	0,640	1	0,177	-0,286
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	0,076	0,201	0,565	0,433	0,235	0,917	0,135	0,719	0,478	0,435	0,098	0,512	1	0,089
<i>Acanthocephala ind.</i>	0,271	0,078	0,165	0,059	0,179	0,152	0,204	0,540	0,966	0,398	0,637	0,283	0,744	1

Tableau X : Coefficients de corrélations de Pearson entre les paramètres morphométriques, biologiques et parasitologiques chez les mâles de *Tilapia zillii* (Sahara septentrional) (**LT** : Longueur totale, **PT** : Poids total, **ELLS** : Ecailles de la ligne latérale supérieure, **ELLI** : Ecailles de la ligne latérale inférieure, **NPT** : Nombre de parasites total).

Annexe II : Détails des analyses statistiques

Variables	LT	PT	ELLS	ELLI	Age	NPT	Chilo	Trich	Copep	Digen	Dacty	Gyrod	Ichth	Acant
LT	1	0,944	0,156	0,421	0,856	0,304	-0,036	0,084	0,203	0,003	0,225	-0,030	-0,058	0,268
PT	< 0,0001	1	0,115	0,473	0,791	0,141	-0,049	0,034	0,111	-0,100	0,082	-0,100	-0,073	0,188

Variables	LT	PT	ELL	Age	NPT	Chilo	Myxob	Copep	Digen	Oncho	dacty			
E LLS	0,410	0,547	1	0,049	-0,138	0,369	0,079	0,242	0,393	-0,373	0,153	0,138	-0,115	0,326
E LLI	0,021	0,008	0,797	1	0,518	0,081	-0,103	-0,076	-0,147	-0,077	-0,058	-0,150	-0,081	0,278
Age	< 0,0001	< 0,0001	0,466	0,003	1	0,270	0,030	0,004	-0,041	0,240	0,166	-0,090	-0,087	0,281
NPT	0,102	0,457	0,044	0,672	0,149	1	0,021	0,309	0,623	0,293	0,459	0,427	-0,152	0,736
<i>Chilodonella sp.</i>	0,851	0,796	0,677	0,590	0,875	0,912	1	-0,090	-0,041	0,243	-0,160	0,166	0,155	-0,172
<i>Trichodina sp.</i>	0,658	0,860	0,197	0,691	0,983	0,096	0,637	1	0,350	0,367	-0,035	0,426	-0,066	-0,061
<i>Copepoda ind.</i>	0,281	0,561	0,032	0,437	0,832	0,000	0,828	0,058	1	0,094	0,364	0,388	-0,149	0,200
<i>Digenea ind.</i>	0,988	0,598	0,042	0,685	0,201	0,117	0,195	0,046	0,620	1	0,095	0,365	-0,116	-0,142
<i>Dactylogyrus sp.</i>	0,231	0,665	0,421	0,762	0,380	0,011	0,398	0,852	0,048	0,618	1	0,111	-0,130	0,120
<i>Gyrodactylus sp.</i>	0,875	0,599	0,467	0,430	0,637	0,019	0,381	0,019	0,034	0,048	0,560	1	-0,106	-0,080
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	0,762	0,701	0,546	0,671	0,647	0,421	0,414	0,730	0,431	0,543	0,492	0,576	1	-0,097
<i>Acanthocephala ind.</i>	0,153	0,320	0,079	0,137	0,132	< 0,0001	0,363	0,750	0,290	0,454	0,528	0,674	-0,097	1

Annexe II : Détails des analyses statistiques

LT	1	0,517	0,728	0,589	0,007	0,125	0,179	-0,175	0,111	-0,004	0,062
PT	0,000	1	0,356	0,449	0,035	0,050	0,130	0,049	0,029	-0,060	-0,059
ELL	< 0,0001	0,019	1	0,442	0,031	-0,004	0,112	-0,111	0,185	-0,118	0,104
Age	< 0,0001	0,003	0,003	1	0,455	0,292	0,235	0,180	0,130	0,173	0,352
NPT	0,965	0,822	0,844	0,002	0,529	0,319	0,594	0,594	0,414	0,421	0,435
<i>Chilodonella sp.</i>	0,424	0,748	0,981	0,058	0,000	1	0,699	0,044	-0,042	0,699	0,078
<i>Myxobolus sp.</i>	0,251	0,405	0,474	0,129	0,037	< 0,0001	1	0,108	-0,029	-0,024	-0,069
<i>Copepoda ind.</i>	0,262	0,753	0,477	0,248	< 0,0001	0,781	0,492	1	-0,057	-0,047	-0,135
<i>Digenea ind.</i>	0,479	0,853	0,235	0,405	0,006	0,791	0,853	0,717	1	-0,029	0,158
<i>Onchobdella sp.</i>	0,980	0,703	0,453	0,267	0,005	< 0,0001	0,880	0,767	0,853	1	0,179
<i>Dactylogerus sp.</i>	0,694	0,708	0,509	0,020	0,004	0,617	0,659	0,386	0,313	0,251	1

Tableau XI : Coefficients de corrélations de Pearson entre les paramètres morphométriques, biologiques et parasitologiques chez les femelles d'*Aphanius fasciatus* (Sahara septentrional) (**LT** : Longueur totale, **PT** : Poids total, **ELL** : Ecailles de la ligne latérale, **NPT** : Nombre de parasites total).

Tableau XII : Coefficients de corrélations de Pearson entre les caractères morphométriques, biologiques et parasitologiques chez les mâles d'*Aphanius fasciatus* (Sahara septentrionale) (**LT** : Longueur totale, **PT** : Poids total, **ELL** : Ecailles de la ligne latérale, **NPT** : Nombre de parasite total).

Annexe II : Détails des analyses statistiques

LT	1	0,936	0,431	0,697	0,202	0,263	0,053	0,068	-0,048	0,169	-0,054	0,164
PT	< 0,0001	1	0,317	0,651	0,224	0,359	0,075	0,117	-0,006	0,158	-0,091	0,171
E LL	0,001	0,022	1	0,439	0,188	0,070	-0,017	-0,111	0,018	0,184	-0,035	0,160
Age	< 0,0001	< 0,0001	0,001	1	0,279	0,105	0,087	-0,116	0,068	0,204	0,081	0,286
NPT	0,152	0,111	0,181	0,045	1	0,080	0,087	0,180	0,444	0,863	0,158	0,311
<i>Chilodonella sp.</i>	0,060	0,009	0,622	0,459	0,572	1	-0,041	0,048	-0,052	-0,038	-0,030	-0,053
<i>Trichodina sp.</i>	0,708	0,596	0,904	0,539	0,541	0,775	1	0,315	0,083	-0,008	-0,027	-0,087
<i>Myxobolus sp.</i>	0,631	0,410	0,435	0,412	0,201	0,738	0,023	1	0,232	0,001	-0,036	-0,119
<i>Copepoda ind.</i>	0,737	0,965	0,898	0,631	0,001	0,712	0,559	0,098	1	0,088	-0,044	0,004
<i>Digenea ind.</i>	0,231	0,264	0,191	0,147	< 0,0001	0,791	0,954	0,996	0,533	1	-0,029	0,073
<i>Onchobdella sp.</i>	0,706	0,523	0,803	0,568	0,264	0,833	0,852	0,799	0,756	0,839	1	0,295
<i>Dactylogerus sp.</i>	0,246	0,225	0,256	0,040	0,025	0,709	0,538	0,399	0,980	0,605	0,034	1