



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Mohamed Khider –Biskra –
جامعة محمد خيضر بسكرة
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie
Département de Biologie

Réf :.....

Thèse

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de

Doctorat es.Sciences

Spécialité : Biologie

Thème

**CONNAISSANCE DE L'ICHTYOFAUNE DES EAUX
CONTINENTALES DE LA REGION DES AURES ET DU
SAHARA SEPTENTRIONAL AVEC SA MISE EN VALEUR**

Présenté par : **CHAIBI Rachid**

Devant le jury :

Président : Dr. BELHAMRA Mohamed Prof. Université de Biskra
Directeur de thèse : Dr. SI BACHIR Abdelkrim Prof. Université de Batna
Co-Directeur de thèse : Dr. Frédéric SANTOUL, M.C. (HDR), Université Paul Sabatier
Toulouse (France)
Examineurs : Dr. HOUHAMDI Moussa, Prof. Université de Guelma
Dr. OUAKID Mohamed, Prof. Université d'Annaba
Dr. TARAI Nacer MC 'A', Université de Biskra

Soutenu publiquement le :06 février 2014

Remerciements

Cette thèse doit beaucoup aux nombreuses personnes qui m'ont encouragé, soutenu et conforté au long de toutes ces années. Qu'elles trouvent dans ce travail l'expression de mes plus sincères remerciements pour leur aide, leurs conseils et disponibilité, tout en leur exprimant ma profonde gratitude

Je renouvèle mes vifs remerciements à

Monsieur **SI BACHIR Abdelkrim** Professeur. Université de Batna, Encadreur et Directeur de thèse de m'avoir encadré durant ces années de doctorat en étant toujours disponible et encourageant, pour son aide et conseils et pour ses grandes valeurs humaines.

Monsieur **Frédéric SANTOUL**, M.C. (HDR), Université Paul Sabatier Toulouse (France), Co-directeur de thèse, pour sa disponibilité, et ses conseils, ainsi que pour son aide précieuse

Madame **STEPHANIE BOULETREAUX**, pour son aide, sa gentillesse et son soutien

Monsieur **REGIS CEREGINEUX** Professeur au laboratoire ECOLAB Université de TOULOUSE ainsi qu'à toute l'équipe d'ECOLAB pour l'assistance qu'ils m'ont apporté

Monsieur **CHENCHOUNI HAROUN** Enseignant à l'Université de TEBESSA pour ses précieux conseils et sa disponibilité

Président du jury : Monsieur **BELHAMRA Mohamed**, Professeur à l'université de Biskra qui m'a honoré en acceptant d'être président de ce jury

Messieurs les examinateurs, d'avoir accepté d'évaluer ce manuscrit de thèse ainsi que d'avoir bien voulu être membre de mon jury de thèse. Qu'ils trouvent ici le témoignage de ma gratitude.

Monsieur **HOUHAMDI Moussa**, Professeur à l'université de Guelma

Monsieur **OUAKID Mohamed**, Professeur à l'université d'Annaba

Monsieur **TARAI Nacer**, Maître de conférences à l'université de Biskra

Je tiens à remercier toute l'équipe administrative et enseignante de l'université Amar Telidji et de l'université de Biskra plus spécifiquement Messieurs **BELYAGOUBI Larbi**, **Mourad LBOUKH**, **GOUZI Hicham**, **BOUBRIMA Youcef**, **OUINTEN Mohamed**, **Guenane Hamid**, **AIT SALAH Boubkeur**, **CHAFAA Ismain**, **MOUSSI Mohamed**, **ZEROUAL Samir** et **ATIR Badreddine**.

Enfin, à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail en particulier Collègues enseignants des Université de Laghouat, Biskra, Annaba et Batna Aux responsables de L'Algérienne des eaux unité de Laghouat

R. CHAÏBI

Dédicaces

Nous dédions ce modeste travail, comme preuve de respect, de gratitude, et de reconnaissance à :

Aux joyaux de ma vie « mes parents » qui sont la source de ma réussite, je souhaite qu'ils trouvent à travers ce mémoire le faible témoignage de leurs efforts et sacrifices.

J'ai également pu compter sur le soutien, les encouragements et l'aide de la famille ABDELAZIZ.

A mes chers frères : Madjid, Khalifa, Karim, Hafad et Fouzi

A mes sœurs : Yamina, Naziha, Nacira et Kanza

A tous mes étudiants surtout Hamida Amine, Soufi Ismaine et Marfoua Mahdi, Abdelaziz Nassima, Hamami F.Zohra, Daamache Fatima, Stomboli Latifa

Rachid. CHAÏBI

SOMMAIRE

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction.....1

CHAPITRE 1 : Statut écologique et évaluation de la diversité ichthyologique en Algérie.....5

1. Mise à jour et statut écologique de l'ichtyofaune continentale d'Algérie.....5

1.1. Inventaire systématique des espèces recensées entre 1842 et 2011.....5

1.2. Statut écologique des espèces signalées.....10

1.2.1. Statut selon l'origine et l'endémisme.....12

1.2.2. Statut de conservation.....12

1.2.3. Statut trophique.....13

1.2.4. Statut de protection.....14

2. Potentialités de la pisciculture continentale en Algérie.....14

2.1. Potentialités hydriques.....14

2.2. Potentialités biologiques.....15

3. Facteurs de dégradation et de menace de l'ichtyofaune continentale en Algérie.....16

3.1. Facteurs abiotiques.....16

3.2. Facteurs biotiques et anthropiques.....18

4. Impacts des introductions et des espèces invasives sur l'environnement.....18

5. Mesures de protection et de conservation.....20

CHAPITRE II : Méthode de l'étude.....21

1. Cadre de l'étude.....21

1.1. Délimitation géographique de la région et des sites d'étude.....21

1.2. Bioclimatologie.....24

1.3. Aspect géomorphologique et hydrographique.....24

1.3.1. Données géomorphologiques.....24

1.3.2. Données hydrologiques.....26

1.4. Typologie et caractérisation des systèmes hydriques des sites prospectés.....26

2. Matériel et méthodes.....28

2.1. Méthode de caractérisation de la qualité de l'eau.....28

2.1.1. Analyses physico-chimiques.....	28
2.1.2. Analyses bactériologiques.....	32
2.1.2.1. Recherche et dénombrement des germes totaux.....	32
2.1.2.2. Dénombrement des Coliformes (<i>E. coli</i>).....	33
2.1.2.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.....	36
2.1.2.4. Recherche et dénombrement des <i>Clostridium</i> s sulfito-réducteurs.....	38
2.2. Echantillonnage et caractérisation du peuplement phytoplanctonique.....	40
2.2.1. Prélèvement du phytoplancton.....	40
2.2.2. Identification et dénombrement des micro-algues.....	41
2.3. Méthode d'étude de l'ichtyofaune.....	43
2.3.1. Echantillonnage et techniques de pêche.....	43
2.3.1.1. Description des techniques de pêche utilisées.....	44
2.3.1.2. Conservation et identification des spécimens de poissons.....	46
2.4. Méthode d'étude de quelques paramètres du développement.....	47
2.4.1. Morphométrie.....	47
2.4.2. Détermination de l'âge.....	48
2.4.2.1. Prélèvement et préparation des écailles.....	48
2.4.2.2. Lecture des écailles.....	49
2.4.3. Définition des paramètres sexuels.....	50
2.5. Méthodes d'étude parasitologique et épidémiologique.....	51
2.5.1. Prélèvement et identification des parasites.....	51
2.5.1.1. Recherche des hémoparasites.....	51
2.5.1.2. Recherche des ectoparasites.....	52
2.5.1.3. Recherche des mésoparasites.....	53
2.5.1.4. Identification des parasites.....	54
3. Exploitation et analyse statistique des données.....	55
3.1. Exploitation par des paramètres et des indices écologiques et biologiques.....	55
3.1.1. Paramètres écologiques.....	55
3.2. Estimation des paramètres de croissance.....	57
3.3. Analyse des aspects épidémiologiques.....	59
3.3.1. Les indices parasitaires.....	59
3.4. Estimation des paramètres de la reproduction.....	61

3.4.1. Fécondité.....	61
3.4.2. Rapport gonado-somatique (R.G.S).....	62
3.4.3. Rapport hépato-somatique (R.H.S).....	62
3.4.4. Taille à la première maturité sexuelle.....	62
3.5. Analyses statistiques.....	63
3.5.1. Analyses statistiques univariées.....	63
3.5.2. Analyses statistiques bivariées.....	63
3.5.3. Analyses statistiques multivariées.....	63
Chapitre III – Résultats et discussions.....	64
1. Caractérisation de la qualité de l'eau.....	64
1.1. Qualité physicochimique.....	64
1.1.1. Résultats.....	64
1.1.2. Discussions.....	65
1.1.3. Conclusion	75
1.2. Qualité bactériologique.....	76
1.2.1. Résultats.....	76
1.2.2. Discussions.....	76
1.2.3. Conclusion.....	78
2. Structure et organisation du peuplement phytoplanctonique.....	78
2.1. Inventaire global de la flore microalgale recensée.....	78
2.1.1. Résultats.....	78
2.1.2. Discussions.....	82
2.1.3. Conclusion.....	83
2.2. Evolution de la fréquence d'occurrence des peuplements phytoplanctoniques.....	83
2.2.1. Résultats.....	83
2.2.2. Discussions.....	86
2.2.3. Conclusion.....	87
2.3. Similitude entre la structure des peuplements de phytoplancton (Indice de SORENSON).....	87
2.3.1. Résultats.....	87
2.3.2. Discussions.....	87
2.3.3. Conclusion.....	88
2.4. Variation des paramètres de diversité de la communauté phytoplanctoniques.....	88
2.4.1. Résultats.....	88

2.4.1.1. Richesse générique totale (S).....	88
2.4.1.2. Indice de diversité de Shannon H'.....	89
2.4.1.3. Indice d'équitabilité « E ».....	89
2.4.2. Discussions.....	90
2.4.3. Conclusion.....	91
2.5. Densité moyenne du phytoplancton recensé.....	91
2.5.1. Résultats.....	91
2.5.2. Discussions.....	94
2.5.3. Conclusion.....	95
2.6. Analyse des corrélations entre les paramètres physico-chimiques et la dynamique du peuplement phytoplanctonique.....	95
2.6.1. Résultats.....	95
2.6.2. Discussions.....	97
2.6.3. Conclusion.....	97
3. Bioécologie de l'ichtyofaune autochtone et exotique.....	97
3.1. Inventaire de l'ichtyofaune recensée.....	97
3.1.1. Résultats.....	97
3.1.2. Discussions.....	98
3.1.3. Conclusion.....	102
3.2. Statuts écologiques des espèces inventoriées.....	102
3.2.1. Résultats.....	102
3.2.2. Discussions.....	104
3.2.3. Conclusion.....	104
3.3. Modèle de répartition de l'ichtyofaune en fonction des facteurs environnementaux.....	104
3.3.1. Résultats.....	104
3.3.2. Discussions.....	105
3.3.3. Conclusion.....	106
4. Etude des paramètres de développement (des espèces clés de poissons recensés).....	107
4.1. Cas de <i>Aphanius fasciatus</i> d'Oued Still (El Oued).....	107
4.1.1. Résultats.....	107
4.1.1.1. Caractères méristiques.....	107
4.1.1.2. Dimorphisme sexuel et croissance linéaire relative.....	107
4.1.1.3. Relation taille-poids.....	109
4.1.1.4. Age et croissance.....	110

4.1.1.5. Reproduction.....	113
4.1.1.5.1. Taille à la première maturité sexuelle.....	113
4.1.1.5.2. Rapport gonado-somatique (<i>RGS</i>).....	114
4.1.1.5.3. Fécondité.....	114
4.1.2. Discussions.....	115
4.1.3. Conclusion.....	117
4.2. Cas du genre <i>Pseudophoxinus</i> d'Oued El-Mellah-M'sila.....	118
4.2.1. Résultats.....	118
4.2.1.1. Caractères méristiques.....	118
4.2.1.2. Dimorphisme sexuel et croissance linéaire relative.....	118
4.2.1.3. Relation taille poids.....	120
4.2.1.4. Age et croissance.....	121
4.2.1.5. Reproduction.....	123
4.2.1.5.1. Taille à la première maturité sexuelle.....	123
4.2.1.5.2. Variation mensuelle du Rapport gonado-somatique et hépatosomatique (<i>RGS/RHS</i>).....	124
4.2.1.5.3. Fécondité.....	125
4.2.2. Discussions.....	125
4.2.3. Conclusion.....	126
4.3. Cas du genre <i>Tilapia</i> (<i>Tilapia zillii</i> et <i>Oreochromis niloticus</i>)	126
4.3.1. Résultats.....	126
4.3.1.1. Caractères méristiques.....	126
4.3.1.2. Dimorphisme sexuel et croissance linéaire relative.....	128
4.3.1.3. Relation taille poids.....	132
4.3.1.4. Age et croissance.....	134
4.3.1.5. Reproduction.....	138
4.3.1.5.1. Fécondité.....	138
4.3.1.5.2. Rapports gonado-somatique (<i>RGS</i>) et hépatosomatique (<i>RHS</i>)...139	
4.3.2. Discussions.....	142
4.3.3. Conclusion.....	147
4.4. Cas du genre <i>Barbus</i>	147
4.4.1. Résultats.....	147
4.4.1.1. Caractères méristiques.....	147
4.4.1.2. Dimorphisme sexuel et croissance linéaire relative.....	149

4.4.1.3. Relation taille poids.....	154
4.4.1.4. Reproduction.....	157
4.4.1.4.1. Fécondité.....	157
4.4.1.4.2. Variation mensuelle du Rapport gonado-somatique (<i>RGS</i>) et hépatosomatique (<i>RHS</i>)	159
4.4.1.5. Taille a la première maturité sexuelle.....	160
4.4.2. Discussions.....	162
4.4.3. Conclusion.....	163
5. Etude de la parasitofaune.....	165
5.1. Inventaire des parasites recensés chez l'ichtyofaune étudiée.....	166
5.1.1. Résultats.....	166
5.2. Répartition parasites par espèce hôte et par organe infesté.....	166
5.2.1. Résultats.....	166
5.2.2. Discussions.....	167
5.3. Répartition des indices parasitaires par espèce hôte et par sexe.....	169
5.3.1. Résultats.....	169
5.3.2. Discussions.....	175
5.4. Variations des indices épidémiologiques des espèces parasites en fonction des classes de taille des espèces de poissons hôtes.....	176
5.4.1. Résultats.....	176
5.4.2. Discussions.....	178
Conclusion et perspectives.....	179
Références bibliographiques.....	183
Résumés.....	210

LISTE DES TABLEAUX

N°	Titres	Pages
1	Liste systématiques avec le nom en français des espèces de poissons signalées en Algérie (1842 – 2011).	06
2	Origine, régime alimentaire et statut de conservation des espèces de poissons décrites en Algérie (A : autochtone, I : introduite, E : endémique, CR : danger d'extinction, EN : en danger, VU : vulnérable, NT : quasi menacée, LC : donnée insuffisantes, NE : statut non évaluée).	10
3	Répartition des espèces de poissons recensés en Algérie suivant les catégories et critères de l'IUCN 2010.	13
4	Liste des espèces halieutiques existantes en Algérie pouvant faire l'objet d'élevage aquacole (Karali et Echikh, 2005)	16
5	Caractérisations géographiques des sites étudiés par type (O : oued ; R : retenue collinaire ; B : Barrage ; G : Gueltat et L : Lac) et par origine (N : naturel ; A : artificiel).	22
6	Typologie générale des sites prospectés (D : eau douce, S : eau saumâtre ; Nature : 1 : naturel, 2 : artificiel ; permanence : 1 : permanent, 2 : temporaire)	23
7	Répartition des différents sites prospectés selon l'échelle bioclimatique de chaque région	24
8	Paramètres physicochimiques de l'eau mesurés dans les six sites prospectés.	29
9	Appareillages et méthodes d'analyse et de mesures des différents paramètres physico-chimiques de l'eau.	30
10	Variations des paramètres physicochimiques de l'eau dans quelques hydrosystèmes de la région prospectée. (Max : Maximum, min : minimum, moy : moyenne)	64
11	Relation entre la minéralisation de l'eau et la conductivité mesurée (Rejsek, 2002) (L : Lac ; O : Oued ; B : Barrage).	70
12	Evolution des paramètres bactériologiques dans les trois sites étudiés	76
13	Inventaire taxinomique du phytoplancton recensé dans l'ensemble des sites prospectés (B: Barrage, L: Lac, O: Oued, +: espèce présente, *: espèces toxiques)	78
14	Pourcentages en nombre de genres des classes de phytoplancton identifiées par station.	81
15	Les principaux genres phytoplanctoniques reconnus potentiellement toxiques (Benoufella et al., 1995 ; Bourrelly, 1985)	83
16	Fréquence d'occurrence et échelle de constance de différents genres de phytoplancton recensés dans quelques hydrosystèmes (+ : Présence du genre ;* Genre toxique ; O : Oued, B : Barrage ; L : Lac)	84
17	Indice de similitude de SORENSEN des cinq stations échantillonnées prises deux à deux.	86
18	Richesse générique totale (S), richesse générique moyenne (Sm), indice de diversité de Shannon (H') et équirépartition (E) du peuplement phytoplanctonique	88

19	Résultats de l'analyse de la corrélation entre la densité algales et différents paramètres physico-chimique étudiés.	96
20	Inventaire taxonomique des poissons recensés dans les différents sites prospectés (O : Oued, B : Barrage, R : retenue collinaire, L : Lac, G : Gueltat, N : Native, E : exotique, SH : subhumide, SA : semi-aride, A : Aride, SD : Subdésertique, D : désertique)	98
21	Répartition des espèces inventoriées selon leurs statuts de conservation (NE : non évaluée ; LC : risque de disparition est faible ; VU : espèce vulnérable ; DD : données suffisantes ; C (%) fréquence d'occurrence)	103
22	Test ANOVA de l'abondance des espèces ichtyologiques inventoriées en fonction des différents facteurs de l'environnement	105
23	Valeurs minimales, maximales et moyenne avec les écarts types (SD) des caractères méristiques de l' <i>A. fasciatus</i> observé au Sahara Algérien.	107
24	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>A. fasciatus</i> d'Oued Still. (Valeur théorique de la Tableau <i>t</i> de Student : Femelle : $t_{1-\alpha/2} = 2,110$; Mâle : $t_{1-(\alpha/2)} = 2,447$).	108
25	Résultats de la corrélation de Pearson (<i>r</i>) et l'analyse de variance (ANOVA : <i>F</i> et <i>P</i> values) appliquées aux variations annuelles des paramètres biométriques mesurés chez les mâles et les femelles de l' <i>A. fasciatus</i> du Sahara algérien ($p < 0,05$: relation significative, $p < 0,01$: relation hautement significative et $p < 0,001$: relation très hautement significative, $p > 0,05$ relation non significative).	112
26	Formules numériques des différents aspects morphologiques chez le genre <i>Pseudophoxinus</i> de l'Oued Mellah (Min : minimale ; Max : maximale ; Moy : moyenne ; N : effectif)	118
27	Coefficient d'allométrie et équation de régression des différents caractères métrique mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez le genre <i>Pseudophoxinus</i> d'Oued Mellah	119
28	Résultats de la corrélation de Pearson (<i>r</i>) et l'analyse de variance (ANOVA : <i>F</i> et <i>P</i> values) appliquées aux variations annuelles des paramètres biométriques mesurés chez les mâles et les femelles de <i>Pseudophoxinus</i> d'Oued Mellah (M'sila) ($p < 0,05$: relation significative, $p < 0,01$: relation hautement significative et $p < 0,001$: relation très hautement significative, $p > 0,05$ relation non significative).	122
29	Valeurs, minimales, maximales et moyennes avec les écarts types (SD) des caractères méristique des <i>Tilapias</i> récoltés au Sahara Septentrional Algérien (Oued Khrouf et Lac Ayata).	127
30	Coefficient d'allométrie et équation de régression des différents caractères métriques mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez <i>Tilapia zillii</i> du Lac Ayata et d'Oued Khrouf.	129
31	Coefficient d'allométrie et équation de régression des différents caractères métriques mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez <i>Oreochromis niloticus</i> du Lac Ayata et d'Oued Khrouf	131
32	Expressions mathématiques de la relation taille-poids chez les <i>Tilapias</i> du Lac Ayata.	133
33	Résultats de la corrélation de Pearson (<i>r</i>) et l'analyse de variance (ANOVA) appliquées aux variations annuelles des paramètres biométriques mesurés chez les mâles et les	134

	femelles de <i>Tilapia zillii</i> d'Oued Khrouf et celle du Lac Ayata ($p < 0,05$: relation significative *, $p < 0,01$: relation hautement significative ** et $p < 0,001$: relation très hautement significative ***, $p > 0,05$ relation non significative « NS »).	
34	Résultats de la corrélation de Pearson (r) et l'analyse de variance ANOVA appliquées aux variations annuelles des paramètres biométriques mesurés chez les mâles et les femelles de <i>Oreochromis niloticus</i> d'Oued Khrouf et celle du Lac Ayata ($p < 0,05$: relation significative *, $p < 0,01$: relation hautement significative ** et $p < 0,001$: relation très hautement significative ***, $p > 0,05$ relation non significative « NS »).	136
35	Valeurs, minimales (Min), maximales (Max) et moyennes (Moy) avec les écarts types (SD) des caractères méristiques des <i>Barbus</i> pêchés dans les différents sites étudiés.	148
36	Nombre d'écaillés sur la ligne latérale selon les différentes espèces du genre <i>Barbus</i>	149
37	Coefficient d'allométrie et équation des droites de régression des caractères métrique mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez les <i>Barbus</i> d'Oued Sebgag	150
38	Coefficient d'allométrie et équation des droites de régression des caractères métrique mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez les <i>Barbus</i> d'Oued Taadmit	151
39	Coefficient d'allométrie et équation des droites de régression des caractères métrique mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez les <i>Barbus</i> d'Oued Mellah	152
40	Coefficient d'allométrie et équation des droites de régression des caractères métrique mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez les <i>Barbus</i> d'Oued Tadjmout	153
41	Coefficients d'allométrie et équations des droites de régressions (taille-poids) chez le genre <i>Barbus</i> dans quelques hydrosystèmes étudiés	154
42	Caractérisation générale de l'échantillon de poissons étudiée (N : nombre d'individu).	165
43	Systematique des différentes espèces de parasites récoltés	166
44	Répartition des différents types de parasites recensés par espèce hôte et par organe infesté	168
45	Variations des indices parasitaires selon les espèces hôtes et par sexe de l'hôte (P : Prévalence, IM : Intensité moyenne, AB : Abondance, N : Nombre d'hôtes infestés, H : Nombre de poissons examinée et n : Nombre de parasites)	169
46	Variations des indices épidémiologiques des espèces parasites en fonction des classes de taille des espèces de poissons hôtes (P : Prévalence, IM : Intensité moyenne, AB : Abondance).	176

LISTE DES FIGURES

N°	Titres	Pages
1	Pourcentages des différents types d'origine des espèces ichtyologiques Algériennes décrites selon leurs origines.	12
2	L'ichtyofaune Algérienne répartie en pourcentage selon les statuts trophiques.	13
3	Les 17 bassins versants en Algérie, (codifications en page 13)	14
4	Carte pluviométrique pour l'Algérie du Nord (A.N.R.H, 1993)	15
5	Localisation des 39 sites échantillonnés dans l'est Algérien et leur répartition par échelle bioclimatique selon l'UNESCO (1963).	21
6	Les principales formations géographiques en Algérie (FAO, 2003)	25
7	Coupe topographique de l'Algérie Cote, (1981) (modifie).	25
8	Répartition de la zone d'étude sur le réseau des bassins hydrographiques du Nord-Est de l'Algérie	27
9	Etapas suivies lors de la recherche des germes totaux	33
10	Etapas suivies lors de la recherche et du dénombrement des coliformes	35
11	Etapas suivies lors de la recherche et du dénombrement des streptocoques fécaux	37
12	Etapas suivies lors de la recherche et du dénombrement des <i>Clostridium</i> sulfite-réducteurs	39
13	Schéma du filet à plancton utilisé	41
14	Schéma représentant les étapes de l'étude qualitative et quantitative du phytoplancton	43
15	Schéma représentatif d'une nasse (Hammoudi, 2011).	44
16	Schéma d'une canne à pêche (ligne) utilisée lors de cette étude (Hammoudi, 2011).	45
17	Schéma représentatif d'un verveux utilisé lors de cette étude. (Hammoudi, 2011).	46
18	Différents caractères métriques portés sur les poissons captures (ex : cas du de <i>Aphanius fasciatus</i>).	48
19	Localisation des emplacements de prises d'écailles chez les différentes espèces de poissons. (D'après Casselmann, 1967; Jearld, 1983; Bagliere, 1985; Richard, 1986).	49
20	Mensurations réalisées sur l'écaille d'un poisson de 3 années (Bouhbouh, 2002)	49
21	Dimorphisme sexuel chez <i>Aphanius fasciatus</i> (Guemmour, 2012)	50
22	Préparation d'un frottis sanguin pour analyse des hémoparasites chez les poissons	51
23	Etapas suivies lord de la recherche des ectoparasites des branchies de <i>Aphanius</i>	53
24	Dessiccation d'un poisson à la recherche des parasites dans le tube digestif	54

25	Rapport entre la prevalence et l'intensité	60
26	Variations des températures (T °C) de l'eau dans les stations prospectées (M : maximale ; m : moyenne ; mn : minimale).	66
27	Variations du pH de l'eau dans les stations prospectées (M : maximale ; m : moyenne ; mn : minimale).	67
28	Variations de la Turbidité de l'eau en NTU dans les stations prospectées (M : maximale ; m : moyenne ; mn : minimale).	68
29	Variations de la Salinité (‰) de l'eau dans les stations prospectées (M : maximale ; m : moyenne ; mn : minimale).	69
30	Variations de la Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$) de l'eau dans les stations prospectées (M : maximale ; m : moyenne ; mn : minimale).	70
31	Variations de la teneur en Nitrites (mg/l) dans les stations prospectées (M : maximale ; m : moyenne ; mn : minimale).	72
32	Variations de la teneur en Nitrates (mg/l) dans les stations prospectées (M : maximale ; m : moyenne ; mn : minimale).	73
33	Variations des Orthophosphates (mg/l) dans les stations prospectées (M : maximale ; m : moyenne ; mn : minimale).	74
34	Variations de l'Oxygène dissous (mg/l) dans l'eau dans les stations prospectées (M : maximale ; m : moyenne ; mn : minimale).	75
35	Pourcentages des différentes classes identifiées.	81
36	Fréquence d'occurrence (C en %) des différents genres phytoplanctoniques inventoriés	86
37	Variations de la richesse spécifique totale (S) par station d'étude.	89
38	Indice de diversité de Shannon H' des communautés algales dans cinq sites différents.	89
39	Indice d'équitabilité « E » des communautés de phytoplancton dans cinq sites étudiés.	90
40	Densités moyennes des différentes classes microalgales dans l'Oued de Tadjmout	92
41	Variations mensuelles de la densité globale du phytoplancton dans l'Oued de Tadjmout	92
42	Pourcentages de la densité microalgale dans l'Oued Ghaicha	93
43	Variations mensuelles de la densité microalgale dans Oued Ghaicha	93
44	Pourcentages de la densité microalgale dans le Barrage de Timgad	94
45	Variations mensuelles de la densité microalgale dans le Barrage de Timgad	94
46	Répartition de l'ichtyofaune recensé selon leurs statuts de conservation	104
47	Valeurs moyennes, minimales et maximales des paramètres morphométriques mesurés chez l' <i>A. fasciatus</i> (* : significative ; ** hautement significative ; *** très hautement significative)	106
48	Relation Taille-Poids chez les mâles (A) et les femelles (B) d' <i>A. fasciatus</i> d'Oued Still (Sahara Algérien).	110

49	Variation du poids total et de la longueur totale par rapport à l'âge chez l' <i>A. fasciatus</i> d'Oued Still (Sahara algérien).	111
50	Fréquence des individus matures en fonction de la longueur totale chez les mâles et les femelles d' <i>Aphanius fasciatus</i> d'oued Still. I : Juvéniles, II : Phase intermédiaire, III : Adultes	113
51	Variations de <i>RGS</i> en fonction des différentes régions chez le genre <i>Aphanius</i> de l'Oued Still.	114
52	Variation du nombre d'œufs dans le sac ovigère en fonction de la longueur totale et du poids total chez les femelles de l' <i>Aphanius fasciatus</i> de l'Oued Still.	114
53	Relation Taille-Poids chez le genre <i>Pseudophoxinus</i> d'Oued Mellah	120
54	Courbe théorique de la croissance linéaire et pondérale du genre <i>Pseudophoxinus</i> d'Oued Mellah	121
55	Fréquence des individus matures en fonction de la longueur totale chez les mâles et les femelles et du genre <i>Pseudophoxinus</i> d'Oued Mellah I : Juvéniles, II : Phase intermédiaire, III : Adultes	123
56	variation mensuelle du rapport gonado-somatique (<i>RGS</i>) et hépato-somatique (<i>RHS</i>) chez le genre <i>Pseudophoxinus</i> de l'Oued Mellah	124
57	Variation du nombre d'œufs dans le sac ovigère en fonction de la longueur total et le poids total chez les femelles du genre <i>Pseudophoxinus</i> de l'Oued Mellah.	125
58	Relation Taille-Poids chez <i>Oreochromis niloticus</i> et <i>Tilapia zillii</i> du Lac Ayata	132
59	Relation Taille-Poids chez <i>Oreochromis niloticus</i> et <i>Tilapia zillii</i> d'Oued Khrouf	133
60	Variation du poids total et de la longueur totale par rapport à l'âge chez le <i>Tilapia zillii</i> d'Oued Khrouf et Lac Ayata	135
61	Variation du poids total et de la longueur totale par rapport à l'âge chez <i>Oreochromis niloticus</i> d'Oued Khrouf et Lac Ayata	137
62	Variation du nombre des œufs par rapport al longueur totale et au poids total chez <i>Tilapia zillii</i>	138
63	Variation du nombre des œufs par rapport al longueur totale et au poids total chez <i>Tilapia nilotica</i>	133
64	Variations mensuelles du <i>RGS</i> et du <i>RHS</i> chez les Tilapias du lac Ayata	140
65	Variations mensuelles du <i>RGS</i> et du <i>RHS</i> chez les Tilapias d'Oued Khrouf.	141
66	Relation taille poids chez le genre <i>Barbus</i> dans les sites d'Oued Mellah et Oued Sebgag	155
67	Relation taille poids chez le genre <i>Barbus</i> dans les sites d'Oued Taadmit et Oued Tadjmout	156
68	Variation de la fécondité chez les barbeaux d'Oued Mellah	157
69	Variation de la fécondité chez les barbeaux d'Oued Tadjmout	158
70	Variation mensuelle du rapport gonado-somatique (<i>RGS</i>) et hépato-somatique (<i>RHS</i>) chez les mâles et les femelles du genre <i>Barbus</i> d'Oued El Mellah.	159
71	Variation mensuelle du rapport gonado-somatique (<i>RGS</i>) et hépato-somatique (<i>RHS</i>) chez les mâles et les femelles du genre <i>Barbus</i> d'Oued Tadjmout.	159

72	Fréquence des individus matures en fonction de la longueur totale chez les mâles (1) et les femelles(2) de <i>Barbus sp</i> d'Oued Tadjmout (a : phase juvénile, b : phase intermédiaire, c : phase de maturité)	160
73	Fréquence des individus matures en fonction de la longueur totale chez les mâles (1) et chez les femelles (2) de <i>Barbus sp</i> d'Oued Tadjmout (a : phase juvénile, b : phase intermédiaire, c : phase de maturité)	161
74	Valeurs des paramètres parasitaires en fonction de sexe de <i>Barbus sp</i> et <i>Pseudophoxinus sp</i> dans l'Oued Mellah	170
75	Valaurs des paramètres parasitaires en fonction de sexe des <i>Barbus sp</i> dans Oued Taadmit	171
76	Valaurs des paramètres parasitaires en fonction de sexe des <i>Barbus sp</i> dans l'Oued Tadjmout	172
77	Valaurs des paramètres parasitaires en fonction de sexe des <i>Barbus sp</i> dans l'Oued Ghaicha	172
78	Valaurs des paramètres parasitaires en fonction de sexe des <i>Barbus sp</i> et <i>Pseudorasbora parva</i> dans la Retenue collinaire d'Ain touta	173
79	Valaurs des paramètres parasitaires en fonction de sexe des 3 espèces de poissons étudiées dans le Barrage de Timgad	174
80	Valaurs des paramètres parasitaires en fonction de sexe des <i>Barbus sp</i> dans l'Oued Still	174

Liste des abréviations

LT : Longueur totale,
LS : Longueur standard,
LC : Longueur céphalique,
Lpd : Longueur pré-dorsale,
Lpa : Longueur pré-anale,
PO : Longueur pré-orbitaire,
P-O : Longueur poste orbitaire,
Lpp : Longueur pré-pectorale,
LPp : Longueur poste pectorale,
HC : Hauteur du corps,
Hpc : Hauteur pré-caudale,
DO : Diamètre orbitaire,
Eio : Espace inter-orbitaire.
A : Autochtone,
I : Introduite,
E : Endémique,
m: mètre
D : Eau douce,
S : Eau saumâtre ;
°C : *Degré Celsius*
pH : potentiel Hydrogène
Cond : Conductivité électrique
µs : microsiemens
S‰ : Salinité
NO₃: Nitrates,
NO₂: Nitrites
NH₄: l'Ammoniac
PO₄ : les Ortosphates
O₂ : Oxygène dissous
DBO₅ : Demande biologique en oxygène
TDS : Total des solides dissous
Cl : Chlore
Mg⁺⁺ : Magnésium
HCO : Teneur du bicarbonate
ADE : Algérienne des eaux
G.T : Germes totaux
S.F : Streptocoques fécaux
CSR : Clostridium sulfite réducteurs
CTT : Coliformes thermo tolérants
ml : Millilitre
Gr : Grossissement
cm² : centimètre carré
D : dorsale
A : anale
P : pectorale
C : caudale
LL : le nombre d'écailles sur la ligne latérale
ANOVA : ANalysis Of VAriance

r : coefficient de corrélation
r² : coefficient de détermination
NTU : Nephrometrie Turbidity Unit
L: Lac
O: Oued
B: Barrage
R : retenue collinaire,
G : Gueltat
N : Native
E : exotique
SH : subhumide
SA : semi-aride
A : Aride
SD : Subdésertique
D : désertique
NE : non évaluée
LC : risque de disparition est faible
VU : espèce vulnérable
DD : données suffisantes
C (%) : fréquence d'occurrence)
psu : practical salinity unit
RGS : Rapport gonado-somatique
RHS : Rapport hépato-somatique
NS : Non significatif
Min : minimales
Max : maximales
Moy : moyennes
P : Prévalence,
IM : Intensité moyenne,
AB : Abondance, - : absence des spécimens).



Introduction

Introduction

Les eaux sont très irrégulièrement réparties à la surface de la planète : 97 % du volume total s'accumule dans les océans, 2 % sur les continents, 0,6 % en phase solide dans les inlandsis polaires et les glaciers, enfin une part très modeste en phase gazeuse dans l'atmosphère (Ghislain, 2006).

La limnologie peut être définie comme la science des eaux continentales et des organismes qui y vivent. De nos jours, la limnologie s'intéresse à toutes les eaux intérieures, qu'elles soient douces ou saumâtres, stagnantes (lacs, étangs,...), courantes (ruisseaux, rivières...) ou souterraines (nappes, rivières souterraines...) et aux organismes de la flore et de la faune qui y sont liés ; elle examine l'ensemble des interactions entre les caractéristiques des milieux et ces organismes (Dussart, 1966). Aussi, les zones humides continentales se définissent comme étant une espèce de transition entre la terre et l'eau et couvrent environ 1% de la surface immergée de la planète (Sahagian *et al.*, 1998). Ce sont des écosystèmes de grande valeur, tant pour l'être humain que pour la faune et la flore, qui y trouvent un milieu favorable pour leur développement.

On peut qualifier de manière très générale les milieux limniques aussi bien que les zones humides par le terme d'hydrosystème qui défini comme étant un système composé de l'eau et des milieux aquatiques associés dans un ensemble géographique délimité. (Chorley, 1962). Le peuplement faunistique et floristique d'un hydrosystème est constamment soumis à la variabilité spatio-temporelle de l'environnement. Il en résulte que les espèces dominantes sont celles présentant les caractéristiques biologiques et les préférences écologiques les plus appropriés aux différents types d'habitats de la mosaïque fluviale (Townsend, 1989 ; Townsend & Hildrew, 1994).

Les écosystèmes d'eau douce couvrent moins de 1 % de la surface terrestre, ils abritent près de 12 % des animaux et 2,4 % de toutes les espèces connues sur Terre (Revenga *et al.*, 2000). L'érosion de la biodiversité observée depuis ces dernières décennies est principalement attribuée à l'influence des activités humaines (Ramade, 1999). La question des effets de l'anthropisation est désormais centrale de l'Ecologie (Loreau *et al.*, 2006) et au cœur du concept d'anthropocène défini par Revkin (1992) puis repris par Crutzen & Stoemer (2000) pour désigner une nouvelle ère géologique succédant à l'Holocène : celle des deux derniers siècles écoulés au cours desquels l'homme a acquis la capacité de modifier son environnement à grande échelle *via* l'agriculture ou l'urbanisation par exemple (Zalasiewicz *et al.*, 2008).

Depuis que l'Homme voyage, il déplace avec lui, volontairement ou non, toute une série d'espèces animales et végétales qui peuvent s'installer dans un nouvel environnement (Costa, 2005; Cowx, 1997; Welcomme, 1988). Les poissons sont parmi les groupes fauniques ayant fait l'objet du plus grand nombre d'introductions en milieu naturel à travers le monde (Gozlan et al., 2010). Ainsi, on recense 291 espèces de poissons dulçaquicoles qui auraient été introduites dans 148 pays (Costa, 2005; Cowx, 1997; Rosecchi et al., 1997), et le taux d'introduction continue de s'accroître (Costa, 2005; Rosecchi et al., 1997). Les espèces ichtyologiques introduites peuvent d'ailleurs affecter la biodiversité par la prédation (Buria et al., 2007; Cambray, 2003; Gozlan et al., 2010), la compétition (Bryan et al., 2002, Cambray, 2003; Gozlan et al., 2010), l'hybridation (Berrebi, 1997; Boyer et al., 2008; Cambray, 2003; Gozlan et al., 2010; Gunnell et al., 2008), la modification de l'habitat (Cambray, 2003; Gozlan et al., 2010; Kiesecker et al., 2001) et la transmission de maladies ou de parasites (Cambray, 2003; Gozlan et al., 2010; Kiesecker et al., 2001). Les invasions biologiques sont actuellement la deuxième cause d'extinctions d'espèces (Elton, 1958 ; Parker, 1999 ; Mooney & Hobbs, 2000).

A cet effet et parmi les groupes vivants les plus abordés dans les études limnologiques, nous citons le phytoplancton et les poissons. Le phytoplancton, ou plancton végétal, regroupe les algues unicellulaires photosynthétiques dont le rôle est essentiel au sein des cycles biogéochimiques et dans le fonctionnement des écosystèmes aquatiques puisqu'il est, entre autres, à la base des chaînes trophiques. Ce phytoplancton peut former des efflorescences par suite de prolifération d'une ou de quelques espèces dans des conditions hydroclimatiques favorables et en particulier le déséquilibre du contrôle par la ressource nutritive ou par le broutage. L'apparition de ces efflorescences est liée à plusieurs facteurs, notamment : aux concentrations élevées en nutriments (Kilham & Kilham, 1984) ; à la stabilité hydrodynamique (Reynolds et al, 1993) ; à la température (Reynolds, 1998) et à la lumière (Dusenberry et al., 1999). Ces efflorescences peuvent avoir de nombreuses conséquences sanitaires, écologiques et économiques.

Par ailleurs les poissons soumis aux multiples agressions d'origines anthropiques et naturelles. Parmi les agressions naturelles, le parasitisme, est considéré comme un stress naturel (Ben Hebireche & Gaamour, 2010). Selon Cassier et al., (1998), le parasitisme est une relation fondamentale dans le monde vivant. C'est une association intime et obligatoire entre deux organismes, dans laquelle le parasite vit au dépend de son hôte (Eric, 2007), le mot parasite signifie « *qui mange à côté, à la même table, à la même assiette ...* ». L'association à une espèce

hôte est obligatoire pour le parasite qui seul en tire avantage pendant l'intégralité ou une partie au moins de son cycle vital (Boizid, 2008).

En Algérie, malgré la présence d'une multitude de plans d'eau et des Oueds caractérisées par des richesses biologiques, indéniables, les études sur l'ichtyofaune et le phytoplancton souvent ponctuelles de différents auteurs, rares et/ou partielles, se sont succédées depuis les années 1920: Pellegrin (1920, 1921, 1939), Seurat (1922, 1930), Cauvet (1930), Thevenin (1936) in Lounaci, (2012), Dieuzeide et Champagne (1950), Arrignon (1962), Almaça (1969, 1977, 1979), Kraiem (1983, 1993), Leberre (1989), Bouhaddad (1993), Azeroual et *al* (2000), Zouakh et *al.* (2004), Blanco et *al* (2006), Bacha & Amara (2007), Meddour, 1988 in Loucif et *al.*, 2009, Kara (2011). Le phytoplancton des eaux douces de l'Algérie est également méconnu. On cite les rares travaux de Touahria (1992), Retima (1999) et Chaibi (2004) dans la région d'El-Kala.

La région des Aurès et du Sahara septentrional, malgré son importance de point de vue climatique (5 étages bioclimatique selon UNISCO, 1963), et sa grande superficie est très riche en plans d'eau, qui sont généralement représentés par des Oueds, des Lacs, des Barrages, des Retenus collinaires, des chotts et des sebkhas. Ces milieux aquatiques varient d'une douce à saumâtre, à salée ou hyper salée. Malheureusement, très peu d'études ont été consacrées à leur écologie et à la biologie des organismes vivants qui les colonisent. Le peuplement ichtyologique et phytoplanctonique seront probablement les éléments moins explorés et on ne peut citer que les travaux de : Cauvet (1913), Pellegrin (1921), Gervais (1953), Le Berre (1989), Doadrio et *al.* (1994) et Belarouci (2005) pour les études Ichtyologiques. En ce qui concerne le phytoplancton, on cite seulement les deux travaux de mémoire de magistère de Bacha 2010 et Toumi (2010) réalisés dans le Sahara Septentrional et quelques mémoires d'ingénieur dans la région des Aurès (Batna).

Le présent travail a pour objectif générale de combler certaines lacunes dans la connaissance des hydrosystèmes continentaux algériens, notamment ceux de la vaste région des Aurès et du Sahara septentrional. Cette contribution tout biologique qu'écologique s'articule principalement sur (i) l'étude de l'espace (biotopes et conditions abiotiques), (ii) la mise en évidence et la valorisation des certains éléments de la biodiversité (phytoplancton et poissons), (iii) une mention particulière à la parasitofaune des poissons peuplant la région. La synthèse de ces données permettant d'orienter les programmes de conservation des espèces et des habitats de la région étudiée, en particulier l'ichtyofaune et les zones humides.

Cette étude a pour objectifs de:

- Combler les lacunes sur la qualité des hydrosystèmes prospectés (qualités physico-chimiques, typologie...etc)
- Etudier la communauté phytoplanctonique et mettre en valeur de leurs richesses naturelles et de leurs potentialités tant bioécologiques qu'économique.
- Etudier la bio écologie du peuplement ichtyologique tant d'un point de vue biologique (morphologie, croissance, reproduction,...) qu'écologique (répartition, démographie..).
- Statuer sur le peuplement de parasites (exo et endoparasites) attaquant ces poissons tout en mettant en évidence leurs intensités suivant les espèces et les espaces.

CHAPITRE I



Statut écologique et évaluation de la diversité
ichthyologique en Algérie

Chapitre 1 : Statut écologique et évaluation de la diversité ichthyologique en Algérie

1. Mise à jour et statut écologique de l'ichtyofaune continentale d'Algérie

1.1. Inventaire systématique des espèces recensées entre 1842 et 2011

L'ichtyofaune des eaux continentales de l'Afrique du Nord en général et de l'Algérie en particulier n'ont pas connu un Grand essor, comme c'est le cas pour les écosystèmes marins. Il s'agit souvent d'études anciennes telles que celles de Cuvier & Valenciennes (1842), Guichenot (1850), Gervais (1853,1867), Playfair & Letourneux (1871), Boulenger (1909, 1911), Cauvet (1913,1915).

Depuis la publication de la monographie de Pellegrin (1921) sur les poissons des eaux douces de l'Afrique du Nord, peu de travaux ont été publiés sur l'ichtyofaune des eaux continentales algériennes. On peut citer les travaux de Dieuzeide (1927, 1932), Dieuzeide & Champagne (1950), Dieuzeide & Roland (1951), Bouton (1957), Almaça (1969, 1970, 1990), Dumont (1981), Arab (1989) et Bouhadad & Asselah (1998) sur la systématique, ceux de Zouakh *et al* (2004) sur l'ichtyofaune des hydrosystèmes du Hoggar et du Tassili, ou encore ceux de Bouhadad (1993), Doadrio (1994) et Doadrio *et al* (1998) sur les barbeaux, ou encore des mémoires et des thèses sur l'ichtyofaune de certains cours d'eau ou sur une espèce particulière (Chaibi, 1999 ; Mazouzi, 2009 ; Hammoudi, 2011 ; Lakhdari, 2011).

Récemment, Bacha et Amara (2007), ont été particulièrement intéressés par la faune des poissons de l'un des principaux fleuves en l'Algérie, l'Oued Soummam (Nord-Est Algérie). Kara (2011) a été intéressé par l'ichtyofaune introduite dans divers plan d'eau de l'Algérie.

La présente partie de la thèse est une caractérisation à la mise à jour des connaissances de la diversité des poissons d'eau douce en Algérie. L'objectif principal est de fournir une image fidèle des espèces ichthyologiques natives et introduites et de mettre en évidence leurs statuts écologiques.

Dans un souci d'exhaustivité, les données d'observations personnelles, des publications, de Fishbase ([Http://www.fishbase.org/search.php](http://www.fishbase.org/search.php)) ont été recueillies, et des données récentes ont été acquises à partir de diverses sources publiées et «littérature grise» (par exemple, agence / rapports de projet et manuscrits) pour reconstituer l'histoire de l'ichtyofaune autochtone et introduite en Algérie.

Nous avons ainsi présenté un inventaire le plus exhaustif possible sur les poissons autochtones et introduits des eaux continentales de l'Algérie ; dans laquelle nous avons adopté les littératures fournies par différentes sources (Tableau 1). La classification par famille ainsi

que les noms scientifiques et français sont établies selon LeBerre (1989), Darley (1985), Lévêque (1990), Fishbase (2006 et 2010), IUCN (2010).

Tableau 1 : Liste systématiques avec le nom en français des espèces de poissons signalées en Algérie (1842 – 2011).

Familles	Espèces	Auteurs	nom commun
Clupeidae	<i>Alosa alosa</i> (Linnaeus, 1758)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011), Fishbase (2010)	Gaspereau
	<i>Alosa fallax fallax</i> (Lacepede, 1803)	Bacha & Amara (2007), Kara(2011)	Alose feinte
Salmonidae	<i>Salmo trutta macrostigma</i> (Duméril, 1858)	Bacha & Amara (2007), Moreau et al., 1988, Kara (2011), Fishbase (2010), Gervais (1867)	Truite à grosse taches ou truite de corse
	<i>Salmo trutta trutta</i> (Linnaeus, 1758)	Kara (2011), Bo Delling & Doadrio (2005)	Truite commune
	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)	Bacha & Amara (2007), Kara(2011)	Truite arc-en-ciel
Cyprinidae	<i>Barbus nasus</i> (Günther, 1874)	Bacha & Amara (2007),Kara(2011)	Barbeau
	<i>Barbus callensis</i> (Valenciennes, 1842)	Bacha & Amara (2007),Kara (2011),LeBerre (1989) ,Guichenot (1850), Gervais (1853), Rafael & Doadrio (1999), Fishbase (2010), Meddour (2010),Pellegrin (1939)	Barbeau
	<i>Barbus deserti</i> (Blecker, 1863)	Bacha & Amara (2007),Kara (2011),LeBerre (1989),Fishbase (2010),Lhote (1942)	Barbeau du désert
	<i>Barbus leptopogon</i> (Schimper,1834)	IUCN (2010), Fishbase (2010), Guichenot(1850) ,Gervais (1853)	Barbeau
	<i>Cyprinus carpio carpio</i> (Linnaeus, 1758)	Bacha & Amara (2007),Guichenot (1850), Kara (2011),Fishbase (2010) , Meddour (2010)	Carpe commune
	<i>Aristichthys nobilis</i> (Richardson, 1845)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011),Fishbase (2010), Meddour (2010)	Carpe grande bouche
	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)	Bacha & Amara (2007),Kara (2011), Fishbase (2010) ,Meddour (2010)	Carpe argentée
	<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844)	Bacha & Amara (2007),Kara (2011), Fishbase (2010), Meddour (2010)	Carpe herbivore
	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846)	Kara (2011), Bacha & Amara (2007), Fishbase (2010)	Pseudorasbora
	<i>Pseudophoxinus punicus</i> (Pellegrin, 1920)	Meddour (2010), IUCN (2010), Lévêque & Daget, 1984	
	<i>Pseudophoxinus callensis</i> (Guichenot, 1850)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011), LeBerre (1989), Fishbase (2010), Meddour (2010),Gervais (1853, 1867)	Ablette d'orient
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	Kara (2011)	Gardon rouge
	<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011)	Ablette
	<i>Carassius auratus auratus</i> (Linnaeus, 1758)	Bacha & Amara (2007),Kara(2011)	Carpe dorée
	<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	Meddour (2010)	Carassin prusse, Carpe de Giebel
	<i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758)	Kara(2011)	Carassin commun
<i>Leuciscus cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	Karali & Echikh (2005)	Chevaine	

	<i>Leuciscus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	Karali & Echikh(2005)	Gardon
	<i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758)	Karali & Echikh(2005), Kara (2011), Bacha & Amara (2007)	La Tanche
	<i>Aspius aspius</i> (Linnaeus, 1758)	Kara (2011)	Aspe
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Kara (2011)	Rotengle
	<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	Kara (2011)	La Brème commune
Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011), Fishbase (2010), IUCN (2001), Gervais, 1853, Gervais (1867)	Anguille
Cyprinodontidae	<i>Aphanius iberus</i> (Valenciennes, 1846)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011), Fishbase (2010), IUCN (2001), Garcia-Berthou & Moreno-Amich (1991), Wildekamp et al (1986)	<i>Aphanius</i> d'Espagne
	<i>Aphanius saourensis</i> (Blanco et al., 2006)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011), Fishbase, (anonyme) (2010)	<i>Aphanius</i> saharien
	<i>Aphanius fasciatus</i> (Valenciennes, 1821)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011), LeBerre (1989) , Fishbase (2010), IUCN (2001),Chaoui et al (2006)	<i>Aphanius</i> de Corse
	<i>Aphanius apodus</i> (Gervais, 1853)	Bacha & Amara (2007),Kara (2011) ,Fishbase (anonyme) (2010), Gervais (1867)	
Poeciliidae	<i>Gambusia affinis</i> (Baird & Girard 1853)	Kara (2011), LeBerre (1989)	Gambusie
	<i>Gambusia holbrooki</i> (Girard 1859)	Kara,Bacha & Amara (2007),Chaoui et al (2006)	Gambusie
	<i>Poecilia reticulata</i> (Peters, 1859)	Kara (2011)	Guppy
Esocidae	<i>Esox lucius</i> (Linnaeus, 1758)	Bacha & Amara (2007), Moreau et al., (1988) , Kara (2011),Fishbase (2010), Guichenot (1850),Gervais (1853)	Grand brochet
Atherinidae	<i>Atherina boyeri</i> (Risso, 1810)	Bacha & Amara (2007),Fishbase (2010)	Joël
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	Bacha & Amara (2007),Fishbase (2010),Meddour (2010)	Mulet gris ou Muge
	<i>Liza ramada</i> (Risso, 1810)	Bacha & Amara (2007),Fishbase (2010),Meddour (2010)	Mulet capiton, Ramada ou Mulet blanc
	<i>Liza aurata</i> (Risso, 1810)	Bacha & Amara (2007),Fishbase (2010)	Mulet doré
	<i>Liza saliens</i> (Risso, 1810)	Bacha & Amara (2007),Fishbase (2010)	Muge sauteur ou Mulet sauteur
	<i>Chelon labrosus</i> (Risso, 1827)	Bacha & Amara (2007),Fishbase (2010)	Mulet à grosse lèvres
Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i> (Linnaeus, 1758)	Bacha & Amara (2007),Fishbase (2010)	Bar ou Loup
	<i>Dicentrarchus punctatus</i> (Bloch, 1792)	Bacha & Amara (2007)	Bar tacheté ou Bar moucheté
Gobiidae	<i>Gobius paganellus</i> (Linnaeus, 1758)	Bacha & Amara (2007), Fishbase (2010), Gervais (1867)	Gobie paganel
	<i>Pomatoschistus marmoratus</i> (Risso, 1810)	Bacha & Amara (2007),Gervais (1867)	Gobie marbrée
Centrarchidae	<i>Micropterus salmoides</i> (Lacepède, 1802)	Kara (2011) ,Moreau et al ., (1988) ,Fishbase (2010)	Achigan à grande bouche, Perche ou Black-bass
	<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	Kara (2011), Meddour (2010)	Perche soleil
Percidae	<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	Bacha & Amara (2007),Kara (2011),Fishbase (2010),Meddour (2010),Khatal et Remili, A(1992)	Sandre ou Perche-Brochet

	<i>Perca fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758)	Kara(2011)	Perche
Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	Kara (2011), anonyme (2004) , Gervais (1867)	Tilapia du Nil
	<i>Oreochromis mossambicus</i> (Peters, 1852)	Bacha & Amara (2007), Moreau et al., (1988) ,Kara (2011),Fishbase (2010)	Tilapia du Mozambique
	<i>Oreochromis macrochir</i> (Boulenger, 1912)	Bacha & Amara (2007), Moreau et al., (1988),Kara (2011),Fishbase (2010)	Longfin Tilapia
	<i>Tilapia zillii</i> (Gervais, 1848)	Bacha & Amara (2007), Moreau et al., (1988),Kara (2011), LeBerre (1989), Fishbase (2010)	Tilapia zilli
	<i>Astatotilapia desfontainii</i> (Lacépède 1802)	Lévêque (1990), Kara (2011), Bacha & Amara (2007), Le Berre (1989), Fishbase (2010), Gervais (1867)	Spare de Desfontaines
	<i>Hemichromis bimaculatus</i> (Gill 1862)	Le Berre (1989), Kara (2011), Bacha & Amara (2007)	Acara rouge
	<i>Sarotherodon galilaeus galilaeus</i> (Linnaeus, 1758)	Kara (2011)	Tilapia de Galilée
Blenniidae	<i>Salaria fluviatilis</i> (Asso, 1801)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011), Fishbase (2010), IUCN (2001)	Blennie
Clariidae	<i>Clarias anguillaris</i> (Linnaeus, 1758)	Bacha & Amara (2007),Kara (2011), Fishbase (2010)	Mudfish
	<i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011), LeBerre (1989) , Fishbase (2010), Okonkwo &Obiakor (2010), Leszek et al., (2008), Cauvet (1915)	Silure de l'Oued Imhirou, Harmouth lazera
Siluridae	<i>Silurus glanis</i> (Linnaeus, 1758)	Bacha & Amara (2007),Kara (2011), Fishbase (2010)	Silure glane
Petromyzontidae	<i>Petromyzon marinus</i> (Linnaeus, 1758)	Bacha & Amara (2007),Kara (2011), Fishbase (2010)	Lamproie marine
Pleuronectidae	<i>Platichthys flesus</i> (Linnaeus, 1758)	IUCN (2010),Fishbase (2010)	Flet commun, flet européen, flie, flondre
Syngnathidae	<i>Syngnathus abaster</i> (Risso, 1827)	Bacha & Amara (2007), Fishbase (2010)	Syngnathe des lagunes
Gasterosteidae	<i>Gasterosteus aculeatus aculeatus</i> (Linnaeus, 1758)	Bacha & Amara (2007), kara (2011), Fishbase (2010)	Epinoche, Gervais (1867)
Alestidae	<i>Brycinus macrolepidotus</i> (Valenciennes, 1850)	Fishbase (2006)	<i>Brycinus</i>
Acipenseridae	<i>Acipenser sturio</i> (Linnaeus, 1758)	Fishbase (2010), IUCN (2001)	Esturgeon

L'inventaire établi fait mention de 67 espèces réparties en 23 familles. Les Cyprinidés dominant avec 22 espèces (33 %), suivis par les Cichlidés avec 8 espèces (10 %) et les Mugilidés avec 7 espèces. La majorité des espèces signalées sont recensées entre 1842 et 1989. *Aphanius saourensis*, est la dernière à avoir été signalée en 2006 par (Blanco et al., 2006). Toutefois, la taxonomie de l'ichtyofaune Algérienne reste à ce jour incomplète, notamment en ce qui concerne le genre *Barbus*. Selon Azeroual (2000), la diversité décroît d'Ouest en Est où le Maroc est la région de l'Afrique du Nord la plus diversifiée avec 11 espèces, suivi par l'Algérie avec 4 espèces et la Tunisie avec 2 espèces.

En Algérie peu de connaissances sont disponibles sur la systématique du genre *Barbus* Lounaci (2012). Sur le plan systématique et le statut spécifique des *Barbus*, il existe des divergences sur les notions d'espèce et de sous-espèce (Doadrio, 1994 ; Azeroual et al., 2000). Gervais (1853), dans ses remarques sur les poissons fluviatiles de l'Algérie, a signalé quatre espèces de barbeau (*Barbus callensis*, *B. setivimensis*, *B. longiceps* et *B. leptogon*). Bouhadad (1993), montre la présence de cinq espèces qu'il répartit en deux groupes. Le premier est formé par *Barbus callensis* et *B. setivimensis* . Le second est formé par *Barbus antinorii*, *B. biscarensis* et *B. figuigensis*. Machordon et al., (1998), sur polymorphisme moléculaire du barbeau , montre que l'espèce *Barbus callensis* (Valenciennes, 1842) regroupe en fait deux espèces : *B. callensis* Pellegrin, 1939 et *B. setivimensis* Pellegrin, 1939. La classification de Froese et Pauly (2006), considère que *Barbus amguidensis*, *B. antinori*, *B. biscarensis*, *B. figuigensis*, *B. pallaryi* et *B. setivimensis* comme synonyme de *B. callensis*. Les inventaires de Bacha & Amara (2007) et Kara (2011), montrent l'existence de trois espèces de barbeaux (*B. nasus*, *B. callensis* et *B. deserti*). Néanmoins, au vu de ces divergences, la systématique et le statut spécifique des barbeaux algériens nécessite une révision systématique plus poussée, basée en particulier sur les analyses moléculaires.

1.2. Statut écologique des espèces signalées

Le statut écologique basé sur la répartition des espèces inventoriées suivant leurs origines, selon leurs catégories trophiques, ainsi que le statut de conservation est établie selon l'IUCN (2006 et 2010) (Tableau 2).

Tableau 2 : Origine, régime alimentaire et statut de conservation des espèces de poissons décrites en Algérie (A : autochtone, I : introduite, E : endémique, CR : danger d'extinction, EN : en danger, VU : vulnérable, NT : quasi menacée, LC : donnée insuffisantes, NE : statut non évaluée).

Espèces	Origine	Aspect trophique	statut de conservation mondiale
<i>Alosa alosa</i>	A	Carnivore	LC
<i>Alosa fallax fallax</i>	A	Carnivore	LC
<i>Salmo trutta macrostigma</i>	A	Carnivore	DD
<i>Salmo trutta trutta</i>	I	Carnivore	NE
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	I	Carnivore	NE
<i>Barbus nasus</i>	A	Omnivore	NT
<i>Barbus callensis</i>	A	Omnivore	LC
<i>Barbus deserti</i>	A	Omnivore	NE
<i>Barbus leptopogon</i>	A	Omnivore	DD
<i>Cyprinus carpio carpio</i>	I	Omnivore	VU
<i>Aristichthys nobilis</i>	I	Omnivore Planctonophage	NE
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	I	Omnivore Planctonophage	NE
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	I	Herbivore	NE
<i>Pseudorasbora parva</i>	I	Carnivore	NE
<i>Pseudophoxinus punicus</i>	A	Omnivore	DD
<i>Pseudophoxinus callensis</i>	A	Omnivore	DD
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	I	Omnivore	LC
<i>Alburnus alburnus</i>	I	Omnivore	LC
<i>Carassius auratus auratus</i>	I	Omnivore	NE
<i>Carassius gibelio</i>	I	Omnivore	NE
<i>Carassius carassius</i>	I	Omnivore	LC
<i>Leuciscus cephalus</i>	I	Omnivore	LC
<i>Leuciscus rutilus</i>	A	Omnivore	LC
<i>Tinca tinca</i>	I	Omnivore	LC
<i>Aspius aspius</i>	I	Carnivore	LC
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	I	Herbivore	LC
<i>Abramis brama</i>	I	Omnivore	LC
<i>Anguilla anguilla</i>	A	Carnivore	CR

<i>Aphanius iberus</i>	A	Carnivore	EN
<i>Aphanius saourensis</i>	E		CR
<i>Aphanius fasciatus</i>	A	Omnivore	LC
<i>Aphanius apodus</i>	E		DD
<i>Gambusia affinis</i>	I	Carnivore	NE
<i>Gambusia holbrooki</i>	I	Carnivore	NE
<i>Poecilia reticulata</i>	I	Carnivore	NE
<i>Esox lucius</i>	I	Carnivore	LC
<i>Atherina boyeri</i>	A	Carnivore	DD
<i>Mugil cephalus</i>	A	Omnivore	LC
<i>Liza ramada</i>	A	Omnivore	LC
<i>Liza aurata</i>	A	Carnivore	LC
<i>Liza saliens</i>	A	Omnivore	LC
<i>Chelon labrosus</i>	A	Omnivore	LC
<i>Dicentrarchus labrax</i>	A	Carnivore	LC
<i>Dicentrarchus punctatus</i>	A	Carnivore	NE
<i>Gobius paganellus</i>	A	Carnivore	LC
<i>Pomatoschistus marmoratus</i>	A	Carnivore	LC
<i>Micropterus salmoides</i>	I	Carnivore	NE
<i>Lepomis gibbosus</i>	I	Omnivore	NE
<i>Sander Lucioperca</i>	I	Carnivore	LC
<i>Perca fluviatilis</i>	I	Carnivore	LC
<i>Oreochromis niloticus</i>	I	Herbivore	NE
<i>Oreochromis mossambicus</i>	I	Omnivore	NT
<i>Oreochromis macrochir</i>	I	Omnivore	VU
<i>Tilapia zillii</i>	A	Herbivore	NE
<i>Astatotilapia desfontainii</i>	E	Carnivore	EN
<i>Hemichromis bimaculatus</i>	A	Carnivore	NE
<i>Sarotherodon galilaeus galilaeus</i>	A	Herbivore	VU
<i>Salaria fluviatilis</i>	A	Carnivore	LC
<i>Clarias anguillaris</i>	A	Omnivore	NE
<i>Clarias gariepinus</i>	I	Omnivore	NE
<i>Silurus glanis</i>	I	Carnivore	LC
<i>Petromyzon marinus</i>	A	Carnivore	LC
<i>Platichthys flesus</i>	I	Carnivore	LC
<i>Syngnathus abaster</i>	A	Carnivore	DD
<i>Gasterosteus aculeatus aculeatus</i>	I	Carnivore	LC
<i>Brycinus macrolepidotus</i>	A	Omnivore	LC
<i>Acipenser sturio</i>	A	Carnivore	CR

1.2.1. Statut selon l'origine et l'endémisme

L'ichtyofaune continentale algérienne compte 67 espèces, elle est caractérisée par une présence identique des espèces autochtones et introduites, les taux sont respectivement 48% et 47% soit (33 et 31 espèces) pour les deux catégories. Les espèces endémiques représentent 5% soit 3 espèces de la richesse totale (Fig.1).

Les espèces endémiques signalées sont : *Aphanius saourensis*, *Aphanius apodus* et *Astatotilapia desfontainii*. Ces espèces représentent ainsi une importante valeur patrimoniale et méritent d'être étudiées et protégées.

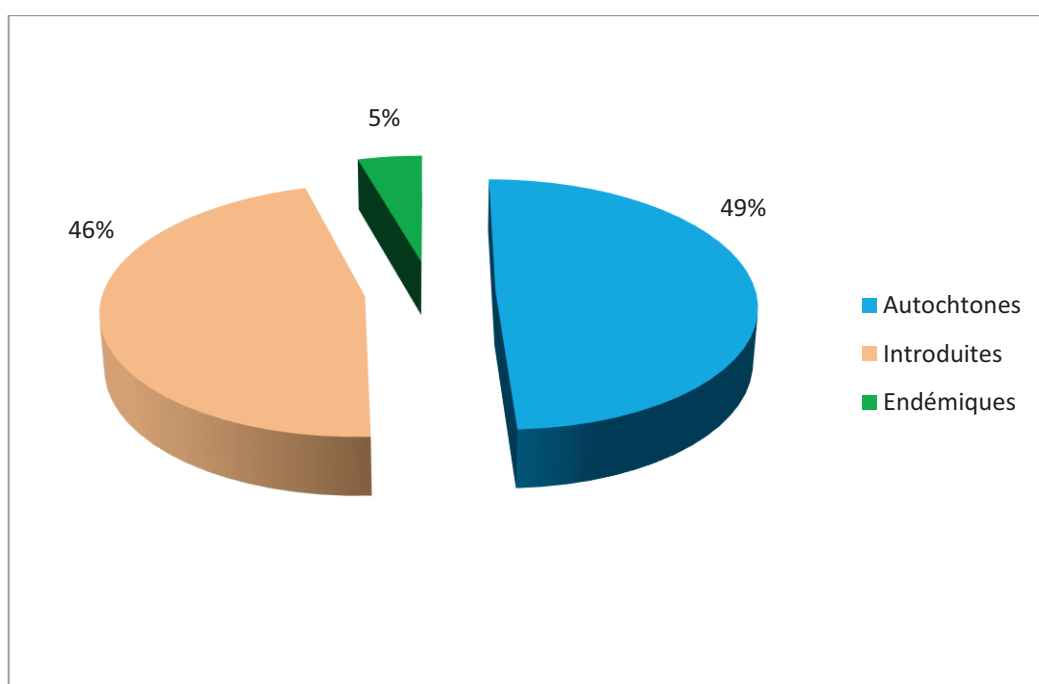


Figure 1 : Pourcentages des différents types d'origine des espèces ichtyologiques Algériennes décrites selon leurs origines.

1.2.2. Statut de conservation

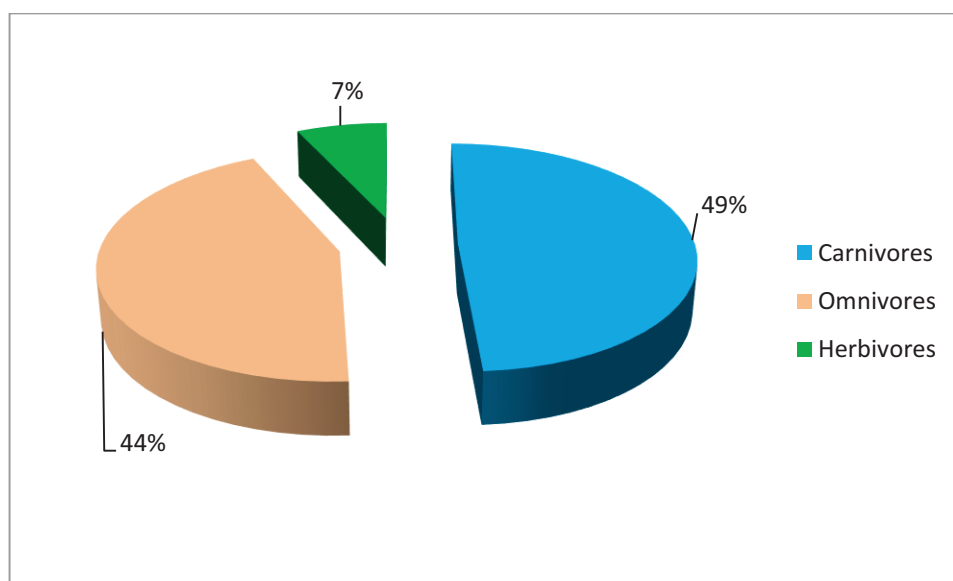
Un total de 67 espèces (soit 100%) des poissons d'eau douce de l'Algérie sont concernées par le livre rouge de l'IUCN : 4,5 % en danger critique d'extinction, 3 % en danger et 4,5 % vulnérable. La majorité des espèces (30 soit 45 %) sont incluses dans la catégorie de préoccupation mineur, 3 % sont quasi menacées et 10 % des espèces sont classées dans la catégorie des espèces à données insuffisantes (DD). Seulement 20 espèces, soit 30 %, ne sont pas mentionnées dans la liste rouge de l'IUCN (Tableau 3).

Tableau 3 : Répartition des espèces de poissons recensés en Algérie suivant les catégories et critères de l'IUCN 2010.

Catégories de l'IUCN de la Liste Rouge		Nombre d'espèces	%
Catégories menacées	CR : En danger critique d'extinction	3	4,5
	EN : En danger	2	3
	VU : Vulnérable	3	4,5
NT : Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)		2	3
LC : Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition est faible)		30	45
DD : Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes)		7	10
NE : Non évaluée (espèce non encore confrontée aux critères de la Liste rouge)		20	30
Totaux		67	100 %

1.2.3. Statut trophique

L'analyse du statut trophique de l'ichtyofaune décrite montre que 49 % de cette dernière sont des carnivores, 44 % sont omnivores et 7 % sont considérées comme des herbivores (Fig.2).

**Figure 2** : L'ichtyofaune Algérienne répartie en pourcentage selon les statuts trophiques.

1.2.4. Statut de protection

En Algérie, aucun texte réglementaire ne recense les espèces de poissons d'eau douce à protéger et les mesures à prendre afin de préserver une espèce menacée ou quasiment en voie d'extinction.

2. Potentialités de la pisciculture continentale en Algérie

2.1. Potentialités hydriques

L'Algérie compte 17 bassins-versants (1 Chelif ; 2 Côtiers Algérois ; 3 Côtiers Constantinois ; 4 Côtiers Oranais ; 5 Chott Hodna ; 6 Chott Melrhir ; 7 Hauts Plateaux Constantinois ; 8 Hauts Plateaux Oranais ; 9 Isser ; 10 Kebir Rhumel ; 11 Macta ; 12 Medjerdah ; 13 Sahara ; 14 Seybouse ; 15 Soummam ; 16 Tafna et 17 Zahrez (Fig. 3). Les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. Il est à noter que ces ressources sont très variables notamment celles qui proviennent des nappes tributaires des aléas climatiques. L'exploitation de ces ressources est très intense avec les besoins grandissants (Cassegrain & Margat, 1979). L'Algérie septentrionale présente un climat semi-aride qui se caractérise par l'irrégularité pluviométrique. D'une manière générale, les bassins versants sont imperméables (A.N.R.H,1993). Ce qui donne sur le plan des régimes hydrologiques:(i) une extrême irrégularité saisonnière et interannuelle, des écoulements accentués par de longues périodes de sécheresse; (ii) des crues violentes et rapides; et (iii) une forte érosion intense ainsi que des transports de corps solides importants.

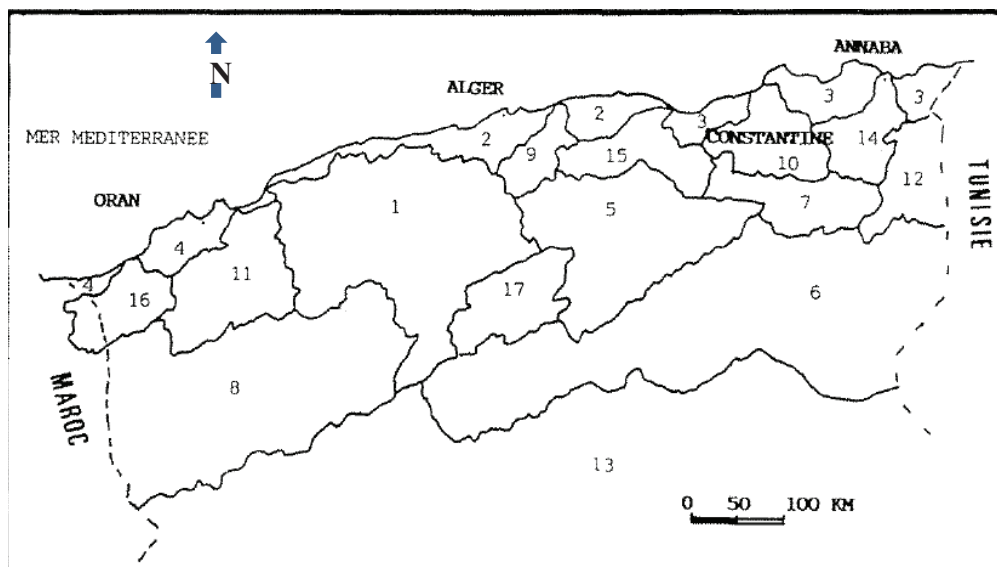


Figure 3 : Les 17 bassins versants en Algérie, (codifications en page 14)

Par ailleurs, les précipitations accusent une grande variabilité mensuelle et surtout annuelle. Cette variabilité est due à l'existence de trois principaux gradients (Djellouli, 1990) (Fig.4) :

- Un gradient longitudinal : la pluviosité augmente d'Ouest en Est (450 mm/an à Oran plus de 1000 mm/an à Annaba). Ce gradient est dû à deux phénomènes : à l'Ouest, la Sierra Nevada espagnole et l'Atlas marocain agissent comme écrans et éliminent ainsi l'influence atlantique, à l'Est, les fortes précipitations sont attribuées aux perturbations pluvieuses du Nord de la Tunisie.
- Un gradient latitudinal : les précipitations moyennes annuelles varient de 50 mm dans la région du M'Zab à 1500 mm à Jijel. Cette diminution du littoral vers les régions sahariennes est due à la grande distance traversée par les dépressions qui doivent affronter sur leur parcours les deux chaînes atlasiques.
- Un gradient altitudinal universel qui varie en fonction de l'éloignement de la mer.

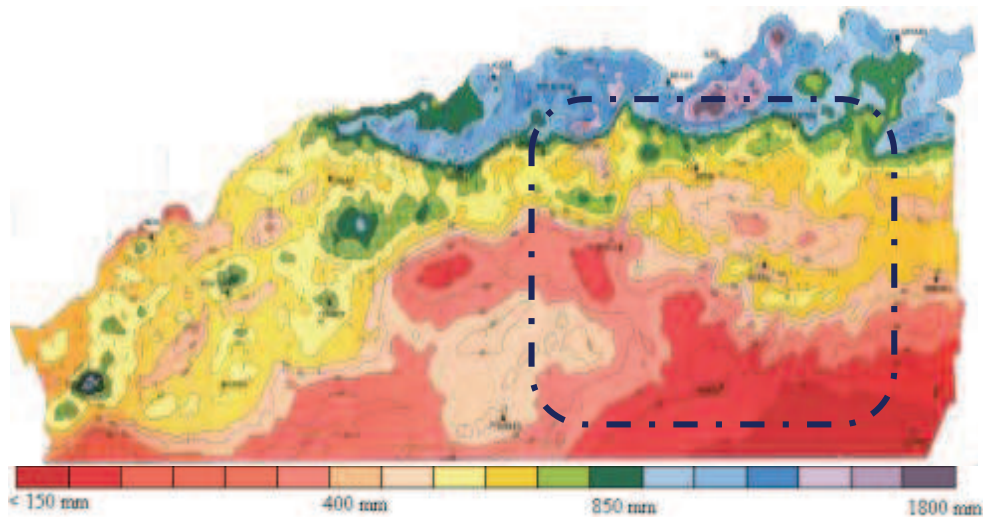


Figure 4 : Carte pluviométrique pour l'Algérie du Nord (A.N.R.H, 1993)

2.2. Potentialités biologiques

L'Algérie dispose d'un potentiel biologique riche et diversifié (Tableau. 4). L'Algérie demeure l'un des rares pays en Méditerranée à disposer de ressources halieutiques, à très haute valeur marchande, très prisées par les consommateurs étrangers, on citera :

- Les poissons nobles tels que : Mérrou, Dorade, Thon rouge, Espadon
- Les crustacés tels que : Crevettes royales, Langoustines, Langoustes
- Les céphalopodes tels que : Poulpes, Seiches, Calmars

Tableau 4 : Liste des espèces halieutiques existantes en Algérie pouvant faire l'objet d'élevage aquacole (Karali et Echikh, 2005)

Noms scientifiques	Nom commun	Type de milieu	Régime alimentaire	Origine
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpe commune	Eau douce	Omnivore	Chine
<i>Cyprinus carpio</i> <i>Var specularis</i>	Carpe royale	Eau douce	Omnivore	Chine
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Carpe herbivore	Eau douce	Herbivore	Chine
<i>Barbus sp</i>	Barbeau	Eau douce	Omnivore	Autochtone
<i>Anguilla anguilla</i>	Anguille	Eau douce et saumâtre	Carnivore	Autochtone
<i>Mugil cephalus</i>	Mulet	Eau douce et saumâtre	Herbivore	Autochtone
<i>Tilapia nilotica</i>	Tilapia du nil	Eau douce	Microphage	Nil (Egypte)
<i>Micropterus salmoides</i>	Black bass	Eau douce	Carnivore	exotique
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Loup	Eau de mer	Carnivore	Autochtone
<i>Salmon gardneiri</i>	Truite	Eau douce	Carnivore	Autochtone
<i>Alburnus alburnus</i>	Ablette	Eau douce	planctonophage	exotique
<i>Exos lucius</i>	Brochet	Eau douce	Carnivore	Autochtone
<i>Lucioperca lucioperca</i>	Sandre	Eau douce	Carnivore	Hongrie
<i>Pagrus aurita</i>	Dorade	Eau de mer	Carnivore	Autochtone
<i>Leuciscus rutilus</i>	Gardon	Eau douce	Carnivore	Autochtone
<i>Tinca tinca</i>	Tanche	Eau douce	Carnivore	Autochtone
<i>Solea solea</i>	Sole	Eau de mer	Carnivore	Autochtone
<i>Leuciscus cephalus</i>	Chevaine	Eau douce	Omnivore	exotique
<i>Siluris glanis</i>	Poisson chat	Eau douce	Carnassier	Europe

3. Facteurs de dégradation et de menace de l'ichtyofaune continentale en Algérie

Les changements qui peuvent intervenir ont deux origines bien distinctes qui interfèrent néanmoins le plus souvent des changements climatiques avec leurs conséquences sur les bilans hydriques et le fonctionnement hydrologique des hydrosystèmes et les modifications dues à l'homme.

3.1. Facteurs abiotiques

❖ Les Changements Climatiques

L'existence des milieux aquatiques superficiels dépend étroitement des apports dus aux pluies, et donc du climat. Toute modification du régime climatique aura des conséquences importantes en terme de bilan hydrologique qui se traduiront par exemple par l'extension ou la régression des habitats aquatiques. Un cas spectaculaire est celui du lac Tchad dont la superficie a fortement diminué au cours des années 1970 en raison d'une période de sécheresse sévissant

sur le Sahel. L'augmentation de la charge en matières en suspension dans les eaux, et des dépôts vaseux dans les lacs et rivières, a de nombreuses conséquences sur la vie aquatique. Il y a, bien entendu, réduction de la transparence des eaux avec ses implications concernant la photosynthèse planctonique ou benthique. Les éléments en suspension peuvent également colmater les systèmes branchiaux des poissons ou provoquer des irritations et les dépôts vaseux altèrent de façon importante la qualité des substrats dans les aires de reproduction (ACF, 2010). L'Algérie a connu dans les dernière décennies plusieurs changement climatiques avec de longue période de sécheresse (jusqu'à 10 ans entre 1995 et 2005)

❖ **L'eutrophisation des eaux**

Les éléments nutritifs (phosphates, nitrates) sont en général présents en quantité limitée dans les milieux aquatiques, et constituent ce que l'on appelle des éléments limitants. Tout apport supplémentaire de ces éléments est rapidement assimilé et stimule la production primaire. Ce phénomène se traduit par une prolifération excessive d'algues et/ou de macrophytes, et une diminution de la transparence des eaux. La décomposition de cette abondante matière organique consomme beaucoup d'oxygène et conduit le plus souvent à des mortalités massives d'espèces animales par asphyxie. L'eutrophisation a également pour résultat d'entraîner des fortes variations de la concentration en oxygène dissous et du pH au cours de la journée. Dans les lacs, le phénomène de « fleur d'eau » (le « bloom » des anglo-saxons) est une des manifestations de l'eutrophisation. (ACF, 2010)

❖ **Les Pesticides**

L'usage des pesticides chimiques qui ont des propriétés toxiques, même lorsqu'elles sont présentes dans le milieu à de très faibles concentrations ont des répercussions négatives sur les poissons (ACF-2010).

❖ **Les métaux lourds**

Sous le terme de « métaux lourds », on englobe généralement plusieurs familles de substances des métaux lourds au sens strict, à masse atomique élevée et à forte toxicité, dont la présence en faible quantité n'est pas nécessaire à la vie : Cadmium, Mercure, Plomb... (ACF, 2010).

❖ **La Bioaccumulation**

Un phénomène préoccupant avec certains contaminants, qu'il s'agisse des métaux lourds ou de pesticides, est le problème de la bioaccumulation qui conduit à l'accumulation d'une substance toxique dans un organisme, à des concentrations parfois bien supérieures à celles observées dans le milieu naturel. Les organismes ayant concentré des polluants peuvent entrer à leur tour dans la chaîne trophique, et si le produit n'est pas dégradé ou éliminé, il va se

concentrer de plus en plus à chaque maillon de la chaîne trophique, allant par exemple des algues aux oiseaux ichthyophages (ACF, 2010).

3.2. Facteurs biotiques et anthropiques

La modification ou la disparition des habitats résultant le plus souvent de travaux d'aménagement, pollutions d'origines diverses, surexploitation due à la pêche ainsi qu'aux introductions volontaires ou non d'espèces allochtones.

4. Impacts des introductions et des espèces invasives sur l'environnement

Les invasions biologiques sont considérées comme la seconde cause d'érosion de la biodiversité après la destruction des habitats et comme une composante importante des changements globaux provoqués par l'activité humaine (Chapin et *al.*, 2000 ; Mack et *al.*, 2000). Les effets de l'introduction d'une espèce nouvelle dans une eau naturelle peuvent être de plusieurs types : sur le milieu lui-même et sur les autres espèces de poissons.

Modifications des conditions de milieu : Une espèce introduite dans un nouveau milieu peut, dans certains cas, en raison même de sa biologie et de son comportement, en modifier quelques caractéristiques d'une façon perceptible par les moyens d'investigation habituels. En Afrique par exemple, il est admis que la carpe *C. carpio*, devenant très abondante, peut, par ses habitudes fousseuses, augmenter la turbidité des eaux surtout s'il s'agit d'eaux peu profondes. L'introduction des poissons herbivores et surtout *Tilapia rendalli* ou *Tilapia zillii* a amené une régression sensible des herbiers dans plusieurs milieux, notamment le Lac Victoria, le Lac Naivasha, quelques Barrages du Zaïre et du Zimbabwe, certains plans d'eau de Madagascar (Lac Alaotra et lac Kinkony notamment) et de l'île Maurice (Welcomme, 1967 ; Mann et Ssentongo, 1969 ; Junor, 1969 ; Therezien, 1963). De telles observations ont aussi été réalisées à propos des carpes chinoises *C. idella* (George, 1979).

Influence sur les autres espèces : Indépendamment de toute autre intervention humaine, le développement d'une nouvelle espèce de poisson a obligatoirement une influence sur le peuplement piscicole primitif, aussi minime soit-elle.

Cette nouvelle espèce peut agir :

- Par simple prédation : sur une population autochtone fragile et à faible résilience un prédateur nouvellement introduit a pu amener une disparition quasi totale de la faune autochtone. C'est ce qu'ont fait les Salmonidés au Zimbabwe et en République Sud-Africaine; *M. salmoïdes* au lac Naivasha (FAO, 1970 et 1973) et *Lates niloticus* au lac Victoria (Barel et *al.*, 1985).

- En modifiant le milieu comme évoqué plus haut, le rendant ainsi défavorable ou non à certaines espèces préexistantes. L'introduction de la carpe herbivore de la Chine en 1983 dans le Lac Oubeira Algérie, a entraîné la destruction de la moitié de la biodiversité floristique du Lac (Pearce et Criveli, 1994), ce qui engendré des conséquences néfastes pour les espèces indigènes.
- En exerçant une concurrence alimentaire, spatiale... : Les espèces introduites peuvent entrer en compétition avec les espèces indigènes, et éventuellement les éliminer. C'est particulièrement vrai lorsqu'on introduit des espèces prédatrices. L'un des cas les plus spectaculaires est celui de l'introduction dans le lac Victoria de la perche du Nil, *Lates niloticus*, un poisson piscivore pouvant atteindre plus de 100 kg. Pour certains scientifiques, ce prédateur serait à l'origine du déclin et probablement de la disparition de plusieurs espèces appartenant à une riche faune endémique des petits Cichlidae dont il s'est nourri. On note par exemple, la Truite arc-en-ciel Elle a été introduite En Europe comme objet de pêche sportive (Macrimmon, 1971), à la fin du XIXème siècle et comme une espèce de pisciculture dans les années 1950. L'introduction a été considérée comme nuisible dans de nombreux cas. La truite arc-en-ciel a été accusée de la disparition ou de la raréfaction de plusieurs petites espèces indigènes, soit par prédation, soit par compétition (Cox, 1997).
- En modifiant le comportement de certaines espèces : Les populations autochtones tentent parfois de réagir devant une introduction en modifiant leur biologie, leur comportement ou leur répartition géographique. C'est ainsi qu'au Lac Kioga, les introductions successives de *Tilapia* et *Oreochromis*, poissons essentiellement littoraux, ont amené les espèces originelles à coloniser en partie les eaux du large (Twongo, 1995).
- En s'hybridant avec une espèce proche : L'introduction dans un même plan d'eau d'espèces voisines qui ne cohabitent pas habituellement peut avoir pour conséquence une hybridation. Les espèces de *Tilapia*, en particulier, sont connues pour s'hybrider, ce qui peut entraîner des modifications génétiques pour les espèces survivantes. Par exemple, dans le lac Naivasha, *Oreochromis spilurus* introduit en 1925 fut abondant dans les années 1950 et 1960, puis s'hybrida avec *O. leucostictus* introduit en 1956. Il en résulta la disparition d'*O. spilurus* et des hybrides. La disparition des espèces *O. esculentus* et *O. variabilis*, endémiques des lacs Victoria et Kyoga, pourrait être due à l'hybridation et/ou à la compétition avec les espèces introduites (*O. niloticus* et *T. zillii*).

5. Mesures de protection et de conservation

En Algérie, Le code de l'environnement prévoit la protection de certaines espèces de faune et de flore sauvages. Mais à propos de l'ichtyofaune continentale et jusqu'à ce jour, aucun texte législatif dresse un dispositif de protection stricte des espèces d'eau douce. Suite a l'importance écologique et économique de notre richesse ichtyologique, il serait mieux d'adopté certains mesures de conservation et de protection telles que :

- De réalisé un inventaire éxostif de toutes les espèces de poissons de nos plans d'eau continentaux
- D'élaboré des lois et de fixé des textes strict a propos des espèces aquatiques continentales.
- Par la création des centres de préservation in situ et ex situ de l'ichtyofaune endémique et en voie d'extinction.
- De sensibilisé les autorités, le public, les associations populaires de l'importance de l'ichtyofaune continentale comme un patrimoine et une entité d'une grande valeur écologique et socioéconomique.

CHAPITRE II



Méthode de l'étude

1. Cadre de l'étude

1.1. Délimitation géographique de la région et des sites d'étude

Dans cette étude, nous avons échantillonné un total de 39 sites représentés par des milieux aquatiques continentaux, d'eau douce et saumâtre, répartis dans une vaste région de l'est algérien, couvrant environ 160,000 km² (entre 32°10'N et 36°30'N, 3°25'E à 7°55'E). Cette région s'étale sur un ensemble de 10 Wilayas et de 6 bassins versants (Hauts plateaux Constantinois, Sahara, Hodna, Seybousse, Chott Melghir et Zahrez) et abritent une grande diversité de milieux aquatiques (naturel / artificiel, permanent / temporaire, eau douce / saumâtre / salée,...). La localisation géographique suivant les étages bioclimatiques ainsi que les coordonnées détaillées de chacun des 39 sites sont rapportés dans la Figure 5 et le Tableau 5.

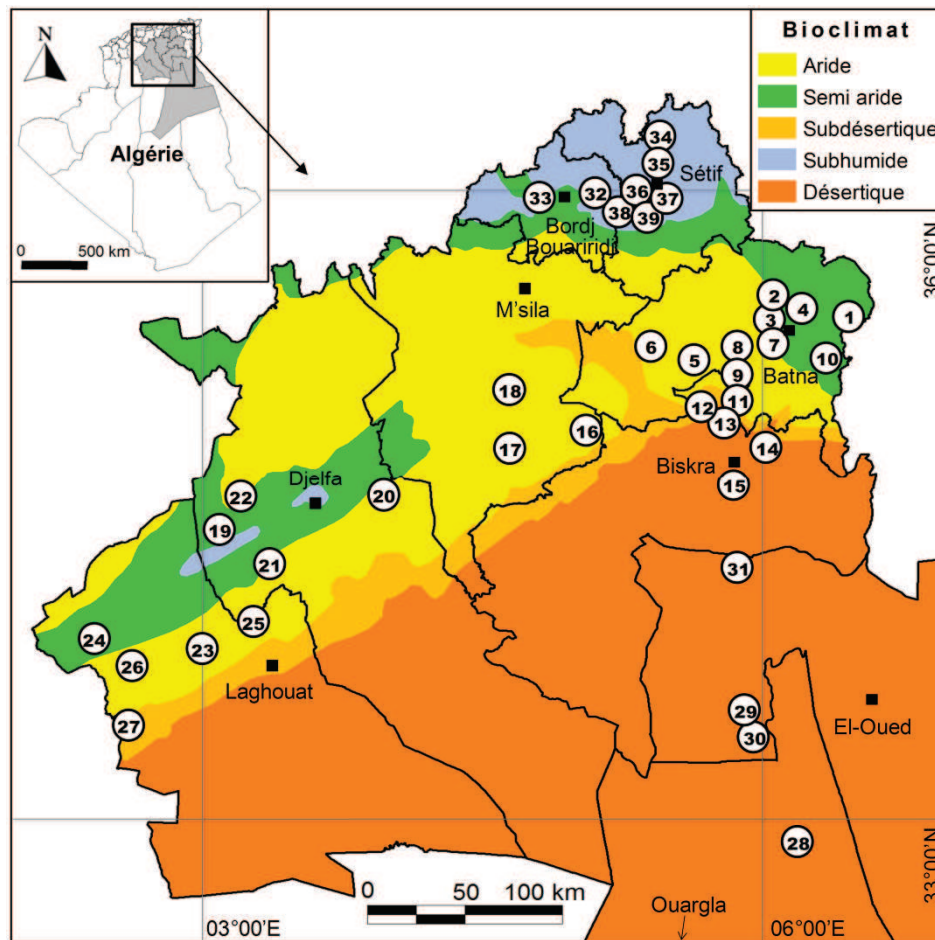


Figure 5 : Localisation des 39 sites échantillonnés dans l'est Algérien et leur répartition par échelle bioclimatique selon l'UNESCO (1963).

Tableau 5 : Caractérisations géographiques des sites étudiés par type (O : oued ; R : retenue collinaire ; B : Barrage ; G :Gueltat et L :Lac) et par origine (N :naturel ; A :artificiel).

Sites	Nom du site	Wilaya	Commune	Altitude (m)	Longitude (m)	Latitude (m)	Nature	
1	B. Timgad	Batna	Timgad	974	35° 31'N	6,3	A	
2	O. Hamla		Oued Chaaba		1500	35°34'N	6,04	N
3	O. Chaaba				1050	35°34'N	6,04	N
4	O. Bouilef		Fesdis	1200	35°38'N	6,13	N	
5	B. Seggana		Seggana	973	35°21'N	5,3	A	
6	O. Barika		Barika	442	35°23'N	5,22	N	
7	R. Ain Touta		Ain Touta	933	35°21'N	5,52	A	
8	O. Tamarain		Tamarain	813	35°19'N	5,5	N	
9	O. Berrich		Oulad aouuf	973	35°45'N	5,49	N	
10	O. Lebyedh		Arris	1100	35°15'N	6,2	N	
11	O. Ain Zaatout	Biskra	Ain Zaatout	737	35°13'N	6,02	N	
12	O. Sebaa M'gataa		El-outaya		364	35°07'N	5,35	N
13	B.Fontaine des Gazalles				364	35°07'N	5,35	A
14	B.Foum el kharza		Droh	192	34°51'N	5,55	A	
15	O. Djedai		Biskra	43	34°39'N	5,43	N	
16	O. Mellah	M'sila	Zarzour	532	35°04'N	4,44	N	
17	G. Gahra		Mohamed Boudiaf	800	35°53'N	4,25	N	
18	B. Kais	Khanchela	Kais	960	35°28'N	6,56	A	
19	B.Charef	Djelfa	Charef	947	34°45'N	2,56	A	
20	L. Mouileh		Mouileh	1110	34°45'N	3,30	N	
21	O.Taadhmit		Taadhmit	993	34°49'N	4,08	N	
22	O.Charef		Charef	1060	34°38'N	2,52	N	
23	O.Tadjmout	Laghouat	Tadjmout	903	33°54'N	2,28	A	
24	O. Sebgag		Sebgag	1400	34°09'N	2,08	N	
25	R.Sidi Makhoulf		Sidi Makhoulf	891	34°08'N	2,59	A	
26	O. Elghaicha		Elghaicha	1200	33°48'N	2,17	N	
27	G.Kef lakhal		Tadjrouna	1276	33°38'N	1,52	N	
28	L.Timacine	Ouargla	Timacine	78	33°03'N	6,09	N	
29	L. Ayata	El Oued	Djamaa	32	33°55'N	6,03	N	
30	O. Khrouf			32	33°55'N	6,03	N	
31	V.Oued Righ		Stile	7	34°14'N	5,55	N	
32	B. Ain Zada	Bordjbouraridj	Ain Taghrout	915	36°06'N	4,41	A	
33	R. Medjana		Medjana Medjana	940	36°10'N	5,01	A	
34	R. Ain Abbassa	Setif	Ain Abbassa	943	36°12'N	5,22	A	
35	R. Amoucha		Amoucha	920	36°12'N	5,22	A	
36	O. Sommar		Ain Arnet		960	36°12'N	5,22	A
37	R. Sneibéte				960	36°12'N	5,22	A
38	R. L'emghassel		L'emghassel	960	36°12'N	5,22	A	
39	R. Zairi Ouricia		El Ouricia	932	36°12'N	5,22	A	

La typologie des sites prospectés fait ressortir un total de 18 milieux à eau stagnante (Lac, Gueltat, Barrage et Retenue collinaire) et 21 sites à eau courantes (Oued). Sur les 39 sites étudiés 14 sont de nature artificielles (Barrage et Retenue collinaire) alors que 25 sites sont naturels. Seuls 4 sites sont à eau saumâtre et 4 à écoulement temporaire (Tableau 6).

Tableau 6 : Typologie générale des sites prospectés (D : eau douce, S : eau saumâtre ; Origine : 1 : naturel, 2 : artificiel ; permanence : 1 : permanent, 2 : temporaire)

Nom des sites	Ecoulement		Origine	Salinité	Permanence
	courant	stagnant			
B. Timgad		*	2	D	1
O. Hamla	*		1	D	1
O. Chaaba	*		1	D	1
O. Bouilef	*		1	D	1
B. Seggana		*	2	D	1
O. Barika	*		1	D	1
R. Ain Touta		*	2	D	1
O. Tamarain	*		1	D	1
O. Berrich	*		1	D	2
O. Lebyedh	*		1	D	1
O. Ain Zaatout	*		1	D	1
O. Sebaa M'gataa	*		1	D	1
B. Fontaine des Gazalles		*	2	D	1
B. Foum el kharza		*	2	D	1
O. Djedai	*		1	D	1
O. Mellah	*		1	D	1
G. Gahra		*	1	D	1
B. Kais		*	2	D	1
B.Charef		*	2	D	1
L. Mouileh		*	1	D	2
O.Taadhmit	*		1	D	1
O.Charef	*		1	D	1
O.Tadjmout	*		1	D	1
O. Sebgag	*		1	D	1
R. Sidi Makhoulouf		*	2	D	1
O. Elghaicha	*		1	D	1
G.Kef lakhal		*	1	D	2
L.Timacine	*		1	S	1
L. Ayata	*		1	S	1
O. Khrouf	*		1	S	1
V.Oued Righ	*		1	S	1
B. Ain Zada		*	2	D	1
R. Medjana		*	2	D	1
R. Ain Abbassa		*	2	D	1
R. Amoucha		*	2	D	1
O. Sommar	*		1	D	1
R. Sneibéte		*	2	D	1

R. L'emghassel		*	2	D	1
R. Zairi Ouricia		*	2	D	1

1.2. Bioclimatologie

La région prospectée est caractérisée par cinq étages bioclimatiques différents: sub-humide, semi-aride, aride, sub-désertique et désertique (UNESCO, 1963) (Tableau 7).

Tableau 7 : Répartition des différents sites prospectés selon l'échelle bioclimatique de chaque région

Bioclimat	Oued	Lac	Reservoir	Total
Désertique	3	2	1	6
Subdésertique	1	1	1	3
Aride	6	2	4	12
Semi-aride	7	0	4	11
Subhumide	1	0	6	7
Total	18	5	16	39

1.3. Aspect géomorphologique et hydrographique

1.3.1 : Données géomorphologiques

Le relief d'Algérie du Nord se compose de deux principales chaînes montagneuses : l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien : ce sont deux ensembles parallèles qui parcourent le pays d'Ouest en Est, ils se rapprochent au centre du pays jusqu'à presque se confondre à l'extrême Est (Aurès) vers la Tunisie. Ces deux chaînes constituent des frontières naturelles entre lesquelles s'intercalent de vastes plaines et hauts plateaux (FAO, 2003). La partie sud est dominée par le vaste désert (Fig. 6). Le point le plus bas d'Algérie se trouve au Chott Melrhir (- 40m). L'Algérie présente une très grande variété de contextes géologiques. Morphologiquement, il y a trois grands domaines se distinguant du nord au sud du pays (Terra, 2006) (fig.7).

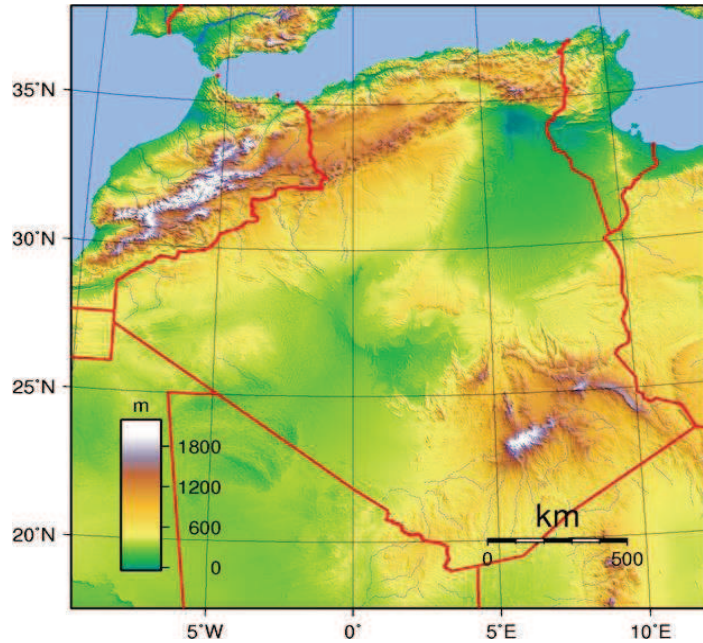


Figure 6: Les principales formations géographiques en Algérie (FAO, 2003)

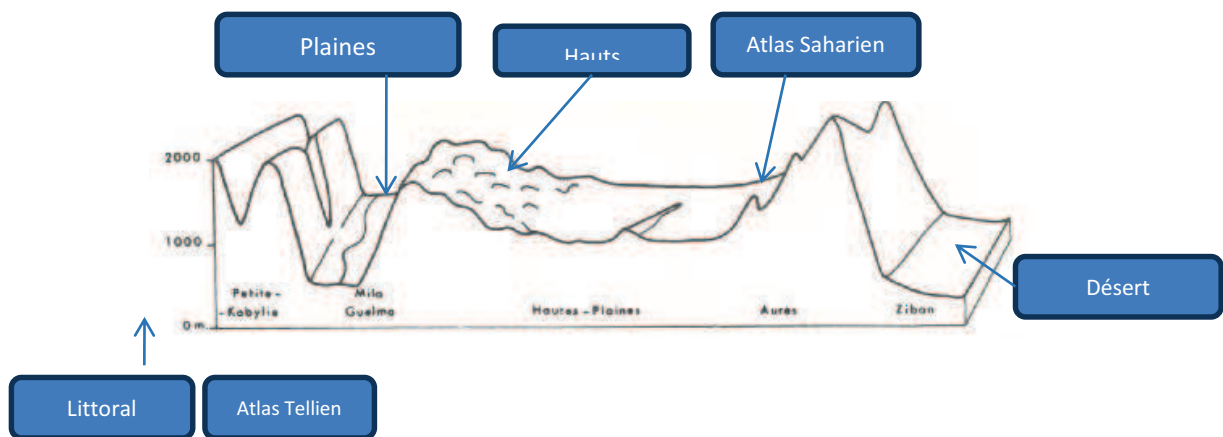


Figure 7: Coupe topographique de l' Algérie Cote, (1981) (modifie).

Au Nord, au pied de l'Atlas Tellien, se trouvent les plaines côtières qui donnent directement sur la mer méditerranée. La bande du Tell, large de 80 à 190 km, s'étend sur près de 1200 km de côtes. Elle est formée par une chaîne de montagnes (l'Ouarsenis, le Djurdjura, les Babors, les Bibans...) qui longe le littoral. Ces montagnes sont, souvent, séparées par des vallées parcourues de cours d'eau. Ce caractère confère à la région une richesse floristique et faunistique importante Terra (2006).

Entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien, on trouve un ensemble de plaines et hauts plateaux semi-arides parsemés de nombreuses dépressions appelées «Chotts » , lesquels se transforment en lacs salés à la saison des pluies.

Selon Terra (2006), l'Atlas tellien (ou Tell), constitué de reliefs escarpés et de plaines littorales s'étalant sur une bande de 100 à 150 kms. Dans cette région on distingue deux types de plaines ;

- les côtières et sub-littorales, sont sous l'influence du climat méditerranéen
- les plaines intérieures et alluviales, du climat continental de l'Atlas Tellien.

Les Hauts Plateaux occupent une bande de 300 à 350 kms et sont caractérisés par des espaces steppiques ou semi-arides à vocation agro-pastorale ou de céréaliculture. L'Atlas saharien, relie le Haut Atlas marocain à la frontière tunisienne où l'on y rencontre le massif des Ksour, le Djebel Amour, les Zibans et les monts Hodna qui rejoignent la bande du Tell à l'Est et continue pour finir dans les Aurès. La zone connectée par notre travail constitue un véritable échantillon représentatif de la région Est du pays. Elle est subhumide au Nord, passant par le semi-aride, aride et, subdésertique jusqu'au désert au Sud.

1.3.2. Données hydrologiques

L'Algérie septentrionale présente un climat semi-aride qui se caractérise par une forte irrégularité pluviométrique (Fig.4). D'une manière générale, les bassins versants sont imperméables (A.N.R.H, 1993). Ce qui donne sur le plan des régimes hydrologiques :

- (i) Une extrême irrégularité saisonnière et interannuelle des écoulements qui est accentuée par de longues périodes de sécheresse ;
- (ii) des crues violentes et rapides en périodes de pluies ;
- (iii) une érosion intense et un transport de corps solides important.

Notre étude est portée sur un réseau de 9 bassins versant (Fig.8) : Cheliff, Hauts Plateaux Constantinois, Cotier Constantinois, Sahara, Hodna, Seybouse, Chott Melghir et Zahrez.

1.4. Typologie et caractérisation des systèmes hydriques des sites prospectés

Les stations que nous avons prospectées sont localisées à des altitudes différentes :

- la plus basse station est celle de la Vallée d'Oued Righ (Wilaya de l'Oued) d'une altitude de 7 mètres par rapport au niveau de la mer.
- La plus haute altitude est celle de l'Oued Hamla avec 1500 mètres dans la Wilaya de Batna (Tableau 5).

Sur les 39 sites prospectés, cinq types d'habitats limniques sont notés : (i) 16 Oueds (cours d'eau ou rivière : cours d'eau naturel et abondant qui se jette dans une autre rivière, un fleuve, la mer, un lac, ou se perd dans les sables) , (ii) 9 Retenues collinaires (plans d'eau créés artificiellement; leurs niveau d'eau fluctue fortement et la turbidité de l'eau y est élevée), (iii) 8 Barrages (ouvrages d'art construits en travers d'un cours d'eau et destinés à réguler l'écoulement naturel de l'eau pour permettre l'écoulement recherché), (iv) 4 Lacs (étendues d'eau libres, stagnantes, remplissant des dépressions naturelles des continents sans contact direct avec la mer) et (v) 2 Gueltas (plans d'eau temporaires ou non sans écoulement visible. Cela peut être des mares dans les lits des oueds, ou des réservoirs naturels dans la roche. On les rencontre dans des endroits peu exposés au soleil, dans les massifs montagneux).

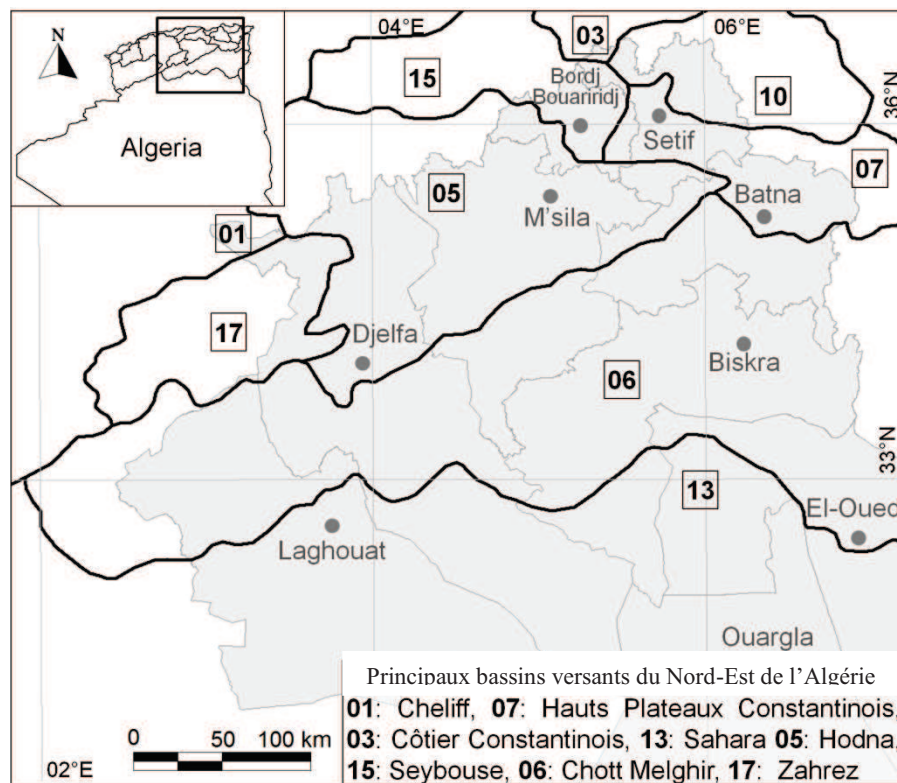


Figure 8 : Répartition de la zone d'étude sur le réseau des bassins hydrographiques du Nord-Est de l'Algérie

2. Matériel et méthodes

2.1. Méthode de caractérisation de la qualité de l'eau

Sur les 39 sites prospectés, six sites sont concernés par des analyses physicochimiques, bactériologiques et phytoplanctoniques, dont le but est d'évaluer la qualité des eaux. Les sites explorés sont : deux Barrages (Timgad et Foum El-Kherza), trois Oueds (Tadjmout, Khrouf et El-Ghaicha) et un lac (Ayata). Les sites étudiés représentent grossièrement les hydrosystèmes des régions semi-arides et arides (Timgad et Foum El-Kherza, El-Ghaicha et Tadjmout) et désertiques (Khrouf et Ayata).

2.1.1. Analyses physico-chimiques

Sur les sites que nous avons prospectés, nous nous sommes intéressés à 15 paramètres caractérisant la qualité de l'eau. Il s'agit de la température en °C, le pH, la turbidité (NTU) et la conductivité électrique (Cond μ s), mesurés *in-situ*. Les paramètres mesurés *in vitro* sont: la Salinité (S‰), les Nitrates (NO_3), les Nitrites (NO_2), l'Ammoniac (NH_4), les Orthophosphates (PO_4), l'Oxygène dissous (O_2), la demande biologique en oxygène (DBO_5), total des solides dissous (TDS), le Chlore (Cl^-), le Magnésium (Mg^{++}), et la teneur du bicarbonate (HCO_3^-). Les paramètres mesurés avec leurs unités ainsi que les périodes d'étude pour chaque site sont rapportés dans le Tableau 8.

Les analyses de laboratoire ont été réalisées au niveau des laboratoires de l'Algérienne des eaux (ADE) de Batna, de Laghouat et d'El-oued. Le nombre des paramètres analysés varie d'un site à un autre, ceci est dû à la disponibilité du matériel et des produits d'analyse nécessaires au sein de chaque unité. Les méthodes et les appareils utilisés pour chacun des paramètres mesurés sont présentés dans le Tableau 9.

Tableau 8 : Paramètres physicochimiques de l'eau mesurés dans les six sites prospectés.

Paramètres physico-chimiques	O. khrouf octobre2008- juin 2009	O.Tadjmout mars 2007- mai2007	O.El-Ghaicha décembre 2010-mai 2011	L. Ayata octobre2008- juin 2009	B. Timgad octobre2008- juin 2009	B.Foum Kherza septembre 2008 à juin 2009
T°C	*	*	*	*	*	*
pH	*	*	*	*	*	*
Cond (µS)	*	*	*	*	*	*
S% ₀ (mg/l)	*	*	*	*	*	*
O2 dissous (mg/l)	*	*	*	*	*	*
TDS			*		*	
NO ₂ (mg/l)		*	*		*	*
NO ₃ (mg/l)		*	*		*	*
PO ₄ (mg/l)		*	*		*	*
HCO			*			
CL ⁻ (mg/l)			*		*	
DBO5					*	
Mg ⁺⁺ (mg/l)			*			
Turbidité (NTU)	*	*	*	*	*	*
NH ₄ (mg/l)					*	
Total	6	9	13	6	13	9

Tableau 9. Appareillages et méthodes d'analyse et de mesures des différents paramètres physico-chimiques de l'eau.

Paramètres physico-chimiques	Appareillages De mesure	Méthodes d'analyses et Mode opératoire
T (T°C)	Thermomètre digital	- Enfoncez la sonde dans l'eau. - Attendez quelques minutes et lire la valeur indiquée
pH	pH mètre	- Enfoncez la sonde dans l'eau Attendez quelques minutes et lire la valeur indiquée
Cond (μS/cm)	Multi paramètres Conductimètre (modèle CACH 2100 AN)	- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
TDS (mg/l)		- Plonger l'électrode dans le flacon contenant l'échantillon.
S‰		- Lecture après la stabilisation de l'affichage numérique
Turbidité (NTU)	Turbidimètre (modèle CACH 2100 AN)	- Remplir une cuvette propre jusqu'au trait avec de l'eau à analyser en évitant la formation de bulles d'air. - Tenir la cuvette par le bouchon et l'essuyer avec mouchoir doux sans pelucher pour retirer les gouttes d'eau et les traces des doigts. - Placer la cuvette dans le puits de mesure et fermer le capot. - Lire et noter le résultat affiché.
No ₃ ⁻ (mg/l)	Spectrophotomètre (modèle CACH ODYSSEY)	- Introduire dans un bêcher 10ml d'eau à examiner, puis ajouter 4 gouttes d'acide acétique et 8 gouttes de Nitrure de Sodium. Puis mélanger et laisser reposer 5 min. - Ajouter une pincée de Salicylate de Sodium à l'aide d'une spatule. - Agiter pour dissoudre et amener à sec par chauffage (à 200 °C). - Laisser refroidir, puis ajouter 16 gouttes d'acide Sulfurique et laisser en contact 15 min jusqu'à dissolution du précipité formé. - Ajouter environ 10ml de Soude caustique à 20 %, laisser mélanger. - La lecture de l'absorbance à l'aide d'un spectrophotomètre UV à la longueur d'onde $\gamma = 455\text{nm}$ (NO ₃ ⁻ Loviband).
No ₂ ⁻ (mg/l)		- Introduire dans un bêcher 25 ml de l'eau à examiner. - Ajouter, d'abord 1ml de réactif de Zambelli, puis laisser mélanger et reposer pendant 10 min. - Ajouter, ensuite, 1 ml de NH ₃ ⁺ pure, puis mélanger et laisser refroidir. - La lecture de l'absorbance à l'aide d'un spectrophotomètre à la longueur d'onde $\gamma = 435\text{nm}$. (Rodier et al, 2005)
NH ₄ ⁺ (mg/l)		- Prendre 100 ml de l'échantillon. - Ajouter à cela 10 ml du mélange réactif.

		<ul style="list-style-type: none"> - Attendre 5 mn et lire l'absorbance à la longueur d'onde $\lambda = 885$ nm. - Si l'échantillon est trouble ou coloré il convient d'ajouter 3 ml du réactif de compensation de turbidité et de coloration avant de mesurer.
Po_4^{2-} (mg/l)	Spectrophotomètre (modèle CACH ODYSSEY)	<ul style="list-style-type: none"> - Introduire dans un bêcher 10 ml de l'eau à examiner. - Ajouter 1ml $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ à 10%. - Puis, ajouter 1ml de réactif de l'acide ascorbique, laisser mélanger et reposer. - La lecture de l'absorbance se fait à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde 950 nm (Rodier et <i>al</i>, 2005)
Hco_3^- (mg/l)		<ul style="list-style-type: none"> -Introduire 10 ml d'eau à analyser dans un bêcher -Ajouter quelques gouttes de méthyle orange -On titre avec l'acide sulfurique jusqu'au virage de l'incolore (Abdellaoui, 2002) <p>$\text{HCO}_3^- = \text{V}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \text{N}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot 1000 / \text{V}$</p>
Cl^- (mg/l)	Eprouvette, Bêcher, Pipette graduée, Agitateur, Barreau magnétique	<p>La méthode utilisée est celle de MOHR (Rodier et <i>al</i>, 2005):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introduire 10 ml d'eau à analyser dans un bêcher. -Ajouter 3 gouttes de solution de Chromates de Potassium à 10%. -Verser alors au moyen d'une burette la solution de Nitrates d'Argent jusqu'à apparition d'une teinte rougeâtre qui doit persister 1 à 3 min. -Soit V le nombre de millilitres de Nitrates d'Argent 0,1N utilisés. -Calculer la teneur de Chlore comme suit : <p>$\text{Cl}(\text{mg/l}) = \text{V}(\text{AgNO}_3) \cdot \text{N}(\text{AgNO}_3) \cdot 1000 / \text{V}$</p>
Mg^{++} (mg/l)	c'est la différence entre TH (dureté) et Ca^{+2}	<p>Selon (RODIER et <i>al.</i>, 2005), le Magnésium peut être estimé par la différence entre la dureté et le Calcium exprimé en CaCO_3</p> <p>$[\text{TH}] = [\text{Mg}^{+2}] + [\text{Ca}^{+2}]$</p>
DBO5 (mg/l)	Appareil respirométrique HACH ou appareil OXITOP	<ul style="list-style-type: none"> - Remplir un flacon de 500 ml de couleur brun avec un volume approprié de l'échantillon - Ajouter quelques gouttes d'inhibiteur pour bloquer la nitrification. - Placer l'aimant d'agitation dans le flacon. - Mettre quelques pastilles de soude caustique dans le bouchon spécial du flacon avant de le fermer. - Placer le flacon dans l'appareil HACH en fermant hermétiquement le bouchon de mesure DBO. - Après cinq jours faire la lecture
O_2 dissous (mg/l)	Oxymètre	<ul style="list-style-type: none"> - Prendre environ 100 ml de l'échantillon à mesurer - Tremper l'électrode dans le bêcher contenant l'eau à analyser - Laisser stabiliser un moment - Noter la valeur indiquée.

2.1.2. Analyses bactériologiques

Toutes les techniques et les tests utilisés dans cette étude sont réalisés suivant les méthodes adoptées par (Rodier et *al* ; 2005). Cinq dénombrements de bactéries sont effectués par culture bactérienne. Il s'agit des germes totaux (G.T), des coliformes (C), des coliformes fécaux (*E. coli*), des streptocoques fécaux (S.F) et des *Clostridium* sulfite réducteurs (C.S.R).

Lors de cette étude trois sites sont concernés par l'analyse bactériologique (Oued Ghaicha, Tadjmout et Le Barrage de Foum El-Kherza)

2.1.2.1. Recherche et dénombrement des germes totaux

a- Principe L'eau est inoculée par incorporation dans un milieu strictement défini et non sélectif. La lecture est faite après 24h à 48h d'incubation à 37°C.

b- Le Mode opératoire

- ◆ Agiter soigneusement et de façon prolongée l'échantillon pour remettre en suspension d'une façon homogène les bactéries .
- ◆ Prélever ensuite stérilement 1ml de cette eau .
- ◆ Le déposer dans une boîte de Pétri stérile de 90 mm de diamètre·
- ◆ Porter au bain-marie bouillant les tubes contenant la gélose jusqu'à fusion du milieu (refroidir à $44 \pm 2^{\circ}\text{C}$ et maintenir au bain-marie à cette température).
- ◆ Couler aseptiquement dans chaque boîte le contenu d'un tube de gélose fondue.
- ◆ Agiter doucement par un mouvement circulaire pour assurer un mélange homogène de gélose et de l'eau (sans faire de bulles et sans mouiller les bords de la boîte) , Laisser refroidir sur une surface parfaitement horizontale et fraîche.
- ◆ La moitié des boîtes ensemencées d'eau est incubée après solidification dans une étuve à $37^{\circ}\text{C} \pm 0,5$ durant 24 ± 1 heures ,l'autre moitié est mise dans une enceinte de 20 à 22°C durant 72 ± 3 heures. (Fig.9)

c- Lecture : A l'aide d'un compteur de colonies, compter toutes les colonies présentes à la surface de la boîte.

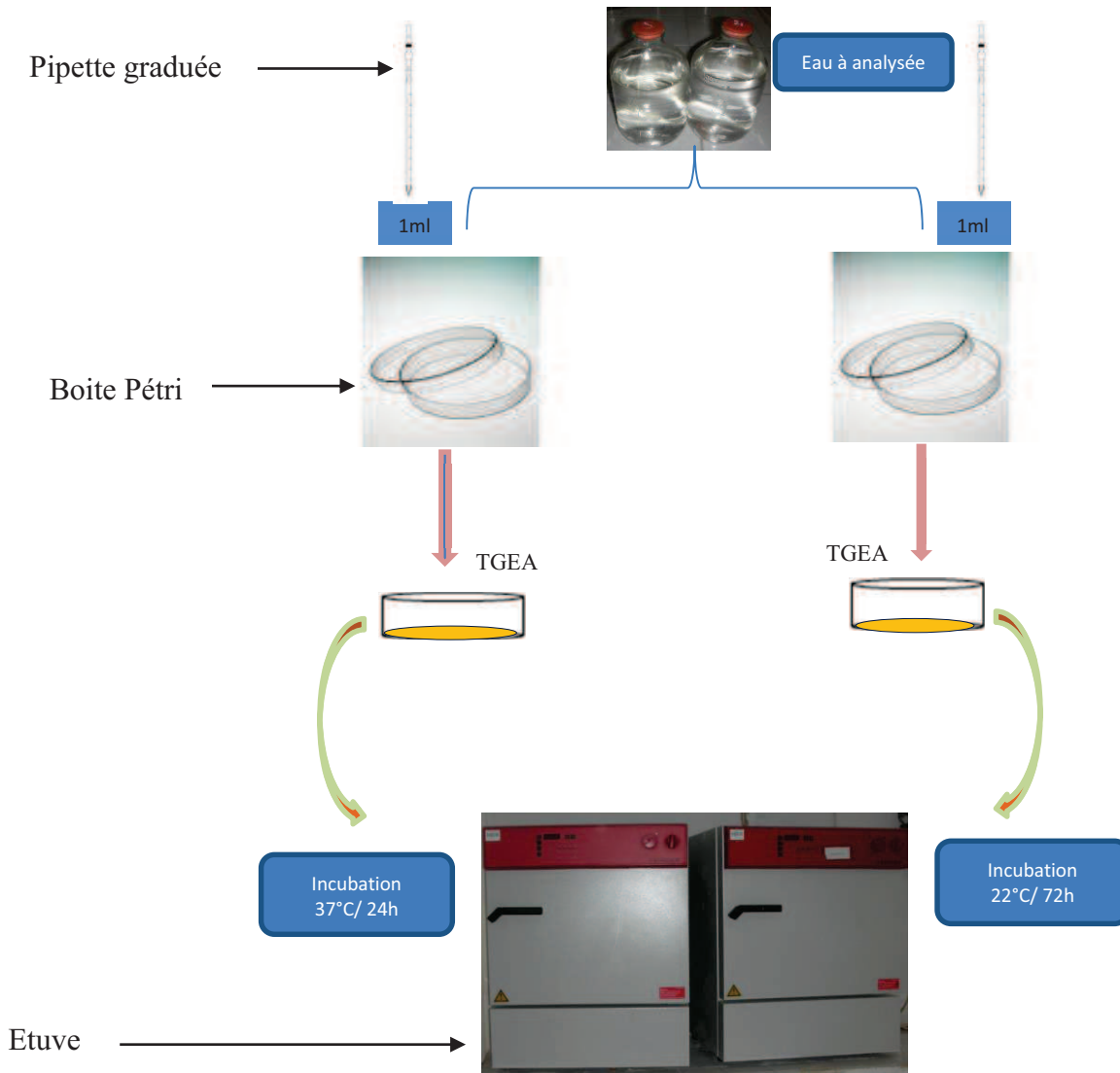


Figure 9. Etapes suivies lors de la recherche des germes totaux.

2.1.2.2. Dénombrement des Coliformes (*E. coli*)

La méthode adoptée dans cette étude est celle de NPP par inoculation de tubes en milieux liquides (Fig.10).

a- Principe

Après ensemencement de plusieurs dilutions de l'échantillon, chacune dans une série des tubes contenant un milieu de culture permettant de mettre en évidence la fermentation du lactose avec production de gaz (tubes positifs). La détermination de nombre caractéristique (nombre de tubes positifs pour chaque dilution) nous a permis de déterminer la NPP des coliformes en milieu liquide BCPL par deux tests (Rodier et *al.*, 2005).

-**Test présomptif** : réservé à la recherche des coliformes totaux.

-**Test confirmatif** : réservé à la recherche des coliformes fécaux.

b. Mode opératoire

✚ **Test présomptif** : test est effectué pour le dénombrement des coliformes totaux

- ◆ On utilise le milieu BCPL, munis d'une cloche de Durham pour déceler le dégagement de gaz.
- ◆ Ensemencement d'un nombre choisi des tubes de milieu de BCPL (2 tubes à double concentration, 4 tubes à simple concentration).
- ◆ Inoculer les tubes choisis pour l'eau à examiner (les 2 premiers par 10 ml, les deuxièmes par 1ml et les deux derniers par 0,1ml).

Après inoculation, agiter pour homogénéiser sans faire pénétrer d'air dans la cloche de Durham et placer les tubes dans une étuve à 37°C pendant 24 heures. Procéder à une première lecture après cette incubation (Rodier et *al.*, 2005)..

c. Lecture

Considérer comme «positifs» les tubes où il se produit simultanément un trouble dans toute la masse liquide, un dégagement de gaz dans la cloche et un virage de couleur vers le jaune. Le nombre des tubes positifs dans chaque série est reporté à la table de Mac Grady pour obtenir le NPP de coliformes présentes dans 100 ml.

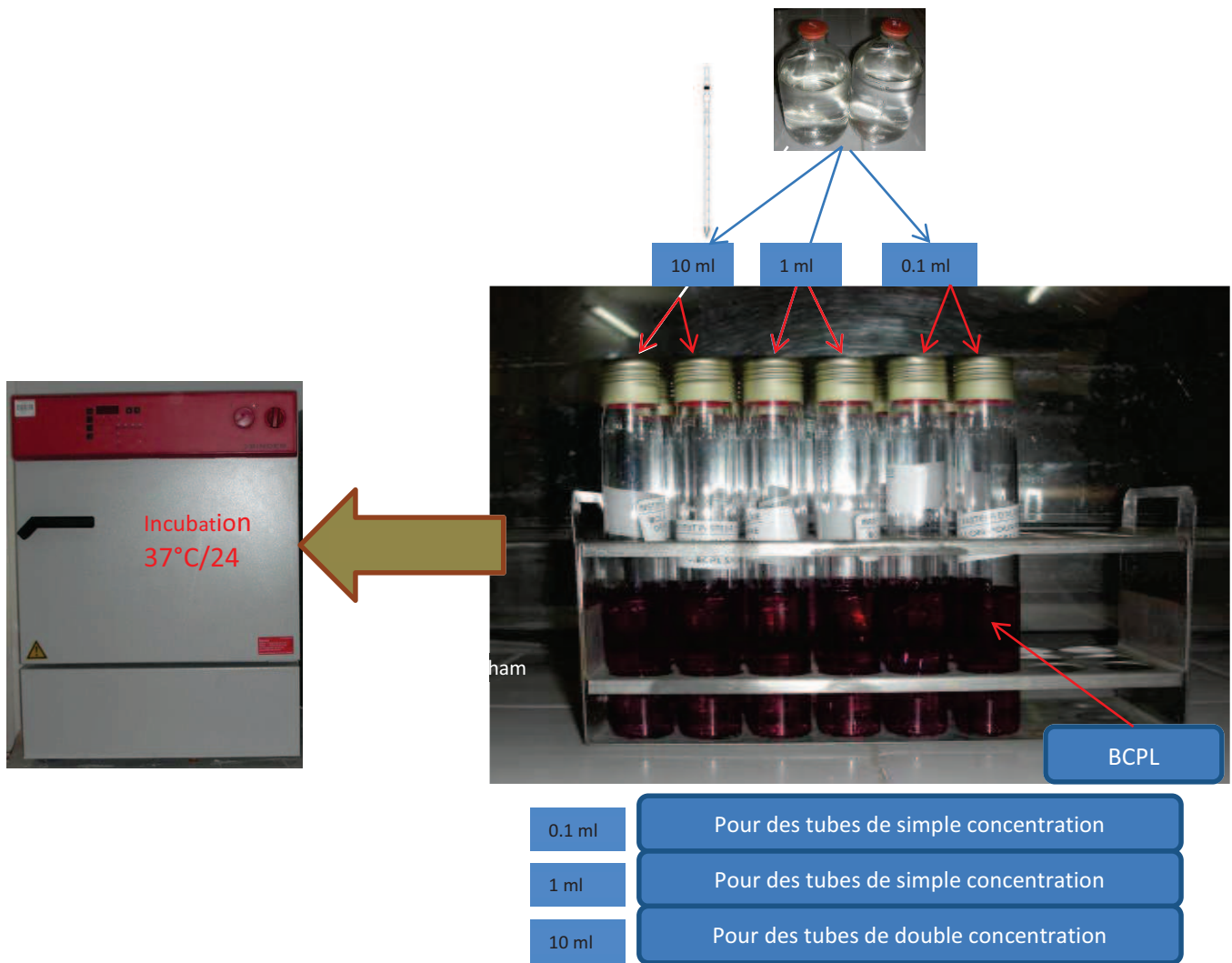


Figure 10. Etapes suivies lors de la recherche et du dénombrement des coliformes.

✚ Test confirmatif

- ◆ Ce test est effectué pour le dénombrement des coliformes fécaux.
- ◆ Les milieux considérés comme positifs après le test présomptif sont repiqués dans un nouveau milieu qui est le milieu Schubert sélectif pour la recherche des coliformes thermo tolérants (CTT) incubés à 44°C pendant 24h.

d- Lecture

Les tubes positifs présentent à la fois un dégagement gazeux avec la présence d'un trouble microbien.

✚ Identification

Selon Kihel et *al*, 2005

- ◆ A partir de chaque tube positif de milieu Schubert, on ajoute quelques gouttes de réactif de Kovacs, témoigne de la production de l'indole (indiqué par l'apparition d'un anneau rouge) réaction caractéristique des *E. coli*.
- ◆ Le dénombrement est effectué suivant la méthode du NPP.

2.1.2.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

a. Principe

Les principes généraux de cette méthode sont ceux décrits pour la colimétrie en milieu liquide. Cependant, alors que le tube primaire contient déjà une certaine quantité d'Azide de sodium. Le repiquage des tubes «positifs» sur un milieu inhibiteur favorise uniquement le développement des streptocoques fécaux (Fig. 11).

b. Mode opératoire

✚ Test présomptif

- ◆ Ensemencent d'un nombre choisi des tubes de milieu Rothe (2 tubes à double concentration, et 4 tubes à simple concentration).
- ◆ Inoculer les tubes choisis pour l'eau à examiner (les 2 premiers par 10 ml, les deuxièmes par 1ml et les 2 derniers par 0,1ml).
- ◆ Homogénéiser soigneusement, par agitation, le contenu des tubes et s'assurer, une fois celle-ci terminée, que la teinte de bouillon est uniforme.
- ◆ Incubation à 37°C pendant 24 ou 48 heures.

c. **La lecture** : Les tubes présentant un trouble microbien pendant cette période sont présumés contenir un streptocoque fécal et sont soumis au test confirmatif.

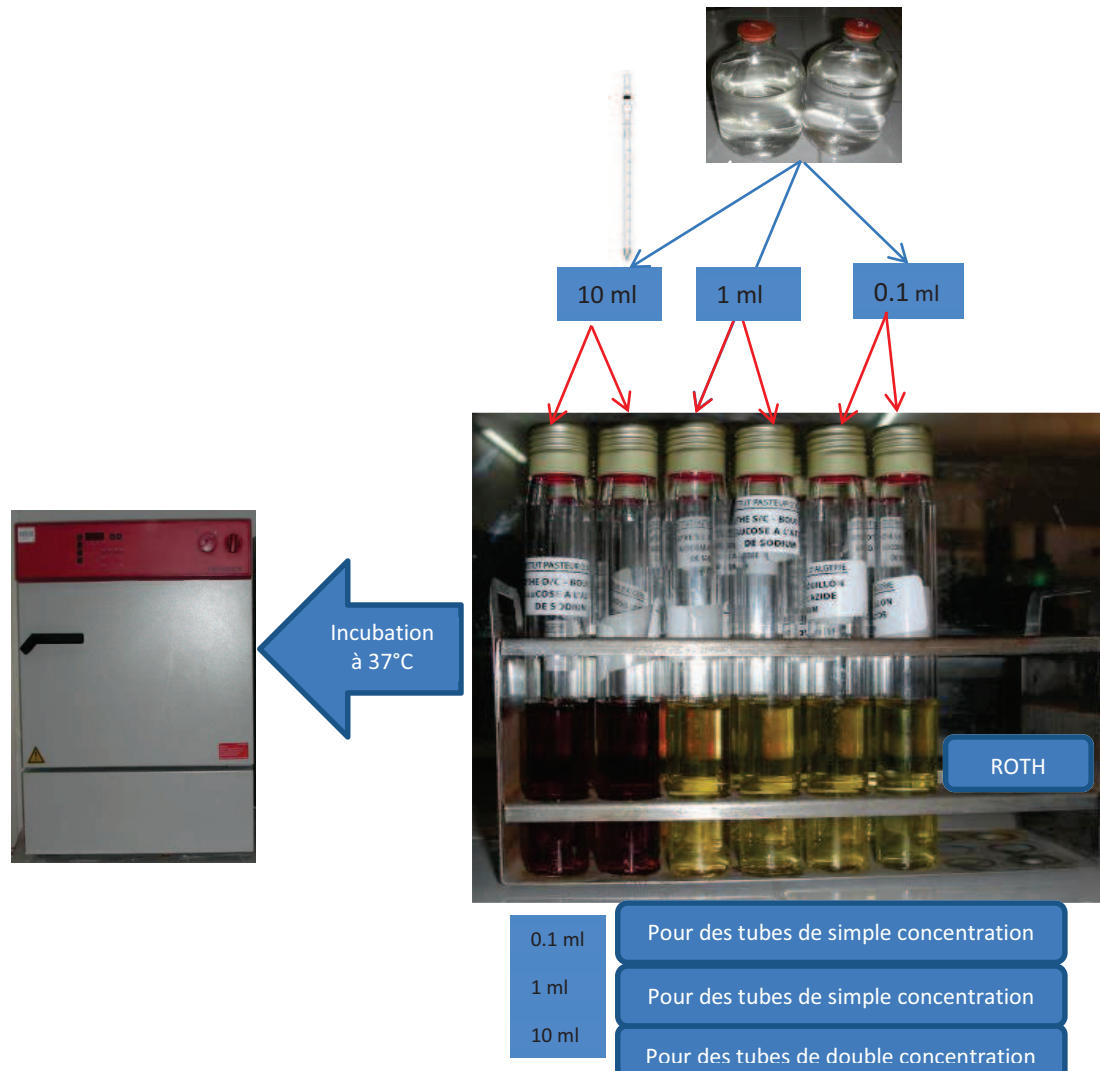


Figure 11. Etapes suivies lors de la recherche et du dénombrement des streptocoques fécaux.

✚ Test confirmatif

- ◆ Après agitation des tubes positifs, prélever sur chacun d'eux successivement quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur et les reporter dans des tubes du milieu de Litsky à l'éthyle violet et l'azide de sodium.
- ◆ Incubation à 37°C pendant 24 ou 48 heures.
- ◆ L'apparition d'un trouble microbien confirme la présence d'un streptocoque fécal. Parfois, la culture s'agglomère au fond du tube en fixant

le colorant et en formant une pastille violette de signification identique à celle du trouble.

- ◆ Dénombrement selon la méthode de NPP (Rodier et *al.*, 2005).

2.1.2.4. Recherche et dénombrement des *Clostridium*s sulfito-réducteurs

a. Principe

Après destruction des formes végétatives par chauffage à 80°C pendant 10 min, l'échantillon est incorporé à un milieu de base fondu, régénéré, additionné de sulfites de sodium et de sels de fer, en tenant compte d'un volume déterminé d'eau incorporée. Après solidification et incubation, la présence de germes sulfito-réducteurs se traduit par un halo noir autour des colonies (Fig. 12).

b. Mode opératoire

Destruction des formes végétatives

- ◆ Placer 20 ml d'eau à analyser dans un tube.
- ◆ Le porter au bain d'eau à $80 \pm 2^\circ\text{C}$ de façon à ce qu'il demeure 10 min à cette température.
- ◆ Refroidir rapidement à environ 55°C

Préparation du milieu :

- ◆ Placer 4 tubes de milieu de culture de VF (contenant chacun 20 ml) au bain d'eau bouillant pour assurer la fusion du milieu pendant 10 min.
- ◆ Refroidir à 55°C environ.
- ◆ Ajouter à chaque tube 1ml de la solution de sulfites de sodium et 4 gouttes de la solution d'alun de fer, mélanger sans faire de bulles

Inoculation et incubation

- ◆ Dans 4 tubes stériles, répartir 5 ml d'eau traitée pour détruite les formes végétatives.
- ◆ Couler dans chacun d'eux le contenu d'un tube de milieu, mélanger doucement sans incorporer d'air.
- ◆ Incuber à 44°C et faire une première lecture après 24 ou 48heurs.

c. Lecture et expression des résultats

Considérer comme résultat d'une spore de bactérie anaérobie sulfito-réducteur toute colonie noire entourée d'un halo noir.

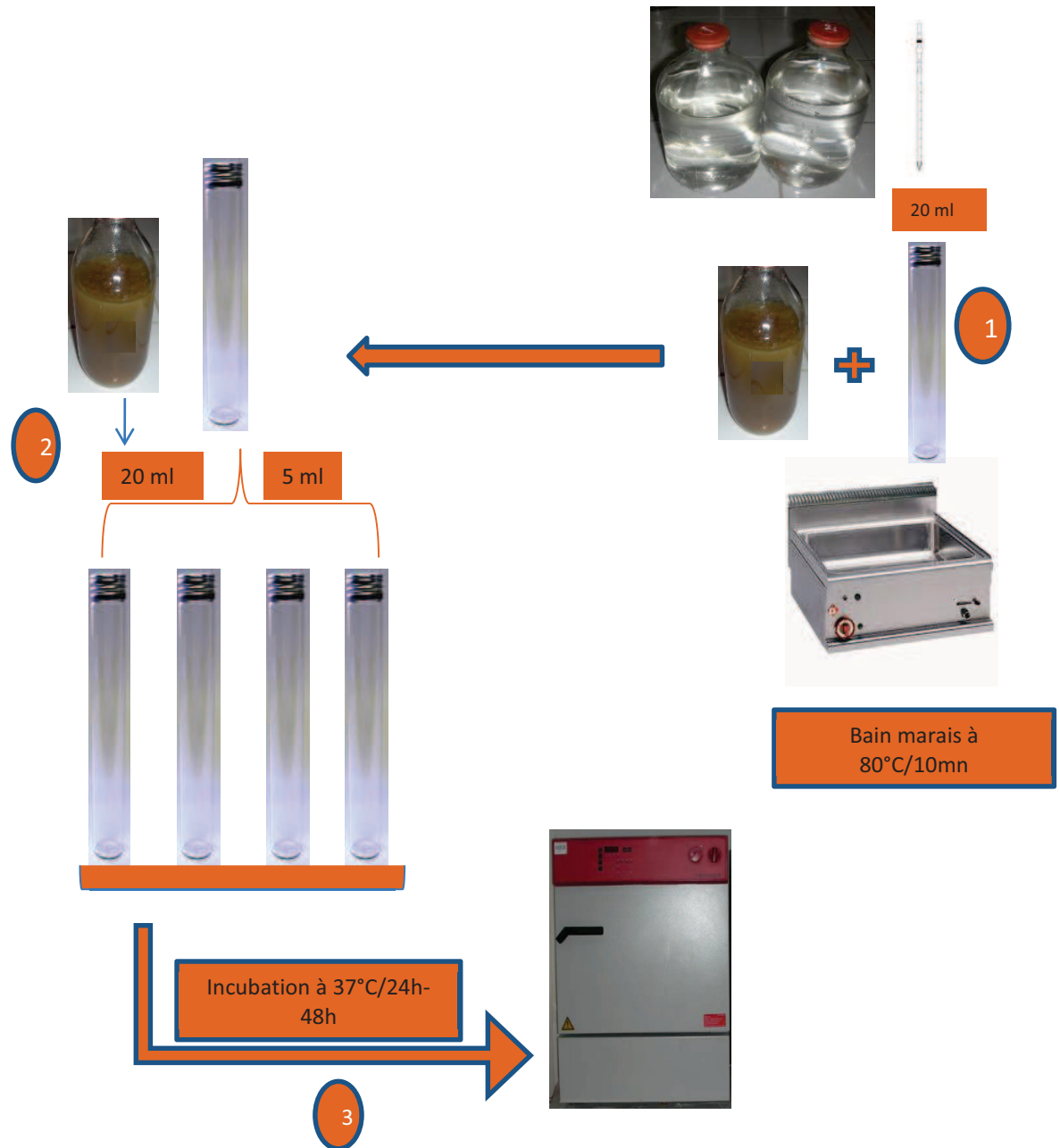


Figure 12 : Etapes suivies lors de la recherche et du dénombrement des *Clostridium*s sulfito-réducteurs.

2.2. Echantillonnage et caractérisation du peuplement phytoplanctonique

Sur les 39 sites étudiés, cinq plans d'eau font l'objet d'une caractérisation phytoplanctonique, les sites concernés sont : deux Barrages (Timgad et Foug El-kherza), deux oueds (Tadjmout et El-Ghaicha) et un Lac (Ayata). Tous les prélèvements ont été réalisés entre mars 2007 et juin 2009.

2.2.1. Prélèvement du phytoplancton

Afin d'obtenir des données d'ordre qualitatives et quantitatives de la communauté microalgale de différents plans d'eau, nous avons utilisé un filet à plancton fabriqué traditionnellement dont le principe de fonctionnement est de faire passer une quantité d'eau à plusieurs reprises (une dizaine de litres) afin de récupérer un volume de (100 ml) appelé le filtrat. Le filet utilisé présente un diamètre de 35 cm et une profondeur de 45 cm (Fig.13). Le filtrat est par la suite versé dans des flacons ombrés 10 ml de formol à 10% afin d'assurer une meilleure fixation et de faciliter la décantation des espèces phytoplanctoniques pour une investigation microscopique ultérieure. Une autre méthode de fixation d'ordre qualitative adoptée par Sournia (1978), dans laquelle, 20 ml de formol aldéhyde (10 %) est ajouté pour chaque flacon d'un litre d'eau.

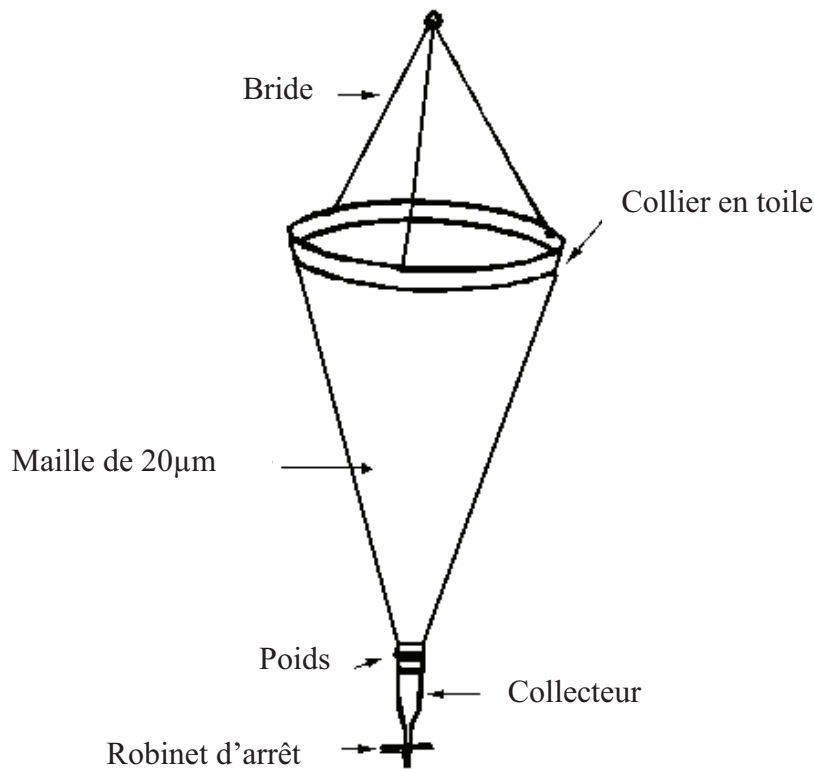


Figure 13 : Schéma du filet à plancton utilisé

2.2.2. Identification et dénombrement des micro-algues

La détermination des algues est poussée jusqu'au genre. l'identification est réalisée à partir de l'observation microscopique, des critères morpho-anatomiques cités dans différentes clés d'identification (Bourrelly ,1985), (Michel ,1987) ; (Gregoire et *al.*, 1978). Nous nous sommes également référés quelques sites web pour la connaissance de la position systématique de certaines espèces.

Les critères retenus lors de la détermination sont :

- La structure de la micro algue (cellulaire ou filamenteuse).
- La forme de la colonie ou du trichome.
- La taille et la couleur.
- La présence ou non : de gaine gélatineuse (couleur et aspect), d'akinètes, d'hétérocystes et de vacuoles gazeuses.

Dénombrement

Le dénombrement des algues recensées se base sur une méthode d'échantillonnage relative qui se déroule en plusieurs étapes :

- **Première étape (Fixation et sédimentation):** Afin de réaliser un dénombrement dans de bonnes conditions, il faut ajouter quelques gouttes de Lugol dans l'échantillon (filtrat) 250 ml. Le Lugol tue les Algues, les alourdit (ce qui facilite leur sédimentation) et permet leur conservation pendant plusieurs mois.
- **Deuxième étape :** préparer un microscope, une lame porte objet, une cellule de comptage, pipette graduée et un appareil photo pour prise de vues instantanées.
- **Troisième étape :** Homogénéiser le flacon contenant l'échantillon d'algue par des simples mouvements, puis prélever un sous échantillon le volume (10 à 20 ml) est choisi en fonction de la densité algale et le déposer dans la cellule de comptage.
- **Quatrième étape (Comptage des micros algues):** Les dénombrements d'algues sont effectués à l'aide d'un microscope optique (type SIZZ), en utilisant les objectifs (Gr x 10) et (Gr x 40). Les comptages ne concerneront pas l'ensemble de la surface de la boîte, mais seulement une sous chambre repérée de superficie déjà connue ($2,5 \text{ cm}^2$) (Fig.14). Le comptage se fait par des parcours horizontaux sur toute la longueur de la sous chambre. Cette opération est répétée plusieurs fois (au moins 3 répétitions) pour avoir des valeurs moyennes plus proche des valeurs réelles.

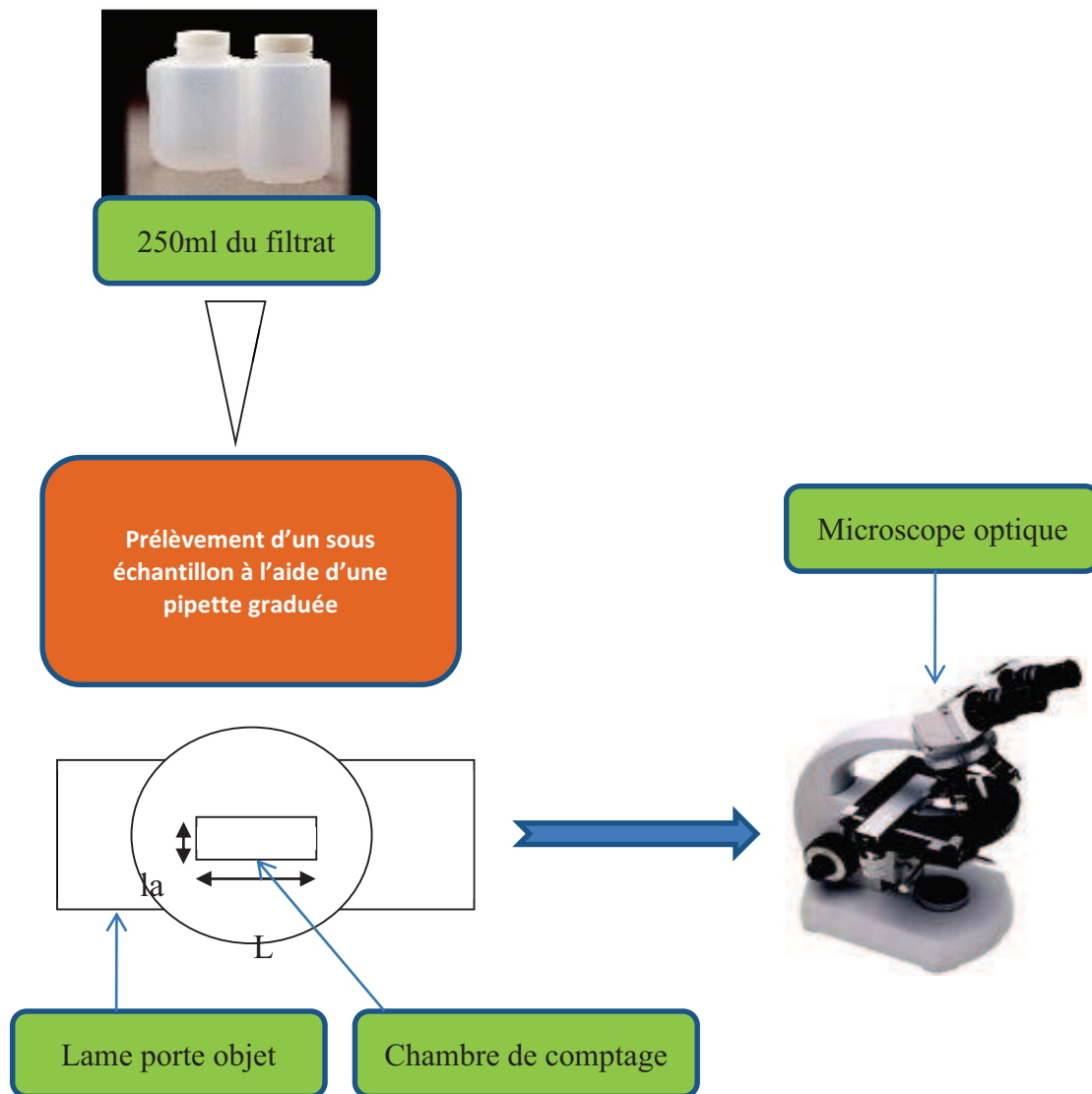


Figure 14. Schéma représentant les étapes de l'étude qualitative et quantitative du phytoplancton.

2.3. Méthode d'étude de l'ichtyofaune

2.3.1. Échantillonnage et techniques de pêche

Des pêches avec différents types de filet ont été réalisées *in-situ* afin de connaître la richesse spécifique, la biologie et l'écologie des différentes espèces de poissons. L'obtention d'un échantillon représentatif est l'un des principaux problèmes dans l'étude de la structure et de l'organisation des communautés ont été échantillonnées à des fréquences inégales (une seule fois jusqu'à plusieurs visites); ceci à été fait dans le but de

prospector le maximum de sites et d'aboutir à un inventaire le plus exhaustif possible. Certains sites ont subi plusieurs prélèvements pendant la période comprise entre début 2007 et la fin de 2011. L'échantillonnage a été fait par trois différents types d'outils; des verveux, des lignes et des nasses.

2.3.1.1. Description des techniques de pêche utilisées

a- La nasse

Piège en forme de cage ou de panier, fabriqué au moyen de matériaux divers. Il comporte une ou plusieurs ouvertures (Fig. 15). Les nasses sont des filets côtiers passifs, formant des pièges clos appâtés. Elles sont mouillées au fond, par filière sur une même ligne mère. Les nasses, à condition d'être bien posées, sont capables de pêcher dans des fonds difficiles où les autres engins, à part les lignes à main ne peuvent être mouillés. Ils sont très sélectifs (dans le cas de la nasse à maille) et ont l'avantage de conserver les proies vivantes (Cheilk et *al.*, 2006).

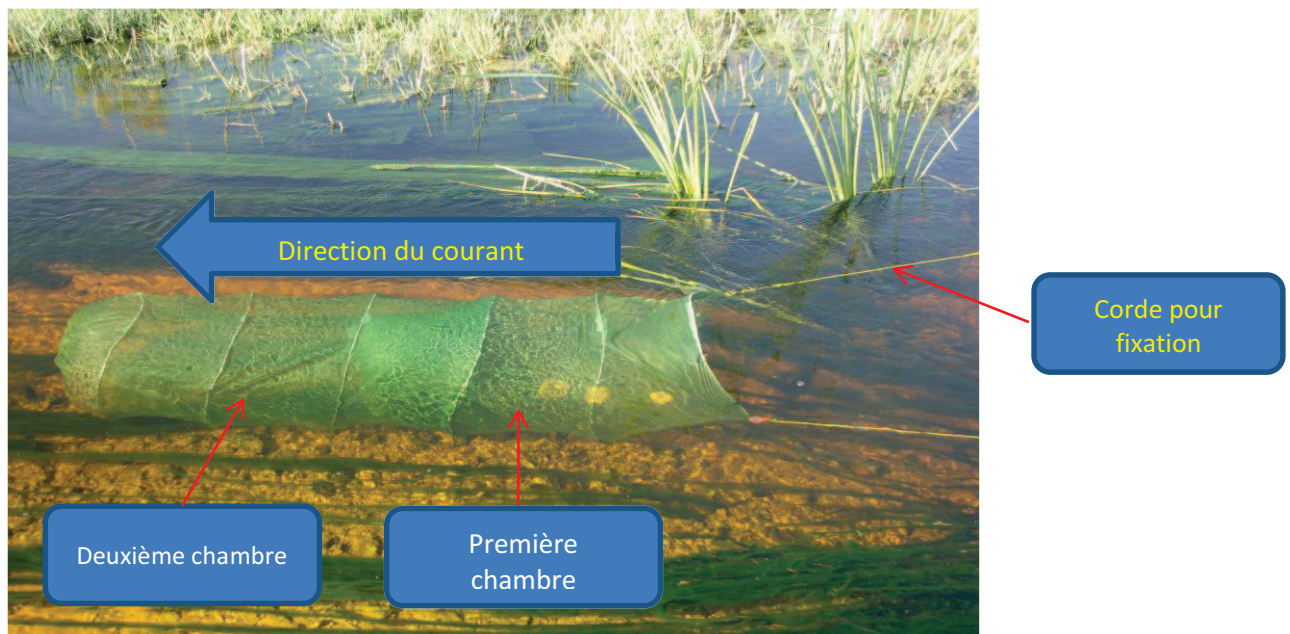


Figure 15. Schéma représentatif d'une nasse (Originale, 2011).

b- La ligne

Ligne verticale maintenue directement à la main, lestée à son extrémité et utilisée pour la pêche près du fond ou entre deux eaux. La pêche par les lignes est classée parmi les méthodes sélectives. Elle est composée d'une perche principale d'une longueur variable (jusqu'à quelques mètres) qui porte un à deux hameçons (Fig.16).

Des types de lignes différents peuvent être distingués selon les espèces ciblées par la pêche :

- Les lignes à main qui ont une résistance de fil qui peuvent supporter des poids de 35 à 37 kg et sont généralement utilisées pour pêcher des petites dorades.
- Les lignes à main dont la résistance de fil peuvent supporter un poids de 52 kg et qui sont utilisées pour capturer les gros individus de la famille de Scianidés (Cheikh et *al.*,2006).

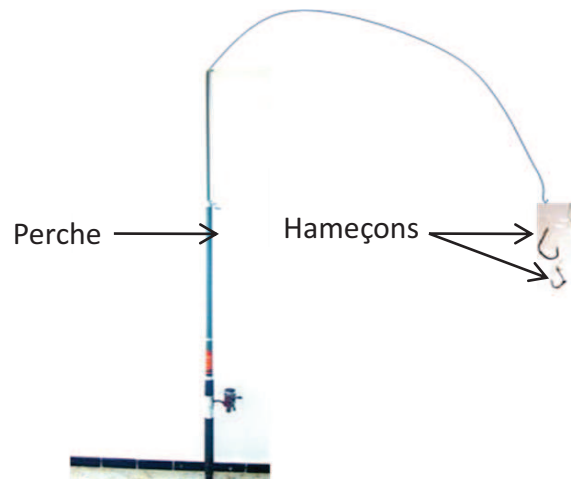


Figure 16. Schéma d'une canne à pêche (ligne) utilisée lors de cette étude (Originale, 2011).

c- Verveux

C'est un filet maillant, de forme cylindrique ou conique, constitué par des poches de capture et d'une nappe en nylon mono filament. L'ouverture est attachée à un cadre métallique pour garder l'ouverture du filet au moment de la capture des poissons. C'est un filet simple, fabriqué à la main et utilisé généralement dans les cours d'eau de faible profondeur (Fig.17). La partie supérieure est munie d'un flotteur (le rôle des flotteurs est de maintenir une position verticale de l'ouverture) et une partie postérieure par des poids en plomb (Le rôle des poids est de fixer le filet sur le fond) (Cheikh. et *al.*, 2006).

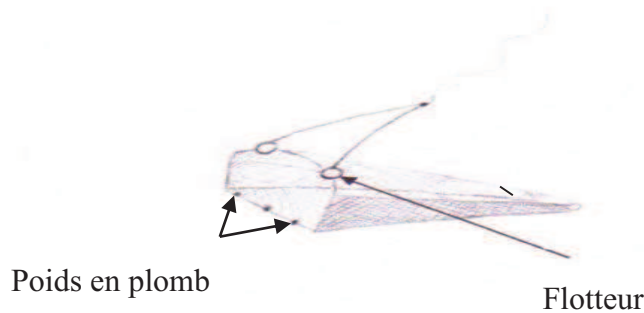


Figure 17. Schéma représentatif d'un verveux utilisé lors de cette étude.

(Hammoudi, 2011).

2.3.1.2. Conservation et identification des spécimens de poissons

Après les captures, les poissons sont transportés le plus rapidement possible au laboratoire, soit pour les examiner ou pour les congeler et les traiter plus tard. Le transport des spécimens est réalisé selon deux méthodes :

- ✚ Soit en gardant les individus à l'état vivant dans l'objectif d'étudier leur parasitologie, leur morphométrie et leur biométrie.
- ✚ Soit les conserver *in-situ* dans une solution d'éthanol pur comme le cas pour les petits poissons des genres *Aphanius* et *Pseudophoxinus*.

Lors de l'identification des poissons capturés, nous avons adopté les méthodes suivantes :

- ✚ L'utilisation de clés d'identification pour le cas de l'espèce *Pseudorasbora parva* et pour la majorité des cyprinidés comme celle de Leveque et *al* (1992) et de Teugels et *al* (2001).
- ✚ Par prise des photos envoyées par email à des spécialistes en poissons, comme ça a été le cas pour les genres *Pseudophoxinus*, *Aphanius* et *Tilapia*.
- ✚ Ramenés en France à des spécialistes en ichtyofaune continentale en vue d'une confirmation, cas des *Pseudophoxinus* et *Aphanius*
 - Alain Crivelli (Tour du Valat, Arles- France)
 - Nicolas Poulet (ONEMA : Office National de l'eau et des milieux aquatiques, Paris)
 - Frédéric Santoul (ECOLAB Université de Toulouse III)

2.4. Méthode d'étude de quelques paramètres du développement

2.4.1. Morphométrie

Les caractères méristiques et morphométriques examinés ont été choisis en se basant sur des travaux antérieurs similaires portant sur les mensurations standards des poissons (Doadrio *et al.*, 2002 ; Trabelsi *et al.*, 2004). Un total de douze caractères morphométriques sont mesurés : la longueur totale (LT), longueur standard (LS), longueur de la tête ou céphalique (Lcep), longueur prés dorsale (Lpd), longueur pré-pectorale (Lpp), longueur poste pectorale (LPp), longueur pré-anale (Lpa), hauteur du corps (Hc), hauteur pré-caudale (Hpc), diamètre orbitaire (Do), longueur poste orbitaire (LPo) et la longueur pré-orbitaire (Lpo) (Fig.18). 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 ichtyomètre à butée, pour les longueurs, totale et standard et, à l'aide d'un compas à pointes sèches, pour les autres mensurations.

En outre, six caractères numériques sont pris en considération : le nombre de rayons de la nageoire dorsale (D), anale (A), pectorale (P), caudale (C), le nombre d'écailles sur la ligne latérale (LL) et le nombre de bandes sur les deux flancs de l'animal (gauche et droit) (B). Les rayons des nageoires ont été comptés sans prendre en considération s'il s'agit de rayons mous ou de rayons durs (Barriga-Sosa *et al.*, 2004).

Nous avons également relevé pour chaque individu, la nature du sexe et la masse totale (W) au centième de gramme. L'âge a été déterminé par scalimétrie (écaille mesurée) (Lea, 1910), 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 (Grossissement x40). Les espèces traitées afin d'obtenir des données concernant les aspects morphologiques, biologiques et écologiques sont le genre *Barbus* (Oued Ghaicha, O.Tadjmout, O Mellah, Oued Taadmit et Oued Sebgag), le genre *Pseudophoxinus* (Oued Mellah), l'*Aphanius fasciatus* (oued Righ) et le genre *Tilapia* dans l'Oued Khrouf et du Lac Ayata.

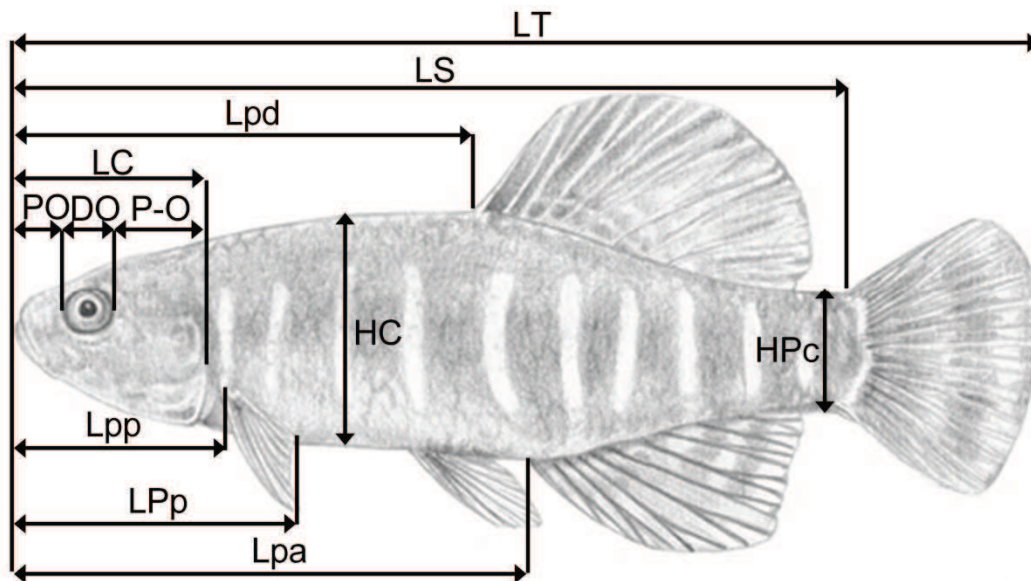


Figure 18 : Différents caractères métriques portés sur les poissons captures (ex : cas du de *Aphanius fasciatus*).

(Longueur totale : LT ; longueur standard : LS ; longueur de la tête ou céphalique : Lcep ; longueur prés dorsale : Lpd ; longueur pré-pectorale : Lpp ; longueur poste pectorale : LPp ; longueur pré-anale : Lpa ; hauteur du corps : Hc ; hauteur pré-caudale : Hpc ; diamètre orbitaire : Do ; longueur poste orbitaire : LPO ; et la longueur pré-orbitaire : Lpo).

2.4.2. Détermination de l'âge

L'âge a été déterminé directement par lecture des pièces anatomiques : écailles, otolithes, opercules, vertèbres et rayons des nageoires, ou indirectement par méthode statistique en étudiant la distribution d'un caractère mesurable quelconque (caractère métrique), et la répartition de cette distribution en classe d'âge (Do-Chi, 1977). L'âge peut être déterminé aussi par le marquage (Micha, 1971 ; Daget & Leguen, 1975).

2.4.2.1. Prélèvement et préparation des écailles

Les écailles destinées à l'étude ont été prélevées au niveau de la partie latérodorsale comme le montre la figure 19. Cette zone est celle où l'apparition des écailles est la plus précoce (Boet & Le Louarn, 1985). Après leur prélèvement, les écailles ont été nettoyées à l'eau courante, frottées entre le pouce et l'index pour les débarrasser des fragments de tissu et du mucus qui les couvrent, puis 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). Ensuite les écailles ont été montées à sec entre deux lames minces, reliées à leurs bouts avec du scotch, à raison de 6 à 8 écailles par individu selon la taille (Fig.19).

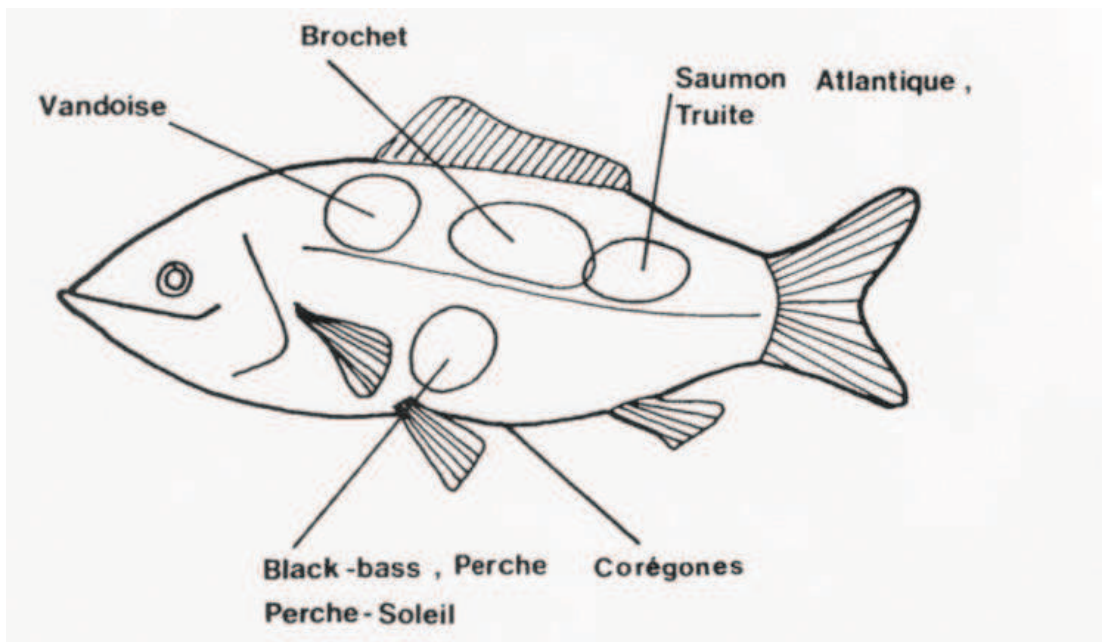


Figure 19: Localisation des emplacements de prises d'écailles chez les différentes espèces de poissons. (D'après Casselmann, 1967; Jearld, 1983; Bagliere, 1985; Richard, 1986).

2.4.2.2. Lecture des écailles

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 (Fig.20).

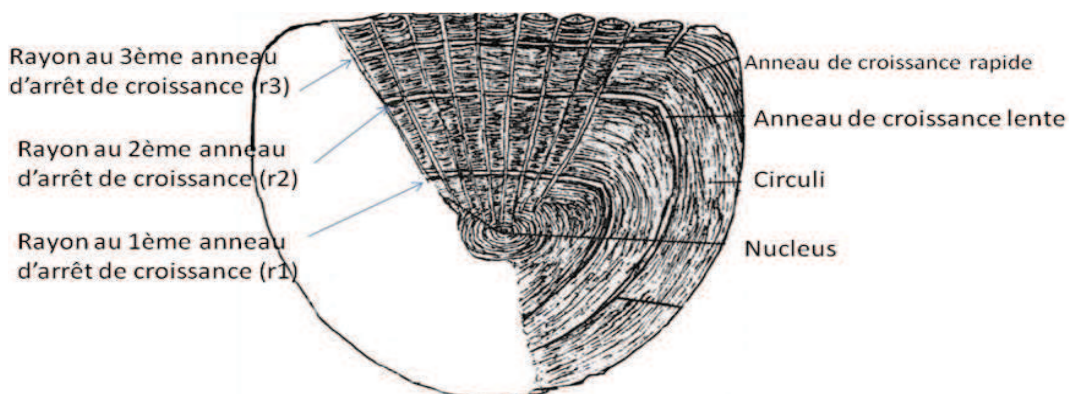


Figure 20 : Mensurations réalisées sur l'écaille d'un poisson de 3 années (Bouhbouh, 2002).

2.4.3. Définition des paramètres sexuels

- Cas des Cyprinidae (*Barbus*, de *Pseudophoxinus*) et de Cichlidae (*Tilapia*)

Lors de la fraie, les mâles de Cyprinidés présentent des excroissances cutanées, surtout sur la tête et la partie antérieure du corps (Dahlstrom, 2003). Chez le genre *Barbus*, les gonades se présentent sous forme de deux lobes allongés suspendus contre la paroi abdominale. Les testicules sont pairs, en général aplatis, de couleur d'un blanc laiteux. Les ovaires sont également pairs, fusiformes et cylindriques, généralement plus volumineux que les testicules. Leur couleur est jaune orangée en période de reproduction.

- Cas des Cyprinodontidae (*Aphanius fasciatus*)

Le mâle, 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. La femelle a des couleurs plus neutres : dos gris vert nageoires grises (Kottelat & Freyhof, 2007) (Fig. 21).



Figure 21. Dimorphisme sexuel chez l'*Aphanius fasciatus* (Guemmour, 2012)

2.5. Méthodes d'étude parasitologique et épidémiologique

2.5.1. Prélèvement et identification des parasites

2.5.1.1. Recherche des hémoparasites

a. Préparation des frottis sanguins

La recherche des hémoparasites nécessite des poissons vivants, le diagnostic est basé sur un prélèvement d'une petite quantité de sang à partir de la veine branchiale à l'aide de seringues sous-cutanées jetables. Chaque seringue est insérée suivant un angle de 30° à 60° en maintenant l'animal stable (Lopez-Olvera *et al.*, 2003 ; Knotkova *et al.*, 2002).

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° (Fig.22). Une fois le frottis réalisé, la lame est laissée sécher à l'air libre sous un couvercle aéré pour éviter son altération par la poussière, puis étiquetée suivant le code de l'espèce correspondante.

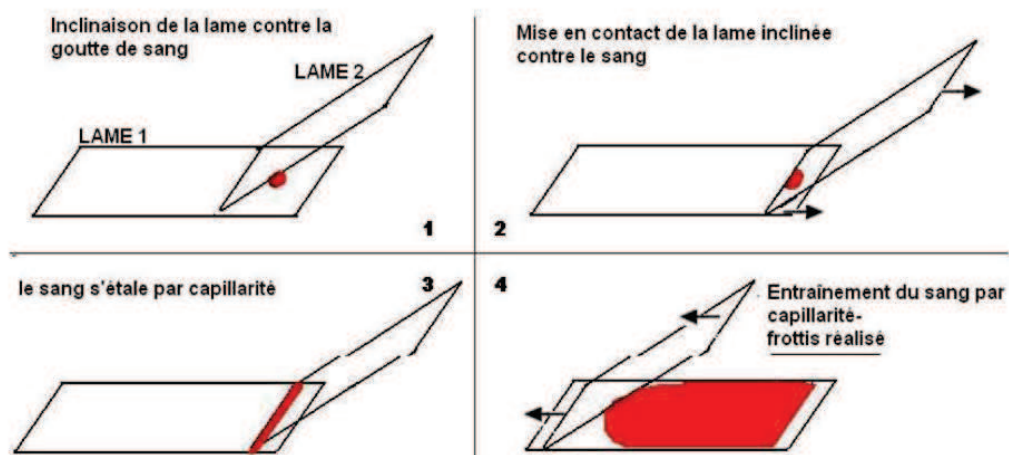


Figure 22. Préparation d'un frottis sanguin pour analyse des hémoparasites chez les poissons.

b. Coloration des frottis

Les frottis sont colorés par May-Grunwald et Giemsa Romanowski (MGG). Cette coloration est spécifique pour la caractérisation des cellules sanguines, et pour la détection des hémoparasites (Petithory & Ardoin, 2005 ; Giemsa, 1904 ; Knotkova *et al.*, 2002).

Le principe de cette coloration est :

- ✓ Le May-Grunwald étant un colorant composé d'alcool méthylique, de bleu de méthylène et d'éosinate fixe le frottis et colorie surtout le cytoplasme des globules blanc granulés : hétérophiles, basophiles, et éosinophiles.

- ✓ Le Giemsa étant composé d'azur de méthylène confère aux noyaux et aux granulations azurophiles une couleur violette bleutée.

c. Protocole

Les deux colorants sont appliqués séparément :

- ✓ le May Grunwald est utilisé pur, alors que le Giemsa est employé dilué à 10% est obtenue par dilution de 100 ml de Giemsa pur dans 900 ml d'eau distillée (Petithory & Ardoin, 2005).

Le mode opératoire employé est le suivant :

- ✓ Placer horizontalement les frottis séchés sur un support,
- ✓ Égoutter à l'aide d'une seringue une quantité suffisante de May Grunwald sur toute la surface du frottis, appliquer durant 3 minutes sans que le colorant se déshydrate,
- ✓ Rincer rapidement les frottis avec une pissette à eau distillée sans gratter le frottis en cours de rinçage,
- ✓ Verser des gouttes suffisantes de Giemsa dilué sur les frottis pendant 18 à 20 minutes sans laisser dessécher les frottis,
- ✓ Rincer avec de l'eau distillée et laisser sécher les lames à l'air libre.

2.5.1.2. Recherche des ectoparasites

Après chaque pêche, les branchies ont été immédiatement prélevées par section dorsale et ventrale et conservées individuellement dans des papillotes de papier aluminium ou dans des petits flacons contenant l'éthanol pur (Blahoua et *al.*, 2009). Chaque branchie conservée porte un code avec précision de la date et du site de collection.

Au laboratoire, après décongélation des branchies à l'air libre, les filaments branchiaux ont été lavés à l'aide d'une pissette. L'eau de rinçage recueillie dans une boîte de Pétri ainsi que les filaments branchiaux ont été examinés sous une loupe binoculaire (à différentes grossissements). L'identification des parasites a été réalisée après observation microscopique des caractères morpho anatomiques des parasites (Djebbari et *al.*, 2009) (Fig.23).

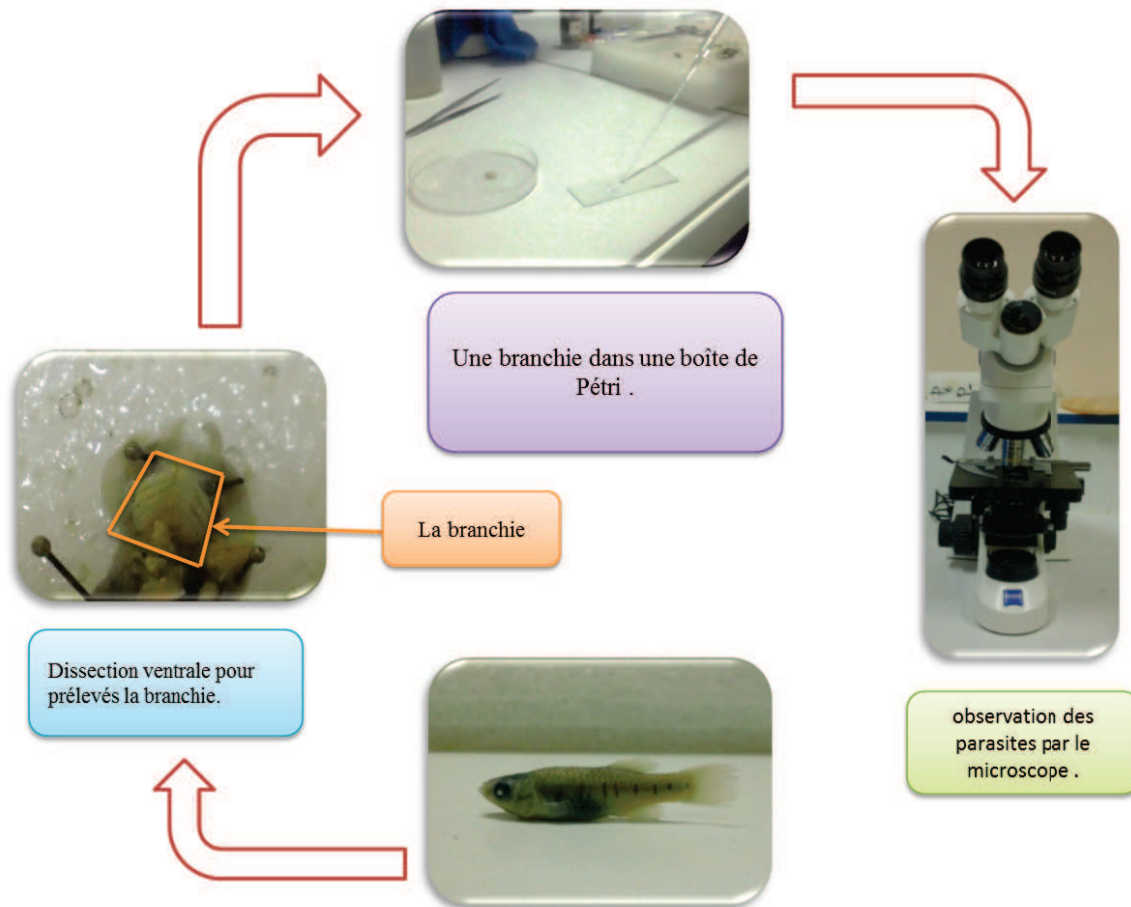


Figure 23. Etapes suivies lors de la recherche des ectoparasites des branchies de *l'Aphanius*.

2.5.1.3. Recherche des mésoparasites

Pour les parasites qui sont généralement visibles à l'œil nu, on suit les étapes suivantes (Fig.24) :

- ✓ Ouverture de la cavité abdominale par une incision depuis l'anus jusqu'à la tête,
- ✓ Après éviscération, le tube digestif est prélevé à l'aide d'une pince et placé dans une boîte de Pétri,
- ✓ Ouverture et examen du tube digestif en ajoutant une quantité d'eau distillée (quelques millilitres),
- ✓ Les parasites sont immédiatement conservés dans des tubes contenant de l'éthanol à 70°. Les tubes ont été étiquetés en portant le code correspondant à chaque individu examiné (Siroky et *al.*, 2006).



Figure 24. Dissection d'un poisson à la recherche des parasites dans le tube digestif.

2.5.1.4. Identification des parasites

✓ Les ectoparasites

Les ectoparasites ont été identifiés par l'observation sous microscope des critères morpho-anatomiques à différents grossissements (Gr. x10, x40, x100) (Malmberg, 1957) en se référant aux clés de détermination établies par Geoffrey (1982), Fall et *al* (2000), Lucy et Ernest (1994) et Paprena (1982).

✓ Les mésoparasites

L'identification des mésoparasites a été réalisée par l'observation des traits morphologiques à l'aide d'un stéréoscope (DJebbari et *al.*, 2009) et en se référant aux clés d'identification de Paprena (1982), Lucy & Ernest (1994) et Klays (2005).

✓ 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 à la clé d'identification de Klays (2005).

3. Exploitation et analyse statistique des données

3.1. Exploitation par des paramètres et des indices écologiques et biologiques

3.1.1. Paramètres écologiques

✚ 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).

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

✚ 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 & 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 supérieur à 10 %.
- Les espèces très accidentelles qualifiées de sporadiques, ont une fréquence inférieure à 10%.

✚ 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.

Pour notre cas, nous avons utilisé ce coefficient pour comparer la composition spécifique du peuplement phytoplanctonique des différents sites et pour différentes dates d'étude prises deux à deux.

✚ Application d'indices de diversité des peuplements :

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) qui est la moyenne du nombre d'espèces observées dans une série de prélèvements. Elle peut être également représentée par des indices différents.

✓ Richesse 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 ; Magurran, 1988). 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 (Blondel, 1979 ; Dajoz, 1985 ; Magurran, 1988) :

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

où

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

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

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

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 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. Lorsque :

- $H = 0$ → tous les individus appartiennent à la même espèce.
- $H < 1,5$ → le peuplement étudié est peu diversifié.
- $H > 1,5$ → le peuplement étudié est diversifié.

✚ 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).

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

Et

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

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).

3.2. Estimation des paramètres de croissance

✚ 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 & 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 puissance en adoptant la méthode de l'axe majeur réduit, préconisée par Teissier (1948) :

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

Les croissances linéaire et pondérale sont ajustées au modèle de Von Bertalanffy (1938). Ce modèle est appliqué pour la plupart des espèces de poissons (Sparre & Venema 1996). Les expressions du modèle de croissance sont les suivantes : Croissance linéaire : $L_t = L_\infty [1 - \exp(-k(t-t_0))]$; Croissance pondérale : $W_t = W_\infty [1 - \exp(-k(t-t_0))]$. Où L_t et L_∞ sont respectivement la longueur du poisson à l'instant t et la longueur asymptotique qui serait atteinte par le poisson à l'âge théorique infini ; k est le coefficient de croissance caractérisant la vitesse avec laquelle l'espèce croît vers sa taille asymptotique ; t_0 est l'âge théorique pour une longueur nulle ; W_t et W_∞ sont respectivement le poids du poisson à l'instant t et le poids asymptotique qui serait atteinte par le poisson à l'âge théorique infini. Les trois paramètres (L_∞ , k , t_0) de l'équation de Von Bertalanffy ont été estimés en ajustant les données de longueur et d'âge observés. La formulation mathématique de l'équation de la croissance exprimant l'évolution des poids moyens en fonction du temps se fait par simple combinaison de la relation longueur-poids et de l'équation de croissance en taille. L'expression de la relation taille-poids s'écrit selon l'équation suivante (Ricker, 1968) :

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

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 (Gaâmour, 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_0 : 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 t 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 7 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.

3.3. Analyse des aspects épidémiologiques

3.3.1. 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.

a. 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 <prévalence < 50%) et espèce rare (prévalence < 10%) ont été définis selon Valtonon et *al.*, 1997.

b. 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 est expliquée dans la Figure 25 :

1- prévalence forte mais intensité faible => parasite distribué sur l'ensemble de la population hôte.

2- prévalence faible mais intensité forte => phénomène d'agrégation parasitaire sur les mêmes individus.

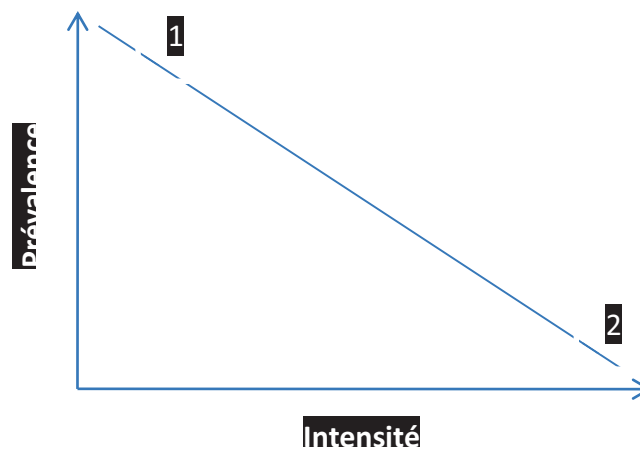


Figure 25. Rapport entre la prevalence et l'intensité.

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 moyenne.
- ✓ $IM > 100$: intensité moyenne élevée.

c. 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) de l'échantillon examiné. C'est le nombre moyen d'individus d'une espèce parasite par hôte examiné.

$$AB = \sum n / N$$

3.4. Estimation des paramètres de la reproduction

✚ Sex-ratio

C'est un indice qui indique la proportion des individus de chaque sexe d'une espèce donnée. Il indique le pourcentage moyen de femelles ou des mâles dans un stock reproducteur. La sex-ratio est donnée par la relation appliqué par (Kara ,1997), et calculé comme suit :

$$\text{Sex-ratio} = \frac{\text{nombre de mâles}}{\text{nombre de total}} \times 100$$

3.4.1. Fécondité

Indique le nombre d'œufs trouvés chez une femelle mûre. Le dénombrement des ovocytes est fait sous la loupe binoculaire après dilacération de la trame conjonctive. Dans chacun des ovaires examinés, nous avons compté tous les œufs.

La fécondité absolue (Fa) est déterminée ; elle est définie comme étant la somme du nombre total d'œufs dans chaque ovaire divisé par le nombre d'ovaires.

$$Fa = \sum \text{oeufs par ovaire} / \text{nombre d'ovaires}$$

L'évolution de la fécondité absolue est déterminée en fonction de la longueur totale du corps.

La fécondité relative (Fr): Indique le nombre d'ovocytes mûrs chez une femelle par rapport au poids total de cette femelle.

$$Fr = \text{nombre d'œufs dans l'ovaire} / \text{poids total de la femelle}$$

3.4.2. Rapport gonado-somatique (*R.G.S*)

Le rapport gonado-somatique ou *R.G.S* est défini par Bougis (1952) comme étant égal à cent fois le poids des gonades divisé par le poids du corps éviscéré. Il exprime le poids des gonades en pourcentage du poids du corps selon la formule suivante :

$$R.G.S = (\text{Poids des ovaires} / \text{poids du corps éviscéré ou poids total}) \times 100$$

3.4.3. Rapport hépato-somatique (*R.H.S*)

Le rapport hépato-somatique *R.H.S* est égal à cent fois le poids du foie sur le poids total du corps ou par rapport au poids éviscéré (Bougis, 1952). Ce rapport donne une idée sur le métabolisme des lipides et il est souvent en relation avec le cycle sexuel.

$$R.H.S = (\text{Poids du foie} / \text{Poids du corps éviscéré ou poids total}) \times 100$$

3.4.4. Taille à la première maturité sexuelle

La taille à la première maturité sexuelle est un paramètre essentiel à la détermination du potentiel reproducteur d'un stock de poissons (Stearns, 1976 *in* Gregoire et *al*, 1999). Deux critères de maturité ont été pris en considération chez les femelles (Bouhbouh, 2002):

- les femelles sont matures quand elles sont potentiellement fécondes, c'est à dire quand elles portent dans leurs ovaires des ovocytes en vitellogenèse;
- les femelles sont matures quand elles portent des œufs fécondés ou des embryons.

La taille de première maturité sexuelle correspond à la taille à laquelle 50 % des femelles sont mûres (L50).

3.5. Analyses statistiques

3.5.1. Analyses statistiques univariées

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

3.5.2. Analyses statistiques bivariées

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 $P \leq 0,05 \Rightarrow$ il y a une corrélation entre les deux caractères.

3.3.3. Analyses de la variance à un critère de classification

La comparaison des deux sites entre eux, pour l'ensemble des variables étudiées, a été réalisée à l'aide de l'analyse de la variance à un critère de classification.

-si $P > 0,05 \Rightarrow$ il y a des différences significatives entre les deux caractères

-si $P > 0,01 \Rightarrow$ il y a des différences hautement significatives entre les deux caractères.

-si $P > 0,001 \Rightarrow$ il y a des différences très hautement significative entre les deux caractères.

Tous les calculs uni- bi- et multivariés ont été exécutés avec le logiciel MINITAB d'analyse et de traitement statistique des données, version 13.31 pour Windows (X, 2000).

CHAPITRE III



Résultats et discussions

Chapitre III – Résultats et discussions

1. Caractérisation de la qualité de l'eau

1.1. Qualité physicochimique

1.1.1. Résultats

Afin de caractériser la qualité physico-chimique de l'eau des hydrosystèmes de la région d'étude, nous avons rapporté les valeurs correspondantes à plusieurs paramètres clés donnant une image fidèle de cette qualité de l'eau. La variation spatiale des sites explorés différents par leurs étages bioclimatique et leurs typologies nous a permis de mettre la lumière sur les éventuelles variations entre ces sites. Ainsi ; nous avons étudié : le Lac Ayata et Oued Khrouf (étage saharien) ; Oued Tadjmout et Oued Ghaicha (étage aride) ; Barrage de Foum El-kherza (étage subdesertique)

Les données caractérisant la nature physico-chimique de l'eau mesurée selon les méthodes décrites plus haut, sont rapportées dans les tableaux ci-dessous (Tableau.10).

Tableau 10 : Variations des paramètres physicochimiques de l'eau dans quelques hydrosystèmes de la région prospectée. (Max : Maximum, mn : minimum, moy : moyenne)

Paramètres mesurés		Lac Ayata	Oued khrouf	Oued Tadjmout	Oued Ghaicha	Barrage Foum El-Kherza	Barrage Timgad
T°C	mn	15,8	17,1	8	9,2	19	9
	moy	19,95	20,05	15,93	17,5	22,32	13,89
	Max	24,1	23	21,2	22,9	26,5	23,3
pH	mn	7,33	6,2	7,03	7	8,2	7,07
	moy	8,075	6,9	7,412	7,71	8,27	7,578
	Max	8,82	7,6	7,8	8,8	8,4	8,1
Turbidité (NTU)	mn	1,07	1	1,01	1,1	2	2,62
	moy	1,75	1,505	2,05	3,99	5	11,58
	Max	2,43	2,01	3,1	5,7	9	34,3
S %	mn	1,9	1	0,9	0,2	0,4	0,4
	moy	1,95	1,6	1,3	0,283	0,56	0,45
	Max	2	2,01	1,7	0,4	0,7	0,7
Cond (µs/cm)	mn	3555	3260	1793,3	381	804	822
	moy	3577,5	3405	2488,3	562,99	1157,77	922,9
	Max	3600	3550	3083,3	754	1420,77	1178
NO2 mg/l	mn			0,018	0,01	0,004	0
	moy			0,0783	0,063	0,027	0,0038
	Max			0,58	0,07	0,069	0,005
NO3 mg/l	mn			3,5	2,05	0,024	0,47
	moy			5,033	8,45	0,105	3,304
	Max			9,4	18	0,26	5,635
PO4 mg/l	mn			0,09	0,07	0,003	0
	moy			0,245	0,258	0,0283	0
	Max			0,4	0,35	0,099	0

O2 dissous mg/l	mn	4,7	4,5	8,8	6,2	5	4,3
	<i>moy</i>	4,95	4,75	9,5	6,95	5,8	4,95
	Max	5,2	5	10.2	7,7	6.6	5,6
TDS	mn				225,8		401
	<i>moy</i>				287,63		466,87
	Max				376		616
HCO	mn				151,89		
	<i>moy</i>				184,54		
	Max				211,06		
CL- (mg/l)	mn				75,87		
	<i>moy</i>				96,53		
	Max				113,805		
Mg++ (mg/l)	mn				3,045		
	<i>moy</i>				14,16		
	Max				23,325		
NH4 (mg/l)	mn						0,036
	<i>moy</i>						0,099
	Max						0,162

1.1.2. Discussions

➤ La température (T °C)

La température de l'eau présente des variations bien visibles dans l'ensemble des stations prospectées ; la valeur la plus basse est enregistrée au niveau d'Oued Tadjmout (8 °C) et la plus élevée dans le Barrage de Foum El-Kherza avec 26,5 °C. L'écart de température entre la valeur maximale et minimale est le reflet de l'étage bioclimatique caractérisant chaque site étudié. Nos relevés de la température font apparaître grossièrement que les plans d'eau de l'étage bioclimatique désertique sont les plus chauds (Fig.26). Les fluctuations de ce paramètre abiotique sont en relation avec les conditions climatiques locales et régionales et plus particulièrement avec la température de l'air, ainsi que les phénomènes d'évaporation d'eau et de précipitations qui en résultent quand cette dernière augmente. Des résultats similaires, concernant d'autres plans d'eaux, ont également rapporté la forte influence de la température de l'air sur celle de l'eau. Aminot (1983), montre que la température est un facteur environnemental important pour la vie aquatique contrôlant l'ensemble des processus biologiques tels que la reproduction, la croissance et le préférendum thermique, liés à un environnement donné. Les bactéries fécales ainsi que les protozoaires prédateurs ont une activité métabolique généralement croissante avec l'augmentation de la température (Burkhardt et *al.*, 2000)

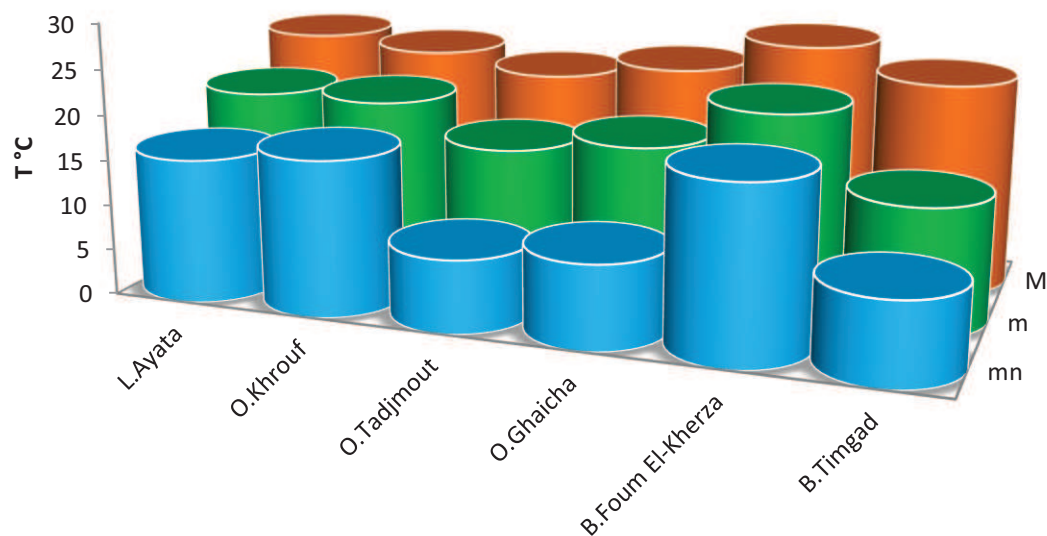


Figure 26 : Variations des températures (T °C) de l'eau dans les stations prospectées (M : maximale ; m : moyenne ; mn : minimale).

➤ **Le potentiel d'hydrogène (pH)**

Le pH, ou potentiel d'hydrogène, caractérise l'acidité ou l'alcalinité de l'eau. C'est un indicateur de la quantité et de la nature des ions minéraux en solution dans l'eau (Grogga, 2012). Il a un effet important sur le goût de l'eau, il indique aussi des possibles problèmes de corrosion et la possibilité de la présence des métaux toxiques. Les valeurs de pH enregistrées dans les six stations prospectées varient entre 6,9 dans Oued Khrouf et 8,27 dans le Barrage de Foum El-Kkherza. Les sites comme le Lac Ayata, l'Oued Tadjmout, l'Oued Ghaicha et le Barrage de Timgad ont des valeurs légèrement alcalines variant généralement entre 7 et 8 (Fig.27). Cette alcalinité s'expliquerait par l'absence d'une source de pollution réelle comme les eaux usées par exemple. Dans le site d'Oued Khrouf, le pH est acide (6,2) à légèrement alcalin (7,6). Cette acidité serait attribuée à l'activité bactériologique dans ce milieu ou par l'apport de substances acides charriées par les cours d'eau.

Silberged (1993) ; Lagadic et al (1997), rapportent que l'activité enzymatique peut être extrêmement sensible aux variations saisonnières du milieu, ainsi qu'à la contamination probable de l'environnement. Les eaux naturelles ont en général un pH qui varie entre 6,5 et 8,5. Si le pH est en dessous de (4,5), des irritations des membranes mucageux peuvent se produire et l'eau devient fortement corrosive, avec un goût aigre. Si le pH est au-dessus de 10, les mêmes irritations se produisent et le goût devient savonneux. Le pH de l'eau permet de classer celle-ci en trois

catégories selon l'échelle adoptée par Hecker et *al* (1996). Eau acide ($\text{pH} < 5,5$), eau neutre ($\text{pH} = 5,5 \text{ à } 7,4$), eau alcaline ($\text{pH} > 7,4$). En pratique, les eaux ayant un pH supérieur à 8 ou inférieur à 6 sont rares mais on peut rencontrer des pH plus élevés dans des situations d'eutrophisation d'eau.

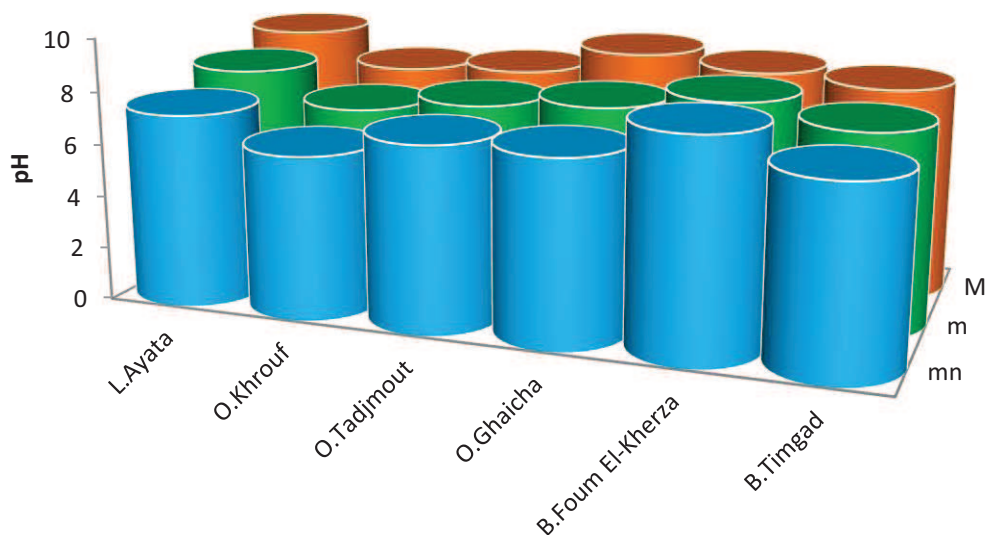


Figure 27: Variations du pH de l'eau dans les stations prospectées (M : maximale ; m : moyenne ; mn : minimale).

➤ Turbidité (NTU)

Dans l'ensemble des stations, nos résultats montrent que la turbidité de l'eau varie entre 1,0 et 34,3 NTU (Nephrometrie Turbidity Unit) (Fig.28). La turbidité est la réduction de la transparence de l'eau due à la présence de matière non dissoute. Selon l'U.S. Environment Protection Agency, l'intensité de la turbidité permet de classer l'eau suivant les normes ci-après (Anonyme, 1978) : $\text{NTU} < 30$ NTU : l'eau est claire ; $30 < \text{NTU} < 50$ NTU : Eau moyennement trouble ; $\text{NTU} > 50$ NTU : pour une eau trouble.

Les résultats de la turbidité moyenne obtenus dans les six stations étudiées sont nettement inférieurs à la valeur de guide fixée à 30 NTU pour une eau de turbidité claire. Dussart (1992), a signalé que l'augmentation de la transparence a lieu parallèlement à la chute de la densité en microalgues. Dans un plan d'eau, la transparence varie en fonction de l'abondance des particules en suspension (argile, limon, ...) et du phytoplancton (Balvay, 1985).

Dans le Barrage de Timgad, la turbidité calculée en janvier (34,30 NTU) est légèrement supérieure à la valeur de guide fixée à 30 NTU. Cette augmentation peut être en relation avec la

forte charge en matières en suspension, qui est probablement due à la combinaison de microflores produites, l'accumulation et le drainage par les courants des matières charriées par les oueds durant cette période de fortes crues sans oublier l'activité des oiseaux d'eau hivernant stationnant dans la station de notre prélèvement. La forte turbidité des eaux enregistrée en période de crue peut être expliquée par un apport important de particules solides issues du lessivage des sols du bassin versant (González et al, 2004). Ouattara et al (2001), ont montrés la même constatation concernant la relation entre la turbidité les les périodes de crue.

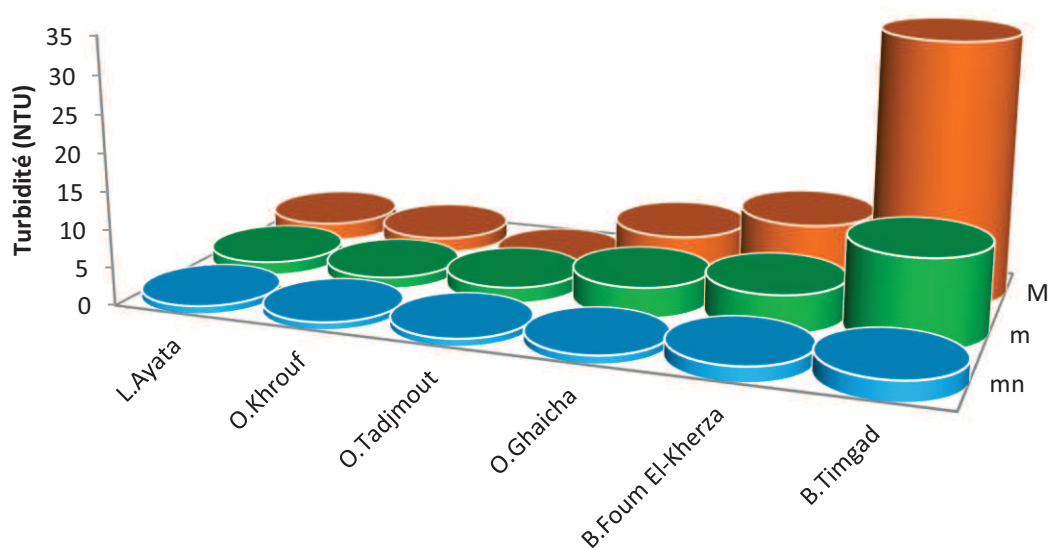


Figure 28: Variations de la Turbidité de l'eau en NTU dans les stations prospectées (M : maximale ; m : moyenne ; mn : minimale).

➤ La Salinité (S‰)

La salinité est définie à l'origine comme la quantité de sels dissous présents dans l'eau (Bouchar, 2010). Ce paramètre varie proportionnellement avec la conductivité (Terbah, 2007). L'eau est dure ou calcaire si elle est riche en sels de calcium, ou en sels minéraux en générale. Au contraire, elle est douce lorsqu'elle est pauvre en ces éléments (Rejsek, 2002). Nous notons en effet, que la salinité enregistrée le long de la période d'étude ne présente pas de grandes différences entre les différents sites étudiés sachant que les teneurs notées varient de 0,2 à 2,01 ‰ respectivement à Oued Ghaicha et Oued Khrourf (Fig.29).

Le degré de salinité permet de classer l'eau selon les catégories suivantes : Eau douce (S‰ < 0,5 g/l), eau douce à saumâtre (0,5 à 5 g/l), eau saumâtre à salée (18 à 30 g/l) et eau salée (S‰ > 30 g/l) (Hecker et al, 1996). Dans notre cas, les résultats de la salinité obtenus nous permettent de classer les sites étudiés dans la catégorie d'une eau douce à saumâtre. Il est clair de dire que

cette dernière est directement liée au rapport évaporation / précipitation. Cette constatation a été mise en évidence par les travaux de Hacini et *al* (2008) sur les variations de la salinité avec la température et l'évaporation.

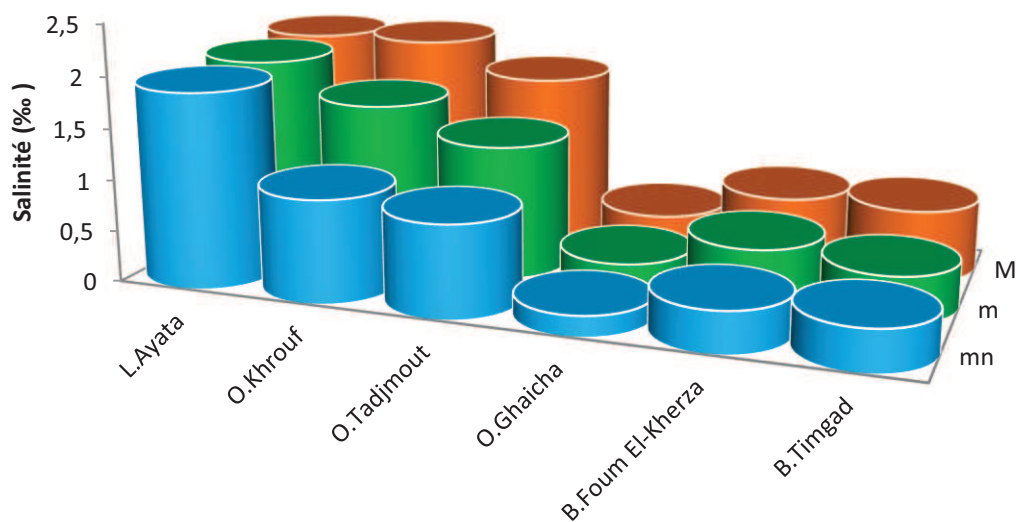


Figure 29 : Variations de la Salinité (‰) de l'eau dans les stations prospectées (M : maximale ; m : moyenne ; mn : minimale).

➤ **La conductivité**

La conductivité est une mesure générale de la qualité de l'eau, qui indique la quantité totale des sels dissous. Si la conductivité est élevée le goût de l'eau sera normalement salé (mais pas forcément). En plus, une haute conductivité indique la possibilité de la présence, à un niveau important, des ions dangereux à la santé et de la corrosivité de l'eau. La conductivité suit le rythme de la salinité dans l'ensemble des stations prospectées, elle dépasse les 3000 $\mu\text{s}/\text{cm}$, est inférieure à 800 $\mu\text{s}/\text{cm}$ dans Oued El-Ghaicha (Fig.30).

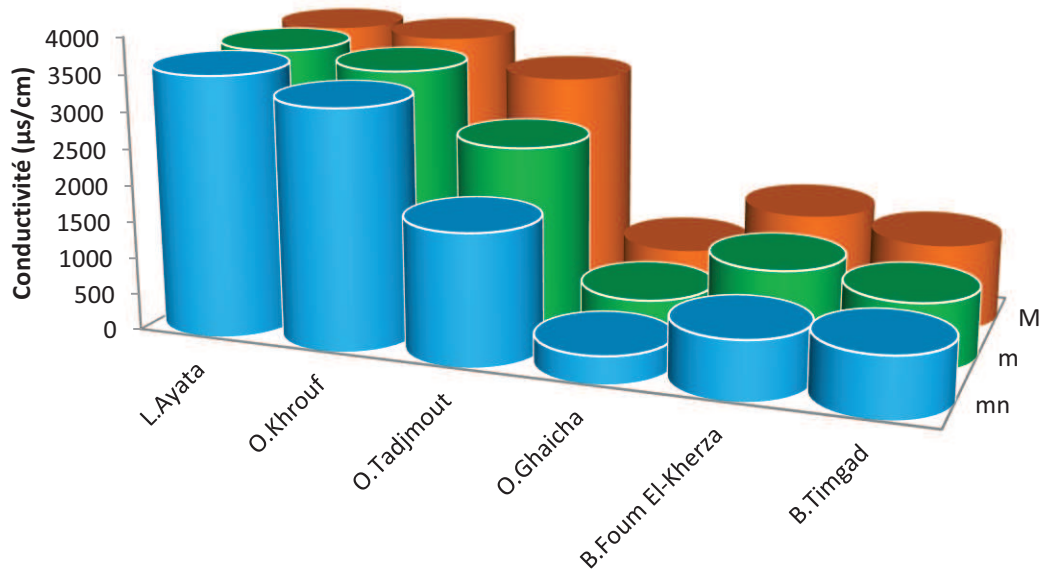


Figure 30 : Variations de la Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$) de l'eau dans les stations prospectées (M : maximale ; m : moyenne ; mn : minimale).

La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution (Rejsek, 2002). Dans Le tableau 11 nous rapportons la relation entre la minéralisation de l'eau et la conductivité.

Tableau 11: Relation entre la minéralisation de l'eau et la conductivité mesurée (Rejsek, 2002) (L: Lac; O: Oued; B: Barrage).

Conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation de l'eau	Conductivité moyenne mesurée
< 100	Très faible	
Entre 100 et 200	Faible	
Entre 200 et 333	Moyenne	
Entre 333 et 666	Moyenne accentuée	Oued Ghaicha
Entre 666 et 1000	Importante	Barrage de Timgad
>1000	Elevée	L.Ayata, O.Khrouf, O.Tadjmout, B.Foum El-Kherza

La plus part du temps, la conductivité a une origine naturelle due au lessivage des terrains. Ce lessivage entraîne naturellement la dissolution d'un certain nombre de sels minéraux. Elle peut également avoir pour origine l'activité humaine causée par les effluents agricoles, industriels ou domestiques qui contiennent des sels contribuant eux aussi à l'accroissement de la conductivité. Nous citons le cas de la dégradation de la qualité des eaux littorales dans certaines baies au lac

Tanganyika (Burundi) est due selon (Ogotu et al., 1997; Branchu et al., 2005; Eggermont & Verschuren, 2003) aux activités humaines.

Selon (Hade, 2002) la conductivité est influencée par divers paramètres tels que :

- ✓ La géologie du bassin versant,
- ✓ Les apports d'eau souterraine,
- ✓ La température de l'eau,
- ✓ Les variations de débit des ruisseaux et des rivières qui alimentent l'Oued (la conductivité augmente lorsque le débit est faible, car il y a une plus grande concentration d'ions, et diminue lorsque le débit est élevé),
- ✓ Les apports d'eau contaminée provenant des activités humaines (déglaçage des routes, agriculture, développement urbain, activités industrielles).

➤ **Les nitrites (NO₂)**

Selon Dussart (1992), les nitrites représentent la forme intermédiaire et le résultat de l'oxydation des matières organiques azotées.

Nos données montrent que la teneur en azote nitreux est très faible et varie autour d'une moyenne de 0,2 mg/l avec une concentration maximale de 0,58 mg/l notée dans l'Oued Tadjmout (Fig.31). La présence de nitrites dans une eau peut être due à une oxydation incomplète de composés azotés (azote organique ou ammoniacal). Elle correspond à un stade intermédiaire et sa concentration est en général inférieure à 1,0 mg/l (Rejsek, 2002). D'après ANRH (2003) in Houadef et Salem (2007), les classes proposées pour les nitrites sont : (0 à 0,01mg/l) pour une eau de bonne qualité, entre 0,01 et 0,1 mg/l pour une qualité moyenne et de mauvaise à très mauvaise qualité lorsque les valeurs de nitrites est de 0,1 à 3 mg/l et NO₂ > 3 mg/l. Donc, de manière générale, nous pouvons dire que la qualité l'eau des stations étudiées est de moyenne à bonne.

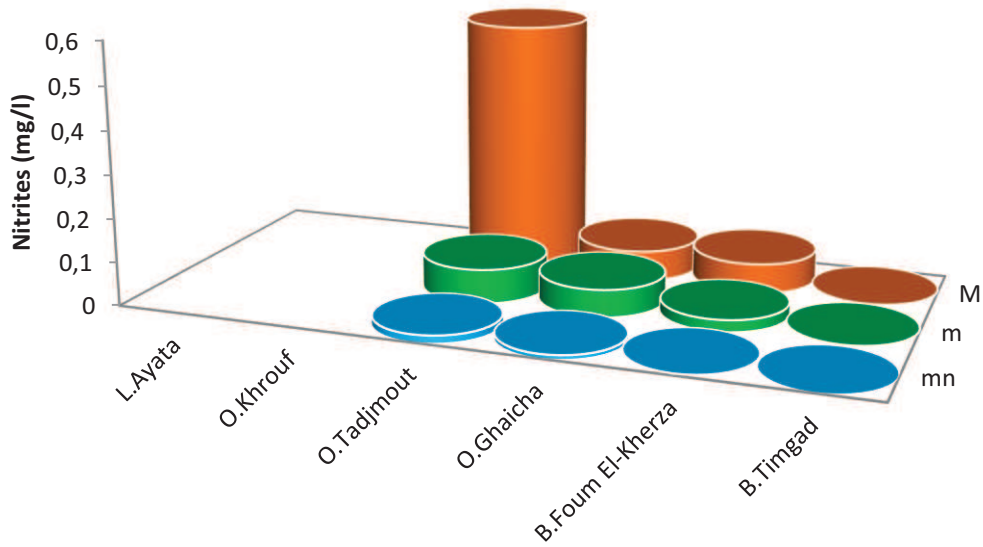


Figure 31 : Variations de la teneur en Nitrites (mg/l) dans les stations prospectées (M : maximale ; m : moyenne ; mn : minimale).

➤ Les nitrates (NO_3)

Les résultats obtenus à partir de nos prélèvements indiquent la présence de teneurs moyennes supérieures à 3 mg/l pour les sites d'Oued Tadjmout, Oued Ghaicha et le Barrage de Timgad avec respectivement 5,033 mg/l, 8,45 mg/l, 4,23 mg/l et 3,304 mg/l (Fig.32). La concentration naturelle en nitrates ne dépasse pas 3 mg/l dans les eaux superficielles. La nature des zones de drainage joue un rôle essentiel dans leurs présences et l'activité humaine accélère le processus d'enrichissement des eaux en nitrates. Certains auteurs ont montré que les nitrates sont en relation avec le régime pluviométrique (Romdhane, 1986 ; Ben Rejeb, 1989 ; Mouelhi, 2000 et Turki, 2002). Les variations saisonnières des teneurs en nitrates sont importantes et liées au développement du phytoplancton (Rejsek, 2002). Les excédents d'azote sont dus à une fertilisation excessive et/ou à des pratiques culturales inadaptées. Dans certaines régions ce sont les rejets azotés d'origine animale excessifs qui sont en cause.

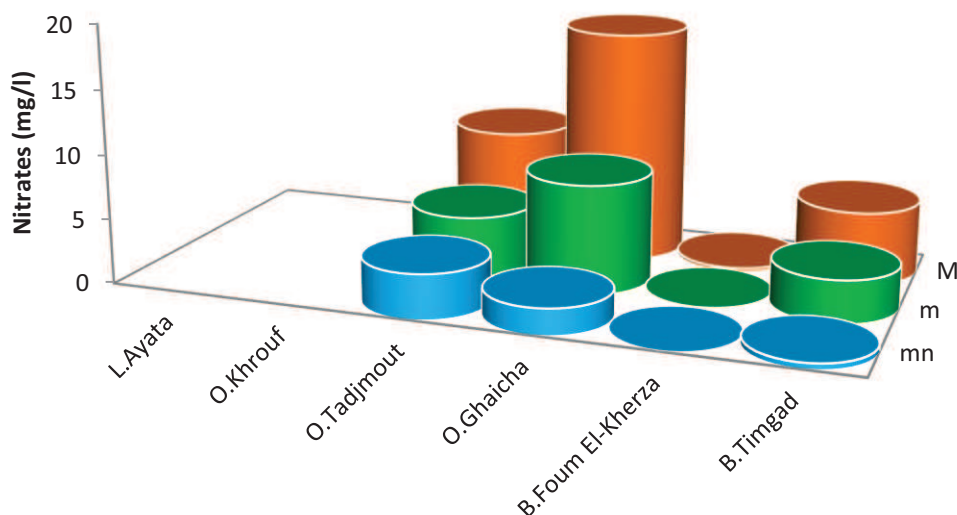


Figure 32 : Variations de la teneur en Nitrates (mg/l) dans les stations prospectées (M : maximale ; m : moyenne ; mn : minimale).

➤ **Orthophosphate (PO_4^{3-})**

Le phosphore, est le facteur limitant le plus fréquent dans les eaux douces et dans divers lacs eutrophes des régions tropicales (Sommer, 1989). Les orthophosphates (PO_4^{3-}), forme minérale soluble, constituent la source majeure du phosphore utilisé par le phytoplancton à des concentrations parfois très faibles (Groga, 2012). Dans les milieux aquatiques, les orthophosphates sont rapidement assimilés par les végétaux mais aussi rapidement recyclés (Pourriot et Meybeck 1995).

Dans notre étude, le dosage des orthophosphates indique des valeurs totales faibles pour toutes les stations étudiées. La valeur maximale est enregistrée dans l'Oued de Tadjmout (0,4 mg/l), ce qui est inférieur à la valeur guide de 0,5 mg/l qui permet de suspecter la pollution d'eau (Fig. 33). Les eaux de surface peuvent être contaminées par des rejets domestiques ou par le lessivage de terres cultivées renfermant des engrais phosphatés ou traités par certains pesticides. Cette contamination entraîne un développement important des algues microscopiques mais aussi macroscopiques, qui caractérise le phénomène d'eutrophisation (Rejsek, 2002). Par ailleurs, Rejsek (2002), signale que pour des pH compris entre 5 et 8, seules les formes H_2PO_4^- et HPO_4^{2-} d'Orthophosphates existent en quantités appréciables.

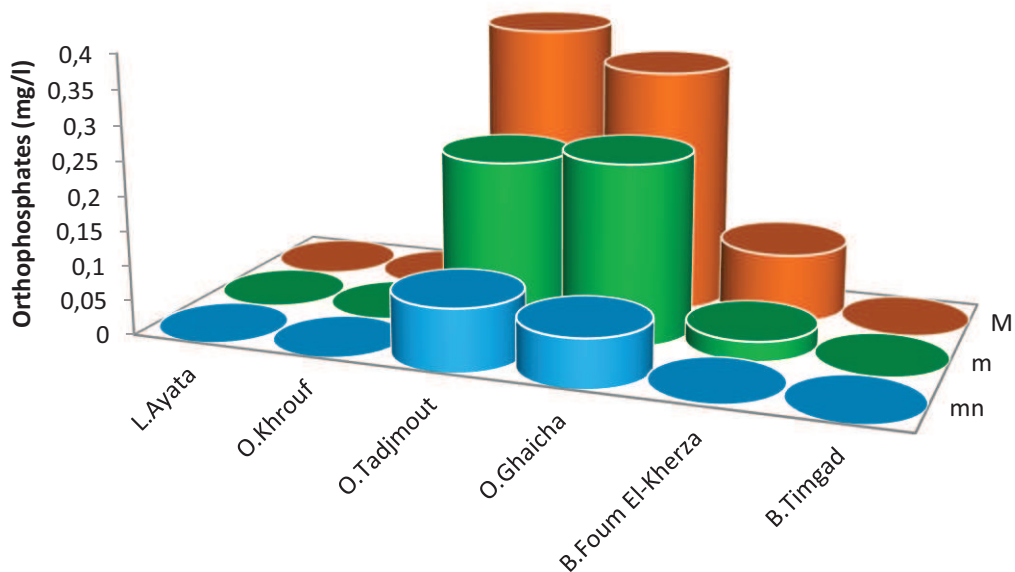


Figure 33 : Variations des Orthophosphates (mg/l) dans les stations prospectées (M : maximale ; m : moyenne ; mn : minimale).

➤ **L'oxygène dissous (O₂)**

Une concentration maximale de 10,2 mg/l est enregistrée dans l'Oued de Tadjmout et une concentration minimale de 4,3 mg /l pour le Barrage de Timgad (Fig.34). L'oxygène dissous est un paramètre intermédiaire indispensable entre les composantes minérales et organiques dans les milieux lacustres (Dussart ,1992). Il est également utilisé pour les phénomènes d'oxydation et par des organismes aquatiques pour la respiration (Aminot, 1983). La lecture de nos résultats nous permet de dire que les teneurs d'eau en oxygène dissout présentent des fluctuations d'un site a un autre. L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques. Une concentration de 3 à 6 mg/l constitue la limite inférieure en dessous de laquelle la vie de la flore et de la faune est déficile voir impossible (Rejsek, 2002). La teneur de l'eau en oxygène dissous est le résultat d'un équilibre entre la dissolution de l'oxygène de l'air, la photosynthèse et la respiration des organismes aquatiques. Ozonda (1998), a signalé que la solubilité de l'oxygène dans l'eau varie en raison inverse de la température dans les milieux aquatiques. De ce fait, l'eau du barrage ne constitue pas, d'une façon générale, un handicap pour le bon développement des activités biologiques des organismes vivants qui la peuple. Cependant, ce paramètre important de l'eau mériterait d'être suivi au cours de la période estivale, notamment a partir du mois de juin (5,83 mg/l).

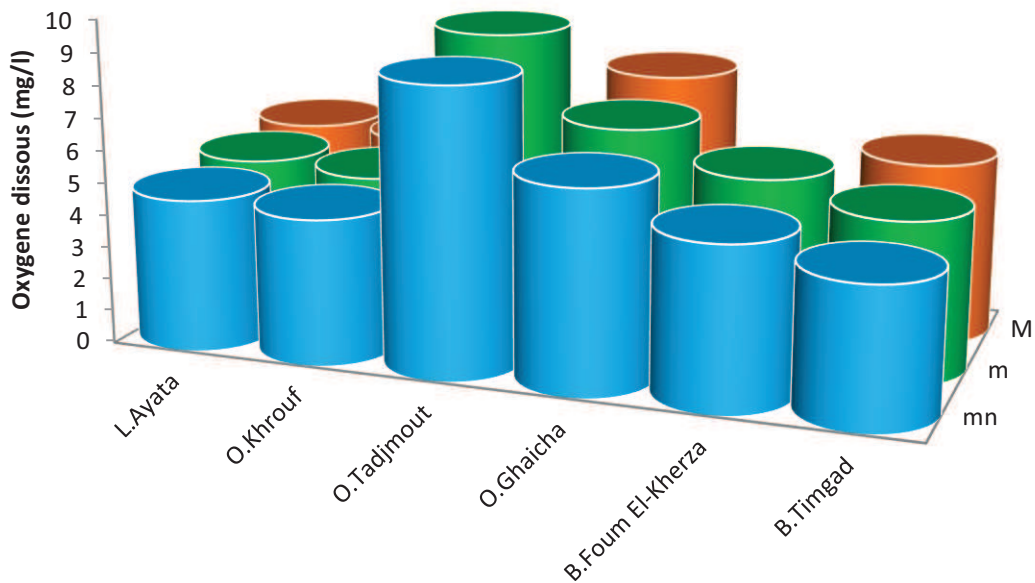


Figure 34 : Variations de l'Oxygène dissous (mg/l) dans l'eau dans les stations prospectées (M : maximale ; m : moyenne ; mn : minimale).

1.1.3. Conclusion

À l'instar des résultats obtenus, nous ne constatons que les eaux des différentes stations permettent d'affirmer que les facteurs majeurs qui influencent le fonctionnement des hydrosystèmes étudiés sont liés d'une part de l'étage bioclimatique caractérisant de chaque région et d'autre part au rythme des saisons, c'est-à-dire la variation de l'énergie au cours du cycle annuel. Ces variations dont les effets sont immédiats sur l'écosystème sont les précipitations, la température et l'ensoleillement. Les eaux des différents sites étudiés est variée entre bonne, moyenne et mauvaise qualité.

La température est l'un des facteurs qui répond le plus aux changements climatiques ; ce paramètre montre des écarts de 14°C. Il est à signaler que les paramètres mesurés ne sont pas statiques dans le temps, donc ils peuvent varier d'une année à une autre et au cours des différentes saisons de la même année. En effet, la qualité d'une eau est la résultante de nombreux paramètres dont les fluctuations sont déterminantes pour la répartition des organismes vivants. Les apports des eaux de surface dépendent de leur débit et leur proximité des sources de pollution sont considérées comme une principale source de perturbation.

1.2. Qualité bactériologique de l'eau

1.2.1. Résultats

A l'issue d'une évaluation bactériologique de la qualité de l'eau pour les sites d'Oued Tadjmout, Oued Ghaicha et le Barrage de Foug El-kherza, nous avons effectué trois séries de prélèvements pour chaque site. Nous avons dressé un tableau descriptif des principaux résultats de l'analyse bactériologique de chaque station (Tableau 12).

La charge microbienne varie d'un site à un autre et d'une relevé à une autre, nous notons que les valeurs les plus élevées sont enregistrées au niveau du Barrage de Foug El-kherza où la charge microbienne des Coliformes totaux, des Coliformes fécaux et des Streptocoques présentent un niveau de 3000 (Ger /100ml). Les valeurs les plus faibles de la charge microbienne ont été observées chez les Coliformes fécaux et les Streptocoques fécaux.

Tableau 12 : Evolution des paramètres bactériologiques dans les trois sites étudiés

Sites	1 ^{er} relevé	2 ^{ème} relevé	3 ^{ème} relevé	
Oued Tadjmout	Germes totaux (Ger /100ml)	2100	1550	1550
	Coliformes totaux (Ger /100ml)	3900	2100	1500
	Coliformes fécaux (Ger/100ml)	1100	1100	1100
	Streptocoques fécaux (Ger/20ml)	0	0	0
	Clostrédium sulfito-réducteur	4,5	7,5	4,5
Barrage Foug El- kherza	Germes totaux (Ger /100ml)	545	3000	1009,33
	Coliformes totaux (Ger /100ml)	40	3000	38,66
	Coliformes fécaux (<i>E. coli</i> /100ml)	11,33	3000	38,66
	Streptocoques fécaux (Ger /100ml)	2,66	3000	58,66
	Germes totaux (Ger /100ml)	430,25	136,5	284
Oued El- Ghaicha	Coliformes totaux (Ger /100ml)	3,5	38	65
	Coliformes fécaux	6	6	2
	Streptocoques fécaux (Ger /100ml)	4	3	35
	Clostrédium sulfito-réducteur	3000	3000	3000

1.2.2. Discussion

Les eaux quelles que soient leur nature, contiennent une multitude de microorganismes des sources diverses tel que le sol, la végétation, le vent et les rejets issus de l'activité humaine.

➤ Germes totaux

Les variations stationnelles montrent que les charges bactériennes les plus élevées sont enregistrées dans l'Oued de Tadjmout où sa valeur atteint 3000 Germes /100 ml. Cette pollution est directement liée avec les apports d'eaux de drainages contaminés.

➤ Coliformes totaux et fécaux

Ce sont les plus importants des paramètres microbiologiques pris en compte dans le contrôle de la qualité des eaux et leurs présences suffisent à confirmer qu'il y a effectivement une pollution. La limite idéale (0 coliformes fécaux par 100 ml) élimine toute chance de contamination du consommateur et conséquemment élimine aussi les maladies causées par des pathogènes dans l'eau. C'est l'Oued de Tadjmout qui représente la charge la plus élevée par les bactéries coliformes et par *E.coli* dont les valeurs dépassent les normes acceptées de 500 NPP/100 ml pour les coliformes totaux et de 100 NPP/100 ml pour l'*E.coli* (Brisou et Denis, 1980 in Attraci et Hamid, 2008). Les charges bactériennes les plus faibles sont enregistrées dans l'Oued Ghaicha.

➤ Streptocoques fécaux

D'après les résultats obtenus, les charges en streptocoques fécaux sont les plus faibles de tous les germes indicateurs de contamination fécale. Tous les résultats de l'analyse bactériologique dans l'Oued Tadjmout et Oued Ghaicha montrent des valeurs très faibles voir nulles. Au niveau du Barrage de Foum El-Kherza, en revanche, le taux de ces germes a dépassé les normes admises fixées à 100 NPP/100 ml (Brisou et Denis, 1980 in Attraci et Hamid, 2008). La forte charge microbienne observée dans les analyses de l'eau du Barrage de Foum El-Kherza s'expliquer par la sensibilité de l'eau superficielle aux pollutions de milieu. Ces résultats sont similaires à plusieurs études citées dans la littérature : Bennasseret et *al.*, (1997) ; Chapman et *al.*, (2007) et Hong-Jun et *al.*, (2007), ont trouvé une forte charge microbienne dans les eaux superficielles due à la pollution et aux apports contaminés. Selon Beynens (2006) et Resjek (2002) ; des saprophytes présents naturellement dans l'eau avec des microorganismes atteignent 37°C qui proviennent de l'homme ou d'animaux à sang chaud. Pour définir le degré de la pureté microbiologique d'une eau, la recherche des bactéries indicatrices de la pollution est nécessaire.

➤ Clostridium sulfito-réducteurs

La présence de *Clostridium* sulfito-réducteurs dans les oueds est remarquable, surtout au niveau d'Oued El-ghaicha. D'une façon générale, ces bactéries sont considérées comme témoins de contamination de la qualité hygiénique. Elles ont la propriété de se transformer sous une forme résistante (spore) dans des conditions défavorables. Elles sont aussi un indicateur de l'efficacité d'un traitement thermique. Certaines souches comme (*Clostridium botulinum*) ont la propriété de produire une neurotoxine dangereuse pour l'homme. De plus, ils permettent d'indiquer une contamination d'origine humaine (*Clostridium* sulfito-réducteurs, coliformes) ou une dégradation de la qualité de la boue thermale (AFRETH : Association Française pour la Recherche Thermale).

Toutefois, Selon Champiat et Larpent (1988), le phénomène de décomposition des algues, les réactions d'oxydation de la matière organique et les réactions de fermentation s'accompagnant généralement d'une activité importante des bactéries sulfato-réductrices en période de grande saison des pluies et de petite saison sèche peuvent se dérouler.

1.2.3. Conclusion

Les analyses des germes totaux montrent que les eaux des sites étudiés sont chargées de bactéries avec d'importantes variations d'un site à un autre. Cependant, la présence des coliformes fécaux et surtout l'*E. Coli* est considéré comme le meilleur indice de contamination fécale. On peut dire que la qualité bactériologique des plans d'eau que nous avons étudiés n'est pas acceptable.

2. Structure et organisation du peuplement phytoplanctonique

2.1. Inventaire global de la flore microalgale recensée

2.1.1. Resultats

Après l'examen microscopique des échantillons d'eau prélevés, nous présentons dans le Tableau 13 la liste systématique du phytoplancton collecté sur plusieurs sites suivant la classification établie par Bourrelly (1970), Sournia (1986). Nous avons également utilisé un site Web spécialisé dans la systématique des algues microscopiques (http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=43720). L'identification a été poussée jusqu'au genre seulement, ceci est due a la forte similitude entre les espèces qui qui représentent le meme genre.

Tableau 13 : Inventaire taxinomique du phytoplancton recensé dans l'ensemble des sites prospectés (B: Barrage, L: Lac, O: Oued, +: espèce présente, *: espèces toxiques)

Classes	Ordres	Familles	Genres	B. Timgad	L. Ayata	O.El Ghaicha	O. Tadjmout	B. Foum El Kherza
Zygnemophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i>	+		+		+
			<i>Staurastrum</i>	+				
		Closteriaceae	<i>Closterium</i>	+				
	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra</i>	+		+	+	
			<i>Mougeotia</i>				+	
Chlorophyceae	Chlorococcales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum</i>	+		+		+
			<i>Scenedesmus</i>	+		+	+	+
		Chlorococcaceae	<i>Tetracystis</i>	+				
			<i>Tetrahedron</i>	+				
		Hydrodictyaceae	<i>Pediastrum</i>	+				+
		Characiaceae	<i>Characium</i>					+
	Tetrasporales	Sphaerocystidaceae	<i>Sphaerocystis</i>	+				+

	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Eudorina</i>	+				
		Chlamydomonadaceae	<i>Hyalobrachion</i>					+
			<i>Chlamydomonas</i>	+	+	+	+	+
			<i>Carteria</i>	+				
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Encyonema</i>			+	+	
		Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia</i>				+	
		Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>	+		+	+	+
	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Amphiprora</i>	+		+	+	
			<i>Amphipleura</i>	+			+	
			<i>Frustulia</i>	+	+		+	
		Cymbellaceae	<i>Cymbella</i>	+	+	+	+	+
		Naviculaceae	<i>Navicula</i>	+	+	+	+	+
			<i>Caloneis</i>	+		+	+	+
		Diploneidaceae	<i>Diploneis</i>	+	+	+		
		Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i>	+	+	+	+	+
		Stauroneidaceae	<i>Stauroneis</i>	+	+			
		Pleurosigmataceae	<i>Gyrosigma</i>	+	+		+	+
	<i>Pleurosigma</i>		+			+		
	Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora</i>	+	+	+	+	+
	Surirellales	Surirellaceae	<i>Cymatopleura</i>	+	+		+	+
			<i>Campylodiscus</i>		+	+	+	
			<i>Surirella</i>	+	+		+	+
		Entomoneidaceae	<i>Entomoneis</i>	+				
	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia</i>	+				+
			<i>Epithemia</i>	+	+		+	
	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	+	+	+	+	+
	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>	+		+	+	+
	Thalassiosirales	Lauderiaceae	<i>Lauderia</i>				+	
		Thalassiosiraceae	<i>Thalassiosira</i>				+	
		Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i>	+	+			+
			<i>Stephanodiscus</i>	+			+	
	Coscinodiscales	Coscinodiscaceae	<i>Coscinodiscus</i>	+			+	+
	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria</i>	+		+	+	+
	Achnanthes	Achnanthidiaceae	<i>Achnantidium</i>				+	
<i>Achnanthes</i>			+				+	
Cocconeidaceae		<i>Cocconeis</i>	+	+	+	+	+	
Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>	+	+		+		
Chaetocerotaceae	Chaetoceros	<i>Chaetoceros</i>	+		+	+	+	
Paraliales	Paraliaceae	<i>Paralia</i>				+		
Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Staurosira</i>			+			
		<i>Fragilaria</i>			+	+		
		<i>Synedra</i>	+	+	+	+	+	
		<i>Diatoma</i>	+	+	+	+	+	
		<i>Meridion</i>	+					

			<i>Asterionella</i>	+				
	Thalassionematales	Thalassionemataceae	<i>Thalassionema</i>	+			+	
	Rhizosoleniales	Rhizosoleniaceae	<i>Urosolenia</i>	+				
	Licmophorales	Licmophoraceae	<i>Licmophora</i>	+		+	+	
Chrysophyceae	Hibberdiales	Stylococcaceae	<i>Lagynion</i>					+
	Chromulinales	Dinobryaceae	<i>Dinobryon</i>	+				+
Cyanophyceae	Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Phormidium</i>	+			+	+
		Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya</i> *	+		+	+	+
			<i>Oscillatoria</i> *	+	+	+	+	+
		Pseudanabaenaceae	<i>Spirulina</i>			+	+	+
	<i>Pseudanabaena</i>				+	+	+	+
	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Synechocystis</i>	+				
			<i>Merismopedia</i>	+		+	+	
	Chroococcales	Microcystaceae	<i>GLEOCAPSA</i>					+
			<i>Microcystis</i> *	+			+	+
		Chroococcaceae	<i>Chroococcus</i>				+	+
Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i> *	+		+			
Dinophyceae	Gymnodiniales	Gymnodiniaceae	<i>Gymnodinium</i> *	+		+	+	+
			<i>Amphidinium</i>				+	
	Gonyaulacales	Ceratiaceae	<i>Ceratium</i>	+				
		Gonyaulacaceae	<i>Gonyaulax</i> *	+				
			<i>Alexandrium</i> *	+				
		Pyrophacaceae	<i>Pyrophacus</i>	+				
			<i>Protocentrum</i>					+
	Ostreopsidaceae	<i>Ostreopsis</i>					+	
	Pyrocystales	Pyrocystaceae	<i>Pyrocystis</i>				+	
	Peridinales	Peridiniaceae	<i>Scrippsiella</i>					+
<i>Peridinium</i> *			+				+	
Protoperidiniaceae		<i>Protoperidinium</i> *	+				+	
Xanthophyceae	Mischococcales	Characiopsidaceae	<i>Chlorothecium</i>					+
		Pleurochloridaceae	<i>Diachros</i>					+
Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena</i>	+	+	+		+
		Phacaceae	<i>Phacus</i>	+		+	+	+
Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis</i>	+		+		+
		Chlorellaceae	<i>Chlorella</i>	+				
Ulvophyceae	Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Cladophora</i>			+		
Chlorodendrophyceae	Chlorodendrales	Chlorodendraceae	<i>Scherffelia</i>	+				
			<i>Tetraselmis</i>	+		+		+
Synurophyceae	Synurales	Synuraceae	<i>Spiniferomonas</i>	+				
		Mallomonadaceae	<i>Synura</i>	+				
			<i>Mallomonas</i>					+

Nos données montrent que la flore microalgale recensée est composée de 97 genres, appartenant à 12 classes, 39 ordres et 66 familles, qui sont les : *Bacillariophyceae*, *Dinophyceae*, *Chlorophyceae*, *Cyanophyceae*, *Zygnemophyceae*, *Synurophyceae*, *Chrysophyceae*,

Xanthophyceae, *Euglenophyceae*, *Trebouxiophyceae*, *Chlorodendrophyceae* et *Ulvophyceae*. La classe des *Bacillariophyceae* regroupe la proportion la plus importante du peuplement phytoplanctonique avec 44 genres (soit 46%), suivie par les *Dinophyceae* avec 12 genres (soit 13%) et 11 genres (soit 11%) pour les *Cyanophycées* et les *Chlorophyceae* (Fig.35). En revanche, les : *Zygnemophyceae*, *Synurophyceae*, *Chrysophyceae*, *Xanthophyceae*, *Euglenophyceae*, *Trebouxiophyceae*, *Chlorodendrophyceae* et *Ulvophyceae*; chacun sont les plus faiblement représentées avec 1 à 5 genres (Tableau 13). Dans l'ensemble des stations, on observe la dominance de la classe des diatomées (Tableau 14).

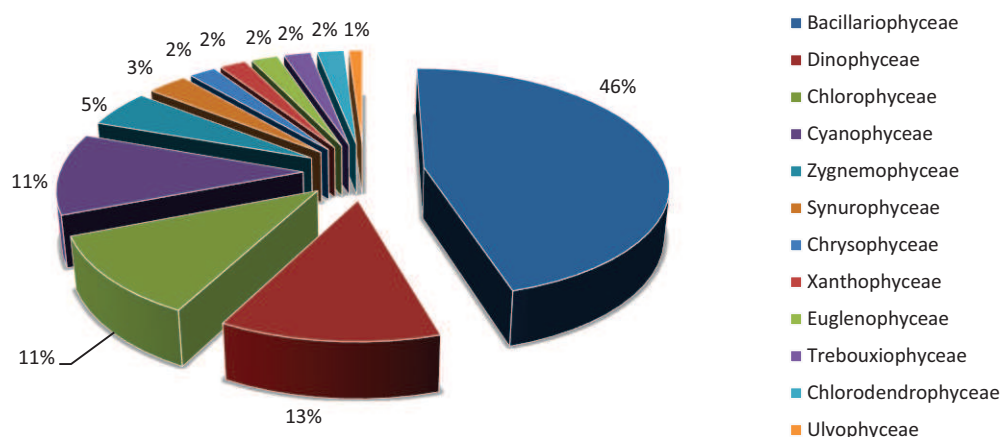


Figure 35 : Pourcentages des différentes classes identifiées.

Tableau 14: Pourcentages en nombre de genres des classes de phytoplancton identifiées par station.

	B. Timgad	L.Ayata	O. Ghaicha	O.Tadjmout	B.Foum El Kherza	Total
<i>Bacillariophyceae</i>	35	18	19	34	20	44
<i>Dinophyceae</i>	7	0	1	7	2	12
<i>Chlorophyceae</i>	9	1	3	2	7	11
<i>Cyanophyceae</i>	7	3	7	8	6	11
<i>Zygnemophyceae</i>	5	0	2	2	1	5
<i>Synurophyceae</i>	2	0	0	0	1	3
<i>Chrysophyceae</i>	1	0	0	0	2	2
<i>Xanthophyceae</i>	0	0	0	0	2	2
<i>Euglenophyceae</i>	2	1	2	1	2	2
<i>Trebouxiophyceae</i>	2	0	1	0	1	2
<i>Chlorodendrophyceae</i>	2	0	1	0	1	2
<i>Ulvophyceae</i>	0	0	1	0	0	1

2.1.2. Discussion

La majorité des algues répertoriées sont des espèces cosmopolites à large spectre écologique qui se rencontrent aussi fréquemment dans le lac d'Oubeira et la Lagune de Mellah (parmi les grands lacs d'eau douce et saumâtre en Algérie). Nous citons comme par exemple *Cocconeis sp* et *Navicula sp*. Touahria (2007), a signalé à l'Est du bassin d'Alger 192 espèces réparties entre les différents groupes phytoplanctoniques suivants : les Diatomées, les Dinoflagelles, les Coccolithophorides, les Cryptophycées et les silicoflagelles. Les Diatomées detiennent le premier rang avec 96 taxons, suivis des Dinoflagellés avec 62 espèces. Quelques taxons décrits par Manguin (1952) en Guadeloupe ont été aussi répertoriés comme *Navicula* et *Pinnularia*. Selon Reynolds et al, (2000), les représentants des groupes notamment les genres *Scenedesmus* et *Microcystis*, sont connus pour leur prédilection pour les milieux eutrophes.

Les communautés phytoplanctoniques sont constituées d'assemblages d'espèces présentant des caractéristiques morphologiques (taille, forme,...) et physiologiques (mode de nutrition, taux de croissance,...) très différentes dont l'organisation est une composante essentielle à la compréhension du fonctionnement d'un écosystème (Klug & Tiedje, 1993). Selon Karr (1991), la connaissance de la composition taxonomique des communautés constitue une source d'informations nécessaire. En effet, la composition taxonomique des communautés phytoplanctoniques permet d'établir de véritables outils de diagnostic et d'évaluation de la pollution, comme les indices diatomiques (Descy & Coste, 1990).

Les *Chlorophytes*, les *Cyanophycées* et les *Euglenophytes* sont les principales classes après celle de *Bacillariophyceae*. Thomas (2003), montre que ces classes sont des groupes caractéristique de milieux pollués riches en substances organiques provenant de leur environnement. Cela s'explique par le rejet dans la plupart des sites étudiés d'importantes quantités d'eaux usées domestiques non traitées, comme le cas du Brrage de Timgad, le Lac Ayata et l'Oued Tadjmout.

Sur les 97 genres phytoplanctoniques recensés, 9 genres (soit 8%) sont connus pour être potentiellement toxiques. Les genres toxiques sont appartiennent à deux classes d'algues principales ; les Dinophycés et les Cyanophycées avec 5 genres pour chacun et un seul genre de la classe des diatomées (Tableau 15). Les espèces toxiques présentent trois niveaux de toxicité ; *Oscillatoria*, *Microcystis* et *Anabaena* sont des hépatotoxiques, *Lyngbya* considérée comme dermatotoxique et *Anabaena* comme neurotoxique. Toutes les dinoflagellés recensés sont des neurotoxiques. Selon Benoufella et al., (1995), Les *Cyanophycées* présentent trois formes de toxicité : hépatotoxiques tel *Oscillatoria* et dermatotoxique avec le genre *Lyngbya* et neurotoxique. Selon Sournia et al., (1990), le phytoplancton aquatique se compose de plus de 6000 espèces d'algues unicellulaires. Parmi elles, près de 600 espèces sont connues pour provoquer

occasionnellement, par leur pullulation, une modification de la couleur de l'eau. D'autre part, une quarantaine d'espèces provoquent des nuisances diverses telles que des intoxications pour l'homme ou la mortalité.

Tableau 15 : Les genres phytoplanctoniques recensés dans la région d'étude et reconnus potentiellement toxiques (selon Benoufella et *al.*, (1995) et Bourrelly, (1985)).

	Hépatotoxique	Dermatotoxique	Neurotoxique
<i>Oscillatoria sp.</i>	*		
<i>Microcystis sp.</i>	*		
<i>Anabaena sp.</i>	*		*
<i>Lyngbya sp.</i>		*	
<i>Alexandrium sp.</i>			*
<i>Gymnodinium sp.</i>			*
<i>Peridinium sp.</i>			*
<i>Protoperidinium sp.</i>			*
<i>Gonyaulax sp.</i>			*

2.1.3. Conclusion :

La composition taxonomique des populations phytoplanctoniques recensées dans cette étude présente une prédominance de la classe des diatomées dans toutes les stations étudiées. Parmi ces populations, il est utile de noter la présence de genres toxiques. Ceci fait que les stations ne sont pas totalement à l'abri du phénomène d'eutrophisation qui pourrait être à l'origine de fortes mortalités de l'ichtyofaune, comme celle observée en août 2006 dans le Barrage de Timgad. Les chances d'apparition d'un phénomène d'eutrophisation sont susceptibles de se manifester, vu la présence d'espèces nuisibles à la qualité de l'eau et des organismes qui y vivent comme les Cyanophycées et l'intensité des facteurs abiotiques comme la lumière, température et sels nutritifs.

2.2. Evaluation de la fréquence d'occurrence des peuplements phytoplanctoniques

2.2.1. Résultats

Afin d'avoir une idée sur l'organisation et la structure des différents peuplements de phytoplancton inventoriés, nous avons calculé les fréquences d'occurrences des différentes classes D'algues recensées (Tableau 16).

Tableau 16 : Fréquence d'occurrence et échelle de constance de différents genres de phytoplancton recensés dans quelques hydrosystèmes (+ : Présence du genre ;* Genre toxique ; O : Oued, B : Barrage ; L : Lac)

Genres	B. Timgad	L. Ayata	O. Ghaicha	O. Tadjmout	B. Foum El Kherza	C(%)	Echelle de constance
<i>Cosmarium</i>	+		+		+	60%	Constante
<i>Staurastrum</i>	+					20%	Accidentelle
<i>Closterium</i>	+					20%	Accidentelle
<i>Spirogyra</i>	+		+	+		60%	Constante
<i>Mougeotia</i>				+		20%	Accidentelle
<i>Coelastrum</i>	+		+		+	60%	Constante
<i>Scenedesmus</i>	+		+	+	+	80%	Constante
<i>Tetracystis</i>	+					20%	Accidentelle
<i>Tetrahedron</i>	+					20%	Accidentelle
<i>Pediastrum</i>	+				+	40%	Accessoire
<i>Characium</i>					+	20%	Accidentelle
<i>Sphaerocystis</i>	+				+	40%	Accessoire
<i>Eudorina</i>	+					20%	Accidentelle
<i>Hyalobrachion</i>					+	20%	Accidentelle
<i>Chlamydomonas</i>	+	+	+	+	+	100%	Constante
<i>Carteria</i>	+					20%	Accidentelle
<i>Encyonema</i>			+	+		40%	Accessoire
<i>Rhoicosphenia</i>				+		20%	Accidentelle
<i>Gomphonema</i>	+		+	+	+	80%	Constante
<i>Amphiprora</i>	+		+	+		60%	Constante
<i>Amphipleura</i>	+			+		40%	Accessoire
<i>Frustulia</i>	+	+		+		60%	Constante
<i>Cymbella</i>	+	+	+	+	+	100%	Constante
<i>Navicula</i>	+	+	+	+	+	100%	Constante
<i>Caloneis</i>	+		+	+	+	80%	Constante
<i>Diploneis</i>	+	+	+			60%	Constante
<i>Pinnularia</i>	+	+	+	+	+	100%	Constante
<i>Stauroneis</i>	+	+				40%	Accessoire
<i>Gyrosigma</i>	+	+		+	+	80%	Constante
<i>Pleurosigma</i>	+			+		40%	Accessoire
<i>Amphora</i>	+	+	+	+	+	100%	Constante
<i>Cymatopleura</i>	+	+		+	+	80%	Constante
<i>Campylodiscus</i>		+	+	+		60%	Constante
<i>Surirella</i>	+	+		+	+	80%	Constante
<i>Entomoneis</i>	+					20%	Accidentelle

<i>Rhopalodia</i>	+				+	40%	Accessoire
<i>Epithemia</i>	+	+		+		60%	Constante
<i>Nitzschia</i>	+	+	+	+	+	100%	Constante
<i>Melosira</i>	+		+	+	+	80%	Constante
<i>Lauderia</i>				+		20%	Accidentelle
<i>Thalassiosira</i>				+		20%	Accidentelle
<i>Cyclotella</i>	+	+			+	60%	Constante
<i>Stephanodiscus</i>	+			+		40%	Accessoire
<i>Coscinodiscus</i>	+			+	+	60%	Constante
<i>Tabellaria</i>	+		+	+	+	80%	Constante
<i>Achnanidium</i>				+		20%	Accidentelle
<i>Achnanthes</i>	+				+	40%	Accessoire
<i>Cocconeis</i>	+	+	+	+	+	100%	Constante
<i>Eunotia</i>	+	+		+		60%	Constante
<i>Chaetoceros</i>	+		+	+	+	80%	Constante
<i>Paralia</i>				+		20%	Accidentelle
<i>Staurosira</i>			+			20%	Accidentelle
<i>Fragilaria</i>			+	+		40%	Accessoire
<i>Synedra</i>	+	+	+	+	+	100%	Constante
<i>Diatoma</i>	+	+	+	+	+	100%	Constante
<i>Meridion</i>	+					20%	Accidentelle
<i>Asterionella</i>	+					20%	Accidentelle
<i>Thalassionema</i>	+			+		40%	Accessoire
<i>Urosolenia</i>	+					20%	Accidentelle
<i>Licmophora</i>	+		+	+		60%	Constante
<i>Lagynion</i>					+	20%	Accidentelle
<i>Dinobryon</i>	+				+	40%	Accessoire
<i>Phormidium</i>	+			+	+	60%	Constante
<i>Lyngbya *</i>	+		+		+	60%	Constante
<i>Oscillatoria *</i>	+	+	+	+	+	100%	Constante
<i>Spirulina</i>		+	+	+	+	80%	Constante
<i>Pseudanabaena</i>		+	+	+	+	80%	Constante
<i>Synechocystis</i>	+					20%	Accidentelle
<i>Merismopedia</i>	+		+	+		60%	Constante
<i>GLeocapsa</i>				+		20%	Accidentelle
<i>Microcystis *</i>	+			+	+	60%	Constante
<i>Chroococcus</i>			+	+		40%	Accessoire
<i>Anabaena *</i>	+		+			40%	Accessoire
<i>Gymnodinium *</i>	+		+	+	+	80%	Constante
<i>Amphidinium</i>				+		20%	Accidentelle
<i>Ceratium</i>	+					20%	Accidentelle
<i>Gonyaulax *</i>	+					20%	Accidentelle
<i>Alexandrium*</i>	+					20%	Accidentelle
<i>Pyrophacus</i>	+					20%	Accidentelle

<i>Protocentrum</i>				+		20%	Accidentelle
<i>Ostreopsis</i>				+		20%	Accidentelle
<i>Pyrocystis</i>				+		20%	Accidentelle
<i>Scrippsiella</i>				+		20%	Accidentelle
<i>Peridinium *</i>	+				+	40%	Accessoire
<i>Protoperidinium*</i>	+			+		40%	Accessoire
<i>Chlorothecium</i>					+	20%	Accidentelle
<i>Diachros</i>					+	20%	Accidentelle
<i>Euglena</i>	+	+	+		+	80%	Constante
<i>Phacus</i>	+		+	+	+	80%	Constante
<i>Oocystis</i>	+		+		+	60%	Constante
<i>Chlorella</i>	+					20%	Accidentelle
<i>Cladophora</i>			+			20%	Accidentelle
<i>Scherffelia</i>	+					20%	Accidentelle
<i>Tetraselmis</i>	+		+		+	60%	Constante
<i>Spiniferomonas</i>	+					20%	Accidentelle
<i>Synura</i>	+					20%	Accidentelle
<i>Mallomonas</i>					+	20%	Accidentelle

2.2.2. Discussion

La fréquence d'occurrence ou la constance C en % renseigne sur les espèces caractéristiques des sites. Un total de 42 genres (soit 43%), sont considérés comme constants ayant une répartition cosmopolite. Aussi, 39 genres (soit 40%) sont considérés accidentels et 16 genres sont accessoires. En ce qui concerne la fréquence d'occurrence, nous constatons une relative ressemblance numérique entre les groupes des genres constants et accidentels (Fig.36). La majorité des espèces signalées constants tolèrent les divers paramètres abiotiques caractérisant leur habitat.

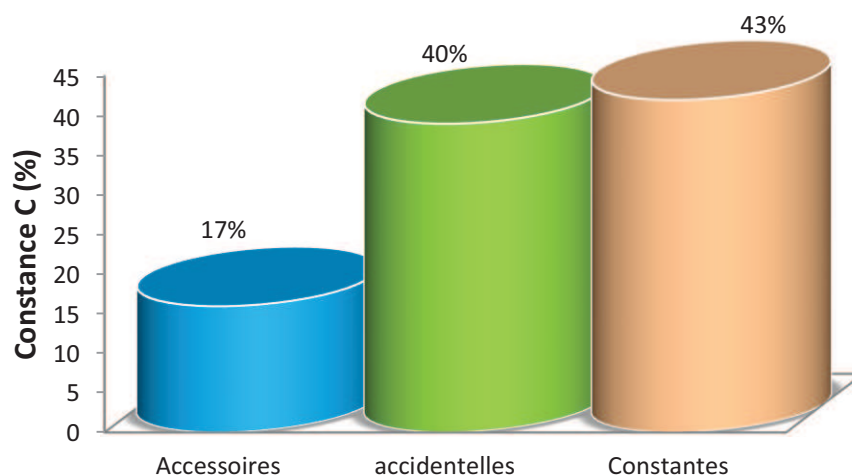


Figure 36 : Fréquence d'occurrence (C en %) des différents genres phytoplanctoniques inventoriés

2.2.3. Conclusion

La présence de 43% des genres phytoplanctoniques d'une fréquence d'occurrence de type « constante » ($C > 50\%$) indique que ces espèces ont une grande valence écologique et peuvent supporter différentes conditions de différents habitats. Les espèces accessoires peuvent, par contre se développer dans un type de biotope particulier ou bien à des périodes assez limitées de l'année.

2.3. Similitudes entre la structure des peuplements de phytoplancton (Indice de similitude de SORENSON)

2.3.1. Résultats

En se basant sur la présence ou l'absence des espèces dans les sites étudiées, nous avons comparé à l'aide du calcul de l'indice de similitude de SORENSON, la composition des peuplements phytoplanctoniques pris deux à deux. Cet indice est obtenu à partir des genres communs entre les relevés pris deux à deux (Tableau 17).

Tableau 17. Indice de similitude de SORENSON des cinq stations échantillonnées prises deux à deux.

Sites	B.Timgad	L. Ayata	O. Ghaicha	O.Tadjmout	B.Foum El Kherza
B.Foum El Kherza	63,79	50	62,65	53,06	100
O.Tadjmout	56,45	50	61,53	100	
O.Ghaicha	55,04	49,18	100		
L. Ayata	42,55	100			
B.Timgad	100				

2.3.2. Discussion

L'indice de similitude calculé est supérieur à 50% dans la plupart des cas de comparaisons entre les sites pris deux à deux. Le taux de ressemblance le plus élevé est noté entre les Barrages ; de Timgad et de Foum El-kherza où le coefficient de similitude est de 63,79%. La similitude entre les sites pris deux à deux s'expliquerait par le fait qu'elles offrent généralement les mêmes conditions écologiques au peuplement phytoplanctonique. Elle n'est sûrement pas accidentelle, car elle reflète l'action des conditions écologiques situationnelles, notamment celles de l'action des propriétés physico-chimiques de l'eau sur le développement de ces microalgues.

2.3.3. Conclusion

La structure des peuplements des microalgues présente une assez grande similitude entre les différents sites étudiés démontrant ainsi la ressemblance des conditions du milieu, notamment la physico-chimie de l'eau.

Le peuplement du phytoplancton du Barrage de Foug El-kherza se rapproche le plus par sa composition à celui du Barrage de Timgad et d'Oued Ghaicha où les valeurs enregistrées sont respectivement de 63,79% et de 62,65%. Cette similitude représente la plus grande ressemblance entre les sites étudiés et des facteurs du milieu qui les caractérisent.

2.4. Variation des paramètres de diversité des communautés phytoplanctoniques

2.4.1. Résultats

Afin d'évaluer la diversité des peuplements du phytoplancton étudiés, nous avons calculé la richesse générique totale (S) et moyenne (Sm), l'indice de diversité de Shannon (H') et celui de l'équitabilité (E) (Tableau. 18).

Tableau 18 : Richesse générique totale (S), richesse générique moyenne (Sm), indice de diversité de Shannon (H') et équirépartition (E) du peuplement phytoplanctonique

Indice	B.Timgad	L. Ayata	O. Ghaicha	O.Tadjmout	B.Foug El Kherza
S	71	23	38	53	45
Sm	43,3	11,3	19	22,3	20,2
H'	3,26	1,78	2,76	2,25	2,64
Hmax	6,17	4,54	5,27	5,75	5,51
E %	0,52	0,39	0,52	0,39	0,47

2.4.1.1. Richesse générique totale (S)

La richesse en espèces phytoplanctoniques varie d'un site à un autre, on note que la richesse la plus importante est celle enregistrée dans le Barrage de Timgad (71 genres soit 31% de la richesse globale), suivi par l'Oued de Tadjmout où la richesse est de 53 genres (23%) et le Barrage Foug Elkherza avec 45 genres, soit 20%. Les valeurs les plus faibles sont de 38 genres (soit 16%) et 23 (soit 10%) dans l'Oued Ghaicha et le Lac Ayata (Fig.37).

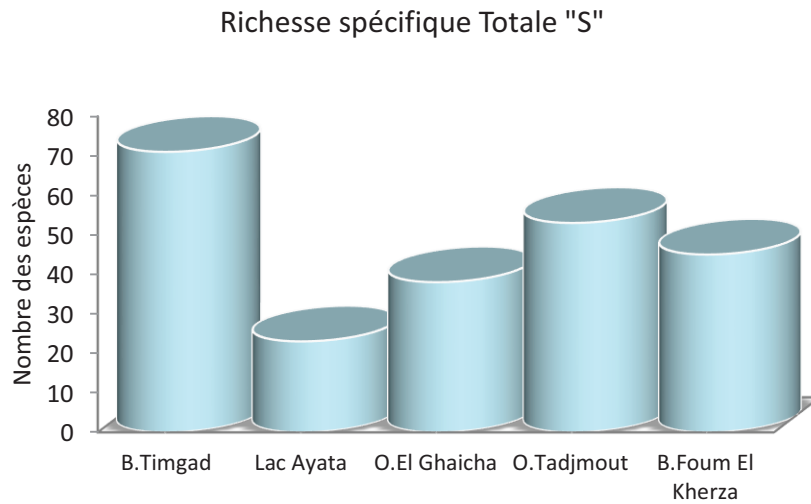


Figure 37. Variations de la richesse spécifique totale (S) par station d'étude.

2.4.1.2. Indice de diversité de Shannon H'

Les valeurs de l'indice de diversité de SHANNON varient entre 1,783 et 3,26 bits pour l'ensemble des stations d'étude. Cet intervalle indique une flore microalgale de faible (au niveau du lac ayata) à haute (cas du Barrage de Timgad) diversité générique (Fig.38).

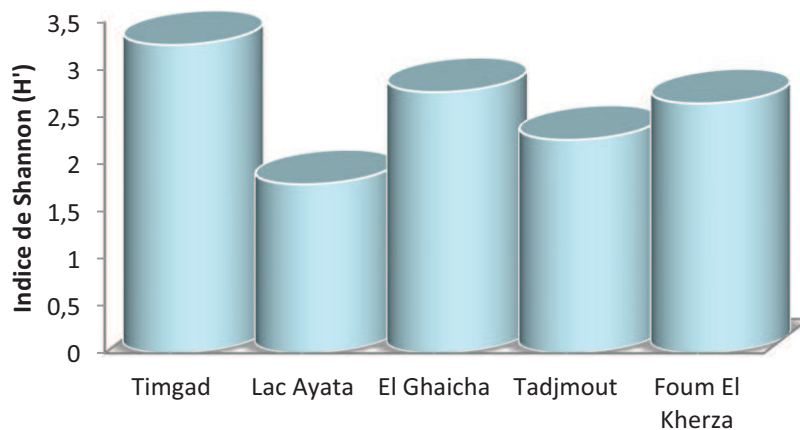


Figure 38: Indice de diversité de Shannon H' des communautés algales dans cinq sites différents.

2.4.1.3. Indice d'équitabilité « E »

L'indice d'équitabilité varie entre 39,1 et 52,7%, respectivement dans la station d'Oued Tadjmout et le Barrage de Timgad. La différence des valeurs de l'équitabilité calculées dans les différents sites correspond grossièrement à celles de l'indice de diversité de Shannon. Les plus grandes valeurs de l'équitabilité sont enregistrées au Barrage de Timgad et à Oued Ghaicha avec respectivement 52,7 et 52,3% ; donc elles tendent vers 100% et indiquent un certain équilibre entre

les effectifs des différents genres phytoplanctoniques échantillonnés ($E > 50 \%$) (Fig. 39). En revanche, le Lac Ayata, l'Oued Tadjmout et le Barrage Foug El-Kherza, avec respectivement 39,2%, 39,1% et 47,8%, montre que la quasi-totalité des effectifs est dominée par une seule classe de phytoplancton. Nous citons comme exemple le cas de l'Oued Tadjmout où la classe des Diatomées représente 98% de la biomasse microalgale recensée.

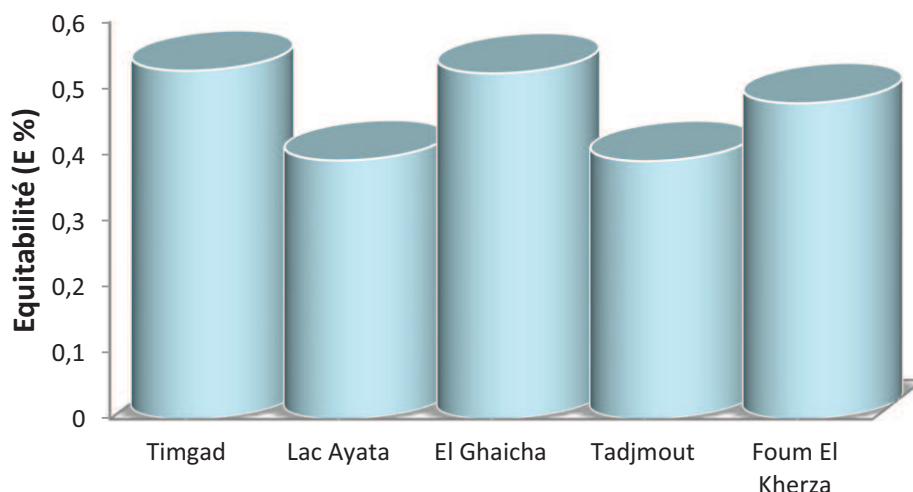


Figure 39 : Indice d'équitabilité « E » des communautés de phytoplancton dans cinq sites étudiés.

2.4.2. Discussion

Hormis le Barrage de Timgad, qui représente un site artificiel sous une perpétuelle surveillance puisqu'il est le réservoir des eaux d'alimentation d'une grande population humaine et l'Oued Ghaicha (site naturel peu anthropisé), les autres sites prospectés abritent un peuplement de phytoplancton peu équilibré. Ceci est dû à la prolifération particulière d'un taxon donné par rapport aux autres puisque les conditions du milieu (qualité de l'eau surtout) sont déséquilibrées. La structure de la communauté phytoplanctonique est marquée d'une part par un nombre élevé d'espèces de Bacillariophycées, également notée par Chaibi (2004) dans la lagune côtière d'El-Mellah. L'analyse de la structure du peuplement indique en outre, que dans ces plans d'eau on n'assiste pas à de véritables successions écologiques au sens de Margalef (1960), mais à des phases de multiplications rapides et éphémères d'espèces variées. L'enrichissement permanent en sels nutritifs provenant du bassin versant et des sédiments, suite à une fréquence élevée des épisodes de mélange des eaux (Dokulil et al. 2000), et la faible profondeur du plan d'eau, favoriseraient le maintien de ce type de communauté.

Selon Groga (2012), la structure et la dynamique de la communauté phytoplanctonique sont sous le contrôle de différents facteurs ou processus qui interagissent simultanément et aussi l'hydraulicité citée plus haut: (i) les facteurs ascendants (« bottom-up ») correspondent essentiellement aux ressources nutritives (apports endogènes et exogènes), capables d'influencer les capacités de croissance cellulaire; (ii) les facteurs descendants (« top-down ») sont essentiellement exercés par l'activité de prédation des herbivores (zooplancton et poissons phytoplanctophages) ou encore par l'action lytique des virus.

2.4.3. Conclusion

Le phytoplancton, l'un des outils modernes utilisé dans la bioindication et la biosurveillance des écosystèmes aquatiques. Un peuplement diversifié, dominé par les diatomées c'est un témoin de bon fonctionnement des écosystèmes prospectés. Néanmoins, la présence des cyanophycées dans toutes les stations étudiées, fait que ces sites ne sont pas à l'abri d'une future eutrophisation possible. Ceci impliquerait la nécessité d'une surveillance et d'un suivi réguliers de la qualité des eaux continentales algériennes car c'est de leur santé que dépend aussi la santé de notre environnement.

2.5. Densité moyenne du phytoplancton recensé

2.5.1. Résultats

Les densités globales du plancton ont été recensées dans 3 sites (l'Oued Tadjmout en 2007 et Oued Ghaicha en 2011 et le Barrage de Timgad entre novembre 2008 et juin 2009).

🚧 Oued Tadjmout

Les résultats de notre comptage font apparaître la prédominance des effectifs des Diatomées qui comptabilisent une densité moyenne proche de $1,6 \times 10^5$ ind/l (soit 98% de la biomasse algale). Elles sont suivies par les Chlorophycées qui représentent moins de 2%. Quand aux Cyanobactéries, les Dinoflagellés et les Euglénophycées, leurs densité moyenne cumulée est très faiblement représentée avec moins du $1/100^{\text{ème}}$ (Fig.40).

L'évaluation des densités phytoplanctoniques globale en fonction des mois montre que les densités les plus fortes sont relevées en avril et en mai représentant respectivement 51% et 33% de la biomasse algale. En revanche, c'est en mars que les densités les plus faibles sont enregistrées (Fig.41)

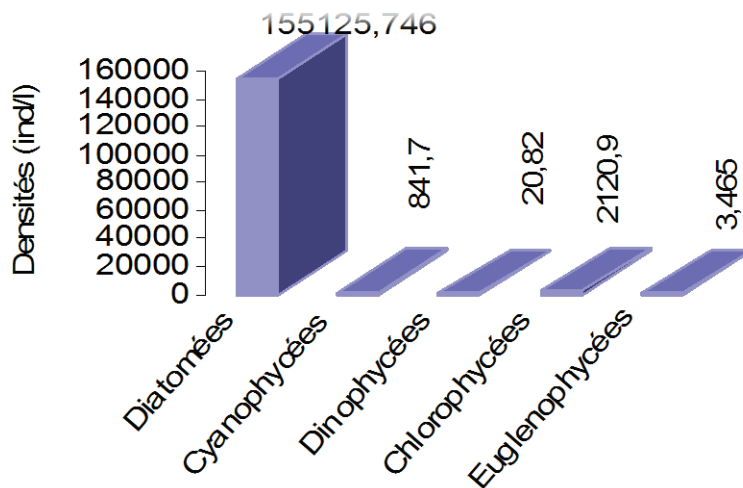


Figure 40 : Densités moyennes des différentes classes microalgales de l’Oued de Tadjmout

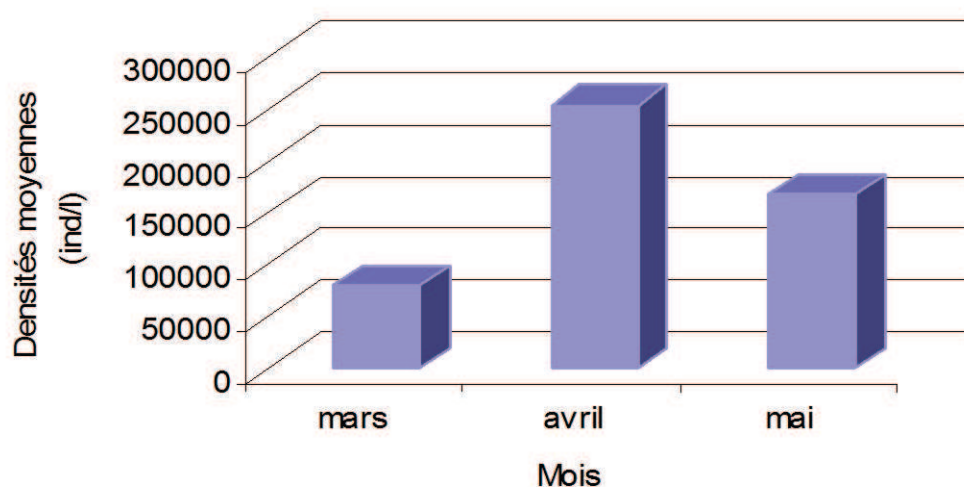


Figure 41 : Variation mensuelle de la densité globale du phytoplancton dans l’Oued de Tadjmout

📍 Oued Ghaicha

Les résultats de notre comptage font apparaître la prédominance des effectifs des diatomées qui comptabilise une densité moyenne proche de $2,3 \times 10^5$ ind/l soit (96%). Ces derniers sont suivis par les Cyanophycées qui représentent 2% de la biomasse enregistrée. En revanche, les Euglenophycées, les Chlorophycées, les Zygothycées, les Dinoflagellés, les Charophycées représentent une densité cumulée de $1/100^{\text{ème}}$ (Fig.42).

Les résultats de notre comptage font apparaître que dans cette station, le phytoplancton présente des fluctuations mensuelles où les plus fortes densités globales sont relevées en avril avec $1,4 \times 10^5$ ind/l. En revanche, c’est en hiver (décembre – février) que les densités les plus faibles sont enregistrées (Fig.43).

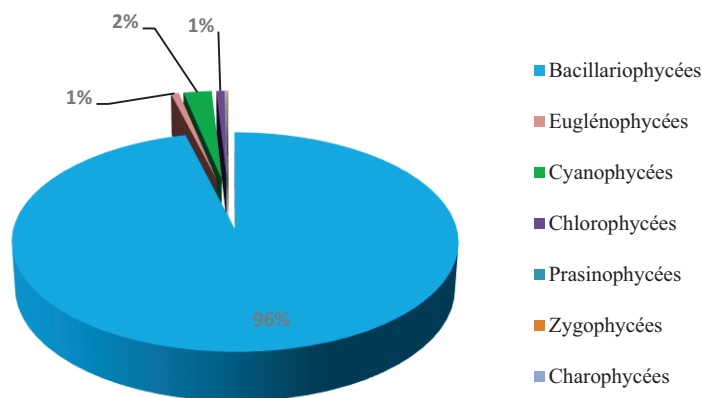


Figure 42 : Pourcentages de la densité microalgale dans l’Oued Ghaicha

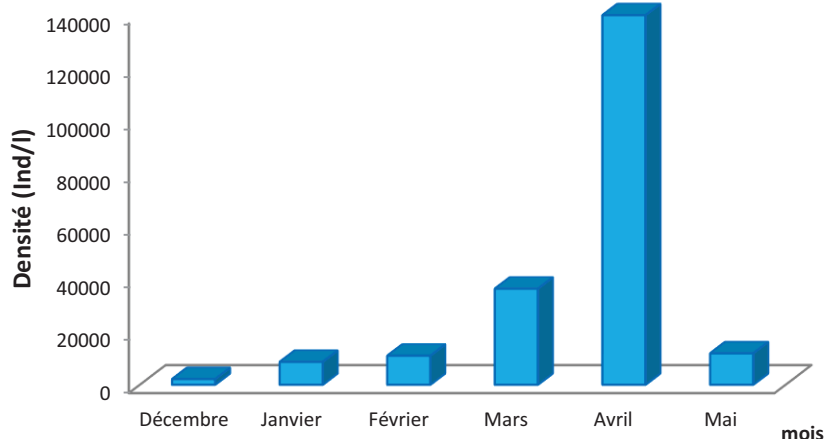


Figure 43 : Variations mensuelles de la densité microalgale dans Oued Ghaicha

🚧 Barrage de Timgad

Les résultats de notre comptage font apparaître la prédominance des effectifs des diatomées qui comptabilise une densité proche de 78%. Ces derniers sont suivis par les Chrysophycées et les Chlorophycées qui représentent respectivement 12% et 5% de la biomasse enregistrée. En revanche, les Euglenophycées, les Chlorophycées, les Zygothycées, les Dinoflagellés, les Charophycées, les Cyanophycées, les Prasinophycées représentent une densité cumulée de 1/100^{ème} (Fig.44). Les résultats de notre comptage font apparaître que dans cette station, le phytoplancton présente des fluctuations mensuelles où les plus fortes densités globales sont relevées en avril avec 35×10^5 ind/l. En revanche, c’est en hiver (décembre – février) que les densités les plus faibles sont enregistrées (Fig.45).

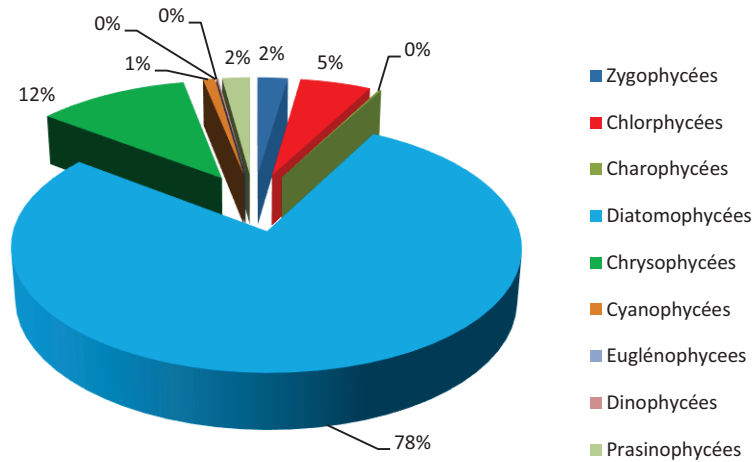


Figure 44 : Pourcentages de la densité microalgale dans le Barrage de Timgad

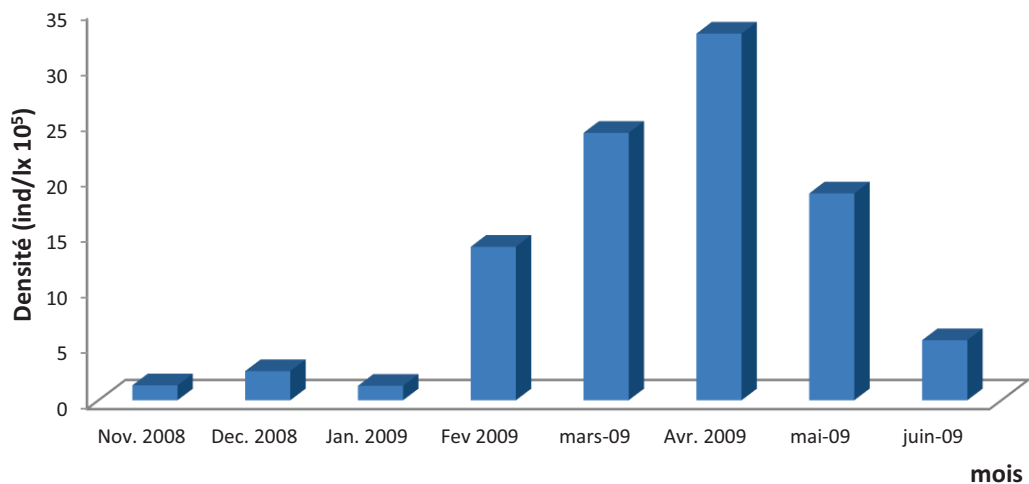


Figure 45 : Variations mensuelles de la densité microalgale dans le Barrage de Timgad

2.5.2. Discussions

Les résultats de notre évaluation des densités par classe de phytoplancton montrent, une nette prédominance de la classe des diatomées dans les différents sites étudiés. L'abondance des *Diatomophycées* au cours des différents mois serait en relation avec le maintien des conditions favorables à leur développement surtout pendant la période printanière (les diatomées sont des indicateurs de la qualité du milieu). Chaibi (2004), rapporte la même constatation de dominance des diatomées dans la lagune Mellah. Les densités les plus élevées sont enregistrées durant le mois d'avril et cette biomasse importante est due principalement à l'augmentation de la température de l'éclairement et des éléments nutritifs. Plusieurs travaux ont effectivement montré que la croissance phytoplanctonique dépend de la température (Burford et Pearson, 1998), des éléments nutritifs (Granlli *et al*, 1999) et des conditions de la lumière (Levasseur *et*

al, 1984 ; Finkel, 2001). L'effet de la température sur la croissance micro-algale a été décrit par de nombreux auteurs ; qui confirment la préférence micro-algale pour des températures comprises entre 15 et 30° C (Skulberg et al, 1984, Carmichael et al, 1990). Selon Grogga (2012), les explosions de biomasses d'algues interviennent 1 à 2 mois après les fortes pluies dont le ruissellement entraîne un enrichissement du milieu en phosphore et qui provoqueraient également un brassage complet des eaux.

2.5.3. Conclusion

La dominance de la classe des diatomées dans les eaux continentales de l'Est algérien est en relation avec l'aspect cosmopolite des espèces qui représentent cette classe et de leurs capacités à supporter les conditions environnementales dans différents types de milieux. La période de bloom est marquée au printemps et plus précisément au mois d'avril. Toutefois, il faut noter que les conditions estivales sont pratiquement défavorables au développement du phytoplancton, sachant que la majorité des sites se tarissent ou s'assèchent totalement.

2.6. Analyse des corrélations entre les paramètres physico-chimiques et la dynamique du peuplement phytoplanctonique

2.6.1. Résultats

Afin de montrer les possibles corrélations existantes entre les paramètres physicochimiques des eaux d'une part et la densité phytoplanctonique d'autre part, nous avons réalisé une analyse des corrélations (Tableau.19).

Au niveau d'Oued Tadjmout, de très fortes corrélations sont enregistrées avec des coefficients $r = 0,993$ et $r = 0,973$ entre la densité algale et les taux de nitrates et des orthophosphates respectivement. Les nitrates proviennent du lessivage des engrais et des rejets urbains et industriels. Leur présence associée aux autres éléments nutritifs, stimule le développement de la flore aquatique. Le développement excessif des végétaux aquatiques s'observe au-delà de 2 à 5 mg/l. De même les orthophosphates sont comme un nutriment majeur de la flore et peuvent entraîner sa prolifération à partir de 0,2 mg/l. On considère généralement que les phosphates constituent l'élément limitant des phénomènes d'eutrophisation, l'importance de ces deux éléments explique leur corrélation avec les diatomées. La salinité est fortement corrélée à la conductivité électrique de l'eau dont $r = 0,989$, selon Montegut (1996) et Hade (2002), la conductivité électrique augmente proportionnellement à la salinité. La classe des Diatomophycées est fortement corrélée avec les valeurs de la conductivité et de la salinité respectivement d'où le coefficient de corrélation « r » est de 0,985 et 0,984. On déduit que la conductivité et la salinité sont les facteurs favorables au développement des phytoplanctons et

spécialement des diatomées. Cependant les cyanophycées sont fortement corrélées aux taux de nitrites.

Concernant oued El-ghaicha, au seuil de signification $\alpha = 0,05$ notre analyse statistique des différents classes de phytoplancton et les paramètres physicochimique montre : (i) Les Diatomées, présentent des corrélations significatives et positive avec la TC° et les valeurs de la Turbidité où les coefficients de corrélation sont respectivement $r = 0,850$ et $r = 0,817$. Néanmoins, cette liaison est inversement proportionnelle aux valeurs du pH où $r = -0,869$. (ii) Chez les Cyanophycées, on note d'une corrélation positive qui a été enregistrés avec la turbidité ($r = 0,957$). Le pH, les NO_3 et le Cl^- jouent le rôle d'un facteur inhibiteur de la propagation des cyanophycées ; ceci est expliqué par les valeurs der négative qui sont respectivement : $r = -0,835$; $r = -0,811$ et $-0,867$. (iii) Les zygophycées et Chlorophycées sont fortement corrélées avec les nitrites (NO_2^-) et la température.

Tableau 19 : Résultats de l'analyse de la corrélation entre la densité algales et différents paramètres physico-chimique étudiés.

Sites	Classes	Cond (μs)	S‰	NO_2	TC°	Cl^-	pH	Turb	DCO
Oued Tadjmout	Diatomophycées	$r = 0,985$ $p = 0,015$ *	$r = 0,984$ $p = 0,016$ *						
	Cyanophycées			$r = 0,971$ $p = 0,029$ *					
Oued El-Ghaicha	Diatomophycées				$r = 0,850$ $p = 0,032$ *		$r = -0,86$ $p = 0,025$ *	$r = 0,817$ $p = 0,047$ *	
	Cyanophycées					$r = -0,867$ $p = 0,025$ *	$r = -0,83$ $p = 0,038$ *	$r = 0,957$ $p = 0,003$ **	
	Zygophycées			$r = 0,819$ $p = 0,046$ *					
	Chlorophycées				$r = 0,886$ $p = 0,019$ *				
Barrage de Timgad	Charophycées				$r = 0,71$ $p = 0,048$ *				
	Chrysophycées								$r = 0,934$ $p = 0,001$ ***
	Dinophycées						$r = 0,724$ $p = 0,042$ *		

2.6.2. Discussion

Au niveau du Barrage de Timgad, nous constatons qu'il existe une corrélation positive entre la température et les *Charophycées* qui seraient due à l'importance de la température dans les phénomènes de métabolisme. Selon Dussart (1992), pour les jours très nuageux, la température de surface n'atteint plus les mêmes valeurs et le métabolisme, ainsi que le taux de reproduction des organismes, en sont modifiés. Nous remarquons aussi l'existence d'une corrélation positive entre les *Dinophycees* et le pH du milieu, qui serait du à la caractéristique de ce groupe vis a vis de l'alcalinité. Les *Dinophycees* sont des phytoplanctons qui demandent un milieu alcalin pour assurer leurs croissances normales (le pH induit sur la solubilité de différentes substances). Le milieu peu oxygéné serait le plus favorable pour la classe des *Chrysophycées*. L'augmentation de la demande chimique en oxygène entraînerait une diminution de l'oxygène disponible. Selon Montegut (1996) et Hade (2002), la conductivité électrique augmente proportionnellement à la salinité.

En effet, selon, Vollenweider (1968) et Reynolds (1978) la qualité d'une eau est le résultat de nombreux paramètres dont les fluctuations sont déterminantes pour la répartition des organismes vivants. Ces résultats confirment également que les variations des conditions physiques peuvent entraîner des changements significatifs dans la composition et la biomasse des espèces dominantes de phytoplancton (Wetzel, 2001).

2.6.3. Conclusion

Les populations de phytoplancton identifiées sont cosmopolites, à large spectre écologique, à l'exception de certains groupes qui exigent certains facteurs clés. Dans les plans d'eau continentaux (i) l'accumulation des éléments particuliers et dissous d'origine terrestre, et (ii) les échanges de matières favorisent le développement du plancton.

3. Bioécologie de l'ichtyofaune autochtone et exotique

3.1. Inventaire de l'ichtyofaune recensée

3.1.1. Résultats

Cet inventaire a été établi au cours de la période s'étendant entre octobre 2007 et septembre 2011. Il s'agit des résultats obtenus par l'ensemble des différentes méthodes de capture utilisées à savoir : la pêche à vue, la pêche au filet maillant, la nasse et la canne à pêche. La liste systématique des espèces recensées a été dressée selon un ordre de classification après la consultation des guides et fascicules de systématique tel que Le Berre (1989) et le site web fishbase (www.fishbase.org). La confirmation de l'identification de certaines espèces a été réalisée grâce à la précieuse

collaboration du Dr. Nicolas Paulet (ONEMA : *Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques*).

Les 14 espèces de poissons recensés sont classées avec mention de leur statut d'origine, le type d'habitat fréquenté et l'étage bioclimatique de leurs sites dans le Tableau 20.

Tableau 20 : Inventaire taxonomique des espèces de poissons recensées dans les différents sites prospectés (Type d'habitat : O : Oued, B : Barrage, R : retenue collinaire, L : Lac, G : Gueltat ; origine : N : Native, E : exotique, SH : subhumide, SA : semi-aride, A : Aride, SD : Subdésertique, D : désertique)

FAMILLES Espèces	Nom commun	Statut Selon l'origine	Type Habitat	Région bioclimatique
CYPRINIDAE				
<i>Barbus</i> spp.	Barbeau	N	O B R L G	SH SA A SD D
<i>Pseudophoxinus</i> sp.	Ablette	N	O	A
<i>Cyprinus carpio carpio</i>	Carpe commune	E	B R	SH SA A SD D
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Carpe argentée	E	B	SA A SD v
<i>Carassius gibelio</i>	Carassin prusse	E	O	SH SA
<i>Aristichthys nobilis</i>	Carpe grande bouche	E	B R	SD
<i>Pseudorasbora parva</i>	Pseudorasbora	E	R	SA
POECILIIDAE				
<i>Gambusia affinis</i>	Gambusie	E	O L	D
CYPRINODONTIDAE				
<i>Aphanius fasciatus</i>	Aphanius de Corse	N	O	D
PERCIDAE				
<i>Perca fluviatilis</i>	Perche	E	B	SA SD
<i>Lucioperca lucioperca</i>	Sandre	E	B	SD
CICHLIDAE				
<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapie du Nil	E	O L	D
<i>Tilapia zillii</i>	Balti Zilli	E	O L	D
<i>Tilapia</i> sp.	Tilapie	N	O	D

3.1.2. Discussion

Le peuplement ichthyologique recensé est représenté par 14 espèces réparties en 5 familles et 13 genres. Nous notons une nette dominance des Cyprinidae avec 7 espèces soit 50% du peuplement inventorié, les Cichlidae arrivent en second avec quatre espèces. Les Poeciliidae, les Cyprinodontidae et les Percidae viennent ensuite avec une seule espèce pour chacune. Sur les 14 espèces inventoriées, 10 espèces sont considérées comme exotiques et 3 espèces sont natives (Tableau. 20).

Cette étude fournit le premier inventaire qualitatif, qui serait actuellement le plus exhaustif,

de la faune piscicole des eaux douces continentales de la zone prospectée. Dans la littérature, toutes les espèces recensées dans cette étude ont déjà été décrites pour l'Algérie (Bacha & Amara, 2007 ; Garcia et al., 2010 ; Kara, 2011). Néanmoins, nous signalons ici pour la première fois la présence de l'*Aphanius fasciatus* dans l'Oued Still (Oued Souf) au Sahara et de *Pseudophoxinus* sp. Dans l'Oued Mellah (M'Sila) dans la région des Hauts Plateaux. En Algérie, ces espèces ont été signalées exclusivement dans le complexe des zones humides du Parc National d'El Kala (Le Berre, 1989 ; Kara, 2011) et dans la Soummam (Bacha & Amara, 2007). Les deux espèces de *Pseudophoxinus* (*P. callensis* et *P. punicus*) signalées en Algérie (Le Berre, 1989 ; Bacha & Amara, 2007 ; Meddour, 2010 ; Kara, 2011) sont placées dans le statut des espèces à données insuffisantes (data deficient) dans la liste rouge de l'UICN (Garcia et al., 2010). Maltagliati (2002), souligne que *A. fasciatus* est un cyprinodontidé endémique thermique des eaux thermales Méditerranéennes avec une large tolérance à la salinité. Ce poisson est donc adapté à se développer dans une large variété d'habitats. Malgré cela, il se trouve généralement dans les eaux saumâtres telles que les étangs ou lagunes côtières où il effectue la totalité de son cycle de vie. Selon le même auteur le potentiel de dispersion de cette espèce est limité car les traits d'histoire de vie d'*A. fasciatus* incluent des gros œufs benthiques et l'absence de larve pélagique.

La présence d'*A. fasciatus* dans la partie nord de la vaste région du Sahara septentrional élargit l'aire biogéographique de répartition connue de l'espèce vers les habitats continentaux, notamment dans les systèmes aquatiques saumâtres de la région subdésertique de l'Algérie. La littérature révèle que l'aire de répartition de l'espèce se limite aux zones littorales du pourtour Méditerranéen (Whitehead et al., 1986). Trois principales hypothèses peuvent être avancées pour expliquer cette nouvelle observation : (i) l'expansion naturelle, en profitant des connections de réseaux hydrographiques complexes et l'interaction entre les bassins versants de la région côtière nord-africaine avec les milieux aquatiques continentaux du Sahara septentrional ; (ii) l'existence d'une population délictuelle qui n'aurait subsisté que dans les deux sites signalés alors qu'elle est totalement absente tant dans les sites limitrophes que dans les sites éloignées de la vaste région étudiée; (iii) l'espèce *Gambusia affinis* (Baird & Girard, 1853), est un poisson Poeciliidae qui peut avoir de forts impacts sur la distribution des poissons indigènes, tels les *Aphanius* dont il a causé le déplacement spatial vers les eaux douces (Crivelli 1995) ; (iv) une introduction humaine volontaire ou accidentelle n'est pas écartée.

Depuis les années 1980, en Tunisie, et plus tôt en Algérie, il n'existait pas de données fiables sur l'abondance, les tendances et les menaces des *Pseudophoxinus*. Une révision taxonomique de ce genre est ainsi nécessaire. D'après l'UICN (2012), Tahani et Kraiem (2008) et Almaça (1979), en Algérie, le genre *Pseudophoxinus* est représenté par 2 espèces, à savoir, *P. callensis* Guichenot, 1850, et *P. punicus* (Pellegrin, 1920). Avec une répartition géographique mal

connue jusqu'à ce jour, le genre *Pseudophoxinus* a été signalé pour la première fois en Algérie par Guichenot (1850) dans la région d'El Kala. A notre connaissance, l'espèce n'est signalée actuellement qu'en zones côtières ; dans la lagune Mellah dans le Parc national d'El-Kala (Chaoui, 2006) et dans l'Oued Soummam dans le Nord-Est du pays (Bacha & Amara, 2007).

Selon l'UICN (2012) Le statut spécifique du genre *Pseudophoxinus* n'est par encore confirmé et reste dans la catégorie (DD) données insuffisantes. Selon, Tahani & Kraiem (2008), en Tunisie, la systématique de ce genre offre beaucoup de zones d'ombre. Certains auteurs tels que (Vaillant, 1904; Boulenger, 1911; Pellegrin, 1920; Dieuzeide & Champagne, 1950; Collares-Pereira, 1983) s'est appuyé sur les caractères morphométriques, y compris la couleur du corps et les nageoires et la forme des écailles, afin qu'ils puissent prouver la coexistence de ces espèces. D'autres des auteurs tels que (Bertin & Esteve, 1948 ; Almaça, 1979 ; Kraïem, 1983; Boumaïza & Quignard, 1996) ont découvert que les paramètres méristiques montrent de large chevauchements, et les caractères morphométriques sont trop insuffisantes pour distinguer les deux formes comme des espèces différentes. Il vit dans les rivières et les lacs. Il est de petite taille (< 100 mm). La plupart des espèces de ce genre sont signalées dans la partie Nord-Est du bassin méditerranéen ; on cite par exemple : Bogutskaya (1992) et Bogutskaya (1997), qui ont enregistré 10 espèces de Turquie. Quatre autres espèces sont connues dans le Proche-Orient, qui a été enregistrées par Krupp et Schneider (1989) et Krupp (1992). Trois en Afrique du Nord d'après Lévêque et Daget (1984). Kottelat & Barbieri (2004) à enregistré sept autres espèces de *Pseudophoxinus*. Selon Doadrio (1994), la région nord-africaine aurait eu des connexions avec les faunes asiatiques et avec la péninsule Ibérique au cours du Cénozoïque. La faune ichtyologique Est différente de celle de l'Europe, et la présence de taxa Africains proches de formes asiatiques, tels *Pseudophoxinus* et *Barbus* (*Barbus callensis*, par exemple), pourrait suggérer une connexion asiatique au cours de la période de l'Oligocène Et (ou) du Miocène inférieur. Les relations avec la péninsule Ibérique seraient plus récentes et pourraient dater du Miocène supérieur, lorsque la Méditerranée s'est asséchée.

La description de l'ablette « *Pseudophoxinus* » dans la région de M'sila élargi l'aire biogéographique de répartition connue de l'espèce vers les habitats continentaux, notamment dans les eaux intérieures de l'Algérie. La littérature documentée révèle que l'aire de répartition de l'espèce se limite aux zones littorales (LeBerre, 1989 ; Bacha et Amara 2007) et vers le sud constantinois dans le Lac de Boulhilet (Si Bachir, 1991).

En outre, cette étude montre une grande diversité de formes de barbeaux que nous n'avons pu identifier jusqu'à l'espèce. Plusieurs études font état des difficultés rencontrées pour distinguer entre les espèces du genre *Barbus* en se référant à des caractères morphologiques, compte tenu de

leurs grandes similitudes et beaucoup d'hybrides et de variétés locales (Doadrio, 1994 ; Azeroual et *al.*, 2000). En Algérie, il existe peu de connaissances sur la taxonomie du genre *Barbus* et sur le plan systématique et le statut spécifique, il existe des divergences sur les notions d'espèce et de sous-espèce (Doadrio, 1994 ; Azeroual et *al.*, 2000). Il existerait, quatre à cinq espèces (Gervais, 1853 ; Bouhaddad, 1993 ; Machordon et *al.*, 1998) qui devraient être étudiées pour fournir le modèle de spéciation de ce groupe (Doadrio et *al.*, 1998; Tsigenopoulos et *al.*, 2003) dans le détail notamment grâce aux analyses moléculaires. Les 5 espèces en questions selon Bouhaddad (1993) sont : *Barbus callensis*, *B. antinorii*, *B. biscarensis*, *B. figuigensis*, et *B. deserti*.

Il est à noter que *Gambusia affinis* s'est acclimatée dans les sites sahariens, affectant les écosystèmes aquatiques et donc probablement exercer une forte prédation sur les petits poissons endémiques. C'est à l'origine du déplacement spatial de l'*Aphanius* dans les eaux douces méditerranéens (Crivelli, 1995).

Comme dans le reste du monde, l'introduction de poissons ont de nombreuses conséquences qui affectent la biodiversité : (I) des phénomènes de concurrence qui pourraient entraîner la suppression de la maternelle ou des espèces introduites (Crivelli, 1995; Blanchet, et *al.*, 2007); la prédation qui a conduit à un déclin sévère ou extinction d'espèces indigènes (McDowall, 2006), (II) d'hybridation qui se produit au sein des espèces introduites qui ne peuvent généralement pas coexister avec les autochtones (Scribner et *al.*, 2001). Les espèces de Tilapia, en particulier, sont connues pour leur capacité à s'hybrider (Lévêque, 2006), ce qui peut provoquer le changement génétique aux espèces survivantes, (iii) la transmission des maladies (Mack et *al.*, 2000 ; Gozlan et *al.*, 2005); et (iv) modification de l'habitat (McDowall, 2006).

Plus de 20 espèces d'autres continents ont été introduites en Afrique, en particulier en Afrique du Nord (Lévêque, 2006). Alors que plus d'une centaine d'espèces de poissons ont été introduites dans le monde pour l'aquaculture (Arthur et *al.*, 2010), *Cyprinus carpio* est l'une des rares espèces non indigènes qui ont été testées pour l'aquaculture dans plusieurs pays africains (Moreau et *al.*, 1988). Malgré le fait que le poisson se produise dans les sites étudiés. L'impact écologique de sa large diffusion dans la plupart des barrages et des réservoirs dans la zone d'étude n'a pas encore été évalué, mais on s'attend à ce qui'il serait pré-judiciable.

Plusieurs espèces d'eau douce indigènes en Afrique du Nord (Algérie, Maroc et Tunisie) sont sous la menace d'extinction (en voie de disparition au niveau régional de l'Afrique du Nord) à la suite de l'extraction des eaux souterraines, la construction des barrages, la pollution de l'eau et la sécheresse (Pellegrin, 1921). Cette faune de poissons est très sensible aux risques d'extinction en raison de la diminution de la superficie et de la qualité de leur habitat, en plus de la saisonnalité de la présence de masses d'eau (Garcia et *al.*, 2010). La présence exclusive des espèces indigènes

dans les habitats naturels, en particulier dans les oueds (rivières), met l'accent sur l'importance de ces habitats dans la conservation d'espèces rares et / ou spécialistes.

3.1.3. Conclusion

Le premier inventaire qualitatif que nous avons effectué dans la région des Aurès et du Sahara septentrional, 14 espèces réparties en 5 familles et 13 genres. Nous notons une nette dominance des Cyprinidae avec 7 espèces soit 50%. Nous avons aussi signalés la présence pour la première fois la présence du *Pseudophoxinus sp* et *Aphanius fasciatus* dans la région étudiée et la présence de ces deux espèces dans cette région élargie l'aire de répartition de ces deux espèces. La présence exclusive des espèces indigènes dans les habitats naturels, en particulier dans les oueds (rivières), met l'accent sur l'importance de ces habitats dans la conservation d'espèces rares et / ou spécialistes.

3.2. Statuts écologiques des espèces inventoriées

3.2.1. Resultats

Les espèces exotiques sont présentes dans toutes les régions bioclimatiques et distribuées principalement dans les habitats artificiels (réservoirs et barrages). Les espèces indigènes les plus courantes sont *Cyprinus carpio*, avec 41 %, *Hypophthalmichthys molitrix* avec 31 % et *Aristichthys nobilis* avec 18 % (Tableau. 21). Les espèces natives appartiennent à 3 genres (*Barbus*, *Pseudophoxinus* et *Aphanius*) caractérisés chacun par une distribution différente. Les *Barbus*, représentés par plusieurs espèces avec la fréquence d'occurrence la plus élevée (87,2 %), sont cosmopolites dans la région d'étude et sont ainsi rencontrés dans tous les étages bioclimatiques jusqu'à la limite supérieure du Sahara. Le genre *Pseudophoxinus* ne se retrouve qu'en région aride dans un unique site (Oued Mellah), alors que l'espèce *Aphanius fasciatus* ne se rencontre que dans le Sahara dans un oued d'eau douce à saumâtre (Oued Still). L'introduction d'espèces de poissons a parfois été justifiée par la création de nouveaux habitats (Gozlan et al., 2010a ; Gozlan, 2008). Par ailleurs, l'introduction de certaines espèces de poissons a été effectuée pour lutter contre les vecteurs de maladies. Certaines espèces comme *Gambusia affinis* et *Poecilia reticulata* ont été et sont encore utilisées dans les différentes régions de l'Afrique, dans le Sahara algérien en particulier, pour essayer de contrôler les moustiques qui transmettent le paludisme (Hammadi et al., 2009). En conséquence, le déclin de la population des espèces indigènes et des perturbations dans les filets écologiques sont des résultats communs lors Mosquitofishs (Hamer et al., 2002; Hurlbert & Mulla, 1981)

Les espèces inventoriées présentent quatre niveaux du statut de conservation selon l'UICN ; 54% de ces espèces sont dite (NE) non évaluée (espèce non encore confrontée aux

critères de la Liste rouge), 31% sont des espèces pour laquelle le risque de disparition est faible (LC), une seule espèce vulnérable (VU) (dont les chances de disparition sont sérieux) et une seule espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes (DD) Tableau 21 et (Fig.46).

Tableau 21 : Répartition des espèces inventoriées selon leurs statuts de conservation (NE : non évaluée ; LC : risque de disparition est faible ; VU : espèce vulnérable ; DD : données suffisantes ; C (%) fréquence d'occurrence)

FAMILLES Espèces	Nom commun	Statut de conservation UICN	Echelle de constance C(%)
CYPRINIDAE			
<i>Barbus</i> spp.	Barbeau	LC	Constante
<i>Pseudophoxinus</i> sp.	Ablette	DD	Constante
<i>Cyprinus carpio carpio</i>	Carpe commune	VU	Accessoire
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Carpe argentée	NE	Accessoire
<i>Carassius gibelio</i>	Carassin prusse	NE	Accessoire
<i>Aristichthys nobilis</i>	Carpe grande bouche	NE	Accessoire
<i>Pseudorasbora parva</i>	Pseudorasbora	NE	Accessoire
POECILIIDAE			
<i>Gambusia affinis</i>	Gambusie	NE	Constante
CYPRINODONTIDAE			
<i>Aphanius fasciatus</i>	Aphanius de Corse	LC	Accidentelle
PERCIDAE			
<i>Perca fluviatilis</i>	Perche	LC	Accidentelle
<i>Lucioperca lucioperca</i>	Sandre	LC	Accidentelle
CICHLIDAE			
<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapie du Nil	NE	Constante
<i>Tilapia zillii</i>	Balti Zilli	NE	Constante
<i>Tilapia</i> sp.	Tilapie		Accidentelle

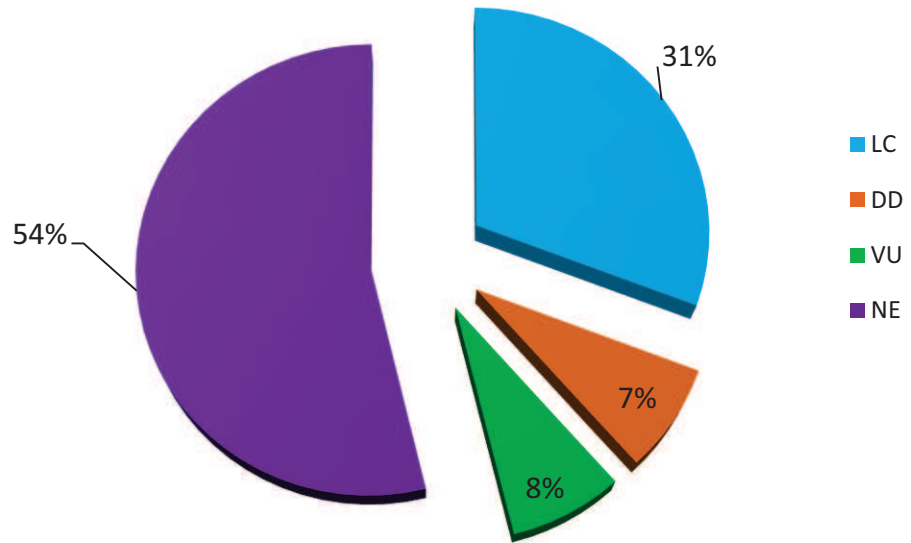


Figure 46. Répartition de l'ichtyofaune recensée selon leurs statuts de conservation

3.2.2. Discussion :

Malgré l'importante richesse ichtyologique présente dans les eaux continentale algérienne, et vu a la présence de plusieurs contraintes naturelles et humaine menaçant cette richesse, aucun decret ou arrete de conservation qui pris en charge cette faune ichtyologique.

3.2.3. Conclusion

Plus de la moitié des espèces recensées présentent un statut NE (Not ecaluated) selon l'UICN. Ceci exige des prospections permettant la mise à jour de l'ichtyofaune algérienne et l'évaluation d'indicateurs conduisant à établir une véritable echelle de conservation de ces espèces.

3.3.Modèle de répartition de l'ichtyofaune en fonction des facteurs environnementaux

3.3.1. Résultats

Les résultats obtenus suite à l'analyse statistique de la distribution spatiale des espèces inventoriées en relation avec les facteurs de l'environnement étudiés, mettent en évidence l'assemblage ichtyologique de chaque milieu. Le modèle révèle que les espèces de poissons recensées sont assemblées en trois groupes caractéristiques différents, appartenant chacun à une catégorie de sites : (i) les oueds ; (ii) les lacs et gueltats ; (iii) les barrages et retenues collinaires. Un gradient de typologie du milieu sépare nettement les peuplements exotiques des peuplements natifs. Seule l'abondance des espèces exotiques est positivement corrélée avec le type d'habitat ($F=21,459$; $p < 0,0001$) (Tableau. 22).

Tableau 22 : Test ANOVA de l'abondance des espèces ichthyologiques inventoriées en fonction des différents facteurs de l'environnement

Variables	Source of Variation	SCE	ddl	CM	F	<i>p</i>
Type d'habitat	Entre les groupes	28,865	2	14,432	21,459	0,0001
	Dans les groupes	24,212	36	0,673		
	Total	53,077	38			
Altitude	Entre les groupes	2,013	2	1,006	0,709	0,499
	Dans les groupes	51,064	36	1,418		
	Total	53,077	38			
Etage bioclimatique	Entre les groupes	45,827	31	1,478	1,427	0,329
	Dans les groupes	7,250	7	1,036		
	Total	53,077	38			
Température minimale	Entre les groupes	4,158	2	2,079	1,530	0,230
	Dans les groupes	48,919	36	1,359		
	Total	53,077	38			
Température maximale	Entre les groupes	45,744	32	1,429	1,170	0,462
	Dans les groupes	7,333	6	1,222		
	Total	53,077	38			
Pression humaine	Entre les groupes	46,410	33	1,406	1,055	0,537
	Dans les groupes	6,667	5	1,333		
	Total	53,077	38			

3.3.2. Discussion

Selon Leveque (1995), Parmi les principaux paramètres pouvant caractériser l'habitat, d'un poisson, trois exigences fondamentales: (i) se protéger des contraintes du milieu (courant, oxygène, température, etc.). Ainsi que des prédateurs et éventuellement des concurrents, de manière à assurer sa survie ; (ii) se nourrir dans les meilleures conditions afin d'assurer sa croissance et sa maturation sachant que les besoins alimentaires varient au cours du développement ; (iii) se reproduire à l'état adulte, dans les conditions les plus favorables, de manière à assurer la survie de l'espèce. Le poisson est ainsi amené à se déplacer (migrations) et à développer éventuellement des formes de protection des œufs (soins parentaux).

Dans les eaux continentales de l'Est algérien, les exotiques sont relativement plus fréquentes dans les milieux anthropisés fermés (barrages et retenues collinaires) que dans les milieux naturels ouverts (oueds, lacs et gueltats). En revanche, les espèces natives sont représentées dans la quasi-totalité des types de milieux prospectés, tant naturels qu'artificiels. Les oueds : abriteraient des espèces ayant tendance à coloniser des milieux naturels ouverts et à écoulement rapide. Les lacs et gueltats, seraient colonisés par des espèces préconisant des milieux naturels semi fermés avec un écoulement faible. Les Barrages et retenues collinaires : représentés

par des espèces ayant une préférence pour les milieux artificiels et semi artificiels considérés comme des milieux fermés avec des eaux principalement stagnantes. Ce modèle n'est pas du à une moindre richesse en espèces indigènes, mais c'est plutôt le résultat de l'influence humaine accrue qui fait que le nombre d'espèces exotiques augmente avec le degré de l'anthropisation. Selon Leprieur et *al.*, (2008), les milieux d'eau douce sont susceptibles d'être accueillir un nombre remarquable lorsque la pression anthropique sur l'environnement est importante. Kopp et *al.*, (2009), ont fait des constatations similaires pour un drainage dans le sud-ouest de la France. Par ailleurs, la richesse des espèces de poissons exotiques pourraient être efficacement prédite à partir de la taille de la population humaine (McKinney, 2001). Ce dernier paramètre n'est pas un indicateur exclusif pour les invasions causées par les poissons uniquement (Marchetti et *al.*, 2006), mais il peut également être appliquée à d'autres modèles biologiques (Hansen et *al.*, 2005, Irwin et *al.*, 2010).

3.3.3. Conclusion

L'inventaire établi dans cette étude constitue le plux exhaustif et le plus réaliste mis à jour pour la région des Aurès et du Sahara septentrional. L'*A. fasciatus* est une espèce actuellement en déclin en raison de la dégradation des habitats d'eau saumâtre, la pollution des eaux continentales et côtières et l'introduction de poissons exotiques (Bianco, 1995). Un intérêt particulier devrait être donné aux populations nouvellement découvertes dans les régions arides du Sahara septentrional algérien où des prospections poussées pourraient révéler d'autres sites abritant l'espèce. Des analyses moléculaires seraient également de grande utilité pour élucider les différences génétiques éventuelles qui singularisent l'*A. fasciatus* du Sahara par rapport à celui de la côte méditerranéenne. ceci est également valable pour le genre *Barbus* qui mérite une mise à jour particulière. La répartition spatiale des espèces inventoriées en relation avec les facteurs de l'environnement étudiés, mettent en évidence l'assemblage ichthyologique de chaque milieu. Le modèle révèle que les poissons recensées sont réparties en trois groupes caractéristiques différents, appartenant chacun à une catégorie de sites : (i) les oueds ; (ii) les lacs et gueltats ; (iii) les barrages et retenues collinaires. Les plans d'eau étudiés, et notamment les milieux lotiques, présentent une biodiversité plus faible par rapport aux milieux lentiques et généralement n'abritent que les espèces natives. Ces milieux sont caractérisés par une grande variabilité spatiale et temporelle en raison des fluctuations de débit et de niveau de l'eau qui modifient considérablement la nature et l'étendue des volumes utilisables par les poissons.

Par conséquent, nos résultats appuient la conclusion que les espèces exotiques ont tendance à coloniser les écosystèmes influencés par les activités humaines ou d'origine anthropique perturbée.

4. Etude des paramètres de développement (des espèces clés de poissons recensés)

4.1. Cas de *Aphanius fasciatus* d'Oued Still (El Oued)

4.1.1. Resultats

4.1.1.1. Caractères méristiques

Les valeurs enregistrées pour les caractères méristiques considérés sont généralement supérieures chez les femelles par rapport aux mâles, sauf pour le nombre de rayons de la nageoire anale qui varie entre 9 et 11 rayons chez les mâles et entre 9 à 10 seulement chez les femelles (Tableau.23). En résumé, la formule méristique de l'*A. fasciatus* du Sahara (sexes confondus) peut être exprimée ainsi : D8-12, A9-11, C21-27, P10-13, LL23-30.

Tableau 23. Valeurs minimales, maximales et moyennes avec les écarts types (SD) des caractères méristiques de l'*A. fasciatus* observé au Sahara Algérien.

Caractères	Mâles (N = 8)			Femelles (N = 19)		
	Min	Max	Moy ± SD	Min	Max	Moy ± SD
Nombre de rayons de la nageoire dorsale (NRD)	8	10	9 ± 1	9	12	10,5 ± 1,5
Nombre de rayons de la nageoire anale (NRA)	9	11	10 ± 1	9	10	9,5 ± 0,5
Nombre de rayons de la nageoire caudale (NRC)	21	25	23 ± 2	22	27	24,5 ± 2,5
Nombre de rayons de la nageoire pectorale (NRP)	11	12	11,5 ± 0,5	10	13	11,5 ± 1,5
Nombre d'écailles de la ligné latérale (ELL)	23	25	24 ± 1	23	30	26,5 ± 3,5
Nombre de bandes du côté droit (NBD)	4	14	9 ± 5	8	15	11,5 ± 3,5
Nombre de bandes du côté gauche (NBG)	5	14	9,5 ± 4,5	9	15	12 ± 3

4.1.1.2. 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 plus élevée chez les femelles (maximum de 5,2 cm et moyenne de $4,2 \pm 1,0$ cm) que chez les mâles (maximum de 3,9 cm et moyenne de $3,2 \pm 0,7$ cm). En plus, les écarts entre les grandeurs mesurées chez les deux sexes, toujours en faveur des femelles, sont plus importants pour les paramètres LT, LS, LPp, Lpp, Lpa, Lpd et HC que pour DO, P-O, PO, Hpc et LC (Fig. 47). 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 81,25 % des régressions chez les mâles et 87,5% chez les femelles. Toutes les allométries majorantes sont détectées par rapport à la longueur totale, avec la longueur pré-pectorale (Lpp) chez les femelles ($t_{\text{obs}} = 2,518$), et avec l'espace inter-orbitale DO ($t = 2,768$), la hauteur du corps HC ($t_{\text{obs}} = 7,459$) et la hauteur pré-caudale Hpc ($t = 2,577$) chez les mâles. Une seule allométrie minorante ($t_{\text{obs}} = 2,376$) est enregistrée chez les femelles entre le diamètre orbitaire

et la longueur céphalique (Tableau. 24).

Tableau 24. Coefficients d'allométrie et équations de régression des caractères métriques mesurés en fonction de la longueur totale et de la longueur céphalique chez l'*A. fasciatus* d'Oued Still. (Valeur théorique de la Tableau *t* de Student : Femelle : $t_{1-\alpha/2} = 2,110$; Mâle : $t_{1-(\alpha/2)} = 2,447$).

Fonction	Sexe	Equation d'allométrie	r^2	t_{obs}	Signification
DO = f (LC)	F	DO = - 0,658 + 0,646 log LC	0,379	2,376	Minorante
	M	DO = - 0,657 + 1,09 log LC	0,523	0,306	Isométrie
DO = f (LT)	F	DO = - 1,08 + 0,685 log LT	0,340	1,972	Isométrie
	M	DO = - 1,47 + 1,33 log LT	0,626	1,155	Isométrie
HC = f (LT)	F	HC = - 1,03 + 1,52 log LT	0,145	1,918	Isométrie
	M	HC = - 1,06 + 1,69 log LT	0,967	7,459	Majorante
Hpc = f (LT)	F	Hpc = - 1,04 + 1,13 log LT	0,637	0,838	Isométrie
	M	Hpc = - 1,22 + 1,49 log LT	0,849	2,577	Majorante
LC = f (LT)	F	LC = - 0,614 + 0,988 log LT	0,779	0,105	Isométrie
	M	LC = - 0,644 + 1,01 log LT	0,814	0,057	Isométrie
Lpa = f (LT)	F	Lpa = - 0,095 + 0,809 log LT	0,495	1,235	Isométrie
	M	Lpa = - 0,351 + 1,28 log LT	0,749	1,218	Isométrie
Lpd = f (LT)	F	Lpd = - 0,061 + 0,704 log LT	0,373	1,873	Isométrie
	M	Lpd = - 0,250 + 1,05 log LT	0,623	0,195	Isométrie
P-O = f (LC)	F	P-O = - 0,332 + 1,05 log LC	0,732	0,385	Isométrie
	M	P-O = - 0,336 + 0,917 log LC	0,756	0,433	Isométrie
PO = f (LC)	F	PO = - 0,530 + 1,19 log LC	0,552	1,075	Isométrie
	M	PO = - 0,501 + 1,19 log LC	0,604	0,680	Isométrie
P-O = f (LT)	F	P-O = - 0,925 + 0,954 log LT	0,486	0,273	Isométrie
	M	P-O = - 0,885 + 0,842 log LT	0,508	1,208	Isométrie
PO = f (LT)	F	PO = - 1,24 + 1,14 log LT	0,401	0,702	Isométrie
	M	PO = - 1,27 + 1,20 log LT	0,492	0,630	Isométrie
LPp = f (LT)	F	LPp = - 0,457 + 1,07 log LT	0,416	0,365	Isométrie
	M	LPp = - 0,447 + 1,07 log LT	0,661	0,288	Isométrie
Lpp = f (LT)	F	Lpp = - 0,844 + 1,42 log LT	0,658	2,518	Majorante
	M	Lpp = - 0,620 + 0,980 log LT	0,526	0,151	Isométrie
LS = f (LT)	F	LS = - 0,118 + 1,07 log LT	0,972	1,666	Isométrie
	M	LS = - 0,0791 + 0,990 log LT	0,976	0,157	Isométrie

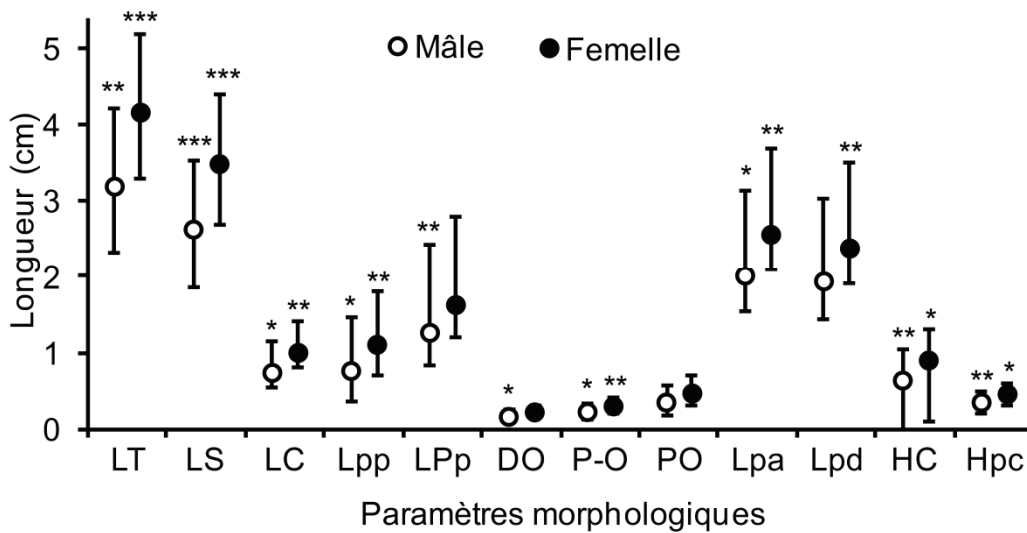


Figure 47 - Valeurs moyennes, minimales et maximales des paramètres morphométriques mesurés chez l'*A. fasciatus* (* : significative ; ** hautement significative ; *** très hautement significative)

4.1.1.3. Relation taille-poids

Les modèles mathématiques de la relation taille-poids révèlent la présence d'une forte liaison entre le poids total (W) en g et la longueur totale en cm (Fig. 44). Les coefficients de corrélation r sont de 0,921 pour les mâles et de 0,959 pour les femelles. Les mâles présentent une valeur de t_{obs} égale à 0,497, 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. 48A). Par contre, chez les femelles, cette relation présente une valeur de $t_{obs} = 2,239$, ce qui dénote d'une allométrie majorante dans le cas de la relation entre le poids et la longueur totale ($b = 3,64$ est supérieur à la valeur de référence = 3) (Fig. 48B). pour l'ensemble des mâles et des femelles (sexe confondu), la longueur totale est bien corrélée au poids ($r^2 = 0,972$) selon une relation puissance : $W(g) = 1,99 \times LT^{3,20}$; LT en cm. Les données des mâles, plus petits, sont en continuité avec les données des femelles.

La valeur t de student : $t_{obs} = 1,93$ et celle de la valeur théorique de Student est de 2,060 avec $r^2 = 0,972$, donc la valeur t (t_{obs}) est nettement inférieure. Dans ce cas, on accepte l'hypothèse nulle qu'il n'existe aucune différence significative entre la valeur de b et celle observée durant cette étude $b = 3,20$, donc le poids et la longueur totale présentent une isométrie.

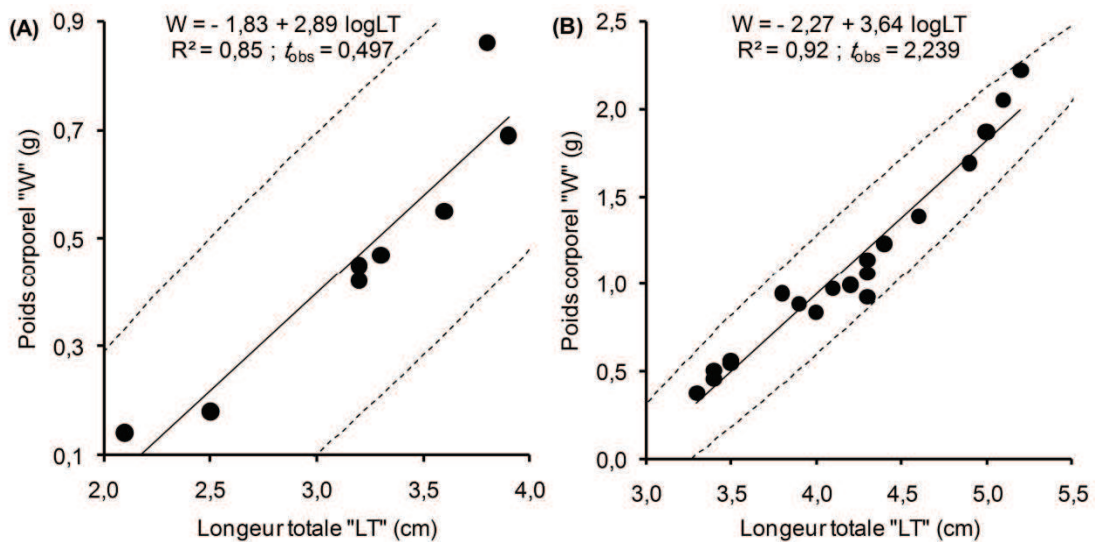


Figure 48- Relation Taille-Poids chez les mâles (A) et les femelles (B) d'*A. fasciatus* d'Oued Still (Sahara Algérien).

4.1.1.4. Age et croissance

L'estimation de cette relation par la méthode scalimétrique a permis de définir six groupes d'âge dans la population totale (Fig. 49). La croissance linéaire relative est très rapide durant la première année chez les deux sexes (Fig. 49A). Le taux annuel de la croissance diminue ensuite progressivement, surtout à partir de la quatrième année. Une forte corrélation est également notée entre l'âge et le poids chez les deux sexes (Fig. 49B). L'analyse de la croissance effectuée sans distinction entre les sexes indique que *l'Aphanius fasciatus* peut vivre jusqu'à sept ans. L'espèce présente une croissance rapide durant sa phase juvénile notamment au cours des trois premières années. La longueur moyenne à 2 ans est de 2,825 cm et atteint 4,162 cm à 4 ans. Toutefois, et à partir de la quatrième année, la croissance en longueur devient de plus en plus lente et peut être estimée à quelques millimètres par an. Les longueurs moyennes estimées par groupe d'âge ont été utilisées pour estimer les paramètres de la relation de croissance linéaire et pondérale : $Lt = 5,5878 [1 - \exp(-0,345(t-0,027))]$, $Wt = 2,6692 \cdot [1 - \exp(-0,271 \cdot t)]^3$. Les paramètres de croissance de l'équation de Von Bertalanffy qui caractérisent de *l'Aphanius fasciatus* d'Oued Still ainsi que ceux relatifs à la relation taille-poids sont respectivement, $L_{\infty} = 5,5878$; $K = 0,345$; $t_0 = 0,027$; $W_{\infty} = 2,6692$; Avec ; $k = 0,271$.

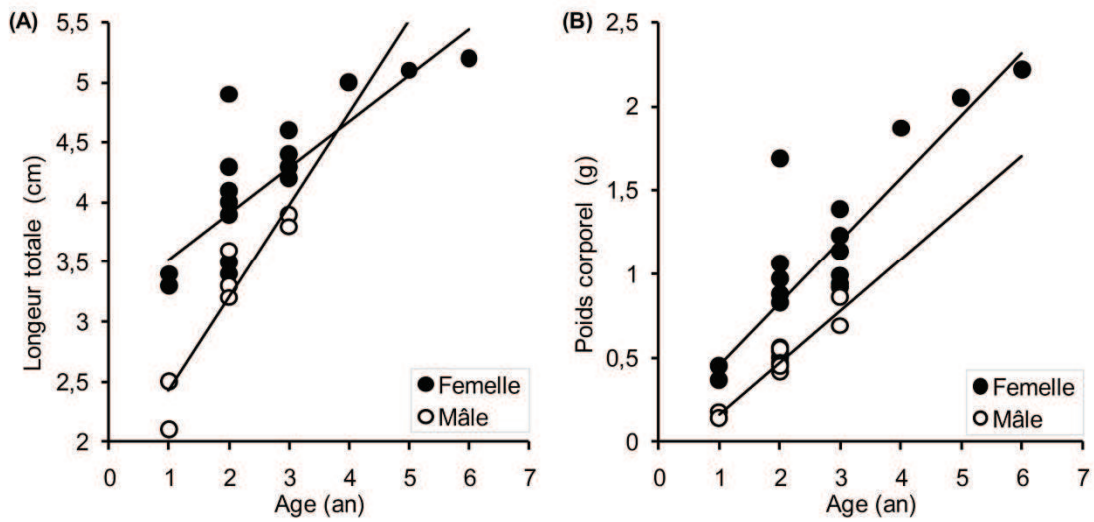


Figure. 49 -Variation du poids total et de la longueur totale par rapport à l'âge chez l'*A. fasciatus* d'Oued Still (Sahara algérien).

Le test ANOVA de la variation des différents caractères métriques en fonction de l'âge, montre qu'au niveau d'un seuil de signification ($p < 0,05$), 85%, leur croissance est étroitement liée avec l'âge chez les deux sexes. En revanche, dans le cas des caractères méristiques, le test a montré que tous ces caractères ne sont pas corrélés avec l'âge ; c'est-à-dire que leurs valeurs restent fixes dès la formation de l'organe (Tableau. 25).

Tableau 25. Résultats de la corrélation de Pearson (r) et l'analyse de variance (ANOVA : F et P values) appliquées aux variations annuelles des paramètres biométriques mesurés chez les mâles et les femelles de l'*A. fasciatus* du Sahara algérien ($p < 0,05$: relation significative, $p < 0,01$: relation hautement significative et $p < 0,001$: relation très hautement significative, $p > 0,05$ relation non significative).

Variables	Mâle			Femelle		
	r	F	p	r	F	p
W	0,97	92,34	< 0,0001	0,86	46,35	0,0001
LT	0,94	45,40	0,001	0,80	29,92	0,0001
LS	0,96	80,26	< 0,0001	0,75	21,98	0,0001
LC	0,83	13,07	0,011	0,64	11,81	0,003
LPp	0,84	14,84	0,008	0,39	3,08	0,097
Lpp	0,73	6,92	0,039	0,68	14,64	0,001
DO	0,73	6,86	0,040	0,35	2,32	0,146
PO	0,53	2,40	0,172	0,42	3,59	0,075
P-O	0,75	7,71	0,032	0,62	10,39	0,005
Lpa	0,73	7,05	0,038	0,62	10,89	0,004
Lpd	0,64	4,16	0,088	0,61	10,01	0,006
HC	0,88	21,60	0,004	0,55	7,49	0,014
HPc	0,88	21,43	0,004	0,50	5,75	0,028
ELL	0,41	1,23	0,310	0,05	0,05	0,833
NRD	0,20	0,26	0,628	-0,14	0,35	0,564
NRC	-0,15	0,13	0,732	-0,06	0,07	0,799
NRP	-0,27	0,46	0,522	0,28	1,41	0,251
NRA	0,17	0,17	0,691	-0,53	6,55	0,020
NBD	0,50	2,02	0,205	0,15	0,40	0,534
NBG	0,49	1,85	0,223	-0,21	0,75	0,398

4.1.1.5. Reproduction

4.1.1.5.1. Taille à la première maturité sexuelle

Pour ce genre, les mâles atteignent la première taille de maturité sexuelle avec une longueur plus faible que celle des femelles, les tailles sont respectivement de 2,5cm et du 3,4cm. Cette taille est marquée par trois événements (Fig.50) :

- I. Une phase juvénile : concernant les individus ayant une taille entre 1,6 cm et 2 cm.
- II. Cette phase est caractérisée par des individus qui ont des tailles variant entre 2,1 cm et 3,2 cm chez les mâles et 3,5 cm à 4,3 cm chez les femelles. Cet intervalle de taille regroupe des espèces qui se reproduisent pour la première fois.
- III. Une phase située au-delà de 3,2 cm de la longueur totale chez les mâles et 4,3 cm chez les femelles, comprenant tous les individus adultes et murs.

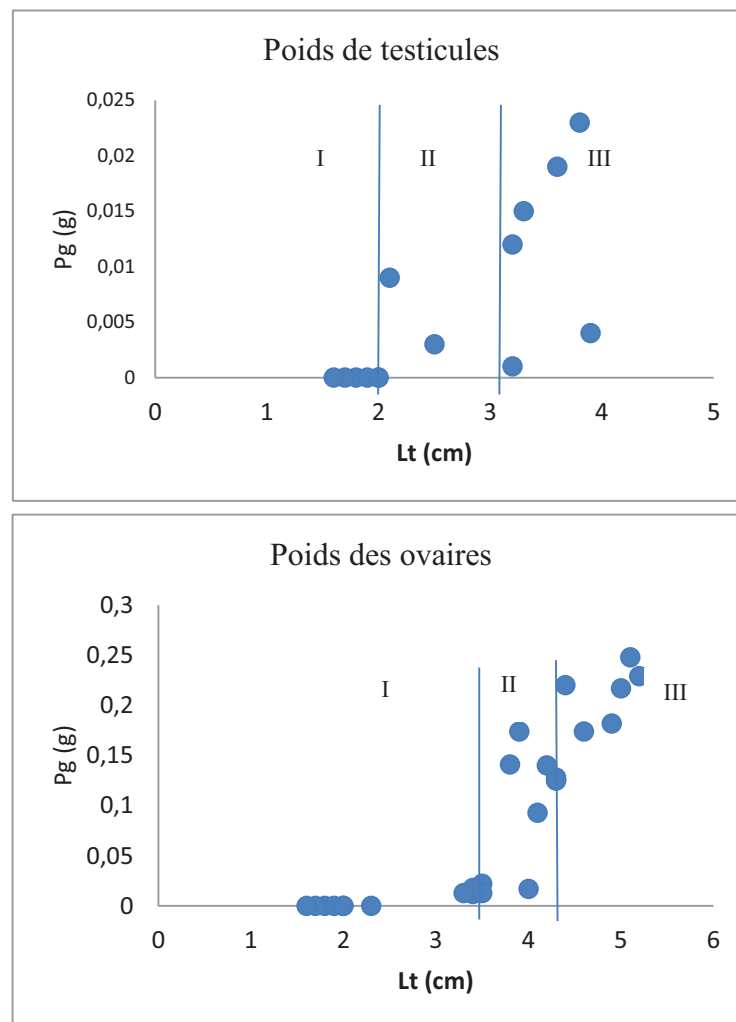


Figure 50: Fréquence des individus mâtures en fonction de la longueur totale chez les mâles et les femelles d'*Aphanius fasciatus* de l'Oued Still.

I : Juvéniles, **II :** Phase intermédiaire, **III :** Adultes

4.1.1.5.2. Rapport gonado-somatique (RGS)

L'évolution du poids des gonades en fonction du poids total corporel montre que RGS des femelles présente 10% du poids total du corps, par contre, chez les mâles elle représente seulement 2,5% (Fig.51).

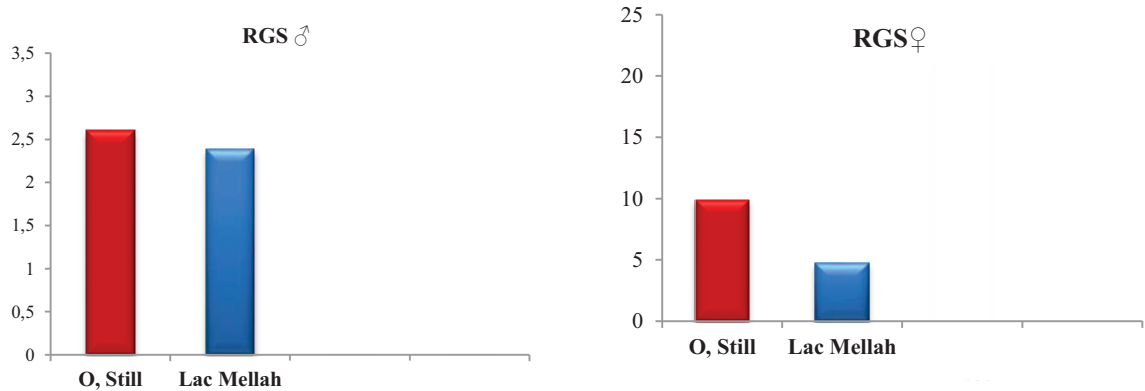


Figure 51 : Variations de RGS en fonction des différentes régions chez le genre *Aphanius* de l'Oued Still.

4.1.1.5.3. Fécondité

La fécondité relative et absolue varient d'une femelle à une autre, le nombre des œufs peut varier de 52 œufs pour une femelle de 4,3 cm et qui pèse 0,92 g jusqu'à 3300 œufs pour une femelle de 3,5 cm et qui pèse 0,56g. Nous constatons aussi que le poids et la longueur n'ont aucune influence sur le nombre des œufs contenus dans l'ovaire par une femelle. L'analyse statistique de l'évolution des nombre d'œufs par rapport au poids et à la longueur totale, montre l'absence de toute forme de liaison. Les valeurs du coefficient de corrélation sont respectivement de $r = 0,18$ et de $r = 0,22$ (Fig.52).

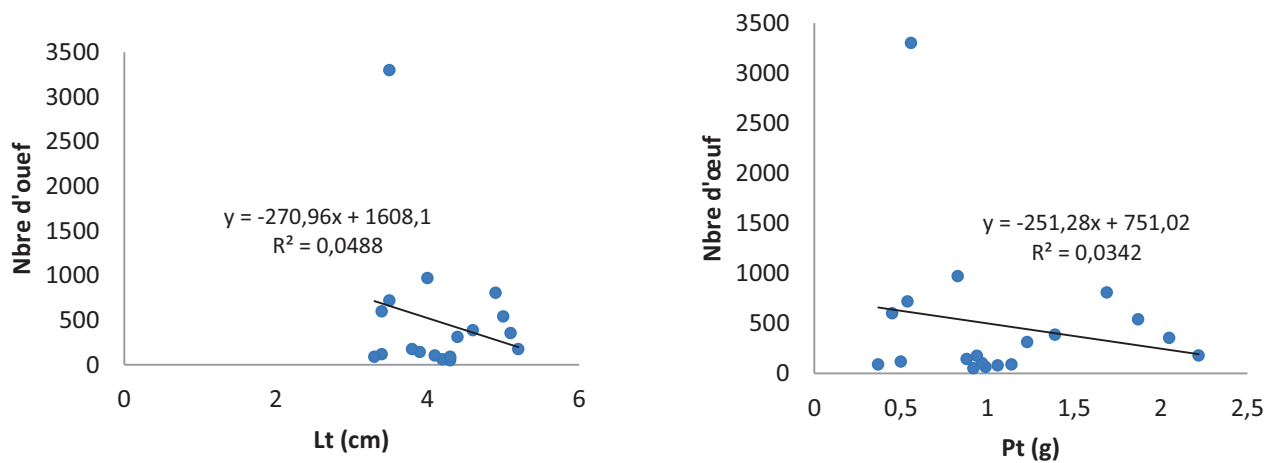


Figure 52 : Variation du nombre d'œufs dans le sac ovigère en fonction de la longueur totale et du poids total chez les femelles de l'*Aphanius fasciatus* de l'Oued Still.

4.1.2. Discussion

Le nombre de rayons de la nageoire caudale estimé à 27 rayons chez la femelle de l'*A. fasciatus* rencontré au Sahara, est supérieur à celui noté dans la région d'El Kala, dans l'extrême nord-est de l'Algérie qui est égal à 25 rayons (Le Berre, 1989). En outre, il y a une différence significative du nombre de bandes sur les deux flancs chez les deux sexes de l'*A. fasciatus* du Sahara. Les femelles pêchées au Sahara présentent un intervalle de 8 à 15 bandes sur les deux côtés. Ferrito *et al.*, (2003) et Maltagliati (1999), 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 23 et 30 pour les nouvelles populations décrites au Sahara et entre 24 et 29 écailles dans le cas de la population étudiée par Kottelat & Freyhof (2007) en Europe. Chez les deux sexes, la plupart des longueurs mesurées présente une croissance isométrique par rapport à la longueur totale ou à la longueur de la tête, donc tous les organes évoluent en même rythme pour les deux sexes. Chez les femelles, la DO augmente à un rythme inversement proportionnel à la longueur de la tête LC.

Les régressions appliquées aux différents paramètres mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez les deux sexes montrent que 68,75% de ces caractères présente une croissance de type isométrique. Les mêmes mesures faites sur l'*A. fasciatus* du lac Mellah à El Kala où Chaibi (1999), montrait 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 (3,9 cm chez les mâles et 5,2 cm chez les femelles) est inférieure à celle notée au Nord de l'Algérie où l'on signale 4,5 cm chez les mâles et 5,4 cm chez les femelles (Chaibi, 1999). Leonardos & Sinis (1999), signalent que l'espèce pourrait atteindre 6 cm de longueur maximale, alors que Stergiou (2000), rapporte que cette dernière pourrait aller jusqu'à 8,8 cm. Les conditions écologiques régionales, notamment climatiques, jouent un rôle déterminant dans la croissance des individus, ce qui expliquerait la petite taille de *A. fasciatus* du Sahara (climat hyper aride) par rapport à d'autres régions ayant un climat plus favorable (Le Berre, 1989 ; Stergiou, 2000 ; Trabelsi *et al.*, 2004).

Plusieurs auteurs ont montré que l'importance de taille chez les individus septentrionaux pourrait être due à l'effet combiné de l'abondance des ressources trophiques et des conditions climatiques telles que la température et surtout la salinité (Panfili *et al.*, 2004 ; Schofield, 2004). Panfili *et al.*, (2004), montrent également que la croissance du Clupeidae *Ethmalosa fimbriata* (Bowdich *et al.*, 1825) est affectée et sa taille est réduite à la maturité dans un environnement à salinité très élevée (niveau supérieur à 60 psu). Schofield (2004), montre que pour deux espèces de gobies élevées à deux niveaux de salinité (5‰ et 35‰), la croissance est plus grande dans le milieu

à faible salinité.

Les poids corporels déterminés chez *A.fasciatus* varient entre 0,14 et 2,22 g. Leonardos & Sinis (1999), montrent pour la même espèce, *A. fasciatus*, que le poids change entre 65,0 à 4,5989 g. Keivany & Soofiani (2004), ont observé chez *A. vladykovi* un poids maximum de 7,10 g pour les femelles et 3,70 g pour les mâles.

Le rapport longueur-poids fournit des informations très utiles dans les études sur la biologie, la dynamique des populations et la gestion des espèces. Ces aspects sont bien documentés par plusieurs études sur la croissance relative et les caractères morphométriques de *A. fasciatus* (la valeur de *b* dans la relation longueur-poids total de *A.fasciatus* a été estimée à 3,20 et le coefficient de corrélation $r = 0,985$. Dans cette relation d'étude, notre estimation concernant le type d'allométrie et le rapport du coefficient de corrélation $r = 0,985$ est semblable à celle observée par Koutrakis & Tsikliras (2003) chez *A. fasciatus* ($r = 0,976$) et Gaygusuz et al. (2006) pour la même espèce ($r = 0,990$), ainsi que pour *A. iberus* ($r = 0,987$) (Andreu-Soler et al. 2006) et *A. iberus* ($r = 0,992$) (Verdiell-Cubedo et al. 2006).

Dans cette étude, l'âge de l'*A. fasciatus* varie de 2 à 7 ans. Selon Nikolskii (1969), cet intervalle d'âge est accepté comme un indicateur d'une disponibilité alimentaire suffisante. Chez le genre *Aphanius*, la fourchette d'âge varie d'une espèce à une autre, on cite par exemple pour la *A.fasciatus* au lac Etolikon (Grèce), que l'âge s'étale entre 0 et 6 années (Leonardos & Sinis, 1999); entre 0 à 2 années pour l'*A. vladykovi* en Iran (Keivany et Soofiani, 2004) et entre 0 à 4 ans pour l'*A. anatoliaesureyanus* de la zone méditerranéenne de la Turquie (Güçlü et al., 2007).

Chez l'*A. fasciatus*, la croissance pondérale relative est en général isométrique chez les mâles et de type allométrie majorante chez les femelles où, ce caractère serait dû au rythme d'activité et à l'intensité prédatrice des individus. Le rôle des prédateurs sur la morphologie des espèces est illustré par de nombreux auteurs tels que, les travaux Smith et Van Bus- Kirk (1995), qui ont montré que la présence d'un prédateur peut induire la grosse queue (soit environ 5-15%) chez les larves des anoues.

L'étude comparative du rapport gonado-somatique de *A.fasciatus* de l'Oued Still avec ceci enregistré au lac El Mellah d'El Kala et en Tunisie comme les cas de Sidi Mansour et celle de Chenini montre :

- Que chez les femelles, les valeurs de *RGS* de notre étude 9,9 % est supérieur celle aux valeurs signalées par Chaibi (1999) dans le Lac Mellah 4,76% et de 1,4% dans l'Oasis Chénini. alors que les résultats obtenus à Sidi Mansour (21,25 %) sont supérieurs à ces dernières.

- Chez le mâles, les valeurs RGS obtenus dans l'Oued Still 2,6% sont presque les mêmes à celles notées à Sidi Mansour 2,9% et 2,38% au lac Mellah. Par contre, ces valeurs sont supérieures par rapport à l'Oasis de Chénini 0,9%.

Le rapport gonado-somatique des femelles est nettement supérieur à celui des mâles, ce qui signifie un développement pondéral plus important des ovaires par rapport aux testicules durant la période de reproduction (Chaibi, 1999). Une espèce de poisson se maintient à long terme dans un hydrosystème dans la mesure où elle y trouve un ensemble de conditions qui lui permettent, entre autres, de croître et de se reproduire. Ces conditions se répartissent schématiquement en deux ensembles :

- L'environnement physico-chimique (ou abiotique), constitué par les contextes géologique, climatique et le paysage aquatique tel qu'il est perçu par le poisson.
- L'environnement trophique (biotique), qui peut être défini par les interactions entre espèces est notamment les relations proie-prédateur au cours des stades successifs du développement.

4.1.3. Conclusion

Les populations observées effectuant la totalité de leur cycle de vie dans les mêmes sites. L'examen d'un échantillon de 27 individus pêchés à Oued Still nous permis de décrire les caractères méristiques et métriques ainsi que ceux liés à la croissance relative (relation taille-poids) des spécimens examinés. Les équations de régressions établies entre d'une part, les différents paramètres métriques mesurés et d'autre part, la longueur totale et/ou la longueur céphalique, chez les deux sexes, montrent que 68,75% de ces caractères suivent une croissance de type isométrique. La relation taille-poids est isométrique pour les mâles et majorante chez les femelles. Etant classée espèce en voie de disparition dans son aire de répartition connue à ce jour, la présente étude apporte de nouveaux éléments utiles pour l'orientation des futurs programmes et actions de conservation de l'*A.fasciatus*.

4.2. Cas du genre *Pseudophoxinus* de l'Oued Mellah (M'sila)

4.2.1. Résultats

4.2.1.1. Caractères méristiques

Les valeurs enregistrées pour les caractères méristiques considérés sont généralement identiques chez les femelles et les mâles, sauf pour le nombre de rayons de la nageoire pectorale qui varie entre 10 et 14 chez les mâles et entre 10 à 13 rayons seulement chez les femelles (Tableau. 26). En résumé, la formule méristique du genre *Pseudophoxinus* de l'Oued Mellah (sexes confondus) peut être exprimée ainsi : D7-9, A7-11, C22-26, P10-14, LL32-45.

Tableau 26: Formules numériques des différents aspects morphologiques chez le genre *Pseudophoxinus* de l'Oued Mellah (Min : minimale ; Max : maximale ; Moy : moyenne ; N : effectif)

Caractères morphométriques	Mâles (N = 20)			Femelles (N = 24)		
	Min	Max	Moy ± SD	Min	Max	Moy ± SD
Nombre de rayons de la nageoire caudale	22	26	24 ± 2	22	26	24 ± 2
Nombre de rayons de la nageoire anale	7	11	9 ± 2	7	11	9 ± 2
Nombre de rayons de la nageoire dorsale	7	9	8 ± 1	7	9	8 ± 1
Nombre de rayons de la nageoire pectorale	10	14	12 ± 2	10	13	11,5 ± 1,5
Ecaillés disposées sur la ligne latérale	33	45	39 ± 6	32	45	38,5 ± 6,5

4.2.1.2. Dimorphisme sexuel et croissance linéaire relative

Sur les 16 paramètres morphométriques mesurés, 7 paramètres révèlent un dimorphisme sexuel évident. Ce dernier est surtout exprimé par une longueur totale plus élevée chez les femelles (maximum de 7,4 cm et moyenne de $6,46 \pm 0,94$ cm) que chez les mâles (maximum de 7,2 cm et moyenne de $6,12 \pm 1,08$ cm). Les plus petites tailles enregistrées chez les mâles et chez les femelles sont respectivement de 4,5cm et de 4,6cm.

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 75 % des régressions chez les mâles et 37,5% chez les femelles. Toutes les allométries majorantes sont détectées chez les femelles par rapport à la longueur céphalique, avec la longueur pré-orbitale (P-O) ($t_{obs} = 0,247$), et avec l'espace inter-orbitale (Eio) ($t_{obs} = 2,363$). Toutes les allométries minorantes ($t_{obs} = 2,376$) sont enregistrées par rapport à la longueur totale, avec LT, Lpp, Lpp, Lpa, Hpc, P-O et DO (Tableau 27).

Tableau 27: Coefficient d'allométrie et équations de régression des différents caractères métriques mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez le genre *Pseudophoxinus* de l'Oued Mellah.

Fonction	sexe	Equation d'allométrie	r ²	t _{obs}	Signification
LS = f(Lt)	F	LS = - 0,0815 + 0,980 LogLt	0,924	0,351	Isométrie
	M	LS = - 0,136 + 1,05 LogLt	0,974	0,906	Isométrie
Lpd = f(Lt)	F	Lpd = - 0,260 + 0,910 LogLt	0,788	0,964	Isométrie
	M	Lpd = - 0,229 + 0,884 LogLt	0,556	0,786	Isométrie
Hpc = f(Lt)	F	Hpc = - 0,869 + 0,728 LogLt	0,23	1,719	Isométrie
	M	Hpc = - 1,30 + 1,28 LogLt	0,35	1,315	Isométrie
Eio = f(Lt)	F	LogEio = - 0,966 + 0,811 LogLt	0,164	1,080	Isométrie
	M	LogEio = - 0,922 + 0,700 LogLt	0,158	1,69	Isométrie
DO = f(LC)	F	DO = - 0,589 + 0,796 LogLcep	0,379	1,254	Isométrie
	M	DO = - 0,591 + 1,21 LogLcep	0,719	1,538	Isométrie
P-O = f(LC)	F	LogLPo = - 0,313 + 0,787 LogLcep	0,619	1,845	Isométrie
	M	LogLPo = - 0,339 + 0,871 LogLcep	0,792	1,024	Isométrie
LC = f(Lt)	F	LogLC = - 0,217 + 0,385 LogLt	0,262	6,045	Minorante
	M	LogLC = - 0,520 + 0,761 LogLt	0,438	1,566	Isométrie
LPp = f(Lt)	F	LogLPp = 0,0424 + 0,382 LogLt	0,337	6,451	Minorante
	M	LogLPp = - 0,219 + 0,698 LogLt	0,627	2,56	Minorante
Lpp = f(Lt)	F	LogLpp = - 0,195 + 0,415 LogLt	0,347	5,791	Minorante
	M	LogLpp = - 0,422 + 0,688 LogLt	0,492	2,28	Minorante
LPa = f(Lt)	F	LogLpa = - 0,0978 + 0,787 LogLt	0,74	2,237	Minorante
	M	LogLpa = - 0,262 + 1,01 LogLt	0,53	0,062	Isométrie
HC = f(Lt)	F	HC = - 0,457 + 0,722 LogLt	0,558	2,344	Minorante
	M	HC = - 0,621 + 0,904 LogLt	0,479	0,592	Isométrie
P-O = f(Lt)	F	P-O = - 0,617 + 0,468 LogLt	0,387	5,014	Minorante
	M	P-O = - 0,641 + 0,470 LogLt	0,174	3,889	Minorante
PO = f(Lt)	F	LogLpo = - 0,784 + 0,410 LogLt	0,081	4,937	Minorante
	M	LogLpo = - 1,31 + 1,06 LogLt	0,437	0,441	Isométrie
DO = f(Lt)	F	LogDo = - 0,667 + 0,189 LogLt	0,038	12,216	Minorante
	M	LogDo = - 1,29 + 1,01 LogLt	0,378	0,054	Isométrie
PO = f(LC)	F	LogLpo = - 0,600 + 1,57 LogLC	0,669	0,247	Majorante
	M	LogLpo = - 0,558 + 1,04 LogLC	0,548	1,025	Isométrie
Eio = f(LC)	F	LogEio = - 0,451 + 1,50 LogLC	0,318	2,363	Majorante
	M	logEio = - 0,430 + 0,745 log LC	0,236	1,452	Isométrie

4.2.1.3. Relation taille poids

Les expressions mathématiques de la relation taille-poids calculés pour le genre *Pseudophoxinus* de l'Oued Mellah révèlent la présence d'une forte liaison entre le poids total (W) en gr et la longueur totale en cm. Les coefficients de corrélation pour les mâles et les femelles sont respectivement de 0,927 et 0,937, ce qui signifie une forte corrélation. Les mâles et les femelles ont des valeurs respectives de t_{obs} égales à 0,782 et 0,692 et qui sont inférieures aux valeurs théoriques respectives à la table « t » de STUDENT avec " $t_{1-\alpha/2} = 2,101$ et $t_{1-\alpha/2} = 2,047$ ". 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.53)

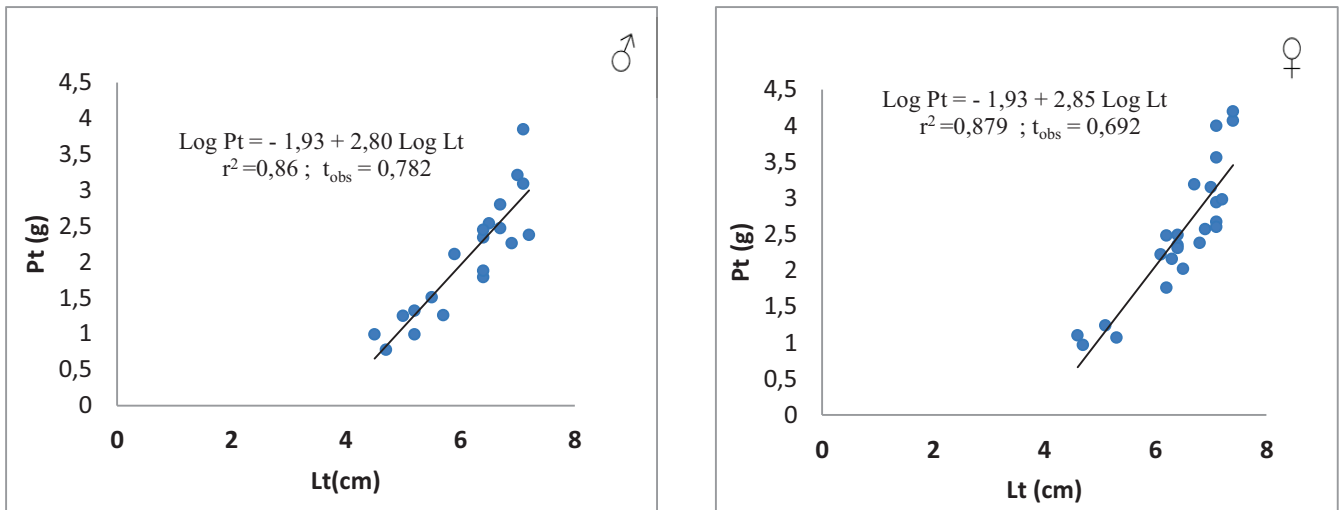


Figure 53: Relation taille-poids chez le genre *Pseudophoxinus* de l'Oued Mellah

4.2.1.4. Age et croissance

L'estimation de cette relation age-croissance par la méthode scalimétrique a permis de définir quatre groupes d'âge dans la population totale. La croissance linéaire relative est très rapide durant la première année chez les deux sexes. Le taux annuel de la croissance diminue ensuite progressivement, surtout à partir de la troisième année. Une très forte corrélation est également notée entre l'âge et le poids chez les mâles (Fig. 54).

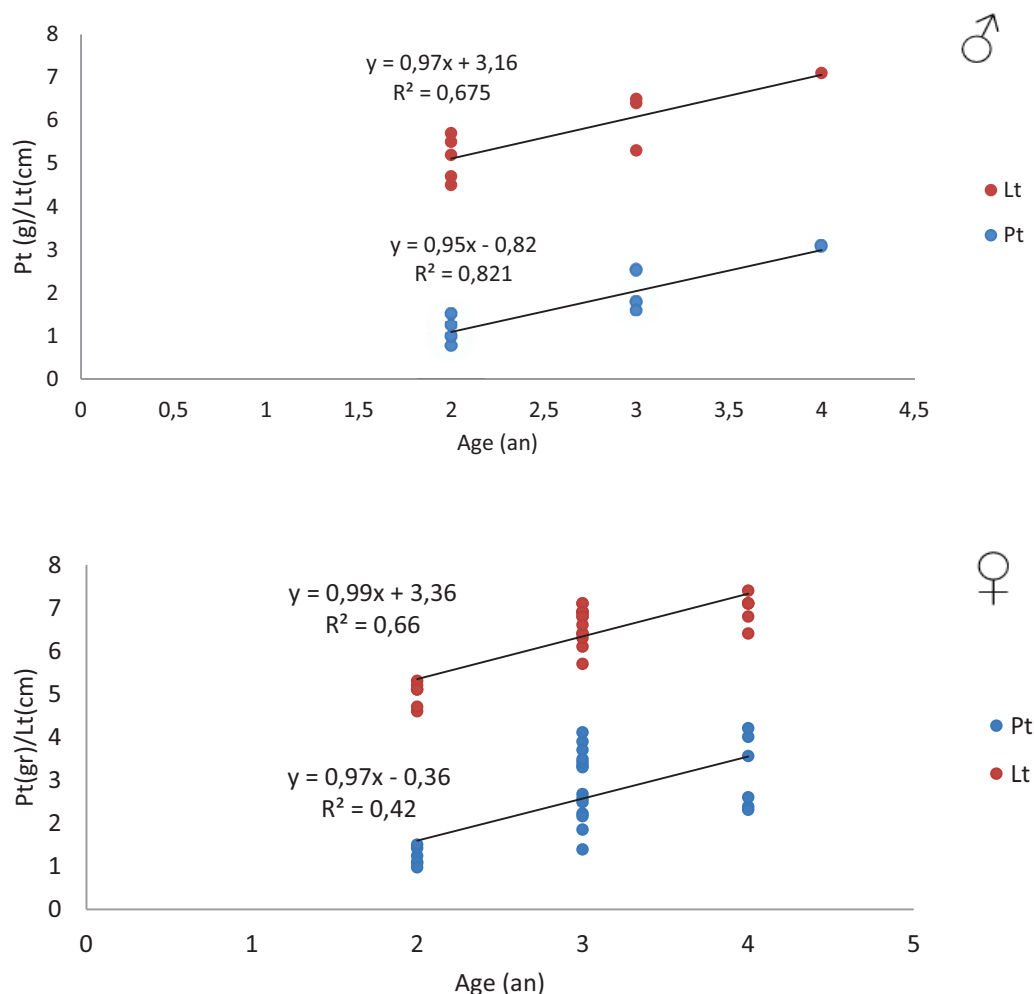


Figure 54 : Courbe théorique de la croissance linéaire et pondérale du genre *Pseudophoxinus* de l'Oued Mellah.

Le test ANOVA de la variation des différents caractères métriques en fonction de l'âge, montre qu'au niveau d'un seuil de signification ($p < 0,05$). Dans 76,93% des cas, la croissance est étroitement liée avec l'âge chez les deux sexes. En revanche, dans le cas des caractères méristiques, le test a montré que tous ces caractères ne sont pas corrélés avec l'âge ; c'est-à-dire que leurs valeurs restent fixes dès la formation de l'organe (Tableau. 28). Néanmoins, nous notons une corrélation

positive entre le nombre d'œufs estimé dans l'ovaire et l'âge ; c'est-à-dire que le nombre d'œufs élaborés par une femelle âgée de (n années) est remarquable par rapport à celui pendu par une autre âgée de ($n-1$ année).

Tableau 28. Résultats de la corrélation de Pearson (r) et l'analyse de variance (ANOVA : F et P values) appliquées aux variations des paramètres biométriques mesurés chez les mâles et les femelles de *Pseudophoxinus* de l'Oued Mellah ($p < 0,05$: relation significative, $p < 0,01$: relation hautement significative et $p < 0,001$: relation très hautement significative, $p > 0,05$ relation non significative).

Variables	Mâles			Femelles		
	r	F	p	r	F	p
W	0,799	15,24	< 0,0001	0,806	19,71	< 0,0001
LT	0,839	20,65	< 0,0001	0,901	50,00	< 0,0001
LS	0,859	24,26	< 0,0001	0,879	37,30	< 0,0001
LC	0,516	3,80	0,043	0,515	4,16	0,030
LPp	0,724	9,51	0,002	0,487	5,42	0,013
Lpp	0,648	9,41	0,002	0,526	4,04	0,033
DO	0,431	2,66	0,099	0,353	2,28	0,127
PO	0,656	6,46	0,008	0,220	0,78	0,469
P-O	0,201	0,91	0,422	0,575	5,22	0,014
Lpa	0,631	6,39	0,009	0,626	7,05	0,005
Lpd	0,590	5,05	0,019	0,761	14,62	< 0,0001
HC	0,702	8,67	0,003	0,580	5,38	0,013
HPc	0,345	1,19	0,328	0,422	2,32	0,123
ELL	0,082	0,16	0,852	0,202	2,65	0,094
NRD	-0,037	0,28	0,757	0,443	2,62	0,096
NRC	-0,211	3,19	0,067	0,058	0,15	0,861
NRP	0,334	1,13	0,348	-0,169	0,35	0,709
NRA	-0,095	0,08	0,923	0,193	0,41	0,666
EIO	0,354	1,5	0,251	0,435	2,45	0,111
N.Ouefs				0,483	3,82	0,038

4.2.1.5. Reproduction

4.2.1.5.1. Taille à la première maturité sexuelle

La population de l'Oued Mellah est caractérisée par des mâles qui atteints leur première taille de maturité sexuelle à une longueur plus précoce que les femelles ; les tailles sont respectivement de 4,5 cm et de 4,6cm. Cette relation est marquée par trois événements (Fig.55) :

- I. L'absence de la phase juvénile chez les deux sexes.
- II. 2^{ème} phase qui regroupe les individus qui ont un intervalle des tailles de 4,5 cm à 5,4 cm chez les mâles et 4,6 cm à 6,2 cm chez les femelles. Cet intervalle de taille regroupe des espèces qui se reproduisent pour la première fois.
- III. Une phase située au-delà de 5,9 cm de la longueur totale chez les mâles et 6,2 cm chez les femelles, comprenant tous les individus adultes et murs.

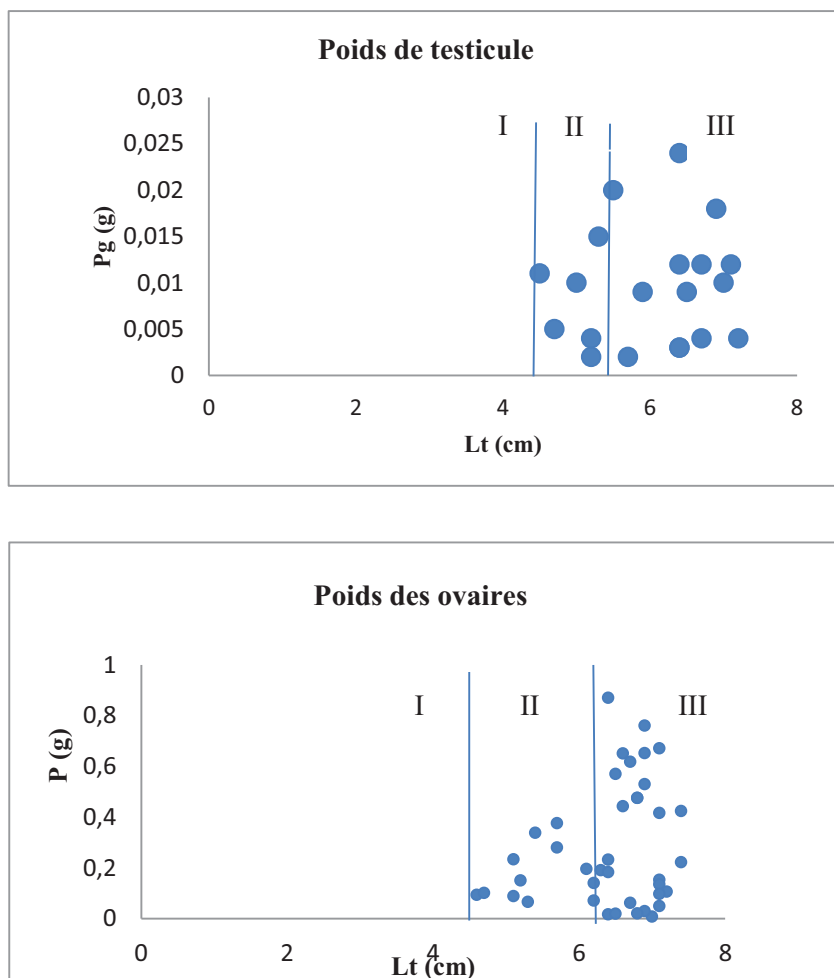


Figure 55: Fréquences des individus mâtures en fonction de la longueur totale chez les mâles et les femelles et du genre *Pseudophoxinus* d'Oued Mellah
I : Juvéniles, II : Phase intermédiaire, III : Adultes

4.2.1.5.2. Variation mensuelle du Rapport gonado-somatique et hépato-somatique (RGS/RHS)

Les valeurs du rapport gonado-somatique et du rapport hépato-somatique varient d'un sexe à l'autre et d'un mois à l'autre. Les variations mensuelles du RGS nous ont permis de connaître la période de reproduction et d'identifier les différentes étapes du cycle sexuelle de *Pseudophoxinus* de l'Oued Mellah. La période de reproduction se situe entre la fin de l'hiver et le début du printemps chez les femelles (entre février et mars), alors que les mâles entament sa première gamétogenèse pendant l'hiver. Le cycle sexuel du *Pseudophoxinus* de l'Oued Mellah comporte deux phases successives : une phase de maturation lente entre octobre et décembre et une phase de maturation rapide entre Janvier et Mars. La ponte où l'émission des gamètes a lieu en fin le rapport sexuel (Fig.56).

Chez les femelles la première phase commence à partir du mois de Janvier où le RGS passe de 8,45% à 18,51% en mars. A partir du mois de février l'augmentation du RGS marque le début de la phase de maturation rapide qui s'achève en mars où le RGS est à son maximum. Au-delà de ce mois la ponte sera commencée.

Chez les mâles, le cycle sexuel comporte les mêmes étapes que celles décrites chez les femelles. La phase d'accroissement démarre presque en automne et se poursuit en printemps où le RGS atteint son maximum en mars (93%). La phase de maturation rapide est marquée entre les mois de février et mars. A partir d'avril, la phase de décroissance commence avec des valeurs du RGS de 15%. En comparant l'évolution de ce cycle avec les variations de l'activité hépatique, nous notons qu'il existe une corrélation entre les valeurs de RGS et celles du RHS.

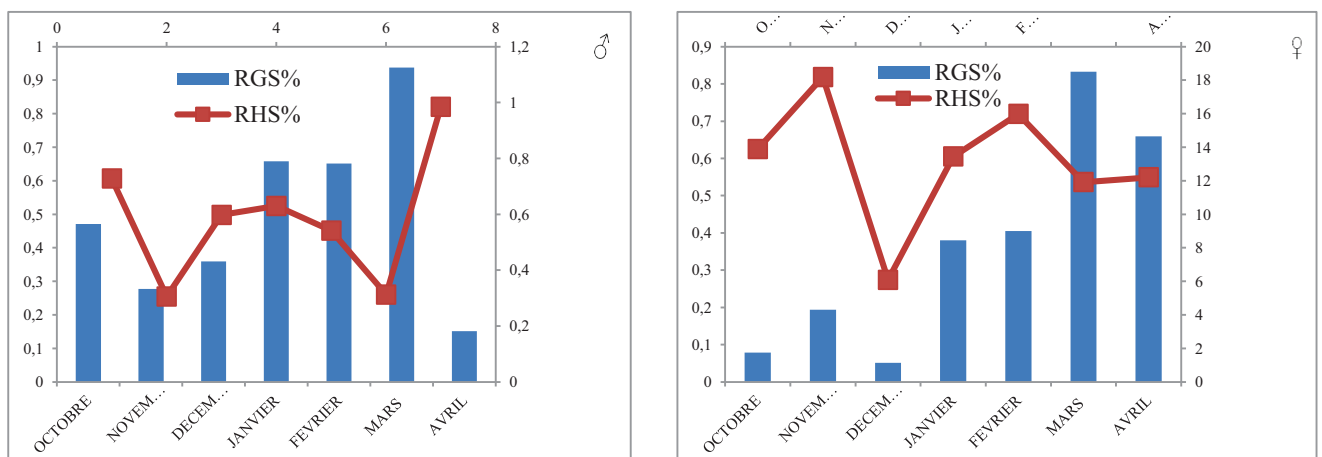


Figure 56: Variation mensuelle du rapport gonado-somatique (RGS) et hépato-somatique (RHS) chez le genre *Pseudophoxinus* de l'Oued Mellah

4.2.1.5.3. Fécondité

Les valeurs de la fécondité absolue et celle de la fécondité relative varient d'une femelle à une autre. D'une valeur d'environ 320 œufs chez une femelle de 6,4 cm de longueur et 2,35 g de poids corporelle, la fécondité absolue passe à presque 3800 œufs chez une femelle de 7,1 cm de longueur et 3,35g du poids total. L'analyse de la corrélation montre que la longueur totale et le poids total n'ont aucuns effets sur le nombre d'œufs, ceci est révélé par le test de la corrélation qui indique l'absence de toute forme de corrélation entre les valeurs de la fécondité absolue et les valeurs de la fécondité relative (Fig.57).

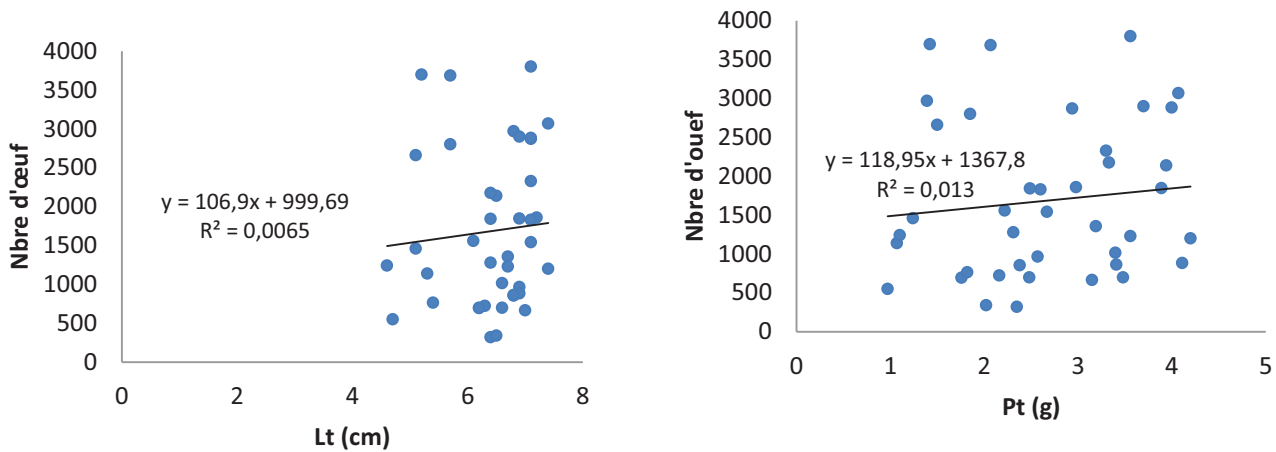


Figure 57 : Variation du nombre d'œufs dans le sac ovigère en fonction de la longueur totale et le poids total des femelles du genre *Pseudophoxinus* de l'Oued Mellah.

4.2.2. Discussion :

Les caractères métriques estimés chez les mâles et les femelles du genre *Pseudophoxinus*, tels que le nombre de rayons de la nageoire dorsale, anale et péctorale sont identiques à ceux décrits par LeBerre (1989), avec respectivement (D 10 ; A 11 et P14). En outre, les caractères métriques sont aussi identiques chez les deux sexes du genre *Pseudophoxinus*. 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 75 % des cas de régressions chez les mâles et 37,5% chez les femelles. Par ailleurs, la taille maximale enregistrée dans cette étude (7,2 cm chez les mâles et 7,4 cm chez les femelles) est de loin inférieure à celle notée au Nord de l'Algérie où l'on signale 10,7 cm (Lévêque et al, 1984 ; LeBerre, 1989). Krupp & Schneider (1989), montre que la taille maximale chez ce genre peut atteindre 10 cm. Les mêmes auteurs (Krupp & Schneider, 1989), ont montré que la période de reproduction chez le genre *Pseudophoxinus* se situe entre les mois de février et le moi de mai.

Néanmoins, la reproduction est un peu précoce et entre janvier et mars chez *P. kervillei* selon Kottelat & Freyof (2007).

4.2.3. Conclusion :

L'étude de la structure démographique du genre *Pseudophoxinus* nous a permis de ressortir 7 générations pour les femelles et 4 générations pour les mâles, ce qui explique la bonne longévité des femelles par rapport aux mâles. Concernant l'aspect morphologique est basée sur 4 caractères numériques et 9 paramètres métriques montre que chez les deux sexes le nombre de rayon de différentes nageoires considérés (dorsales, caudales) ainsi que le nombre des écailles disposées sur la ligne latérale et le nombre de branchiospines est relativement stable. Donc on ne peut pas parler d'un dimorphisme sexuel chez ce genre. Il faut dire aussi que chez les deux sexes, la majorité des organes évoluent en même rythme avec la longueur totale ou la longueur céphalique qui suit une croissance isométrique. Dans la relation entre la longueur totale et le poids total, chez les deux sexes, le poids augmente moins vite que la longueur totale. La période de reproduction pour ce genre est située entre les mois de février et de mai. Une fécondité importante est remarquée chez le genre *Pseudophoxinus* de l'Oued el Mellah, ce qui constitue un élément positif qui peut garantir la préservation et la pérennité de cette ressource halieutique, si des mesures d'aménagement efficaces sont entreprises.

4.3. Cas des *Tilapia* (*Tilapia zillii* et *Oreochromis niloticus*)

4.3.1. Resultats

4.3.1.1. Caractères méristiques

Les données acquises sur les deux espèces de *Tilapia* (*Tilapia zillii* et *Oreochromis niloticus*) du lac Ayata montrent que, les valeurs enregistrées pour les caractères méristiques considérés sont généralement identiques chez les femelles et les mâles. Sauf pour le nombre de branchiospines chez *O. niloticus* qui varie entre 179 et 203 branchiospines chez les mâles et entre 189 à 196 seulement chez les femelles (Tableau. 29). En résumé, la formule méristique de l'espèce *T. zillii* du Lac Ayata (sexes confondus) peut être exprimée ainsi : DD12-16, DM9-12, P11-23, LLS18-24, LLI11-14, NBS186-191. Alors que la formule méristique de l'espèce *O. niloticus* du Lac Ayata (sexes confondus) peut être exprimée par : DD12-16, DM9-12, P12-23, LLS18-25, LLI11-14, NBS179-203.

Concernant les populations de l'Oued khrouf, (*T.zillii* et *O.niloticus*), les valeurs enregistrées sont généralement identiques chez les femelles et les mâles. Sauf pour le nombre de branchiospines chez *O.niloticus* qui varie entre 179 et 195 branchiospines chez les mâles et entre 186 à 204 seulement chez les femelles (Tableau. 29). La formule méristique de *T.zillii* d'Oued khrouf (sexes confondus) peut alors être exprimée ainsi : DD12-16, DM9-12, P12-23, LLS18-25,

LLI11-14, NBS179-201. En outre, la formule méristique de *O. niloticus* du Lac Ayata (sexes confondus) peut être exprimée par : DD13-16, DM9-12, P13-23, LLS18-24, LLI11-14, NBS179-204.

Tableau 29: Valeurs, minimales (Min), maximales (Max) et moyennes (Moy) avec les écarts types (SD) des caractères méristique des Tilapias récoltés au sahara Septentrional Algérien (Oued Khrouf et Lac Ayata).

Sites (espèces)	Caractères	Males (N = 48)			Femelles (N = 33)		
		Min	Max	Moy ± SD	Min	Max	Moy ± SD
Lac Ayata (<i>Tilapia zillii</i>)	Nombre de branchiospines	186	191	188,5 ± 2,5	186	191	188,5 ± 2,5
	Nombre de rayons de la nageoire dorsale dure	12	16	14 ± 5	12	16	14 ± 5
	Nombre de rayons de la nageoire dorsale moue	9	12	10,5 ± 1,5	9	12	10,5 ± 1,5
	Nombre de rayons de la nageoire pectorale	11	23	17 ± 6	11	23	17 ± 6
	Ecailles disposées sur la ligne latérale supérieure	18	24	21 ± 3	18	24	21 ± 3
	Ecailles disposées sur la ligne latérale inférieure	11	14	12,5 ± 1,5	11	14	12,5 ± 1,5
Lac Ayata (<i>Oreochromis niloticus</i>)		Males (N = 40)			Femelles (N = 23)		
		Min	Max	Moy ± SD	Min	Max	Moy ± SD
	Nombre de branchiospines	179	203	191 ± 12	189	196	192,5 ± 3,5
	Nombre de rayons de la nageoire dorsale dure	12	16	14 ± 2	13	16	14,5 ± 1,5
	Nombre de rayons de la nageoire dorsale moue	9	12	10,5 ± 1,5	9	12	10,5 ± 1,5
	Nombre de rayons de la nageoire pectorale	12	23	17,5 ± 5,5	12	23	17,5 ± 5,5
	Ecailles disposées sur la ligne latérale supérieure	18	25	21,5 ± 4,5	18	24	21 ± 3
Ecailles disposées sur la ligne latérale inférieure	11	14	12,5 ± 1,5	11	14	12,5 ± 1,5	
Oued khrouf (<i>Tilapia zillii</i>)		Males (N = 54)			Femelles (N = 31)		
		Min	Max	Moy ± SD	Min	Max	Moy ± SD
	Nombre de branchiospines	179	201	190 ± 11	179	200	189,5 ± 10,5
	Nombre de rayons de la nageoire dorsale dure	13	16	14,5 ± 1,5	13	16	14,5 ± 1,5
	Nombre de rayons de la nageoire dorsale moue	9	12	10,5 ± 1,5	9	12	10,5 ± 1,5
	Nombre de rayons de la nageoire pectorale	12	23	17,5 ± 5,5	13	23	18 ± 5
	Ecailles disposées sur la ligne latérale supérieure	18	25	21,5 ± 3,5	18	25	21,5 ± 3,5
	Ecailles disposées sur la ligne latérale inférieure	11	14	12,5 ± 1,5	11	14	12,5 ± 1,5
Oued khrouf (<i>Oreochromis niloticus</i>)		Males (N = 34)			Femelles (N = 13)		
		Min	Max	Moy ± SD	Min	Max	Moy ± SD
	Nombre de branchiospines	179	195	187 ± 8	186	204	195 ± 9
	Nombre de rayons de la nageoire dorsale dure	13	16	14,5 ± 1,5	13	16	14,5 ± 1,5
	Nombre de rayons de la nageoire dorsale moue	9	12	10,5 ± 1,5	9	12	10,5 ± 1,5
	Nombre de rayons de la nageoire pectorale	13	23	17,5 ± 5,5	14	23	18,5 ± 4,5
	Ecailles disposées sur la ligne latérale supérieure	18	24	21,5 ± 3,5	19	23	21 ± 2
	Ecailles disposées sur la ligne latérale inférieure	11	14	12,5 ± 1,5	11	14	12,5 ± 1,5

4.3.1.2. Dimorphisme sexuel et croissance linéaire relative

Au niveau du Lac Ayata, sur les 8 paramètres morphométriques mesurés chez le *T. zillii*, seule la longueur totale révèle l'existence d'un dimorphisme sexuel évident. Cette dernière est surtout exprimée des valeurs plus élevées chez les mâles (maximum de 24 cm et moyenne de $16,5 \pm 7,5$ cm) que chez les femelles (maximum de 17 cm et moyenne de $12,25 \pm 4,75$ cm). Les plus petites tailles enregistrées chez les mâles et chez les femelles sont respectivement de 9 cm chez les mâles et de 7,5 cm chez les femelles. Les régressions établies pour les différents paramètres mesurés en relation avec la longueur totale et/ou la longueur céphalique telle que ; Lpd, Lpp, Lpp, LC et DO, sont représentées principalement par une croissance de type minorante avec 75 % de 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, avec respectivement la longueur standard (LS) ($t_{obs} = 0,294$ et $t_{obs} = 0,326$), et avec la hauteur du corps (HC) ($t_{obs} = 1,803$ et $t_{obs} = 0,644$) (Tableau.30).

Au niveau de l'Oued Khrouf, nous notons 2 paramètres morphométriques sur les 8 mesurés révèlent un dimorphisme sexuel évident. Ce dernier est surtout exprimé par une longueur totale du corps plus élevée chez les mâles (maximum de 24,8 cm et moyenne de $15,9 \pm 8,9$ cm) que chez les femelles (maximum de 18,5 cm et moyenne de $13,25 \pm 5,25$ cm). Les plus petites tailles enregistrées chez les mâles et chez les femelles sont respectivement de 7 cm et de 8 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 75 % des régressions chez les mâles et 50 % 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 (DO) ($t_{obs} = 0,294$ et $t_{obs} = 0,326$). Les femelles présentent aussi des allométries minorantes avec la longueur standard (LS) ($t_{obs} = 0,294$ et $t_{obs} = 0,326$), et avec la hauteur du corps (HC) ($t_{obs} = 9,979$ et $t_{obs} = 10,485$) (Tableau 30). En revanche, les allométries minorantes enregistrées chez les femelles par rapport à la longueur totale ou à la longueur cephalique sont: Lpp, LC et DO (Tableau 30). Nous signalons également que, la croissance de *T.zillii* dans les deux sites présente une similitude de 5 sur 8 c'est à dire 62,5 % des organes qui ont le même mode d'allométrie chez les mâles ; et de 6 sur 8 (soit 75 %) pour les femelles.

Tableau 30: Coefficients d'allométrie et équations de régression des différents caractères métriques mesurés en fonction de la longueur totale et de la longueur céphalique chez *T. zillii* du Lac Ayata et d'Oued Khrouf.

Site	Fonction	Sexe	Equation d'allométrie	r^2	t_{obs}	Types d'allométrie
Lac Ayata	$L_s = f(L_t)$	♂	$LS = - 0,0724 + 0,990 LT$	0,947	0,294	Isométrie
		♀	$LS = - 0,069 + 0,985 LT$	0,937	0,326	Isométrie
	$L_{pd} = f(L_t)$	♂	$Lpd = - 0,142 + 0,643 LT$	0,784	6,71	Minorante
		♀	$Lpd = - 0,195 + 0,695 LT$	0,384	2,633	Minorante
	$LPp = f(L_t)$	♂	$LPp = - 0,183 + 0,878 LT$	0,917	3,152	Minorante
		♀	$LPp = - 0,129 + 0,839 Lt$	0,872	2,793	Minorante
	$Lpp = f(L_t)$	♂	$Lpp = - 0,310 + 0,776 LT$	0,771	3,687	Minorante
		♀	$Lpp = - 0,319 + 0,795 Lt$	0,675	2,257	Minorante
	$Hc = f(L_t)$	♂	$Hc = - 0,346 + 0,908 LT$	0,868	1,803	Isométrie
		♀	$Hc = - 0,408 + 0,954 Lt$	0,841	0,644	Isométrie
	$L_{cep} = f(L_t)$	♂	$Lcep = - 0,140 + 0,598 LT$	0,553	5,44	Minorante
		♀	$Lcep = - 0,304 + 0,731 Lt$	0,561	2,673	Minorante
	$DO = f(L_t)$	♂	$DO = - 0,393 + 0,296 LT$	0,18	11,52	Minorante
		♀	$DO = - 0,299 + 0,181 Lt$	0,029	15,18	Minorante
	$DO = f(L_{cep})$	♂	$DO = - 0,273 + 0,403 Lcep$	0,216	7,69	Minorante
		♀	$DO = - 0,315 + 0,435 Lcep$	0,129	5,55	Minorante
Oued Khrouf	$LS = f(L_t)$	♂	$LS = - 0,295 + 1,15 LT$	0,468	1,372	Isométrie
		♀	$LS = - 0,0360 + 0,956 LT$	0,938	0,936	Isométrie
	$L_{pd} = f(L_t)$	♂	$Lpd = - 0,469 + 0,917 LT$	0,854	1,621	Isométrie
		♀	$Lpd = - 0,381 + 0,859 LT$	0,809	1,811	Isométrie
	$LPp = f(L_t)$	♂	$LPp = - 0,315 + 0,988 LT$	0,965	0,459	Isométrie
		♀	$LPp = - 0,167 + 0,866 LT$	0,889	2,247	Minorante
	$Lpp = f(L_t)$	♂	$Lpp = - 0,541 + 0,966 LT$	0,863	0,667	Isométrie
		♀	$Lpp = - 0,363 + 0,827 LT$	0,672	1,730	Isométrie
	$Hc = f(L_t)$	♂	$Hc = - 0,457 + 1,0001 LT$	0,935	0,001	Isométrie
		♀	$Hc = - 0,382 + 0,936 LT$	0,85	0,106	Isométrie
	$L_{cep} = f(L_t)$	♂	$Lcep = - 0,619 + 0,992 LT$	0,88	0,164	Isométrie
		♀	$Lcep = - 0,321 + 0,741 LT$	0,717	2,969	Minorante
	$DO = f(L_t)$	♂	$DO = - 0,490 + 0,382 LT$	0,362	9,979	Minorante
		♀	$DO = - 0,348 + 0,257 LT$	0,241	10,808	Minorante
	$DO = f(L_{cep})$	♂	$DO = - 0,245 + 0,374 Lcep$	0,387	10,485	Minorante
		♀	$DO = - 0,189 + 0,252 Lcep$	0,166	10,55	Minorante

Au niveau du Lac Ayata, sur les 8 paramètres morphométriques mesurés chez *O. niloticus*, 85,5 % révèlent l'existence d'un dimorphisme sexuel évident. Ces derniers sont surtout exprimés par une longueur totale plus élevée chez les mâles (maximum de 23 cm et moyenne de 16 ± 7 cm) que chez les femelles (maximum de 21 cm et moyenne de 16 ± 5 cm). Les plus petites tailles enregistrées chez les mâles et chez les femelles sont respectivement de 9 cm et de 11 cm. Chez les femelles, les régressions établies pour les différents paramètres mesurés en relation avec la longueur totale et/ou la longueur céphalique telle que ; LS, Lpd, Lpp, Hc, LC et DO sont représentées principalement par une croissance de type isométrique. Toutes les allométries de type minorante sont détectées chez les mâles avec 87,5% par rapport à la longueur totale et/ou la longueur céphalique (Tableau.31).

A Oued Khrouf, nous notons toujours chez *O. niloticus*, 4 sur 8 paramètres morphométriques qui révèlent un dimorphisme sexuel évident. Ce dernier est surtout exprimé par une longueur totale plus élevée chez les mâles (maximum de 19,5 cm et moyenne de $13,25 \pm 6,25$ cm) que chez les femelles (maximum de 13,5 cm et moyenne de $12,5 \pm 1$ cm). Les plus petites tailles enregistrées chez les mâles et chez les femelles sont respectivement de 7cm et de 11 cm. Les régressions établies pour les différents paramètres mesurés chez les femelles en relation avec la longueur totale et/ou la longueur céphalique sont représentées principalement par une croissance de type Majorante avec 50 % pour Lt, Lpp, Hc et LC. 44 % des cas sont de est de types isométrique et minorante. En outre, 37,5 % des régressions chez les mâles sont des allométries minorantes et isométriques (Tableau 31).

Tableau 31: Coefficient d'allométrie et équation de régression des différents caractères métriques mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez *O. niloticus* du Lac Ayata et d'Oued Khrouf.

Site	Fonction	Sexe	Equation d'allométrie	r^2	t_{obs}	Types d'allométrie
Lac Ayata (<i>Oreochromis niloticus</i>)	$Ls = f(Lt)$	♂	$Ls = 0,222 + 0,731 Lt$	0,626	3,07	Minorante
		♀	$Ls = - 0,122 + 1,02 Lt$	0,951	0,387	Isométrie
	$Lpd = f(Lt)$	♂	$Lpd = - 0,074 + 0,578 Lt$	0,485	4,73	Minorante
		♀	$Lpd = - 0,326 + 0,797 Lt$	0,556	1,487	Isométrie
	$LPp = f(Lt)$	♂	$LPp = 0,0556 + 0,665 Lt$	0,615	3,98	Minorante
		♀	$LPp = - 0,134 + 0,838 Lt$	0,816	1,794	Isométrie
	$Lpp = f(Lt)$	♂	$Lpp = - 0,021 + 0,531 Lt$	0,424	5,26	Minorante
		♀	$Lpp = - 0,229 + 0,713 Lt$	0,553	2,234	Minorante
	$Hc = f(Lt)$	♂	$Hc = - 0,187 + 0,765 Lt$	0,625	2,61	Minorante
		♀	$Hc = - 0,545 + 1,07 Lt$	0,833	0,72	Isométrie
	$Lcep = f(Lt)$	♂	$Lcep = - 0,091 + 0,550 Lt$	0,426	4,94	Minorante
		♀	$Lcep = - 0,315 + 0,747 Lt$	0,37	1,619	Isométrie
	$Do = f(Lt)$	♂	$Do = - 0,493 + 0,375 Lt$	0,22	7,65	Minorante
		♀	$Do = - 0,840 + 0,682 Lt$	0,27	1,99	Isométrie
	$Do = f(Lcep)$	♂	$Do = - 0,399 + 0,620 Lcep$	0,438	3,90	Minorante
		♀	$Do = - 0,508 + 0,829 Lcep$	0,609	1,311	Isométrie
Oued Khrouf (<i>Oreochromis niloticus</i>)	$Ls = f(Lt)$	♂	$Ls = - 0,186 + 1,08 Lt$	0,976	2,719	Majorante
		♀	$Ls = - 0,304 + 1,19 Lt$	0,974	3,593	Majorante
	$Lpd = f(Lt)$	♂	$Lpd = - 0,526 + 0,964 Lt$	0,916	0,69	Isométrie
		♀	$Lpd = - 0,821 + 1,27 Lt$	0,812	1,845	Isométrie
	$LPp = f(Lt)$	♂	$LPp = - 0,411 + 1,08 Lt$	0,966	2,284	Minorante
		♀	$LPp = - 0,375 + 1,07 Lt$	0,908	0,739	Isométrie
	$Lpp = f(Lt)$	♂	$Lpp = - 0,210 + 0,648 Lt$	0,137	2,632	Minorante
		♀	$Lpp = - 0,971 + 1,39 Lt$	0,81	2,549	Majorante
	$Hc = f(Lt)$	♂	$Hc = - 0,587 + 1,12 Lt$	0,9	1,962	Isométrie
		♀	$Hc = - 0,838 + 1,37 Lt$	0,881	3,075	Majorante
	$Lcep = f(Lt)$	♂	$Lcep = - 0,618 + 0,997 Lt$	0,799	0,035	Isométrie
		♀	$Lcep = - 1,13 + 1,48 Lt$	0,825	3,187	Majorante
	$DO = f(Lt)$	♂	$DO = - 0,560 + 0,431 Lt$	0,338	6,344	Minorante
		♀	$DO = - 0,516 + 0,382 Lt$	0,104	3,916	Minorante
	$DO = f(Lcep)$	♂	$DO = - 0,247 + 0,337 Lcep$	0,248	8,294	Minorante
		♀	$DO = - 0,195 + 0,193 Lcep$	0,038	8,431	Minorante

4.3.1.3. Relation taille poids

Lac Ayata

Chez les mâles : des corrélations positives variant entre respectivement $0,639 < r^2 > 0,94$ chez *O. niloticus* et *T. zillii*. On note aussi que pour les deux espèces, la relation taille poids est minorante (Tableau 32).

Chez les femelles : des fortes corrélations isométriques entre le poids et la taille sont notées surtout chez *O. niloticus* où la valeur de $r^2 = 0,95$ (Tableau 32 et (Fig.58))

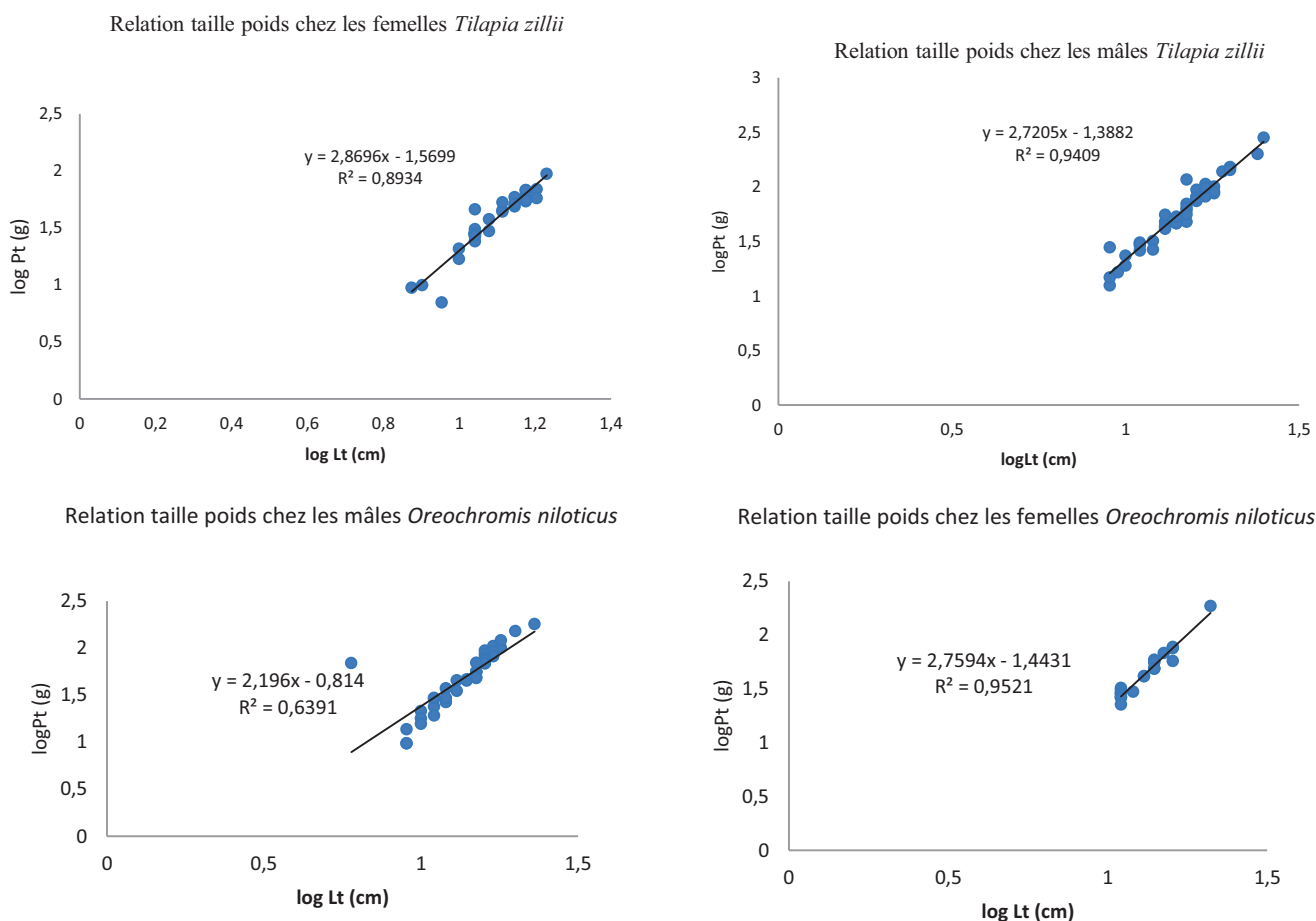


Figure 58 : Relation Taille-Poids chez *Oreochromis niloticus* et *Tilapia zillii* du Lac Ayata

Oued Khrouf

Chez les mâles : de très fortes corrélations entre le poids et la taille ont été notées chez les deux espèces de (*T. zillii* et *O. niloticus*) avec respectivement $0,968 < r^2 < 0,986$ (fig.56).

Chez les femelles : nous notons une forte corrélation entre le poids et la taille pour *O. niloticus* et pour *T. zillii* où les valeurs de r^2 sont respectivement de 0,987 et de 0,925. La croissance relative est alors isométrique pour les deux espèces (Tableau 32).

Tableau 32 : Expressions mathématiques de la relation taille-poids chez les *Tilapias* du Lac Ayata.

Sites	Espèces	Fonction	Equation	sexe	r ²	T _{obs}	Type d'allométrie
Lac Ayata	<i>Tilapia zillii</i>	Pt =bL ^a	Log Pt = - 1,39 + 2,72 Log Lt	♂	0,94	2,71	minorante
			Log Pt = - 1,57 + 2,87 Log Lt	♀	0,89	0,742	isométrie
	<i>Oreochromis niloticus</i>	Pt =bL ^a	Log Pt = - 0,814 + 2,20 Log Lt	♂	0,639	3,05	minorante
			Log Pt = - 1,44 + 2,76 Log Lt	♀	0,95	1,89	isométrie
Oued Khrouf	<i>Tilapia zillii</i>	Pt =bL ^a	Log Pt = - 1,58 + 2,88 Log Lt	♂	0,986	0,372	isométrie
			Log Pt = - 1,55 + 2,87 Log Lt	♀	0,925	0,83	isométrie
	<i>Oreochromis niloticus</i>	Pt =bL ^a	Log Pt = - 1,91 + 3,15 Log Lt	♂	0,968	1,469	isométrie
			Log Pt = - 1,56 + 2,88 Log Lt	♀	0,987	0,985	isométrie

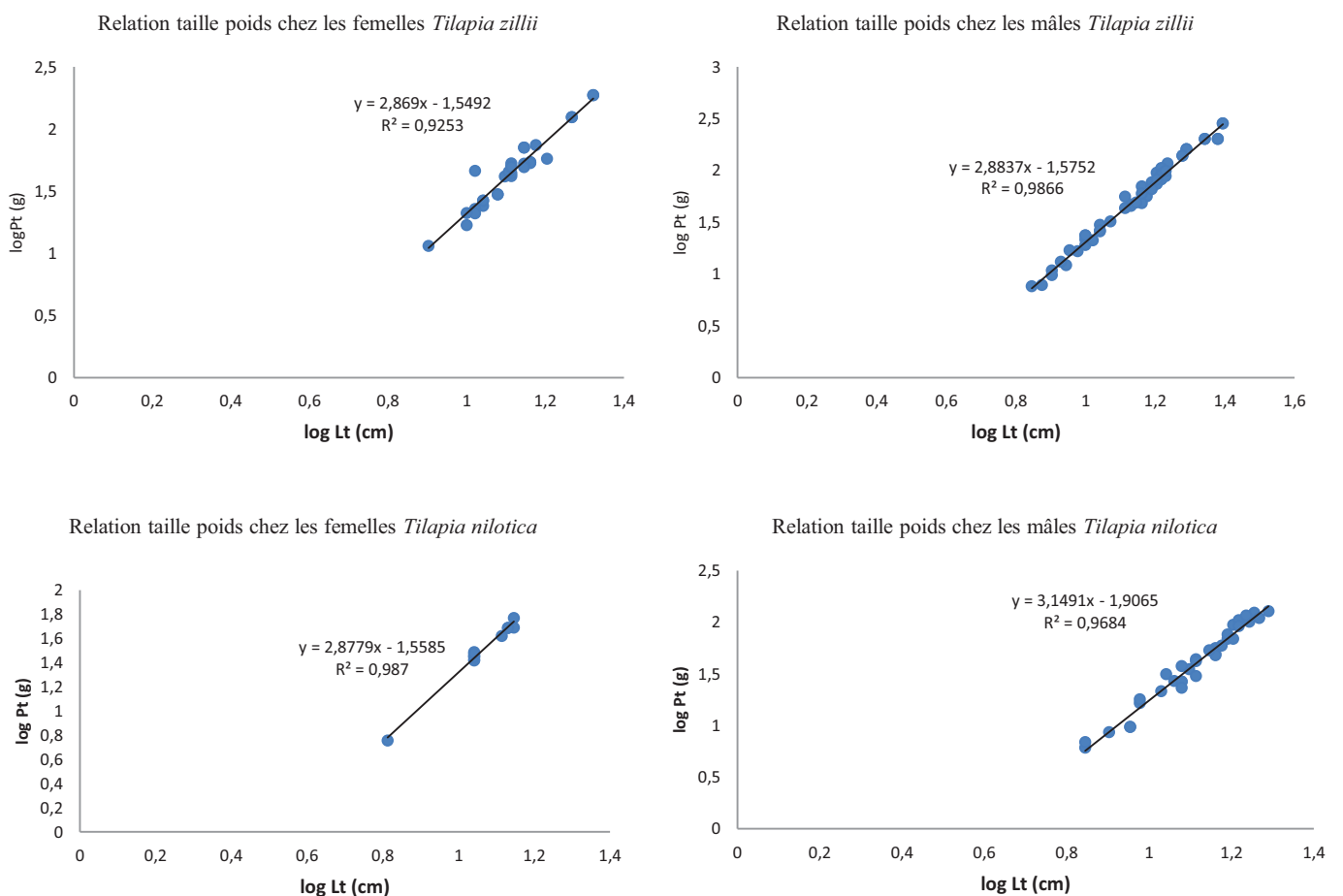


Figure 59 : Relation Taille-Poids chez *Oreochromis niloticus* et *Tilapia zillii* d'Oued Khrouf

4.3.1.4. Age et croissance

L'estimation de cette relation par la méthode scalimétrique a permis de définir 6 groupes d'âge pour les Tilapias du Lac Ayata et 4 groupes d'âges pour les spécimens d'Oued Khrouf (Fig.60). Le test ANOVA appliqué aux différents paramètres linéaires en fonction de l'âge montre que tous les paramètres dépendant de la croissance linéaire évoluent avec l'âge pour les deux stations. En revanche, deux exceptions sont signalés au niveau du Lac Ayata avec l'âge, le diamètre orbitaire (DO) et la longueur pré-dorsale (Lpd) qui se sont révélées en de hors de cette signification. Les paramètres non linéaires ne présentent aucune forme de corrélation avec l'âge (Tableau.33).

Tableau 33. Résultats de la corrélation de Pearson (r) et de l'analyse de variance (ANOVA) appliquées aux variations annuelles des paramètres biométriques mesurés chez les mâles et les femelles de *T. zillii* d'Oued Khrouf et ceux du Lac Ayata ($p < 0,05$: relation significative *, $p < 0,01$: relation hautement significative ** et $p < 0,001$: relation très hautement significative ***, $p > 0,05$ relation non significative « NS »).

Variables	<i>Tilapia zillii</i>											
	Lac Ayata						Oued Khrouf					
	♂			♀			♂			♀		
	r	F	p	r	F	p	r	F	p	r	F	p
W	0,941	92,51	0,000 ***	0,86	42,82	0,000 ***	0,964	140,8	0,000 ***	0,937	133,61	0,000 ***
LT	0,948	91,96	0,000 ***	0,855	43,71	0,000 ***	0,92	86,91	0,000 ***	0,927	57,17	0,000 ***
LS	0,908	46,87	0,000 ***	0,79	25,46	0,000 ***	0,879	47,87	0,000 ***	0,92	50,26	0,000 ***
LC	0,772	14,63	0,000 ***	0,484	5,27	0,011 **	0,84	35,26	0,000 ***	0,756	12,26	0,000 ***
LPp	0,897	41,69	0,000 ***	0,803	29,01	0,000 ***	0,878	53,11	0,000 ***	0,886	33,56	0,000 ***
Lpp	0,854	27,29	0,000 ***	0,631	10,16	0,000 ***	0,822	28,07	0,000 ***	0,714	9,53	0,000 ***
DO	0,481	13,41	0,000 ***	0,247	1,21	0,312 NS	0,638	23,44	0,000 ***	0,565	4,6	0,01 **
Lpd	0,894	35,69	0,000 ***	0,387	3,19	0,055 NS	0,829	26,4	0,000 ***	0,842	22,28	0,000 ***
HC	0,861	46,45	0,000 ***	0,767	24,6	0,000 ***	0,83	38,01	0,000 ***	0,867	28,23	0,000 ***
ELLS	0,322	1,92	0,111 NS	0,026	0,21	0,81 NS	0,103	0,99	0,432 NS	0,364	2,26	0,104 NS
ELLI	0,191	1,61	0,178 NS	0,024	0,14	0,874 NS	0,153	1,66	1,62 NS	0,1	0,43	0,736 NS
NRDM	0,278	2,88	0,055 NS	0,042	0,14	0,87 NS	0,118	0,32	0,899 NS	0,027	0,23	0,874 NS
NRDD	0,106	0,22	0,952 NS	-0,176	1,25	0,301 NS	0,067	0,29	0,918 NS	-0,206	0,79	0,513 NS
NRC	0,036	0,47	0,799 NS	0,029	1,46	0,248 NS	0,113	1,41	0,235 NS	0,1	1,91	0,151 NS
N.Ouefs				0,198	1,11	0,343 NS				0,472	3,55	-0,028 NS

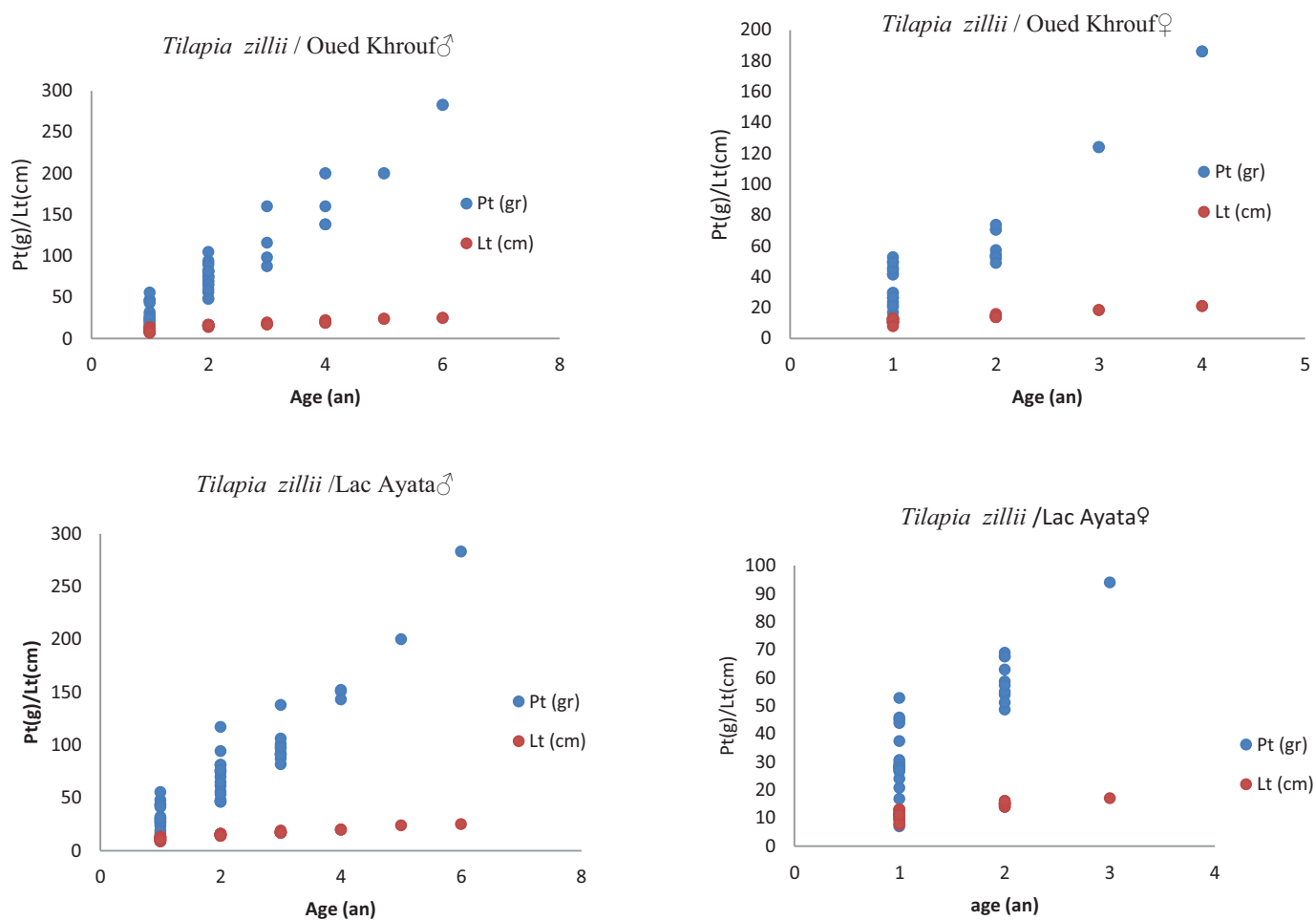


Figure 60 : Variation du poids total et de la longueur totale par rapport à l'âge chez le *Tilapia zillii* d'Oued Khrouf et du Lac Ayata

Chez *O. niloticus*, l'estimation de la relation âge croissance par la méthode scalimétrique a permis de définir 4 groupes d'âge pour les Tilapias du Lac Ayata et 2 groupes d'âges pour les spécimens d'Oued Khrouf. Le test ANOVA appliqué aux différents paramètres linéaires mesurés chez les mâles et les femelles du Lac Ayata et chez les mâles d'Oued Khrouf, en fonction de l'âge, présentent une corrélation significative avec l'âge (Fig.61). En revanche, chez les femelles d'Oued Khrouf, seul le poids évolue significativement avec l'âge. Tous les paramètres dépendants de la croissance linéaire sont en dehors de cette signification avec l'âge (Tableau.34).

Tableau 34. Résultats de la corrélation de Pearson (r) et de l'analyse de variance ANOVA appliquées aux variations annuelles des paramètres biométriques mesurés chez les mâles et les femelles de *Oreochromis niloticus* d'Oued Khrouf et ceux du Lac Ayata ($p < 0,05$: relation significative *, $p < 0,01$: relation hautement significative ** et $p < 0,001$: relation très hautement significative ***, $p > 0,05$ relation non significative « NS »).

Variables	<i>Oreochromis niloticus</i>											
	Lac Ayata						Oued Khrouf					
	♂			♀			♂			♀		
	r	F	p	r	F	p	r	F	p	r	F	p
W	0,93	55,9	0,000 ***	0,93	174,12	0,000 ***	0,945	58,87	0,000 ***	0,607	6,43	0,028 *
LT	0,909	53,03	0,000 ***	0,943	80,86	0,000 ***	0,866	37,02	0,000 ***	0,514	3,96	0,72 NS
LS	0,896	38,51	0,000 ***	0,916	52,37	0,000 ***	0,863	35,13	0,000 ***	0,514	2,86	0,119 NS
LC	0,783	21,1	0,000 ***	0,638	7,7	0,003 **	0,696	10,46	0,000 ***	0,15	0,25	0,624 NS
LPp	0,806	25,92	0,000 ***	0,917	54,57	0,000 ***	0,795	22,11	0,000 ***	0,325	1,3	0,279 NS
Lpp	0,762	17,72	0,000 ***	0,709	10,6	0,001 ***	0,453	6,02	0,002 **	0,145	0,24	0,636 NS
DO	0,572	6,44	0,001 **	0,595	9,31	0,001 **	0,419	5,62	0,004 **	0,227	0,59	0,457 NS
Lpd	0,817	20,81	0,000 ***	0,818	20,28	0,000 ***	0,795	19,13	0,000 ***	0,331	1,36	0,269 NS
HC	0,878	33,97	0,000 ***	0,883	35,41	0,000 ***	0,76	18,39	0,000 ***	0,386	1,93	0,192 NS
ELLS	-0,069	0,59	0,675 NS	0,538	4,08	0,033 *	0,154	1,6	0,29 NS	0,156	0,27	0,612 NS
ELLI	0,2	1,69	0,175 NS	-0,166	0,48	0,624 NS	-0,116	1,24	0,311 NS	0,168	0,32	0,582 NS
NRDM	-0,143	0,5	0,735 NS	-0,169	0,43	0,653 NS	0,253	0,18	0,909 NS	-0,234	0,63	0,443 NS
NRDD	0,202	1,22	0,32 NS	1,14	0,81	0,461 NS	-0,116	1,57	0,218 NS	-0,294	1,04	0,33 NS
NRC	-0,192	0,49	0,742 NS	-0,029	0,97	0,396 NS	0,078	1,61	0,208 NS	0,147	0,24	0,631 NS
N.Ouefs				0,503	3,67	0,044 *				0,527	4,24	0,064 NS

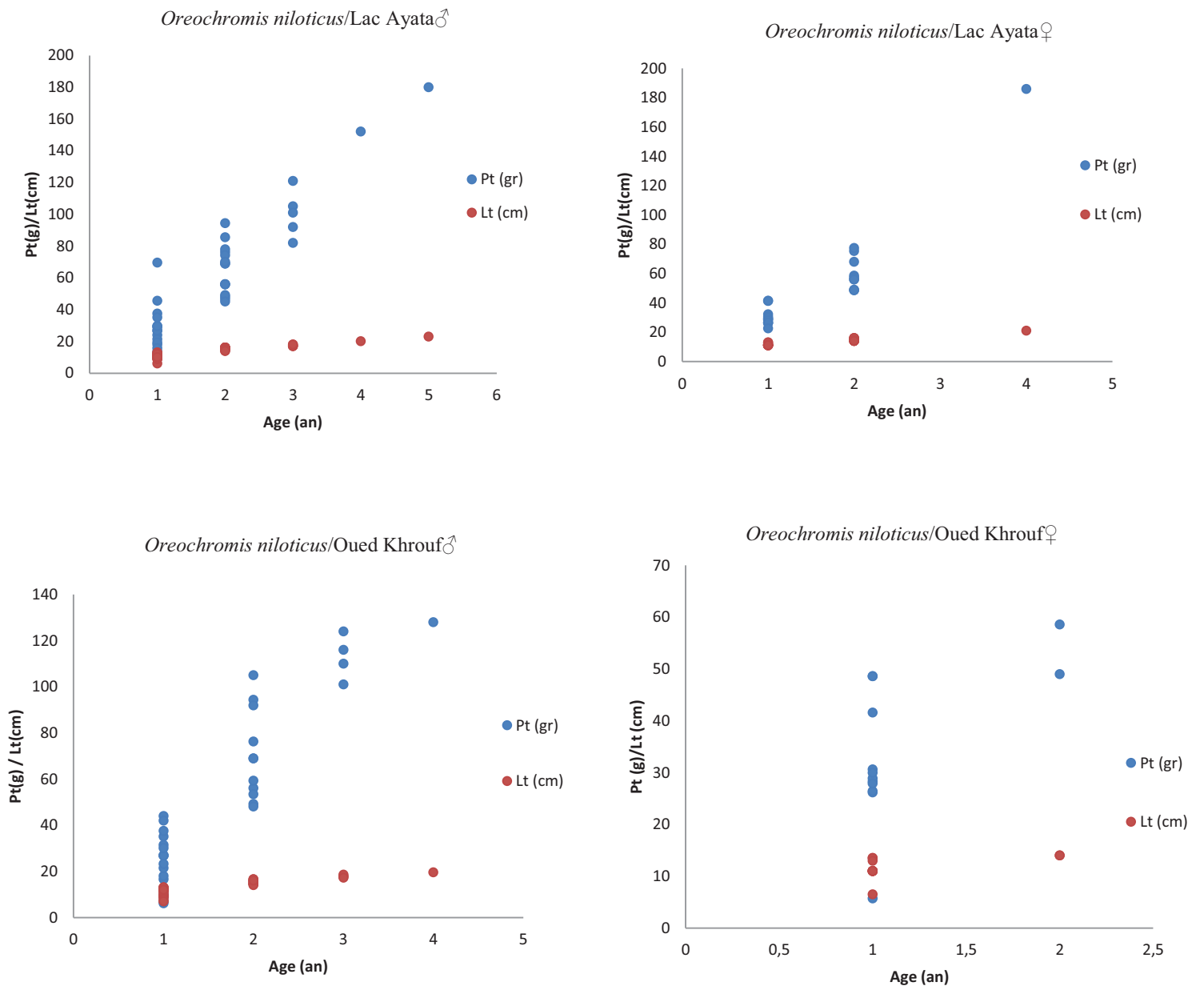


Figure 61. Variation du poids total et de la longueur totale par rapport à l'âge chez *Oreochromis niloticus* d'Oued Khrouf et du Lac Ayata

4.3.1.5. Reproduction

4.3.1.5.1. Fécondité

Chez *Tilapia zillii* : du Lac Ayata, l'évolution de la fécondité varie entre un maximum de 3340 œufs pour une femelle d'une longueur de 16 cm et pesant 57,3 g et un minimum de 200 unités pour une femelle s'une taille de 10,2 cm et pesant 20,7 g.

Chez les Tilapias d'Oued Khrouf, les valeurs de la fécondité varient entre un maximum de 4452 œufs pour une femelle d'une longueur de 13 cm et pesant 49,4 g et un minimum de 134 unités pour une femelle d'une taille de 8 cm et pesant 11,4 g (Fig.62).

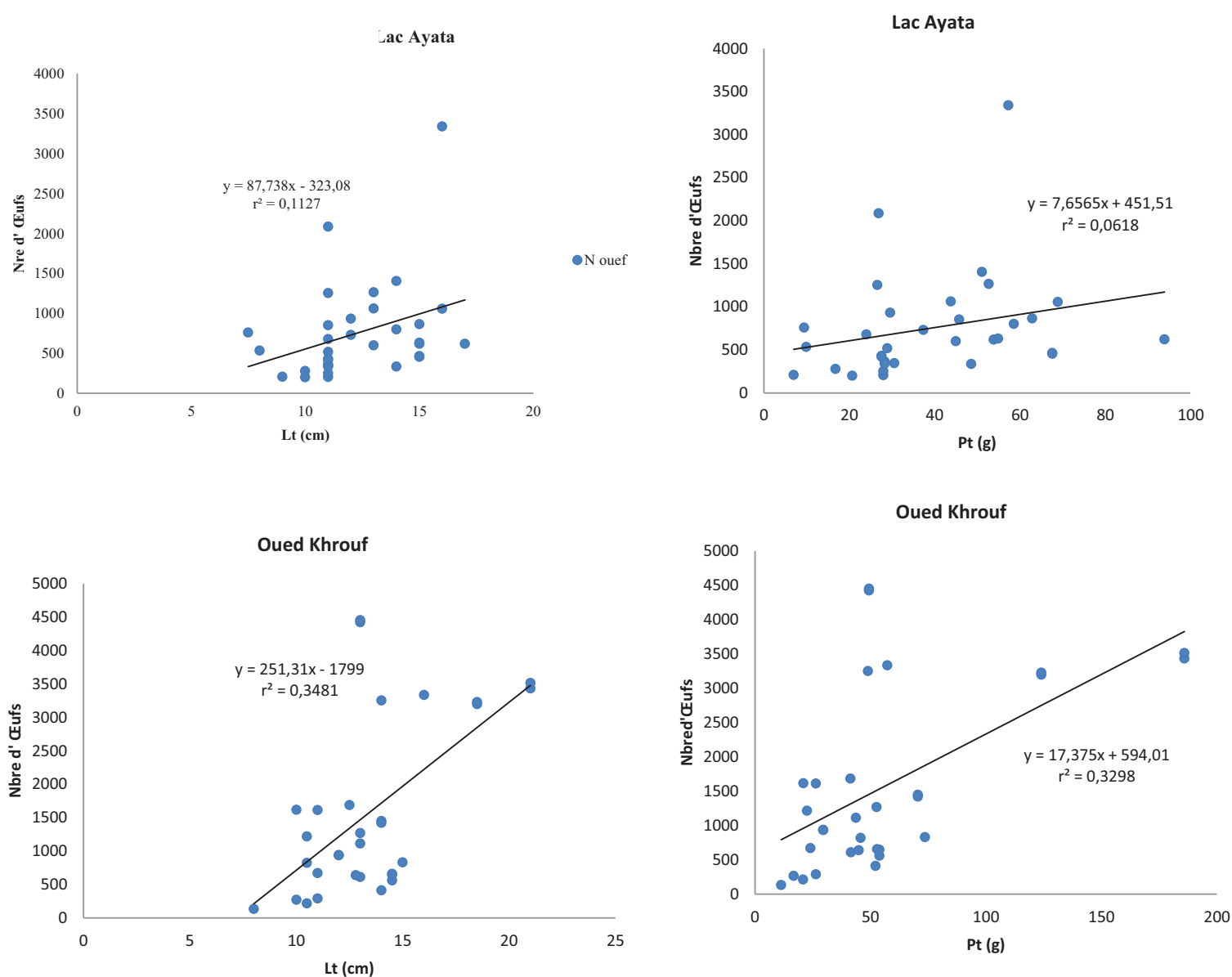


Figure 62 : Variation du nombre d'œufs par rapport à la longueur totale et au poids total chez *Tilapia zillii*

Chez *Oreochromis niloticus* du Lac Ayata, l'évolution de la fécondité varie entre un maximum 3470 œuf pour une femelle de 21 cm et pesant 186 g et un minimum de 200 unités pour une femelle s'une taille de 10,2 cm et pesant 20,7 g.

Chez les Tilapias d'Oued Khrouf, les valeurs de la fécondité de la fécondité varient entre un maximum de 335 œufs pour une femelle d'une longueur de 13 cm et pesant 49,4 g et un minimum de 13 unités pour une femelle d'une taille de 13,5 cm et pesant 48,6 g (Fig.63).

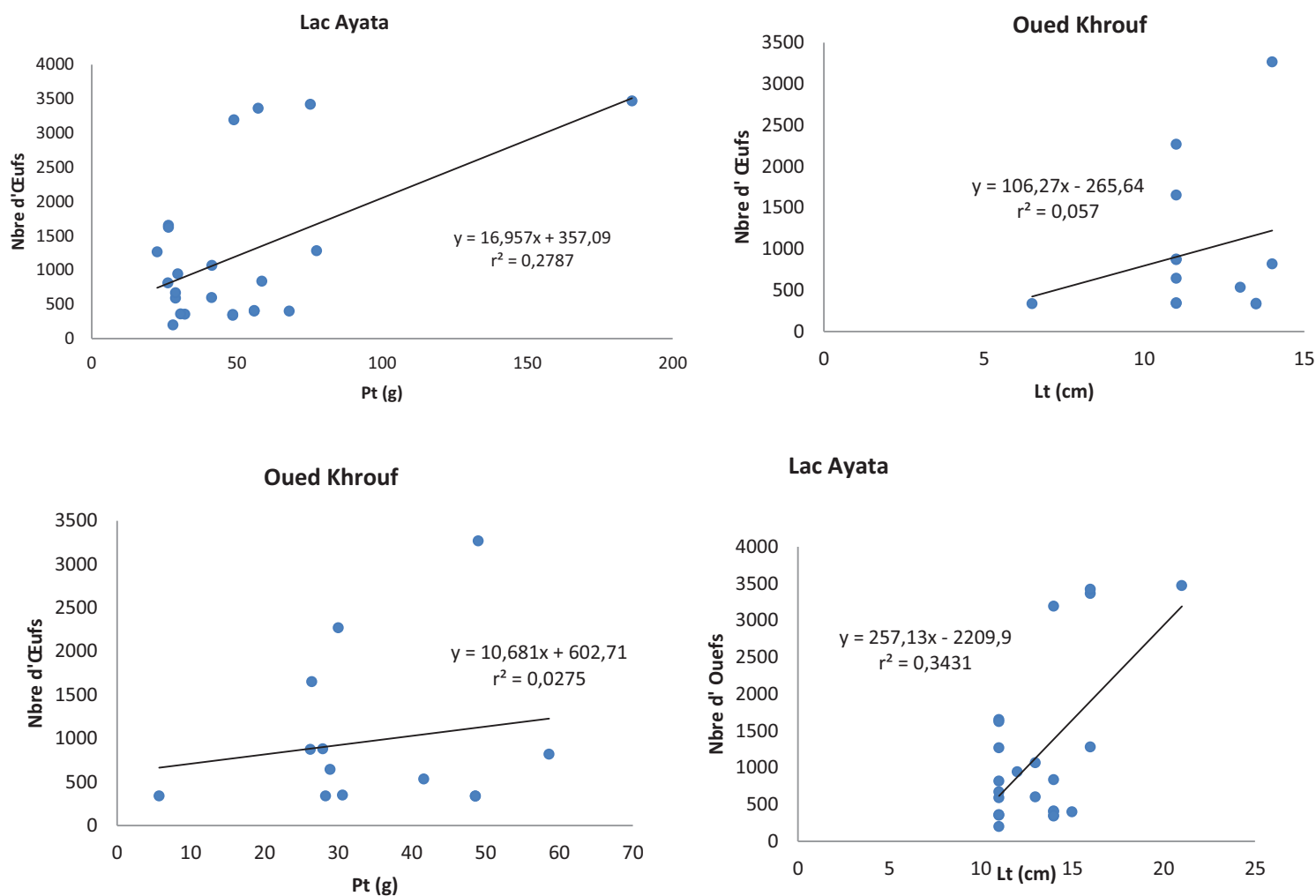


Figure 63: Variation du nombre d'œufs par rapport à la longueur totale et au poids total chez *Tilapia nilotica*

4.3.1.5.2. Rapports gonado-somatique (RGS) et hépato-somatique (RHS)

Le RGS et RHS considérés comme étant les deux indices de base pour connaître la période de reproduction chez les poissons. Toutefois, la détermination de la période de reproduction nécessite un cycle de 12 mois.

Lac Ayata

Chez les femelles du *T. zillii* et *Oreochromis niloticus*, les valeurs maximales du RGS, qui indique la période de ponte, sont enregistrées au mois d'avril (RGS *Tilapia zillii* = 10 et RGS *Oreochromis niloticus* = 10,5). Chez les mâles, nous notons deux périodes de pleine maturation ; la première est observée pendant les mois de février et de mars, respectivement, chez *T. zillii* et *O. niloticus* et la deuxième période, est noté au mois de mai chez les deux espèces. Parallèlement au RGS, nous avons étudié le RHS, puisque toute l'énergie nécessaire pour la maturité des gonades provient des réserves lipidiques stockées au niveau du foie. Chez les mâles, les valeurs minimales du RHS sont enregistrées en automne et les valeurs maximales en mai chez les deux espèces. Chez les femelles, les valeurs les plus élevées sont notées chez *O. niloticus* pendant le mois de juillet. En revanche, les femelles du *Tilapia zillii* présentent une valeur maximale de RHS au mois d'août (Fig.64).

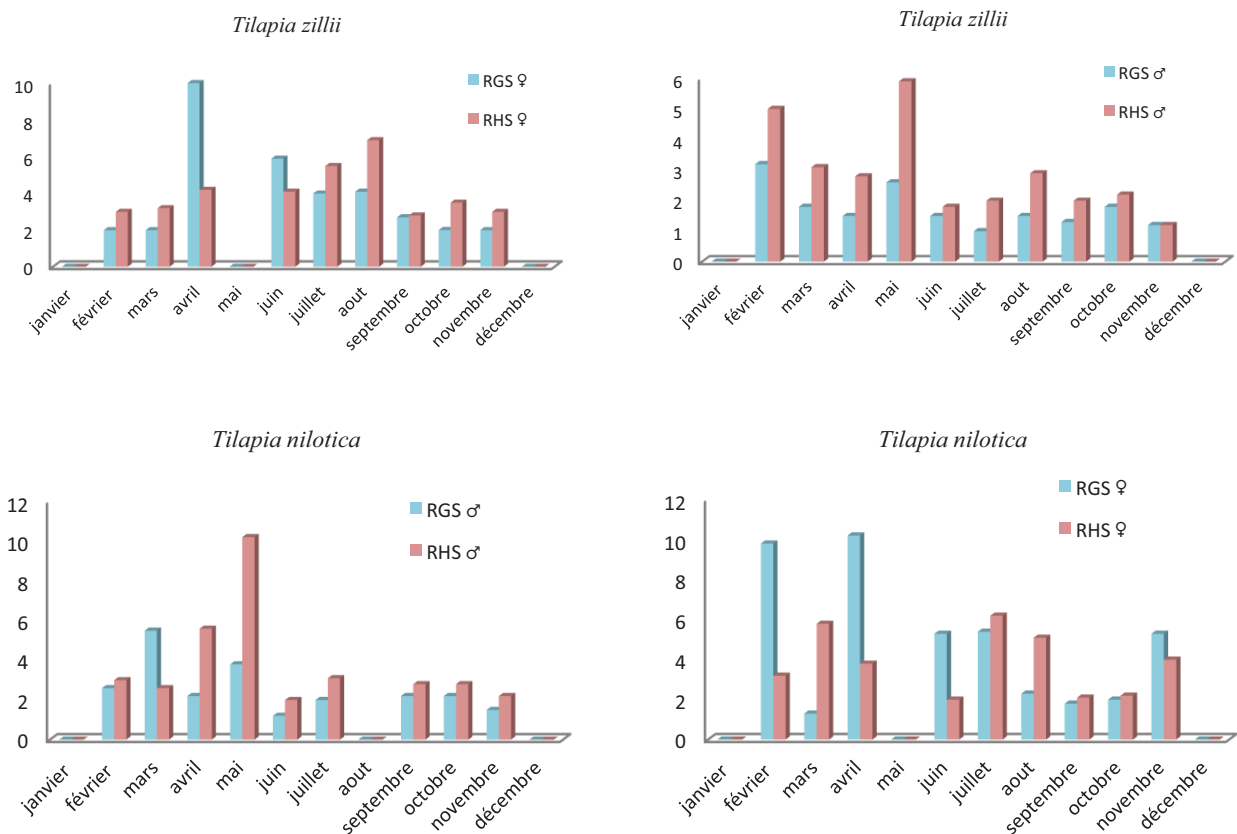


Figure 64. Variations mensuelles du RGS et du RHS chez les Tilapias du lac Ayata.

📍 Oued Khrouf

Chez les femelles du *Tilapia zillii*, la valeur maximale du RGS, est enregistrée au mois d'avril (RGS = 14). En revanche, chez *Oreochromis niloticus*, les valeurs de RGS les plus élevées sont observées pendant en mai (RGS = 10).

Les mâles d'*Oreochromis niloticus*, présentent une seule période de dissémination signalée au printemps, avec un maximum du RGS de 9 observé en mai. Chez les mâles du *Tilapia zillii*, une seule période de dissémination apparaît également au printemps avec un maximum en mai (RGS = 6) (Fig.65).

Chez les mâles, les valeurs les plus élevées sont enregistrées chez *Tilapia sp.*, pendant le mois d'avril et le mois de mai où le *RHS* dépasse la valeur de 10. En revanche, les mâles du *Tilapia zillii*, présentent des réserves importantes pendant le mois de mai et le mois d'août, avec une valeur maximale de *RHS* qui dépasse la valeur de 8.

Chez les femelles, les valeurs minimales du *RHS* sont enregistrées aux mois de juillet et d'août chez *Tilapia sp.* et en septembre chez *Tilapia zillii*. Les valeurs maximales sont enregistrées en période de maturation (mai pour *Tilapia sp.* Et avril pour *Tilapia zillii*) (Fig.65).

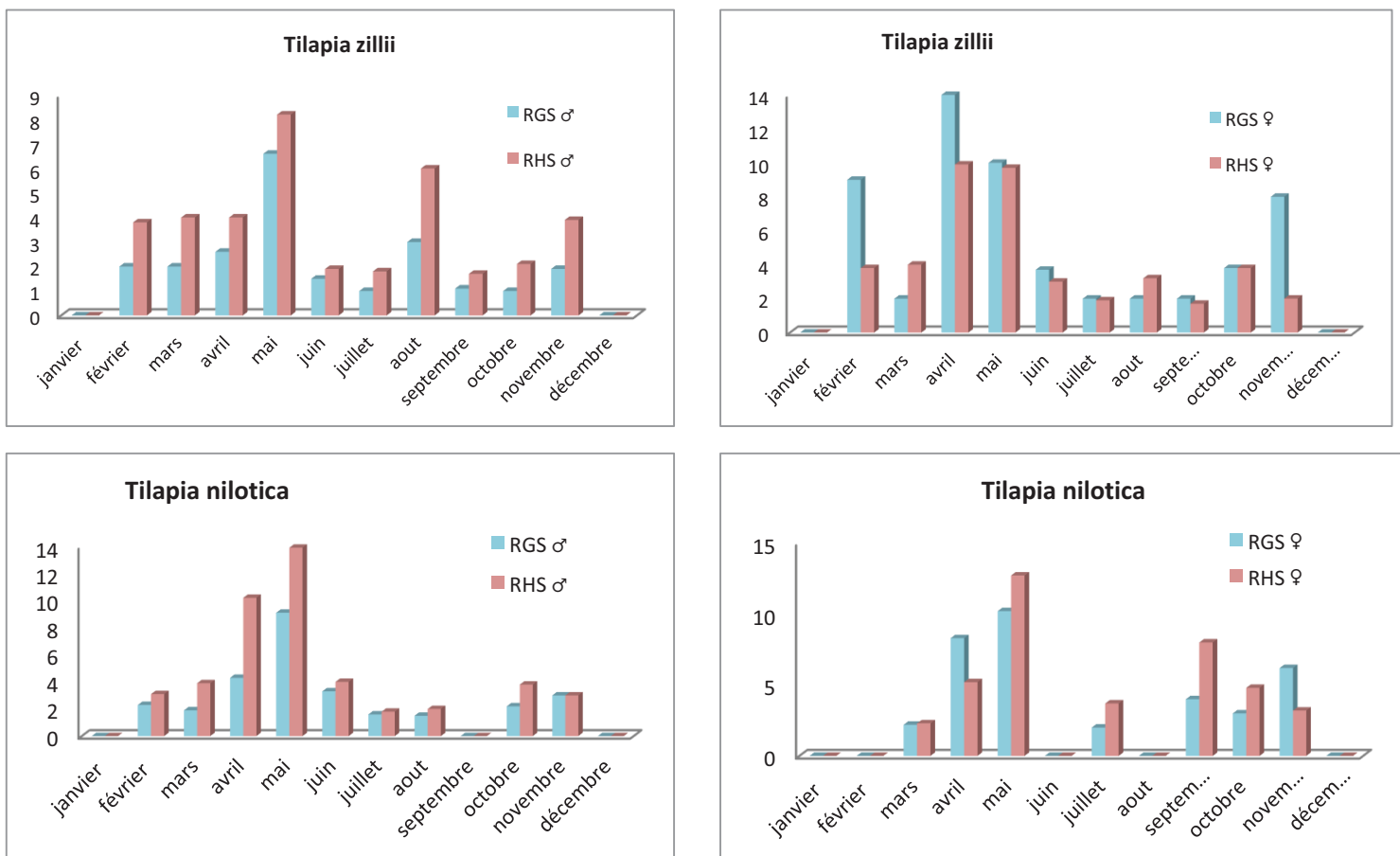


Figure 65: Variations mensuelles du RGS et du RHS chez les Tilapias d'Oued Khrouf.

4.3.2. Discussions

➤ Structure démographique

Tilapia est le nom commun appliqué aux trois genres de la famille Cichlidae (*Sarotherodon*; *Oreochromis* et *Tilapia*) dont environ 70 espèces sont décrites (Meyer, 2002). L'analyse de la composition démographique des Tilapias recensés dans la région d'étude a porté sur un effectif de 145 pièces capturées d'une façon aléatoire et concernent deux espèces : *Tilapia zillii* et *Oreochromis niloticus*. Le sex-ratio, calculé pour 63 individus (40 mâles et 23 femelles) pour *O. niloticus* et 82 individus (49 mâles et 33 femelles) pour *T. zillii*, montre que ce dernier est en faveur des mâles pour les deux espèces où les valeurs sont respectivement de 63 % et 59%. Nos résultats du sex-ratio, sont en conformité avec les résultats signalons dans d'autres régions. Mahomoud et al, (2011), El-Sawy (2006) et Fryer & Iles (1972) ont, rapporté que dans certains lacs africains, ce rapport est en faveur des mâles. Pour *Oreochromis niloticus*, d'après Fishelson & Yaron, (1983), la dénomination la plus universellement répandue: *Tilapia nilotica* et les principaux synonymes de cette espèce, que l'on peut trouver dans la littérature, sont: *Oreochromis (Oreochromis) niloticus*, *Tilapia (Sarotherodon) nilotica* et *Sarotherodon niloticus*. Selon Trewavas (1983), les caractéristiques morphométriques sont plus ou moins difficiles à examiner sur des organismes vivants. De nombreuses études de terrain et de laboratoire (Pullin et Lowe-McConnel, 1982; Fishelson & Yaron, 1983; Plisnier et al, 1988; etc...) montrent que *T. nilotica* est une espèce relativement euryèce et eurytope adaptée à de larges variations des facteurs écologiques du milieu aquatique et colonisant des milieux extrêmement variés.

➤ Morphométrie

Les données acquises sur les caractères méristiques montrent une forte similitude entre *T.zillii* et *O. nilotica* : pas de dimorphisme sexuel entre les mâles et les femelles. Elles possèdent un nombre d'écailles disposées sur la ligne latérale variant entre 18 et 25 écailles dans la partie supérieure et de 11 à 14 et de 12 à 16 rayons épineux et de 9 à 12 rayons souples sur la nageoire dorsale. Chez *O. nilotica*, Trewavas, (1983), a montré qu'une nageoire dorsale longue à partie antérieure épineuse possède (17-18 épines) et à partie postérieure molle (12-14 rayons). Moyle (1976), montre que, la nageoire dorsale chez *T. zilli* contient entre 13 à 16 rayons durs et 8 à 12 rayons mous.

➤ Croissance

L'étude de la croissance linéaire chez les *T. zillii* et l'*O. nilotica* des deux sites d'étude, nous a permis de relever les constatations suivantes:

- Une croissance linéaire des différents organes mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique présente un type d'allométrie isométrique. Cette croissance linéaire serait due aux différents facteurs biotiques et abiotiques du milieu, notamment, à l'abondance de la nourriture et la présence d'une profondeur suffisante.
- Des corrélations significatives ($0,97 > r > 0,41$) sont révélées entre la longueur totale et la longueur standard, la longueur céphalique, la longueur pré-dorsale, la longueur post-pectorale, la longueur pré-anale, la longueur pré-pectorale, la hauteur du corps et entre, la longueur céphalique et le diamètre orbital. Daget (1956), a signalé un ralentissement de la croissance chez *T.zillii* surtout après la troisième année. Le même auteur Daget (1952, 1956), à également signalé dans le Delta Central du Niger, un arrêt de croissance prolongé pendant la saison sèche chez les différentes espèces d'*Alestes* de la famille des Characidae et chez *T.zillii*. Moreau (1977) observe aussi deux arrêts de croissance chez *O.niloticus* en juillet et en janvier au lac Alaotra (Madagascar). Cette arrêt de croissance serait est du au comportement alimentaire de *T. nilotica* ; qui est principalement phytoplanctophage toutfois, la proportion de phytoplancton ingérée passe par un minimum pendant les deux périodes d'arrêt de croissance. L'auteur émet l'hypothèse qu'un ensemble de facteurs, tels l'ensoleillement qui diminue, la turbidité qui augmente du fait du lessivage des sols par les premières pluies d'orage. En plus de la quantité de nourriture disponible, il semble que la qualité de ces aliments (correspondant à leur digestibilité) joue également un rôle déterminant. Quelques travaux abordent cette question en ces termes. Moriarty & Moriarty (1973) ont étudié la digestibilité des différents groupes d'algues planctoniques du lac Georges (Ouganda) par *O. niloticus*. Il ressort de ces études que les Bacillariophycées sont les mieux digérées, les Cyanophycées irrégulièrement et les Chlorophycées difficilement. Or, Moreau (1979), constate que sur les hauts plateaux malgaches, *O.niloticus* grossit plus vite au lac de Mantasoa à Madagascar dont le phytoplancton, assez peu abondant, est dominé par les Bacillariophycées, qu'au lac Alaotra dont la microflore est dominée par les Cyanophycées. Selon Lowe (1958) et Fryer & Iles (1972), les facteurs physicochimiques de l'eau pourraient également jouer un rôle important en modifiant la digestibilité des algues.
- En général, *T. nilotica* est connu pour sa croissance rapide (Lowe-McConnell, 1982) et présente un indice de croissance plus performant que les autres espèces de tilapia (Pauly *et al*, 1988). Sa durée de vie est relativement courte (4 à 7 ans), sa vitesse de croissance est extrêmement variable selon les milieux. Ainsi d'après Moreau (1979), *T. nilotica* grandit plus vite dans le lac Albert (Lac de l'Afrique équatoriale ; Ouganda et République démocratique du Congo) (34 cm à 4 ans) que dans le lac Tchad (26 cm à 4 ans) ou le lac

Mariout (Égypte) (24 cm à 4 ans). La croissance la plus lente et la durée de vie la plus courte sont observées dans le lac Alaotra (± 20 cm à 4 ans) où cette espèce a été introduite. La croissance la plus rapide et la longévité la plus longue (7 ans et 38 cm) sont observées dans le lac Albert. Toutefois le plus grand spécimen aurait été capturé dans le lac Turkana (anciennement nommé lac Rudolf ou lac Rodolphe) (Kenya) et mesurait 64 cm de longueur totale (sous-espèce: *O. niloticus vulcani*, Trewavas, 1982).

➤ Reproduction

Une autre grande caractéristique de *T. nilotica* concerne son dimorphisme sexuel de croissance. Dès que les individus atteignent l'âge de maturité (1 à 3 ans selon le sexe et le milieu), les individus mâles présentent une croissance nettement plus rapide que les femelles et atteignent une taille nettement supérieure. Ainsi, dans le lac Itasy (Madagascar), les mâles vivent plus vieux et atteignent une taille maximale de 38 cm soit 2000 g alors que les femelles ne dépassent pas 28 cm soit 950 g. Toutefois, d'après Lowe-McConnell (1982), dans les grands lacs où la croissance est bonne, mâles et femelles atteignent des tailles identiques. Dans les milieux naturels, la taille de première maturité de *T. nilotica* varie généralement entre 14 et 20 cm (± 2 ans) mais peut atteindre 28 cm (lac Albert) et différer chez les mâles et les femelles. Ainsi, la taille moyenne de première maturité examinée dans la population de cette espèce au lac Ihema est de 19 cm pour les femelles et 20 cm chez les mâles (Plisnier *et al.*, 1988). Toutefois, cette taille de maturité peut varier au sein d'une même population en fonction des conditions fluctuantes du milieu. Ainsi, dans le lac George, elle est passée, d'après Gwahaba (1973), de 28 cm en 1960 à 20 cm en 1972.

Selon Lowe-McConnell (1982), les principaux facteurs qui font diminuer la taille de maturation sont:

- la mauvaise condition relative,
- les dimensions réduites du milieu (confinement),
- le déficit alimentaire qualitatif et quantitatif,
- la pêche trop intensive.

On constate, en effet, que les populations de Tilapia, qui vivent en milieu lacustre stable, présentent une stratégie démographique de type *K* qui est caractérisé par une faible fécondité, une ponte réduite, une maturité tardive, une forte compétition intraspécifique et une croissance rapide. Lorsque le milieu devient instable (plaines inondées) et qu'il présente des variations fréquentes (température, niveau d'eau, nourriture, etc...), ces poissons adoptent une stratégie de type *r* dans laquelle la fécondité devient élevée, la maturité précoce et la croissance lente. Ce problème connu sous le terme de nanisme, est plutôt un phénomène de néoténie (Fryer & Iles, 1972; Noakes &

Balon, 1982) car il s'agit d'une réponse adaptative aux fluctuations d'environnement, par accélération de l'ontogenèse. C'est pourquoi en conditions optimales dans les lacs *T. nilotica* commence à se reproduire en général vers l'âge de 2 à 3 ans alors qu'en conditions stressantes de pisciculture rurale mal conduite, il peut déjà se reproduire vers l'âge de 3 mois.

La période de reproduction de *T. nilotica* est potentiellement continue pendant toute l'année. La température de l'eau est supérieure à 22°C. Toutefois, on constate des pics d'activité reproductrice induits par une augmentation de la photopériode et de l'intensité lumineuse, une augmentation de la température de l'eau et une augmentation du niveau de l'eau. Ces paramètres fluctuent plus ou moins intensément avec l'alternance des saisons et la situation en latitude et altitude. Ainsi, au lac Manzalla (Égypte), *T. nilotica* présente une seule période de reproduction courte (mars-avril) pendant laquelle la température s'élève de 19 à 26°C. Dans le lac Ihema au Rwanda, Plisnier *et al* (1988), observent la plus grande activité de reproduction pendant la grande saison des pluies (février à juin). En général, dans les eaux équatoriales, Lowe-McConnell (1982), signalent deux pics de reproduction coïncidant avec les deux saisons de pluie.

La fréquence des pontes varie également en fonction des conditions environnementales. En conditions optimales et à température de 25 à 28°C, une femelle de *T. nilotica* peut se reproduire tous les 30 à 40 jours (Ruwet *et al*, 1975) mais toutes les femelles d'un lot sont loin de pouvoir se reproduire aussi fréquemment (Mires, 1982). La fécondité absolue (nombre d'ovules pondus en une fois) est aussi très variable puisqu'elle fluctue fortement comme le montre Moreau (1979), en fonction du poids, du site et selon les saisons.

Toutes les paramètres de la reproduction de *T. nilotica* démontrent non seulement la plasticité de l'espèce à s'adapter à des conditions diverses mais démontrent également sa haute résilience à savoir sa capacité à revenir rapidement, après perturbation, à un seuil optimum de densité dans son milieu naturel.

Les résultats obtenus dans notre étude de la fécondité chez *T. zillii* montrent que, les valeurs de la fécondité les plus faibles et les plus élevées passent de 134 œufs chez une femelle de 8 cm de longueur et 11,4 g du poids corporel, à 4452 œufs chez une femelle de 13 cm et 49,4g. D'après Boschung & Mayden (2004), la ponte et la fécondation se situent en général le matin de bonne heure, il en résulte entre 1000 et 6000 œufs. Lowe - McConnel (1982), ont mentionné que *T. zillii* libère six lots d'œufs adhésifs lors de sa période de reproduction (de 6000 à 40000 œufs par an).

Par ailleurs, nos résultats montrent que la longueur totale et le poids total n'ont aucun effet sur le nombre d'œufs, ceci est confirmé par le test de corrélation qui indique l'absence de toute forme de corrélation chez les deux espèces de Tilapia. La variabilité des trois valeurs de fécondité minimale, moyenne et maximale serait en relation avec la variabilité des tailles et des poids des poissons.

Les valeurs de la fécondité absolue et celle de la fécondité relative varient d'une femelle à une autre et d'un site à un autre, ce qui montre l'absence de toute forme de corrélation chez les deux espèces de *Tilapia*.

Dans le lac Ihema au Rwanda, Plisnier *et al.* (1988), ont noté la plus grande activité de reproduction pendant la grande saison des pluies (février à juin). Lowe-McConnell (1982), signalent deux pics de reproduction coïncidant avec les deux saisons de pluie. Ainsi Daget (1956), a signalé que la reproduction chez *T. zillii* débute en avril et se termine au septembre. Le phénomène de reproduction chez les tilapias de nos sites d'étude se déroule en trois phases principales :

- Phase d'ovogénèse : caractérisée par une lente maturation chez *T. zillii*, alors que chez *T. nilotica*, cette phase est caractérisée par un volume ovarien très remarquable. Cette phase s'étale entre novembre jusqu'au mois de mars ;
- Phase de maturation finale et de ponte : notée au mois d'avril chez les deux espèces de *Tilapia* ;
- Phase de repos sexuel : se déroulant entre juin et octobre ;

Le phénomène de reproduction chez *T. zillii* a été étudié par de nombreux auteurs: (Maclaren, 1981; Phillips, 1994; Coward et Bromage, 1999; Negassa et Getahun, 2003 et El-Sawy, 2006). *T. zillii* est très euryhaline c'est à dire peut tolérer une large gamme de salinité (Bayoumi, 1969; Chervenski & Horing, 1973 et Meyer, 2002). El- Sayed (2006), a mentionné que *T. zillii*; *O. mosambicus* et *O. aureus* sont les espèces de tilapia les plus tolérantes à la salinité, et peuvent se développer, survivre, et se reproduire à 10 à 30 ‰, en fonction de l'espèce, La taille et le sexe. La température optimale pour la tolérance de *T. zillii* a été jugée entre 28,8 et 31,4 ° C (Phillip & Ruwet, 1982).

L'indice hépato somatique (*RHS*) calculé pour les femelles de *T. nilotica* est légèrement plus élevé que celui enregistré chez les mâles. Cette variabilité est expliquée par Brown (1957), par l'accumulation et le stockage des graisses et des protéines dans le foie avant la fraie chez de nombreux poissons. Roberts (1978), a montré que l'augmentation de *RHS* chez les femelles peut être due à l'augmentation des hormones de l'exploitation sexuelle activités. Il a également mentionné le rôle de l'alimentation dans ce phénomène.

4.3.3. Conclusion

Les résultats de l'étude de la biologie et de la dynamique des Tilapias des deux sites montre que la structure démographique des deux espèces est caractérisée par un sex-ratio en faveur des mâles qui présentent des tailles maximales plus grandes que celles des femelles. Ces dernières atteignent un âge théorique maximum de 3 ans à Oued Khrouf et de 4 ans au lac Ayata. Les mâles sont plus âgés que les femelles (6 ans dans les deux sites). Les différents caractères métriques mesurés chez les deux espèces de Tilapia (mâles et femelles), montrent que les différentes longueurs mesurées en fonction de la longueur totale (Lt) ou de la longueur céphalique (Lcep) présentent une croissance de type isométrique, toutes les longueurs évoluent au même rythme par rapport à la longueur totale ou à la longueur céphalique. A l'image de la croissance chez la majorité des animaux, les deux espèces de *Tilapia* étudiées montrent des courbes de croissance évoluant d'une façon corrélée entre le poids et la taille. Cette évolution est également différente d'une espèce à une autre et d'un site à un autre. Une fécondité importante est notée chez les deux espèces de *Tilapia* des deux sites d'étude, ce qui constituerait un élément positif pouvant garantir la préservation et la pérennité de cette ressource halieutique dans la région. Les fluctuations du rapport hépato-somatique et gonado-somatique chez les deux espèces de *Tilapias* révèlent que la période de reproduction chez ces dernières est potentiellement continue pendant toute l'année notamment au printemps et en automne. La répartition des individus mâtures en fonction de poids des testicules et des ovaires, nous a permis de situer la taille à la première maturité sexuelle à 5,5 cm pour les mâles et à 6,5 cm chez les femelles..

4.4. Cas du genre *Barbus*

4.4.1. Résultats

4.4.1.1. Caractères méristiques

Les résultats de l'analyse méristique des barbeaux recensés dans sept stations ; 2 Barrages (Timgad, Batna et Menbaa El-Goazlan, Biskra) et 4 Oueds (Tadjmout, Taadmit, Sebgag et Mellah) sont consignés dans le tableau 36. Les résultats de notre analyse montre que :

Pour le nombre de rayons de la nageoire dorsale (NRD), le nombre de rayons de la nageoire caudale (NRC), le nombre de rayons de la nageoire anale (NRA) et le nombre de rayons de la nageoire pectorale (NRP), aucun dimorphisme sexuel n'a été signalé chez les mâles et les femelles (Tableau 35). Nous notons aussi pour les mêmes paramètres, les intervalles enregistrées chez les différentes populations des barbeaux ne présentent pas des différences significatives. En revanche, le nombre des écailles disposées sur la ligne latérale est de 9 à 19 écailles. Cet intervalle présente une différence hautement significative avec celle observée par plusieurs auteurs (Almaça, 1976 ; Le Berre, 1989 ; Chaouchi & Benhassine 1998) chez quelques espèces du genre *Barbus* (3 et 7

écailles). Cette différence rend la présence des autres espèces ou l'existence des plusieurs espèces dans le même site est possible. Nous constatons également que chez le *Barbus deserti*, le nombre des écailles sur la ligne latérale présente un moins de 23 écailles. Cette valeur est inférieure au nombre minimum des écailles observé chez les espèces du genre *Barbus* étudiées (Tableau.36).

Tableau 35 : Valeurs, minimales (Min), maximales (Max) et moyennes (Moy) avec les écarts types (SD) des caractères méristiques des *Barbus* pechés dans les différents sites étudiés.

Sites	Caractères	Males (N =56)			Femelles (N =14)		
		Min	Max	Moy ± SD	Min	Max	Moy ± SD
Oued Mellah M'sila	Nombre de rayons de la nageoire dorsale	7	10	8,5 ± 1,5	8	10	9 ± 1
	Nombre de rayons de la nageoire caudale	17	21	19 ± 2	17	20	18,5 ± 1,5
	Nombre de rayons de la nageoire anale	6	9	7,5 ± 1,5	6	9	7,5 ± 1,5
	Nombre de rayons de la nageoire pectorale	10	15	12,5 ± 2,5	10	15	12,5 ± 2,5
	Ecailles disposées sur la ligne latérale	39	52	45,5 ± 6,5	44	49	46,5±2,5
Oued Tadjmout Laghouat	Caractères	Males (N = 40)			Femelles (N = 15)		
		Min	Max	Moy ± SD	Min	Max	Moy ± SD
	Nombre de rayons de la nageoire dorsale	7	10	8,5 ± 1,5	7	10	8,5 ± 1,5
	Nombre de rayons de la nageoire caudale	16	21	18,5 ± 2,5	17	21	19 ± 2
	Nombre de rayons de la nageoire anale	7	8	7,5 ± 0,5	7	8	7,5 ± 0,5
	Nombre de rayons de la nageoire pectorale	10	16	13 ± 3	10	16	14 ± 2
Ecailles disposées sur la ligne latérale	34	46	40 ± 6	43	48	45,5 ± 2,5	
Oued Taadmit Djelfa	Caractères	Males (N =40)			Femelles (N =15)		
		Min	Max	Moy ± SD	Min	Max	Moy ± SD
	Nombre de rayons de la nageoire dorsale	7	9	8 ± 1	7	10	8,5 ± 1,5
	Nombre de rayons de la nageoire caudale	17	20	18,5 ± 1,5	17	21	19 ± 2
	Nombre de rayons de la nageoire anale	6	7	6 ± 1	6	7	6,5 ± 0,5
	Nombre de rayons de la nageoire pectorale	9	14	11,5 ± 2,5	9	14	11,5 ± 2,5
Ecailles disposées sur la ligne latérale	40	47	43,5 ± 3,5	40	51	45,5 ± 5,5	
Oued Sebgag Laghouat	Caractères	Males (N =39)			Femelles (N =30)		
		Min	Max	Moy ± SD	Min	Max	Moy ± SD
	Nombre de rayons de la nageoire dorsale	8	9	7,5 ± 0,5	8	9	7,5 ± 0,5
	Nombre de rayons de la nageoire caudale	17	20	18,5 ± 1,5	17	20	18,5 ± 1,5
	Nombre de rayons de la nageoire anale	6	7	6 ± 1	6	8	7 ± 1
	Nombre de rayons de la nageoire pectorale	12	15	13,5 ± 1,5	11	15	12 ± 2
Ecailles disposées sur la ligne latérale	37	46	41,5 ± 4,5	38	43	40,5 ± 2,5	
Barrage Menbaa El-Goazlan Biskra	Caractères	Males (N = 31)			Femelles (N = 16)		
		Min	Max	Moy ± SD	Min	Max	Moy ± SD
	Nombre de rayons de la nageoire dorsale	9	11	10 ± 1	10	10	10
	Nombre de rayons de la nageoire caudale	16	21	18,5 ± 2,5	16	22	19 ± 3
	Nombre de rayons de la nageoire anale	6	8	7±1	6	7	6,5±0,5
	Nombre de rayons de la nageoire pectorale	12	15	13,5 ± 1,5	12	16	14 ± 2
Ecailles disposées sur la ligne latérale	46	51	48,5 ± 2,5	46	53	49,5 ± 2,5	
Barrage de Timgad Batna	Caractères	Males (N = 5)			Femelles (N =6)		
		Min	Max	Moy ± SD	Min	Max	Moy ± SD
	Nombre de rayons de la nageoire dorsale	9	10	9,5 ± 0,5	9	10	9,5 ± 0,5
	Nombre de rayons de la nageoire caudale	20	22	22,5 ± 2,5	19	22	21,5 ± 2,5
	Nombre de rayons de la nageoire anale	7	8	7,5 ± 0,5	7	8	7,5 ± 0,5
	Nombre de rayons de la nageoire pectorale	12	15	15,5 ± 1,5	12	15	15,5 ± 0,5
Ecailles disposées sur la ligne latérale	48	52	50 ± 2	50	54	52 ± 2	

Tableau 36. Nombre d'écailles sur la ligne latérale selon les différentes espèces du genre *Barbus*.

Sites/ Espèce	Nombre d'écailles	Auteurs	Ecart
Oued Tadjmout	34-47	Présente étude	13
Oued Tadmit	32-51	Présente étude	19
Oued Mellah	39-55	Présente étude	16
Oued Sebgag	37-46	Présente étude	09
Menbaa El-Goazlan	46-51	Présente étude	11
Barrage de Timgad	48-54	Présente étude	9
<i>Barbus callensis</i>	40-47	Chaouchi & Benhassine (1998)	07
<i>Barbus antinorii</i>	42-45	Almaça (1976)	03
<i>Barbus deserti</i>	23-26	Le Berre (1989)	03
<i>Barbus biscarinsis</i>	46-50	Le Berre (1989)	06

4.4.1.2. Dimorphisme sexuel et croissance linéaire relative

L'analyse des résultats de différents coefficients de corrélation et des différentes relations d'allométrie sont indiqués dans le tableau 36.

La population d'Oued Sebgag

Les mâles et les femelles de cette station présentent le même type de croissance allométrique. Les individus de cette population ont trois types de croissance allométrique ; majorante entre la longueur totale et de la longueur standard. Une croissance isométrique entre la longueur totale (Lt) et celle de Lcep, Lpd, LPp et Lpa ; une croissance de type minorante entre le longueur totale et la hauteur du corps (Hc), la longueur pré pectorale (Lpp) et entre la longueur céphalique et le diamètre orbitaire (Do) (Tableau 37).

Tableau 37: Coefficients d'allométrie et équations des droites de régression des caractères métriques mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez les *Barbus* d'Oued Sebgag

Fonction	Sexe	Equation d'allométrie	r ²	Types d'allométrie
Ls = f (Lt)	♂	LogLs = - 0,126 + 1,04 LogLt	0,991	majorante
	♀	LogLs = - 0,140 + 1,05 LogLt	0,994	majorante
Lpd = f (Lt)	♂	LogLpd = - 0,410 + 1,04 LogLt	0,97	isometrie
	♀	LogLpd = - 0,379 + 1,01 LogLt	0,973	isometrie
LPp = f (Lt)	♂	LogLPp = - 0,388 + 0,949 LogLt	0,906	isometrie
	♀	LogLPp = - 0,412 + 0,967 LogLt	0,985	isometrie
Lpp = f (Lt)	♂	LogLpp = - 0,621 + 0,947 LogLt	0,911	minorante
	♀	LogLpp = - 0,494 + 0,853 LogLt	0,793	minorante
Hc = f (Lt)	♂	LogHc = - 0,564 + 0,870 LogLt	0,877	minorante
	♀	LogHc = - 0,563 + 0,862 LogLt	0,91	minorante
Lcep = f (Lt)	♂	LogLcep = - 0,728 + 1,03 LogLt	0,923	isometrie
	♀	LogLcep = - 0,665 + 0,982 LogLt	0,942	isometrie
Lpa = f(Lt)	♂	LogLpa = - 0,302 + 1,09 LogLt	0,903	isometrie
	♀	LogLpa = - 0,268 + 1,06 LogLt	0,919	isometrie
Do = f (Lt)	♂	LogDo = - 0,925 + 0,539 LogLt	0,511	minorante
	♀	LogDo = - 1,16 + 0,757 LogLt	0,738	minorante
Do = f(Lcep)	♂	LogDo = - 0,539 + 0,506 LogLcep	0,521	minorante
	♀	LogDo = - 0,645 + 0,770 LogLcep	0,78	minorante

🚩 La population d'Oued Taadmit

A l'inverse de la population d'Oued Sebgag, les barbeaux d'Oued Taadmit ne présentent pas le même type de croissance chez les deux sexes. On note 6 sur 10 paramètres étudiés qui présente le même type de croissance allométrique (Tableau.38). Les niveaux de dimorphisme sexuel sont présentés au niveau de l'évolution de la longueur standard (LS) par rapport à la longueur totale, où l'allométrie enregistrée est de type majorante chez les mâles et de type isométrique chez les femelles. L'évolution de la longueur post-pectorale (LPp) par rapport à la longueur totale présente une croissance isométrique chez les mâles et minorante chez les femelles. Un autre niveau de dimorphisme, entre la longueur pré-pectorale et Lt, où les mâles présentent une croissance de type minorante et les femelles présentent une allométrie majorante.

Tableau 38: Coefficients d'allométrie et équations des droites de régression des caractères métriques mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez les *Barbus* d'Oued Taadmit

Fonction	Sexe	Equation d'allométrie	r ²	Types d'allométrie
Ls = f(Lt)	♂	LogLs = - 0,185+1,10 logLt	0,86	Majorante
	♀	logLs = - 0,0679 + 0,994 loglt	0,993	Isométrie
Lpd = f(Lt)	♂	logLpd = - 0,368 + 1,02 loglt	0,911	Isométrie
	♀	Lpd = - 0,347 + 0,996 loglt	0,968	Isométrie
LPp = f(Lt)	♂	LogLPp = - 0,464+0,989 logLt	0,883	Isométrie
	♀	LPp_1 = - 0,304 + 0,822 loglt	0,751	Minorante
Lpp = f(Lt)	♂	LogLpp = - 0,576+0,894 LogLt	0,902	Minorante
	♀	Lpp = - 0,808 + 1,12 loglt	0,781	Majorante
Hc = f(Lt)	♂	LogHc = - 0,724 + 1,04 log Lt	0,980	Isométrie
	♀	Hc = - 0,609 + 0,910 loglt	0,952	Isométrie
Lcep = f(Lt)	♂	LogLcep = - 0,629+0,894 logLt	0,81	Minorante
	♀	Lcep = - 0,780 + 1,02 loglt	0,967	Isométrie
LPa = f(Lt)	♂	LogLpa = - 0,255+1,03 logLt	0,98	Isométrie
	♀	Lpa = - 0,301 + 1,07 loglt	0,993	Isométrie
Do = f(Lt)	♂	logDo = - 1,24 + 0,813 loglt	0,773	Minorante
	♀	Do = - 1,17 + 0,743 loglt	0,691	Minorante
Do = f(Lcep)	♂	logDo = - 0,633 + 0,743 logLcep	0,629	Minorante
	♀	Do = - 0,593 + 0,712 Lcep	0,676	Minorante
Lpo = f(Lt)	♂	LogLpo = -1,44+1,15 log Lt	0,81	Majorante
	♀	Lpo = - 1,36 + 1,08 loglt	0,908	Majorante

🚩 La population d'Oued Mellah

Les mâles et les femelles des *Barbus* d'Oued Mellah, présentent les mêmes types de croissance allométrique pour la plupart des organes, sauf ce qui observé entre la longueur totale (Lt) et les longueurs LS et Lpd ; où la relation est isométrique chez les mâles et majorante chez les femelles. Les organes suivants : LPp, Lpp, HC, Lcep et Lpa présentent une croissance de type isométrique par rapport à la longueur totale du poisson. Le diamètre orbitaire (DO) croît moins vite (croissance minorante) par rapport à Lt ou à Lcep (Tableau.39).

Tableau 39: Coefficients d'allométrie et équations des droites de régression des caractères métriques mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez les *Barbus* d'Oued Mellah

Fonction	Sexe	Equation d'allométrie	r ²	Types d'allométrie
Ls = f (Lt)	♂ ⁵⁶	LogLs = - 0,0341 + 0,947 LogLt	0,9	isometrie
	♀ ¹⁴	LogLs = - 0,144 + 1,06 LogLt	0,997	majorante
Lpd = f (Lt)	♂	LogLpd = - 0,305 + 0,960 LogLt	0,839	isometrie
	♀	LogLpd = - 0,417 + 1,09 LogLt	0,969	majorante
LPp = f (Lt)	♂	LogLPp = - 0,398 + 0,952 LogLt	0,824	isometrie
	♀	LogLPp = - 0,481 + 1,07 LogLt	0,942	isometrie
Lpp = f (Lt)	♂	LogLpp = - 0,516 + 0,858 LogLt	0,719	isométrie
	♀	LogLpp = - 0,612 + 0,985 LogLt	0,84	isometrie
Hc = f (Lt)	♂	LogHc = - 0,695 + 1,02 LogLt	0,797	isometrie
	♀	LogHc = - 0,638 + 0,946 LogLt	0,894	isometrie
Lcep = f (Lt)	♂	LogLcep = - 0,622 + 0,910 LogLt	0,657	isometrie
	♀	LogLcep = - 0,687 + 0,993 LogLt	0,879	isometrie
Lpa=f(Lt)	♂	LogLpa = - 0,147 + 0,945 LogLt	0,873	isometrie
	♀	LogLpa = - 0,222 + 1,03 LogLt	0,983	isometrie
Do = f (Lt)	♂	LogDo = - 1,02 + 0,690 LogLt	0,532	minorante
	♀	LogDo = - 1,17 + 0,833 LogLt	0,681	minorante
Do = f(Lcep)	♂	LogDo = - 0,511 + 0,579 LogLcep	0,466	minorante
	♀	LogDo = - 0,541 + 0,655 LogLcep	0,441	minorante

🚩 La population d'Oued Tadjmout

La majorité des organes présentent le même rythme de croissance chez les deux sexes des *Barbus* d'Oued Tadjmout. Le dimorphisme sexuel est marqué chez cette population au niveau de la longueur pré pectorale par une croissance minorante chez les mâles et de type isométrique chez les femelles. Un autre niveau de dimorphisme est noté entre la longueur totale et la longueur céphalique (Lcep), où la croissance est isométrique chez les mâles et majorante chez les femelles. Le diamètre orbitaire (DO) croît moins vite (croissance minorante) par rapport à Lt ou à Lcep (Tableau.40).

Tableau 40 : Coefficients d'allométrie et équations des droites de régression des caractères métriques mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez les *Barbus* d'Oued Tadjmout

Fonction	Sexe	Equation d'allométrie	r ²	Types d'allométrie
Ls = f (Lt)	♂	$\text{LogLs} = - 0,116 + 1,04 \text{ LogLt}$	0,988	isometrie
	♀	$\text{LogLs} = - 0,0100 + 0,932 \text{ LogLt}$	0,958	isometrie
Lpd = f (Lt)	♂	$\text{LogLpd} = - 0,354 + 1,00 \text{ LogLt}$	0,949	isometrie
	♀	$\text{LogLpd} = - 0,286 + 0,943 \text{ LogLt}$	0,921	isometrie
LPp = f (Lt)	♂	$\text{LogLPp}_1 = - 0,391 + 0,936 \text{ LogLt}$	0,919	isometrie
	♀	$\text{LogLPp}_1 = - 0,434 + 0,999 \text{ LogLt}$	0,866	isometrie
Lpp = f (Lt)	♂	$\text{LogLpp} = - 0,443 + 0,794 \text{ LogLt}$	0,842	minorante
	♀	$\text{LogLpp} = - 0,521 + 0,903 \text{ LogLt}$	0,779	isometrie
Hc = f (Lt)	♂	$\text{LogHc} = - 0,736 + 1,03 \text{ LogLt}$	0,876	isometrie
	♀	$\text{LogHc} = - 0,525 + 0,843 \text{ LogLt}$	0,797	isometrie
Lcep = f (Lt)	♂	$\text{LogLcep} = - 0,598 + 0,905 \text{ LogLt}$	0,839	isometrie
	♀	$\text{LogLcep} = - 0,804 + 1,15 \text{ LogLt}$	0,837	majorante
Lpa=f(Lt)	♂	$\text{LogLpa} = - 0,196 + 1,01 \text{ LogLt}$	0,976	isometrie
	♀	$\text{LogLpa} = - 0,232 + 1,03 \text{ LogLt}$	0,827	isometrie
Do = f (Lt)	♂	$\text{LogDo} = - 1,13 + 0,795 \text{ LogLt}$	0,711	minorante
	♀	$\text{LogDo} = - 1,21 + 0,859 \text{ LogLt}$	0,662	minorante
Do = f(Lcep)	♂	$\text{LogDo} = - 0,582 + 0,753 \text{ LogLcep}$	0,619	minorante
	♀	$\text{LogDo} = - 0,566 + 0,661 \text{ LogLcep}$	0,608	minorante

4.4.1.3. Relation taille poids

En ichtyologie, la corrélation entre la masse et la longueur du poisson est d'une grande importance. En pratique, elle permet d'estimer la masse du poisson à partir de sa longueur et d'en déduire par la suite la biomasse de la population. Pour les barbeaux des stations prospectées, les couples longueur-poids montrent que (Tableau 41) .

Les populations de l'Oued Taadmit et de l'Oued Mellah présentent une liaison isométrique c'est-à-dire le poids et la taille augmentent en même rythme chez les deux sexes. La croissance est de types isométrique chez les mâles et majorante chez les femelles, c'est-à-dire, que le poids augmente plus vite que la longueur totale (Fig.66).

Tableau. 41. Coefficients d'allométrie et équations des droites de régressions (taille-poids) chez le genre *Barbus* dans quelques hydrosystèmes étudiés.

Régions	Sexe	Equation de régression	r ²	t _{obs}	t _{1-a/2}	Type d'allométrie
O.Tadmit	♂	LogPt= -1 ,97 + 3,04 LogLt	0,965	0,43	2 ,021	isométrie
	♀	LogPt = - 1,98+ 3,03 LogLt	0,977	0,22	2,179	isométrie
O.Mellah	♂	LogPt= - 1,79 + 2,78 LogLt	0,774	1,16	2,00	isométrie
	♀	LogPt = - 1,99+ 3,01 LogLt	0,978	0,074	2,201	isométrie
O.Sebgag	♂	LogPt= - 1,89 + 2,98 LogLt	0,966	0,21	2,921	isométrie
	♀	LogPt = - 2,10+ 3,15 LogLt	0,993	3,03	2,052	majorante
O.Tadjmout	♂	LogPt= - 1,77 + 2,79 LogLt	0,869	1,88	1,990	isométrie
	♀	LogPt = - 2,25+ 3,31 LogLt	0,966	2,67	2,060	majorante

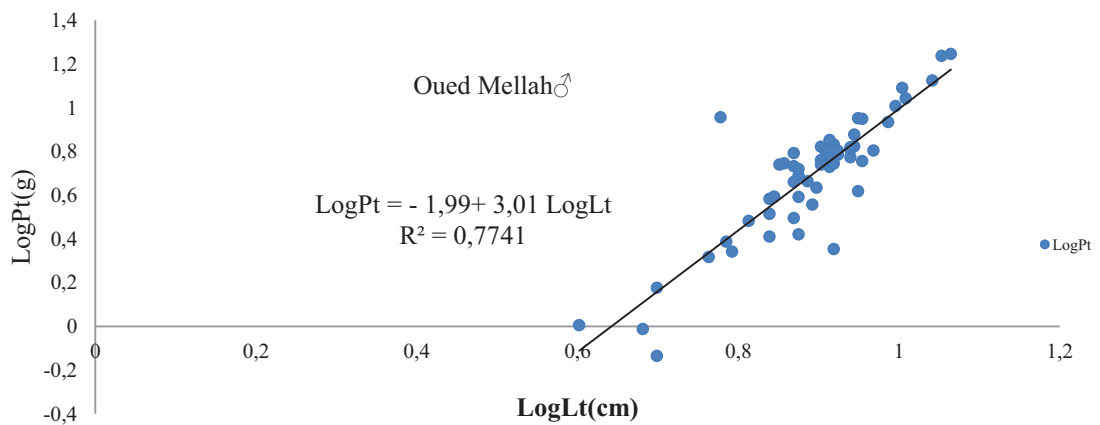
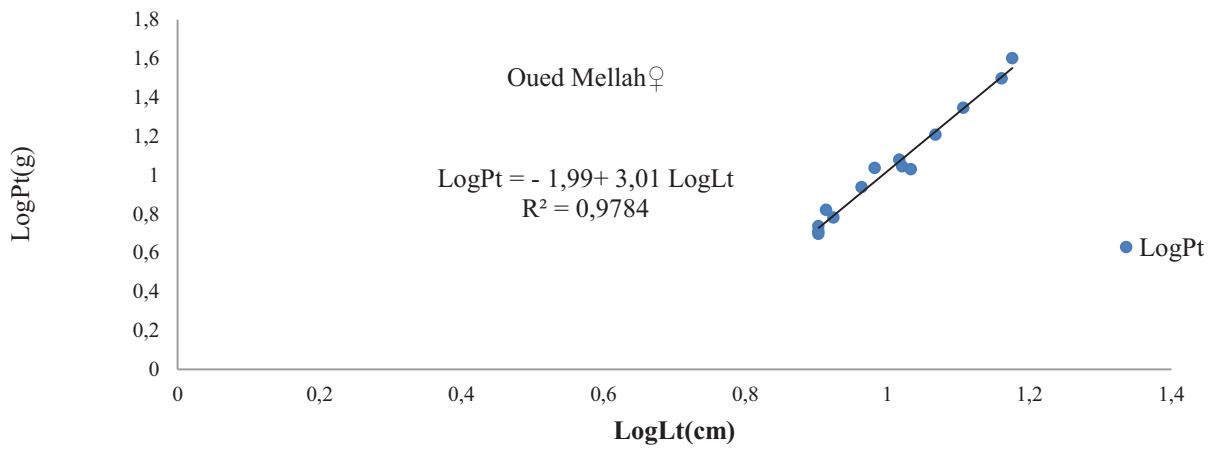
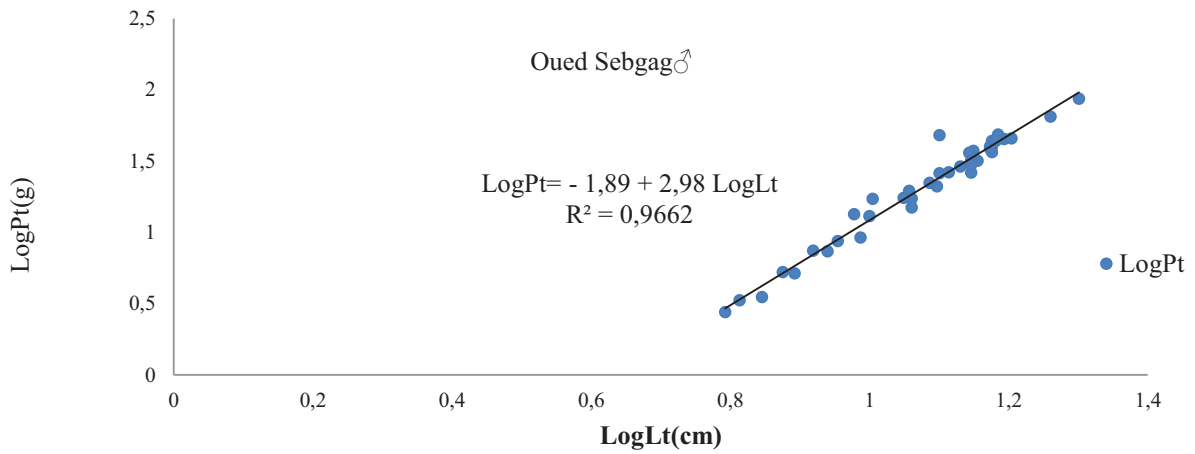
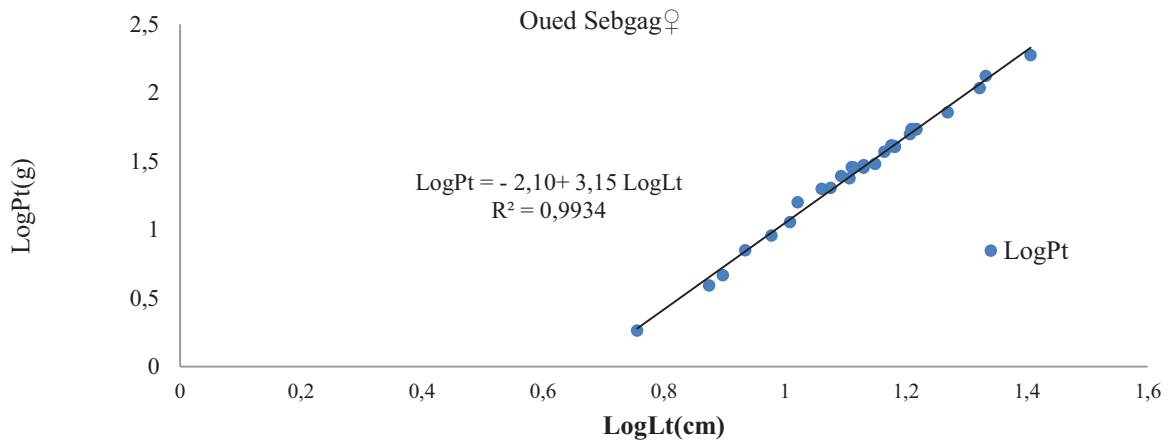


Figure 66 : Relation taille poids chez le genre *Barbus* dans les sites d'Oued Mellah et Oued Sebgag

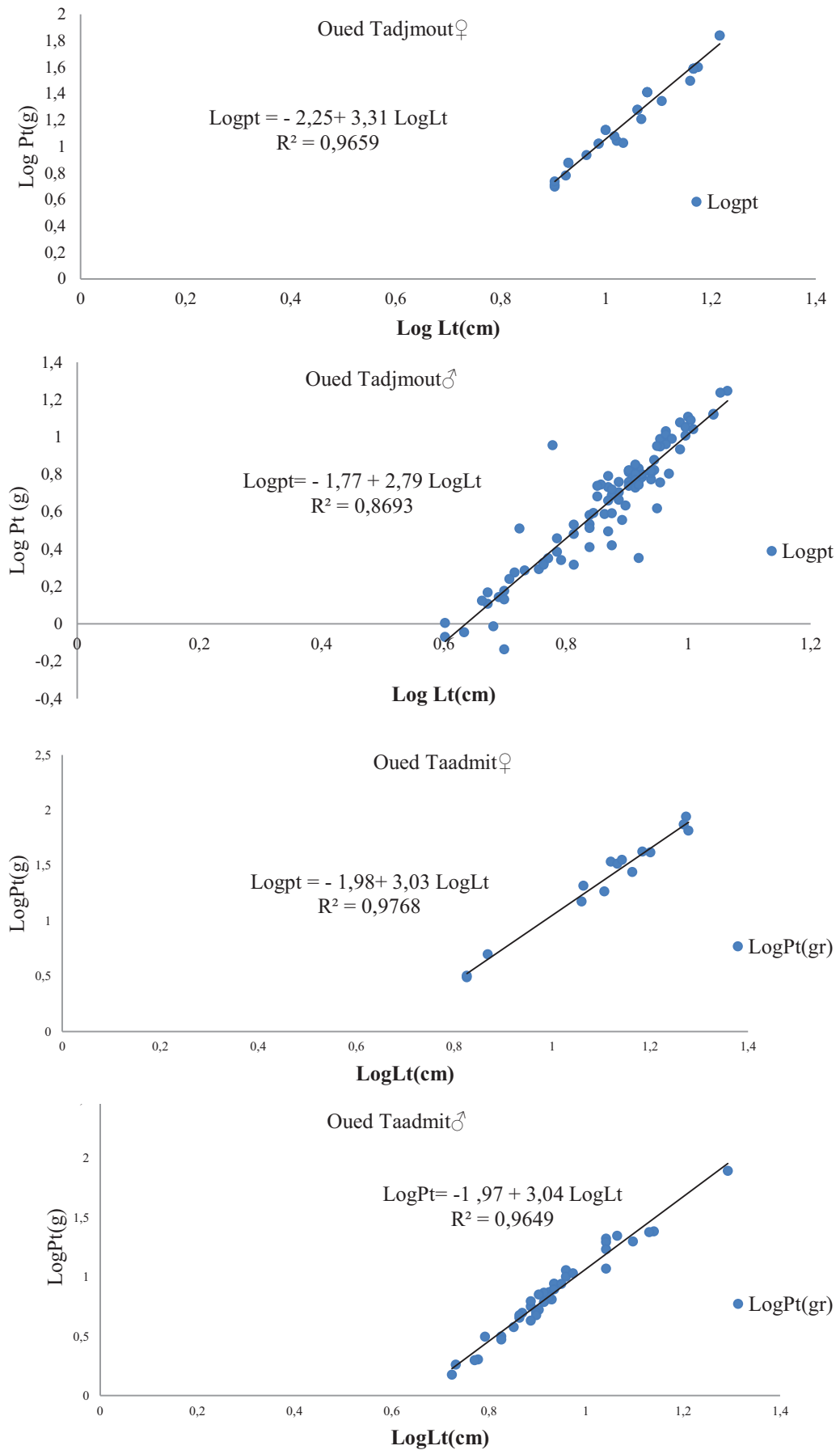


Figure 67 : Relation taille poids chez le genre *Barbus* dans les sites d'Oued Taadmit et Oued Tadjmout

4.4.1.4. Reproduction

4.4.1.4.1. Fécondité

🚩 **Oued El Mellah** : La fécondité relative et absolue chez les *Barbus* étudiés varie d'une femelle à une autre. Le nombre des œufs peut aller de 120 œufs pour une femelle de 8 cm et qui pèse 5,45 g jusqu'à 9056 œufs pour une femelle de 14,5 cm et qui pèse 31,41 g. Nous constatons aussi que le poids total et la longueur totale du corps n'ont aucune influence sur le nombre des œufs pondus par une femelle (Fig.68).

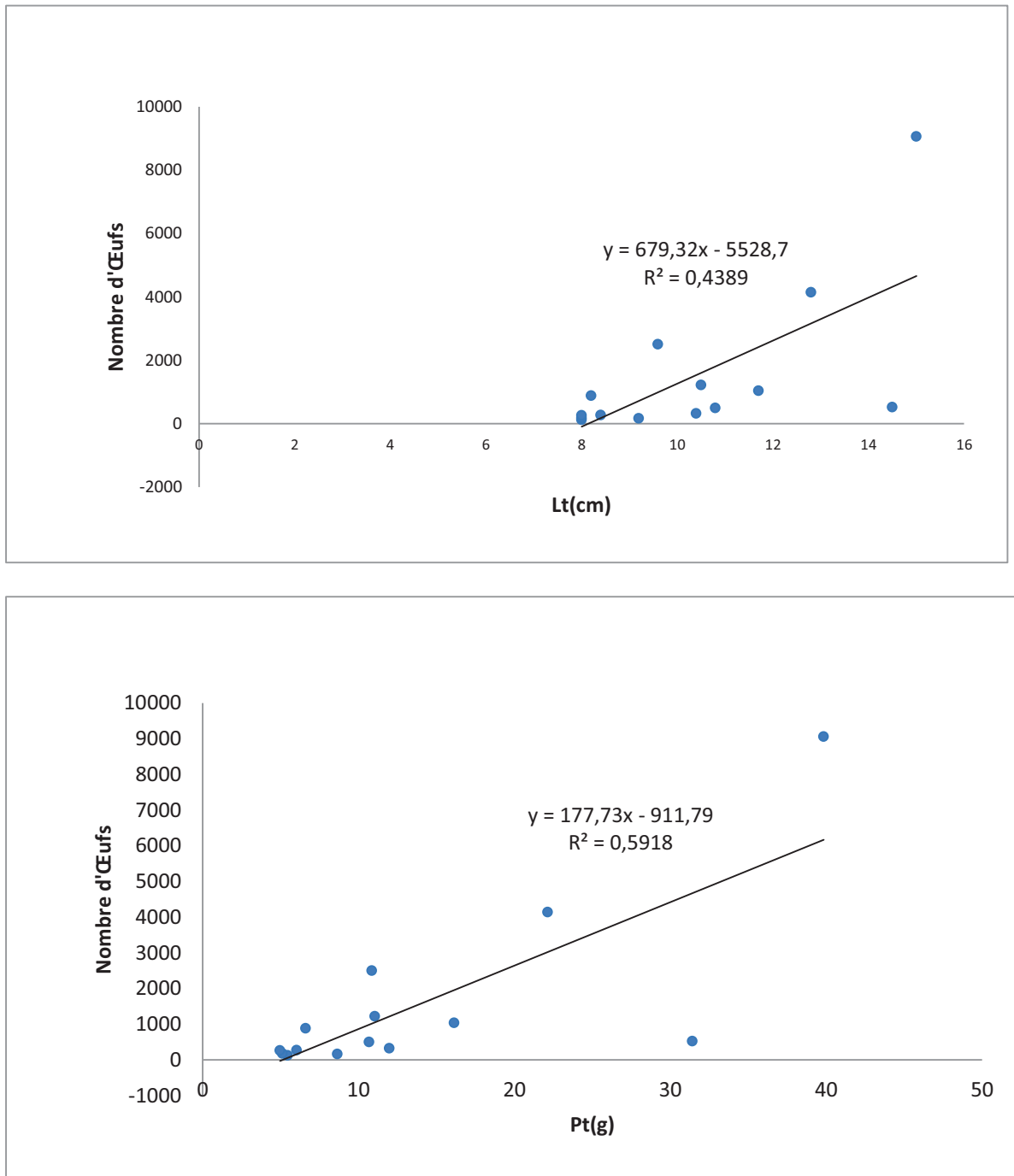



Figure 68 : Variation de la fécondité chez les barbeaux d'Oued Mellah


Oued Tadjmout : Le nombre des œufs varie entre 1079 unités pour une femelle de 8,5cm et qui pèse 7,55 g et 6900 unités pour une femelle de 14,5 cm pesant 38,74 g. Les valeurs de la fécondité absolue et celles de la fécondité relative en fonction de la longueur totale et du poids total ne présentent aucune forme de corrélation (Fig.69).

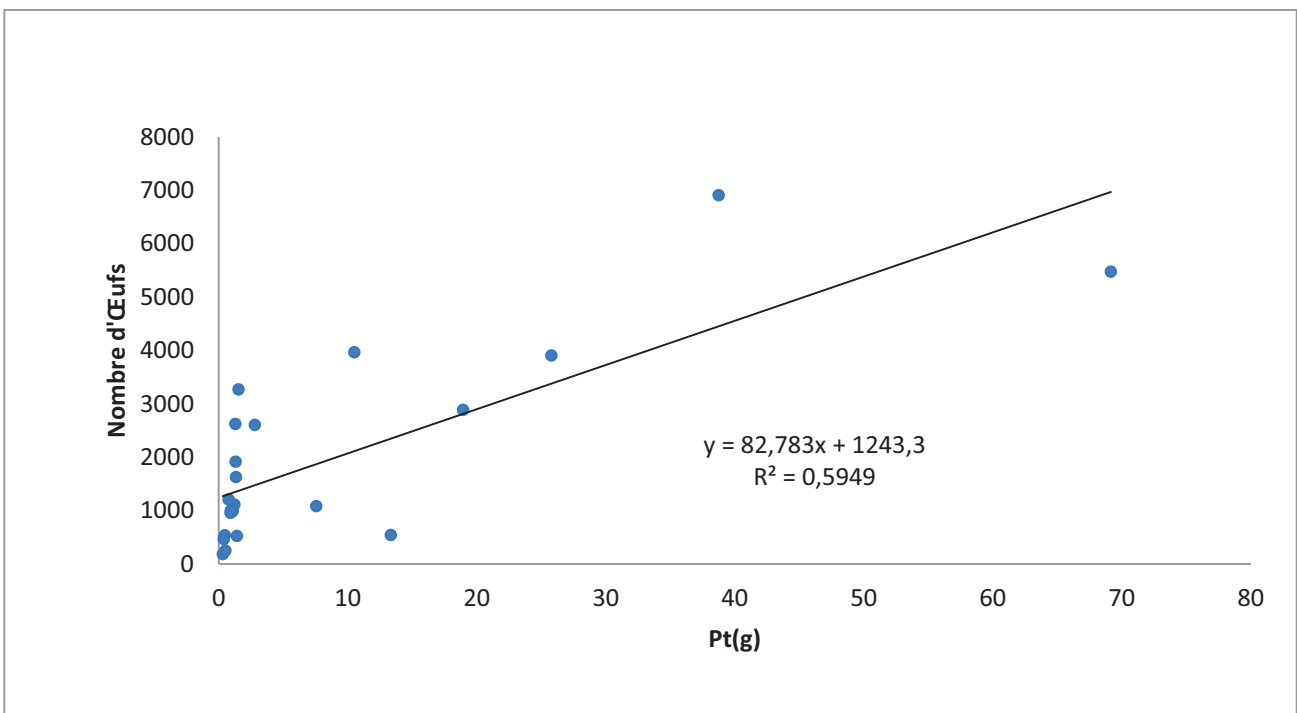
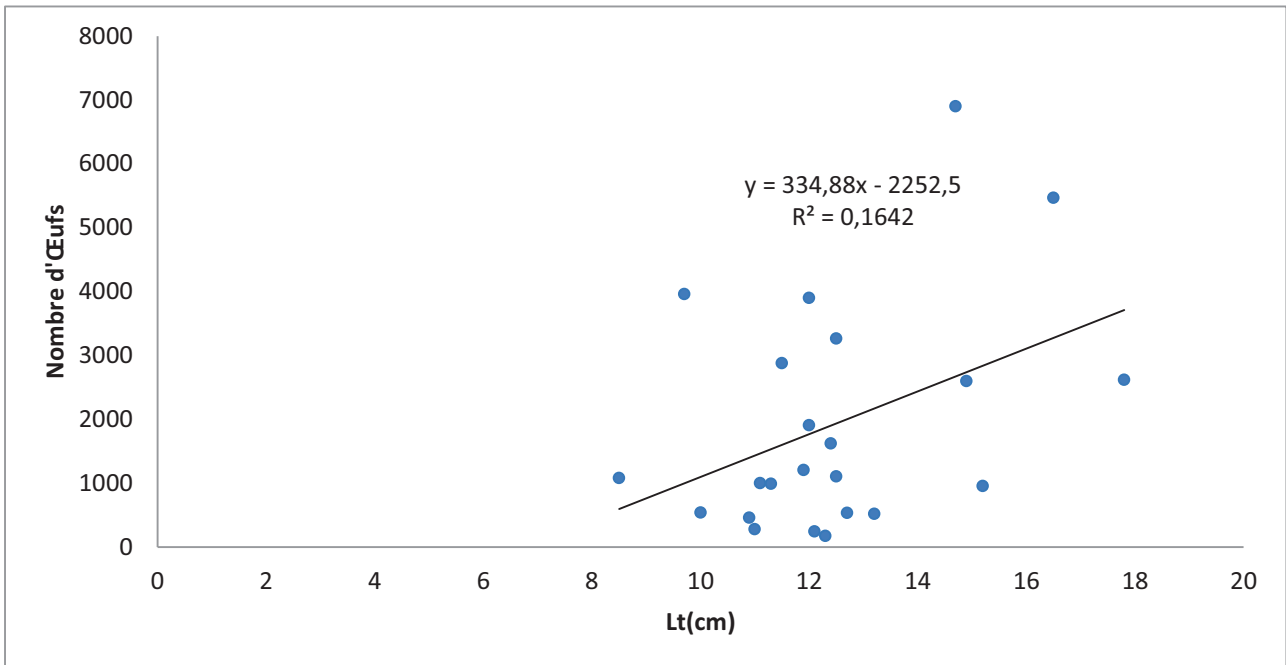


Figure 69 : Variation de la fécondité chez les barbeaux d'Oued Tadjmout

4.4.1.4.2. Variation mensuelle du rapport gonado-somatique (RGS) et hépato-somatique (RHS) d'Oued El Mellah

🚩 Oued El Mellah

Le RGS chez les *Barbus* présente des variations significatives d'un mois à l'autre. Chez les deux sexes, ce rapport est inversement proportionnel :

- ❖ Les mâles atteignent leurs maximums en avril où la valeur maximale du RGS est de 8%. En revanche, ce rapport présente des faibles valeurs en février (1,6 %).
- ❖ Chez les femelles, la valeur la plus élevée du RGS est notée au mois de mars (0,49 %)

Les valeurs du RHS présentent une allure croissante chez les deux sexes. La valeur la plus élevée chez les mâles est notée en mai et en avril chez les femelles (Fig.70).

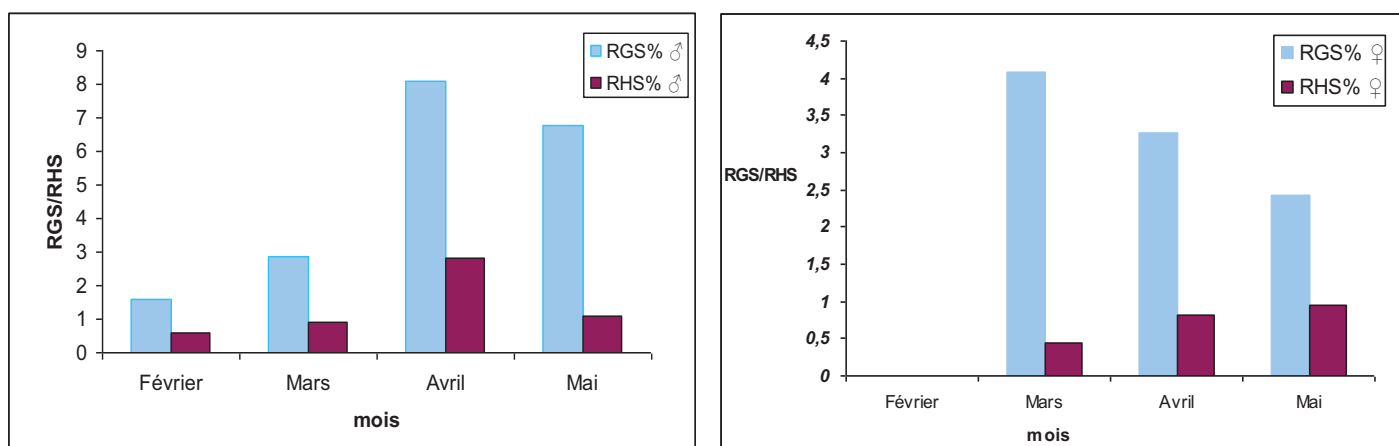


Figure 70: Variation mensuelle du rapport gonado-somatique (RGS) et hépato-somatique (RHS) chez les mâles et les femelles du genre *Barbus* d'Oued El Mellah.

🚩 Oued Tadjmout

Chez les femelles des *Barbus* de l'Oued Tadjmout, les valeurs de RGS sont nettement supérieures à celles enregistrées pour les mâles, bien qu'elles soient supérieures au début de la gamétogenèse. Les valeurs de RHS varient en fonction des mois, et les pourcentages les plus élevés sont notés chez les mâles au cours du mois de mai (3,5%) (Fig. 71).

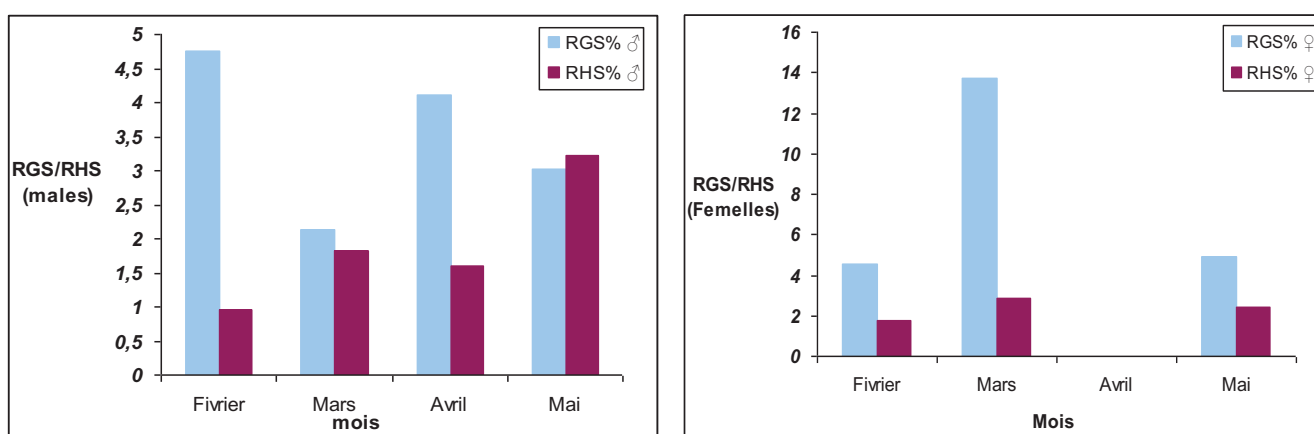


Figure 71: Variation mensuelle du rapport gonado-somatique (RGS) et hépato-somatique (RHS) chez les mâles et les femelles du genre *Barbus* d'Oued Tadjmout.

4.4.1.5. Taille à la première maturité sexuelle

Oued Mellah

La représentation graphique du poids des gonades en fonction de la longueur totale des poissons indique la présence de trois phases lors l'acquisition de la maturité sexuelle (Fig.72)

- Une phase juvénile : présente chez les mâles et absente chez les femelles concernant uniquement les mâles ; les individus immatures ayant des gonades très peu développées pondéralement
- Une phase intermédiaire entre 7,9 et 9,4 cm de la longueur totale chez les femelles et 5,8 à 8,3 cm chez les mâles comprenant à la fois des individus juvéniles et des individus ayant des gonades bien développées pondéralement, se reproduisant pour la première fois.
- Une phase située au-delà de 9,4 cm de la longueur totale chez les femelles et 8,3 cm chez les mâles, comprenant tous des individus adultes et mûrs, ayant des gonades très développées.

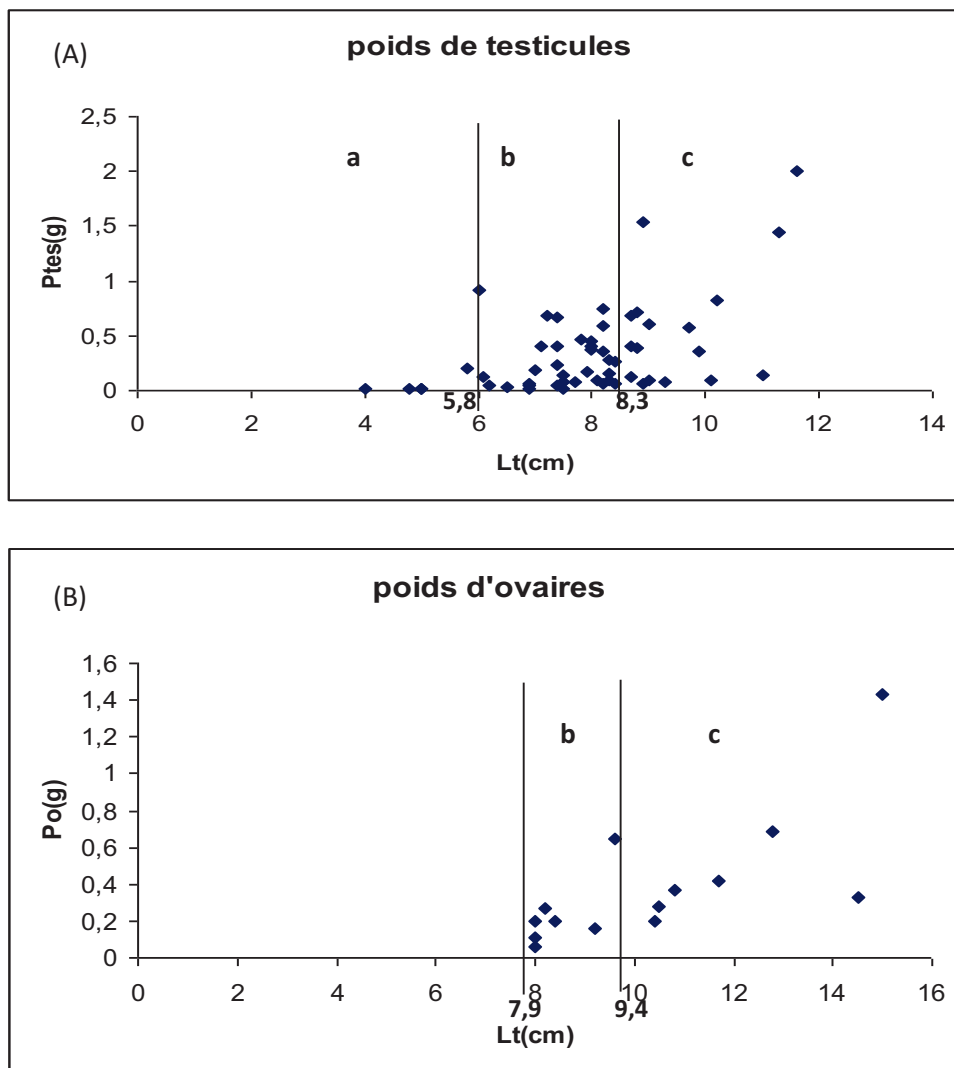


Figure 72: Fréquence des individus matures en fonction de la longueur totale du barbeau d'Oued Mellah (a : phase juvénile, b : phase intermédiaire, c : phase de maturité)

Oued de Tadjmout

La représentation graphique du poids des gonades en fonction de la longueur totale des poissons, chez les deux sexes montre qu'il existe trois phases dans l'acquisition des femelle de la maturité sexuelle (Fig.73)

- a) Une phase juvénile : présente chez les mâles et absente chez les femelles concernant uniquement les mâles .les individus immatures ayant des gonades très peu développées pondéralement
- b) Une phase intermédiaire entre 9,8 et 14,8 cm de la longueur total chez les femelles et 7,1 à 9 cm chez les mâles comprenant à la fois des individus juvéniles et des individus ayant des gonades bien développées pondéralement, se reproduisant pour la première fois.
- c) Une phase située au-delà de 14,8 cm de longueur totale chez les femelles et 9 cm chez les mâles, comprenant tous des individus adultes et murs, ayant des gonades très développées.

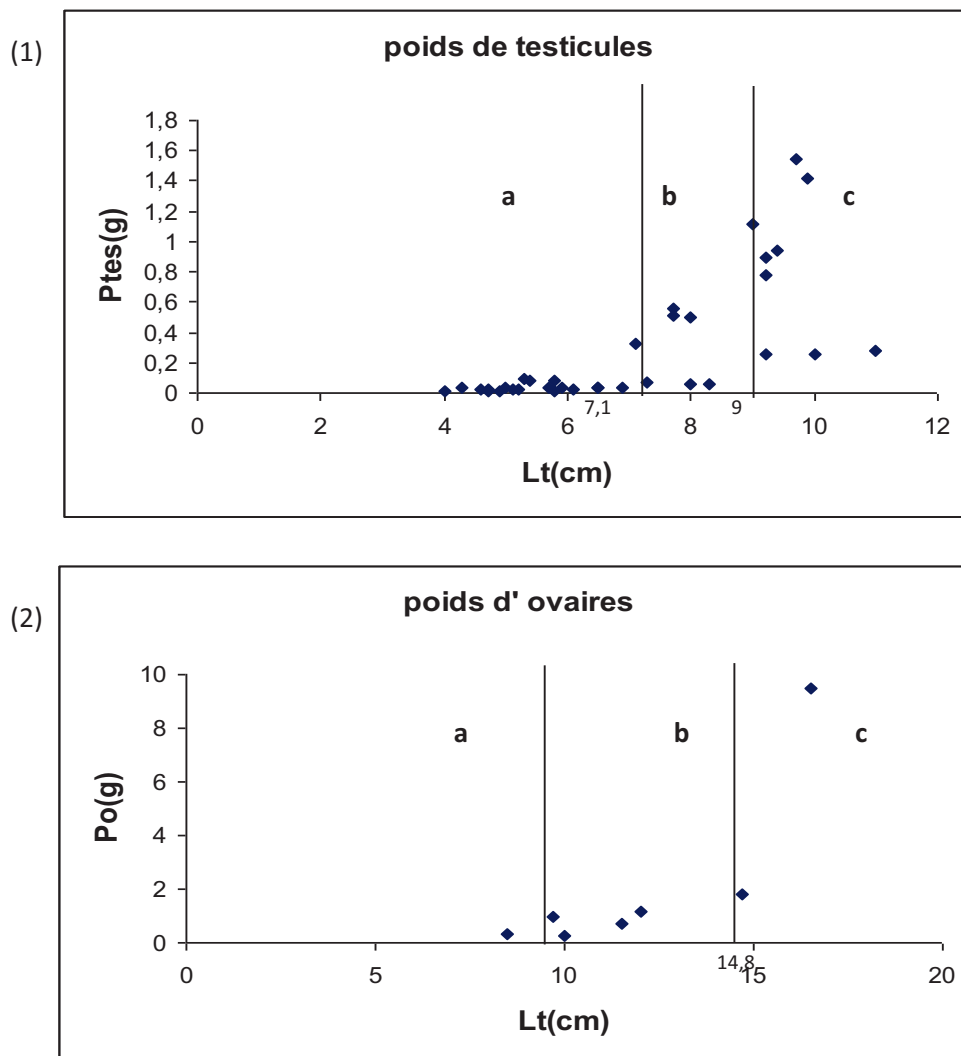


Figure 73: Fréquence des individus matures en fonction de la longueur totale chez les mâles (1) et chez les femelles (2) de *Barbus sp* d'Oued Tadjmout (a : phase juvénile, b : phase intermédiaire, c : phase de maturité)

4.4.2. Discussion

Les femelles étudiées du genre *Barbus* ont des tailles plus grandes que celles observées chez les mâles (25,5 cm pour les femelles d'Oued Sebgag et seulement 20 cm pour les mâles d'Oued Sebgag. Bianco (1998), signale que la taille maximale du genre *Barbus* atteint 120 cm.

L'analyse des différentes mesures des caractères méristiques montre que Les quatre populations se ressemblent sur le nombre de rayons des différentes nageoires (dorsale, anale, caudale et pectorale). Pellegrin (1921), Le Berre (1989) et Chaouchi (1998), ont montré les mêmes aspects numériques au niveau de ces nageoires. Le nombre des écailles disposées sur la ligne latérale présente des différences avec les données de la littérature surtout en ce qui concerne les espèces algériennes. Cette variabilité rend possible l'existence d'espèces de barbeau inédites et probablement la présence de plusieurs espèces sur le même site est possible. Certains caractères morphométriques ont une croissance linéaire relative dont le rythme ne dépend ni du sexe ni de la station; comme c'est le cas de L_{pp} et L_{cep} , pour les individus collectés à l'Oued Taadmit. Nous notons aussi que le type de croissance le plus fréquent chez les barbeaux est l'isométrie. Pour d'autres caractères, le même rythme se maintient, pour un sexe donné, et dans les quatre stations étudiées. La comparaison des résultats de la morphométrie des différentes populations montre bien que le rythme de croissance linéaire relative subit des variations spatiales marquées.

Concernant la relation entre la longueur totale des poissons et leurs poids total, le coefficient d'allométrie est égal à 3,15 et 2,78. Ces valeurs sont sensiblement différentes ou presque égales à 3 et indiquent une allométrie majorante du poids chez les femelles d'Oued Sebgag et d'Oued Tadjmout ; ainsi une isométrie chez la plupart des stations prospectées.

La croissance des cyprinidés est liée à des facteurs intrinsèques comme par exemple le rôle des hormones sexuelles qui ralentissent la croissance. Celles ci diminuent au fur et à mesure que l'âge augmente, mais les poissons croissent durant toute leur vie (Gerdeaux, 1985 in Pourriot et Meybeck, 1995). La croissance est aussi liée à des facteurs extrinsèques tels que la température de l'eau qui agit directement sur la physiologie de la croissance de la faune piscicole et sur sa reproduction (Gerdeaux, 1985 in Pourriot & Meybeck, 1995).

Les variations mensuelles du rapport gonado-somatique (RGS) étudiées, restent insuffisantes pour fixer la période de reproduction de notre population. Muus & Dahlstrom (1968), montrent que la période de reproduction chez le genre *Barbus* s'étale de mai jusqu'à juillet et entre mai et juin selon la constatation de Philippart & Vranken (1983); Spillman (1961). Chez le genre *Barbus*, le phénomène de reproduction est conditionné surtout par la température. Selon Goubier & Souchon (1979); Mattheeuws & al (1981); Lucena & al (1983); Maise & Carmie (1987); Poncin & al (1987) et Roger & al (1999), la température reste le facteur le plus important dans le

déterminisme de la période de ponte chez les Cyprinidés. En effet, la température optimale pour la reproduction naturelle chez le Barbeau est située entre 14 et 16°C en Belgique (Philippart, 1982) et 20° en Tunisie (Kraeim, 1979). Certains Cyprinidés peuvent effectuer des migrations saisonnières (Lucas & Batley, 1996 ; Prignon *et al.*, 1996 et Van, 1997) ou se réfugient dans des endroits calmes, de préférence les cavités du rivage, entre les racines et sous les pierres (Bent & Presben, 1991).

L'augmentation du poids des gonades aux mois de mars, avril et mai coïncide avec une variation non significative du poids du foie (bien qu'elle soit très faible par rapport à celle du (R.G.S)). Bougis (1952), indique que chez les Téléostéens, la reproduction constitue le facteur essentiel agissant sur les variations pondérales du foie et par la suite conditionne le rapport RGS. En effet, le développement ovarien s'accompagne d'un maximum de dépense énergétique (Encina & Granado-Lorenzo, 1997). Le rapport entre le poids des gonades et le poids du corps, permet d'évaluer l'investissement dans la reproduction (Durif *et al.* 2000; Lamkova *et al.* 2007). Le rapport entre le poids de la rate et le poids du corps, est un indicateur de l'investissement dans l'immunocompétence (Fox *et al.* 1997; Faller *et al.* 2003; Jenkins *et al.* 2004). Le rapport entre le poids du foie et le poids du corps, donne une indication de la quantité d'énergie disponible à l'individu (Chellappa *et al.* 1995; Lefebvre *et al.* 2004).

La fréquence des individus mâtures en fonction de la longueur totale, nous a permis de situer la taille à la première maturité sexuelle à 5,8 cm chez les mâles et 7,9 cm chez les femelles. Les mâles sont donc plus précoces que les femelles. La maturité sexuelle dépend de la vitesse de croissance, laquelle est fonction de nombreux facteurs comme la température et la nourriture (Nikolsky, 1963 *in* Goubier, 1977). D'après Al-Hakim *et al.* (1980), les mâles mûrissent et meurent plutôt et grandissent moins rapidement que les femelles.

Les valeurs de la fécondité enregistrées ne présentent aucune relation avec le poids total ou la longueur totale. Ainsi, une étude plus poussée, en histologie par exemple permettrait de vérifier les résultats de cette étude. Muus & Dahlstrom (1968) ; Phillipart & Vranken (1983) et Spillman (1961) ont montré que la femelle du genre *Barbus* dépose de 3000 à 5000 œufs qui adhèrent au gravier et aux pierres, leurs développement s'effectuent en 10 à 15 jours.

4.4.3. Conclusion

Aucun dimorphisme sexuel n'a été signalé chez les mâles et les femelles du genre *Barbus* étudié, notamment au niveau du nombre des rayons de la nageoire dorsale (NRD), du nombre des rayons de la nageoire caudale (NRC), du nombre des rayons de la nageoire anale (NRA) et du nombre des rayons de la nageoire pectorale (NRP). Le nombre des écailles disposées sur la ligne latérale présente des différences significatives avec les données de la littérature surtout ce qui concerne les

espèces algériennes. En outre, certains caractères morphométriques ont une croissance linéaire relative dont le rythme ne dépend ni du sexe ni du site; comme c'est le cas de L_{pp} et L_{cep} pour les individus d'Oued Taadmitnous norons aussi que le type de croissance le plus fréquent chez les barbeaux est l'isométrie. Pour d'autres caractères le même rythme se maintient, pour un sexe donné. La relation entre la longueur totale des poissons et leurs poids total varie entre majorante et isométrie. Les variations mensuelles du rapport gonado-somatique (RGS) étudiées, restent insuffisantes pour fixer la période de reproduction de notre population.

La fréquence des individus matures en fonction de la longueur totale, nous a permis de situer la taille à la première maturité sexuelle à 5,8 cm chez les mâles et 7,9 cm chez les femelles ; les mâles sont donc plus précoces que les femelles. Les valeurs de la fécondité enregistrées ne présentent aucune relation significative par rapport au poids totale ou a la longueur totale.

Cette variabilité serait indicatrice de l'existence des nouvelles espèces de barbeau inédites à ce jour et probablement la coexistence de plusieurs espèces dans la même région. Ceci plaiderait biologiques des différents formes de *Barbus*, biologiques faveur de la réalisation de travaux portant sur les traits biologiques des différents formes de *Barbus* notamment par les méthodes poussées des analyses moléculaires.

5. Etude de la parasitofaune

L'échantillon étudié comprend un total de 245 poissons appartenant à six genres différents, qui sont répartis comme suit : 133 *Barbus sp* provenant de six stations différentes (Oued Mellah, O.Taadmit, O.Tadjmout, O. Ghaicha, Barrage de Timgad et la Retenue collinaire d'Ain Touta) ; 14 *Pseudophoxinus sp*, 49 *Psuedorasbora parva*, 12 *Carassius*, 10 *Cyprinus carpio* et 27 *Aphanius fasciatus*.

La structure générale du peuplement de ces poissons étudié est mentionnée dans le tableau ci-dessous (Tableau 42).

Tableau 42 : Caractérisation générale de l'échantillon de poissons étudiée (N : nombre des individus).

Wilayas	Sites prospectés	Espèces De poisson	Sexe	N
M'sila	O. Mellah	<i>Barbus sp.</i>	♂	15
			♀	4
		<i>Pseudophoxinus sp.</i>	♂	7
			♀	7
Djelfa	O. Taadmit	<i>Barbus sp.</i>	♂	6
			♀	15
Laghouat	O. Tadjmout	<i>Barbus sp.</i>	♂	15
			♀	14
	O. El Ghaicha	<i>Barbus sp.</i>	♂	15
			♀	11
Batna	R.C.Ain Touta	<i>Barbus sp.</i>	♂	24
			♀	6
		<i>Psuedorasbora parva</i>	♂	29
			♀	20
	Barrage de Timgad	<i>Carassius Carassius</i>	♂	6
			♀	6
		<i>Cyprinus carpio</i>	♂	4
			♀	6
		<i>Barbus sp.</i>	♂	4
			♀	4
El-Oued	Oued Still	<i>Aphanius fasciatus</i>	♂	8
			♀	19
Total				245

5.1. Inventaire des parasites recensés chez l'ichtyofaune étudiée

5.1.1. Résultats

L'investigation de la parasitofaune des poissons a permis la découverte de plusieurs formes de parasites. L'identification a été poussée pour la majorité des espèces jusqu'au genre seulement.

La liste systématique des zooparasites inventoriés suivant la classification établie par Bunkley-Williams & Ernest (1994) ; Meddour (2002) et Mehlhorn (2008).

L'observation microscopique des caractères morpho anatomiques nous a permis d'identifier 12 genres de parasites appartenant de 9 classes et 12 familles différentes (Tableau.43).

Tableau 43 : Systématique des différentes espèces de parasites récoltés

Embranchements	Classes	Ordres	Familles	Genres
Protozoaires	Oligohymenophorea	Péritrichia	Trichodinidae	<i>Trichodina sp</i> (Ehrenberg, 1831)
		Hymenostomatida	Ichthyophthiridae	<i>Ichthyophthirus multifiliis</i>
	Myxosporea	Bivalvulida	Myxobolidae	<i>Myxobolus sp</i> (Bütschli, 1882)
	Phyllopharyngea	Chlamyodontida	Chilodonellidae	<i>Chilodonella sp</i> (Ehrenberg, 1838)
Plathelminthes	Monogenoidea	Monopisthocotylea	Dactylogyridae	<i>Dactylogyrus sp</i> (Diesing, 1850)
			Gyrodactylidae	<i>Gyrodactylus sp</i> (Nordmann, 1832)
	Acanthocephala	Acanthocephala	Acanthocephala ind	<i>Acanthocephala ind</i> (Kölreuter, 1771)
	Cestoda	Pseudophyllidea	Bothriocephalidae	<i>Bothriocephalus sp</i> (Rudolphi, 1808)
Nématelminthes	Secernentea	Spirurida	Philometridae	<i>Philometra sp</i>
	Chromadorea		Onchocercidae	Onchocercidae ind
Crustacea	Maxillopoda	Cyclopoida	Lernaeidae	<i>Lernaea sp</i> (Linnaeus, 1758)
		Poecilostomatoida	Ergasilidae	<i>Ergasilus sp</i> (Nordmann, 1832)

5.2. Répartition parasites par espèce hôte et et par organe infesté

5.2.1. Résultats

Le tableau ci-dessous montre la répartition des différents types de parasites recensés par espèces hôte et par organes infestés. Les branchies, représentent l'organe le plus infesté avec 07 parasites, suivi par le tube digestif avec trois parasites, la peau et le sang avec respectivement 2 et 1 parasites. Le genre *Dactylogyrus*, représente le parasite qui a un large spectre. Les espèces hôte *Pseudophoxinus sp* et *Pseudorasbora parva* sont les poissons les moins parasités parmi l'ensemble des espèces étudiées (Tableau 44).

5.2.2. Discussion

Pour les six espèces hôtes examinées nous notons la présence des parasites protozoaires (*Trichodina*, *Myxobolus*, *Ichtyophthirius* et *Chilodonella*) ; les Plathelminthes (*Dactylogyrus*, *Gyrodactylus*, *Acanthocephala* et *Bothriocephalus*), les Nématelminthes (*Philometra* et *Microfilarea ind*) et les Crustacés (*Ergasilus* et *Lernaea*). Locif et al. (2009), ont signalé chez l'anguille du parc national d'El-Kala la présence de *Trichodina*, *Ichtyophthirius*, *Myxobolus*. Les espèces pathogènes identifiées sont classées selon leur localités en trois catégories (Tableau). Toutes les espèces qui étudiées présentent des niveaux différents d'infestation. Nous notons que sur les sept genres prospectés, seules les branchies qui sont infestées à 100%. Par contre l'infestation dans le tube digestif elle est observée beaucoup plus chez les individus de grande taille. Les spécimens de petite taille comme le genre *Aphanius* et *Pseudorasbora* ne présentent aucune forme d'infestation sanguine ou dans leurs tube digestif.

Chapitre III : Résultats et discussions

Tableau 44: Répartition des différents types de parasites recensés par espèce hôte et par organe infesté

Genre de parasites	Laghouat		Djelfa	Batna					M'sila	El-Oued		Organes infestés			
	Tadmout	Ghaicha	Taadmit	Barrage de Timgad			Retenue collinaire Ain Touta		O.Mellah	O.Khrouf	O .Still				
	<i>Barbus sp</i>	<i>Barbus sp</i>	<i>Barbus sp</i>	<i>Barbus sp</i>	Carassius sp	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Barbus sp</i>	<i>Pseudorasbora parva</i>	<i>Pseudophoxinus sp</i>	<i>Ornemochromus niloticus</i>	<i>Aphanius fasciatus</i>	Branchie	Tube digestif	Peau	Sang
<i>Trichodina sp</i>	+	+	+	+					+		+	+			
<i>Ichthyophirus multifiliis</i>			+	+		+	+			+				+	
<i>Myxobolus</i>	+	+	+	+	+	+		+				+			
<i>Chilodonella sp</i>	+	+	+	+	+			+			+	+			
<i>Dactylogyrus sp</i>	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+			
<i>Gyrodactylus sp</i>	+	+		+	+	+					+	+			
<i>Acanthocephala ind</i>	+									+			+		
<i>Bothriocephalus sp</i>	+	+	+					+					+		
<i>Philometra sp</i>		+		+	+					+			+		
Onchocercidae ind		+													+
<i>Lernea sp</i>				+	+							+		+	
<i>Ergasilus sp</i>		+										+			
Totaux	7	9	6	8	7	4	5	2	2	4	4	7	3	2	1

5.3. Répartition des indices parasitaires par espèce hôte et par sexe

5.3.1. Résultats

Afin de donner un aperçu sur l'importance numérique des différentes espèces de parasites récoltés, nous avons calculé pour chaque espèce de poisson et pour chaque site étudié les indices suivant : la prévalence (P%), l'intensité moyenne (IM) et l'abondance (AB) suivant les formules mentionnées dans la partie méthode de l'étude (Tableau.45).

Tableau 45 : Variations des paramètres parasitaires selon les espèces hôtes et selon le sexe de l'hôte (**P** : Prévalence, **IM** : Intensité moyenne, **AB** : Abondance, **N** : Nombre d'hôtes infestés, **H** : Nombre de poissons examinés et **n** : Nombre de parasites dénombrés)

Sites	Espèces	Sexe	P(%)	IM	AB	n	N	H
O. Mellah	<i>Barbus sp</i>	♂	15,31	24,5	6,53	98	4	15
		♀	25,00	5,33	4	16	3	4
	<i>Pseudophoxinus sp</i>	♂	50,00	3,5	2	14	4	7
		♀	9,21	15,2	10,86	76	5	7
O. Taadmit	<i>Barbus sp</i>	♂	20,93	8,6	7,17	43	5	6
		♀	20,83	14,4	4,8	72	5	15
O. Tadjmout	<i>Barbus sp</i>	♂	38,46	6,5	2,6	39	6	15
		♀	20,90	16,75	4,78	67	4	14
O. El Ghaicha	<i>Barbus sp</i>	♂	9,87	50,67	10,13	152	3	15
		♀	10,78	34	9,27	102	3	11
R.C.Ain Touta	<i>Barbus sp</i>	♂	23,53	20,4	4,25	102	5	24
		♀	26,09	11,5	3,83	23	2	6
	<i>Pseudorasbora parva</i>	♂	16,02	36,2	6,24	181	5	29
		♀	27,40	12,17	3,65	73	6	20
Barrage de Timgad	<i>Carassius carassius</i>	♂	100	149,5	149,5	897	6	6
		♀	100	246,33	246,33	1478	6	6
	<i>Cyprinus carpio</i>	♂	100	34	34	136	4	4
		♀	100	143,33	143,33	860	6	6
	<i>Barbus sp</i>	♂	100	22,75	22,75	91	4	4
		♀	100	67,75	67,75	271	4	4
Oued Still	<i>Aphanius fasciatus</i>	♂	75	2,83	2,13	17	6	8
		♀	42,11	21,75	9,16	174	8	19

Oued Mellah

Chez le genre *Barbus*, l'étude a été réalisée sur 19 poissons (15 mâles et 4 femelles). Les mâles présentent une prévalence de 15,31% et sont infestés par 98 parasites de différentes espèces. Sur les 4 femelles examinées, 3 sont infestées par 16 espèces de parasites (Fig.74).

Chez le genre *Pseudophoxinus*, 57 % des mâles sont infestés par 14 individus parasites. En plus, sur 7 femelles étudiées 71% abritent 76 individus de différentes espèces.

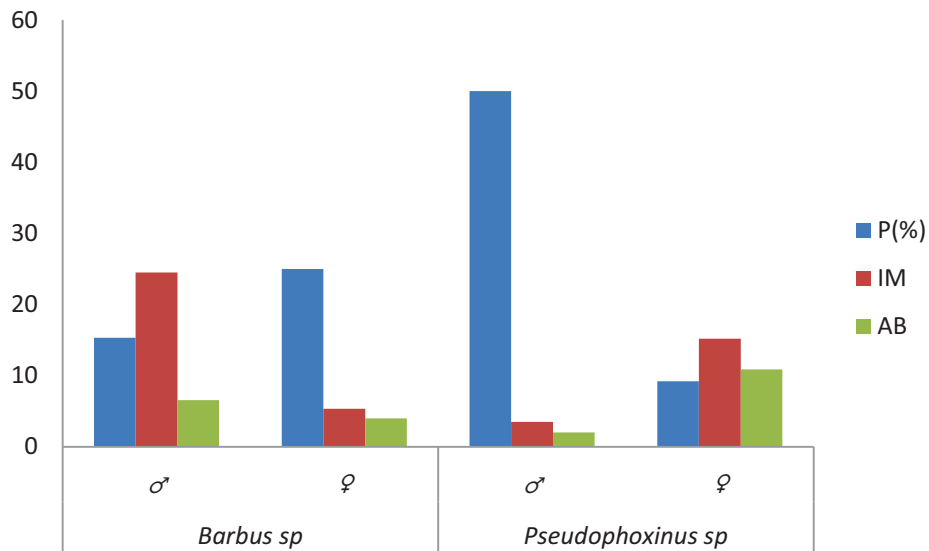


Figure 74 : Valeurs des paramètres parasites en fonction de sexe de *Barbus sp* et *Pseudophoxinus sp* dans l'Oued Mellah

Oued Taadmit

Sur un total de 21 poissons (6 mâles et 15 femelles) appartenant au genre *Barbus*, l'examen des mâles montre que, 45 % sont parasites par 43 parasites appartenant à différentes espèces. Pour les femelles examinées, 25 % sont infestés par 72 parasites à différentes espèces de parasites (Fig. 75). Les spécimens de cette station présentent les mêmes pourcentages de la prévalence avec un taux de 20 % de la population touchée par les parasites. L'intensité parasitaire est plus élevée chez les femelles par rapport aux

mâles. L'analyse des couples prévalence-intensité moyenne montre que les parasites sont distribués sur la totalité de la population.

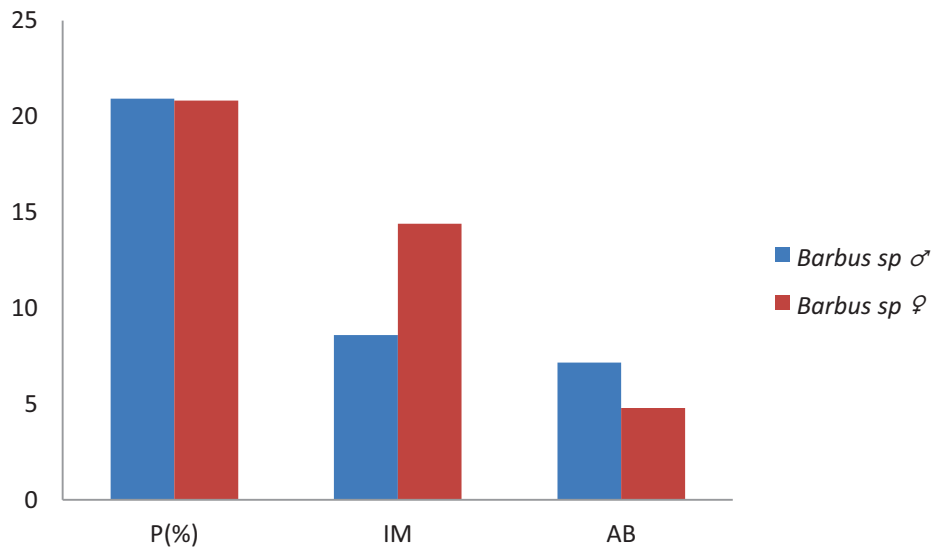


Figure 75 : Valeurs des paramètres parasitaires en fonction de sexe des *Barbus sp* dans Oued Taadmit

🚩 Oued Tadjmout

Sur les 14 poissons mâles examinés, 29 % sont parasités par 39 parasites appartenant à différentes espèces. Pour les femelles, 4 sur les 14 poissons examinés, sont infestés par 67 parasites de différentes espèces (Fig.76).

Les valeurs de l'intensité d'infestation sont de 8,6 et 14,4 respectivement chez les mâles et les femelles. Les mâles sont plus vulnérables aux infestations par rapport aux femelles ; ceci est démenti par les valeurs les plus élevées de la prévalence parasitaire (38,46%).

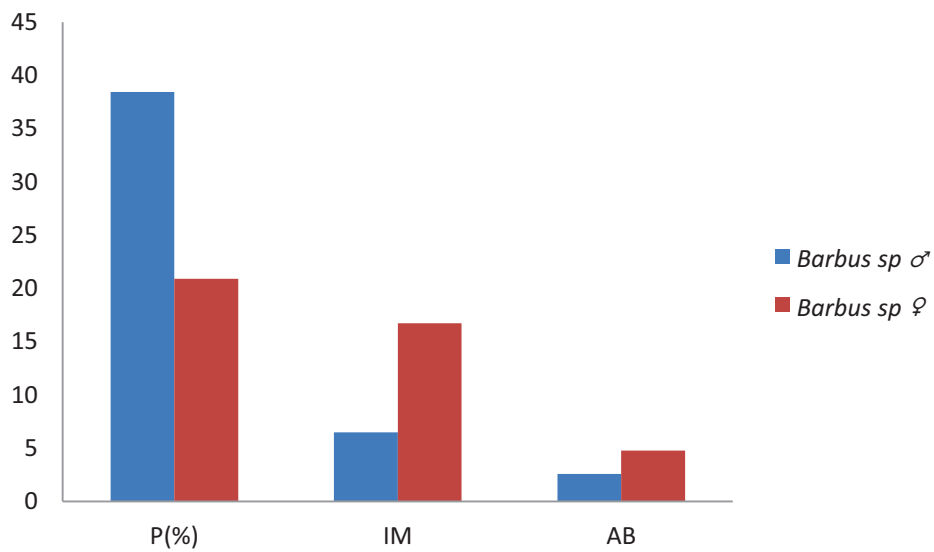


Figure 76: Valeurs des paramètres parasites en fonction de sexe des *Barbus sp* dans l'Oued Tadjmout

🚦 Oued El Ghaicha

La prévalence parasitaire calculée chez les deux sexes du *Barbus* est presque similaire. Environ 10% de la population étudiée est exposées aux parasites. Les valeurs de l'intensité d'infestation est de 34 à 50,67 parasites par poisson infesté respectivement chez les femelles et les mâles. Cette forte charge parasitaire par individu représente une véritable menace pour l'ichtyofaune de cette station (Fig.77).

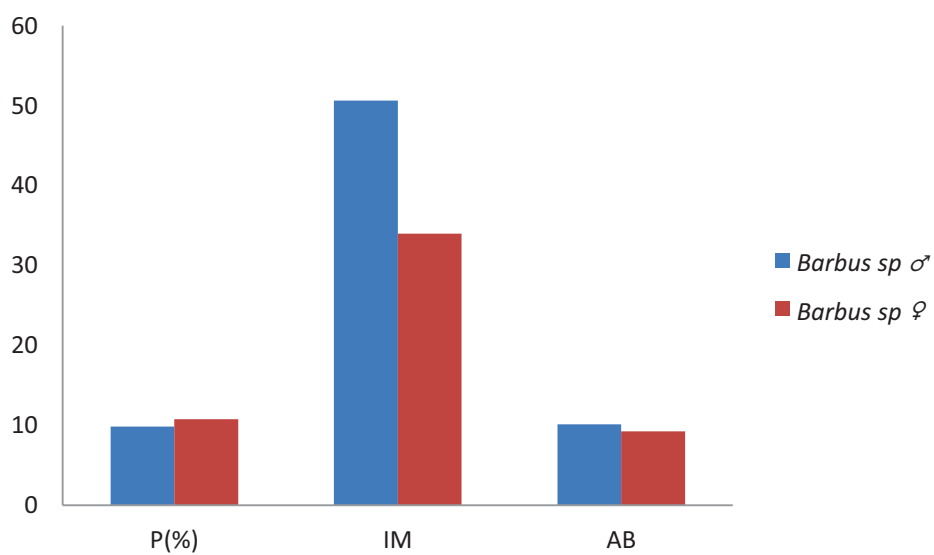


Figure 77 : Valeurs des paramètres parasites en fonction de sexe des *Barbus sp* dans l'Oued Ghaicha

La retenue collinaire d'Ain touta

Chez le genre *Barbus*, 5 sur 24 mâles sont infestés par différents types de parasites. Concernant les femelles du même genre, nous notons que sur les 6 individus examinés, 2 sont parasités. Pour l'espèce *Pseudorasbora parva*, mâles et femelles, 15% des mâles et 23% des femelles sont parasités respectivement (Fig.78).

La prévalence parasitaire présente des valeurs similaires chez les mâles et les femelles du genre *Barbus*. Ce paramètre pour le est en faveur des femelles par rapport aux mâles cas de l'espèce *Pseudorasbora parva*.

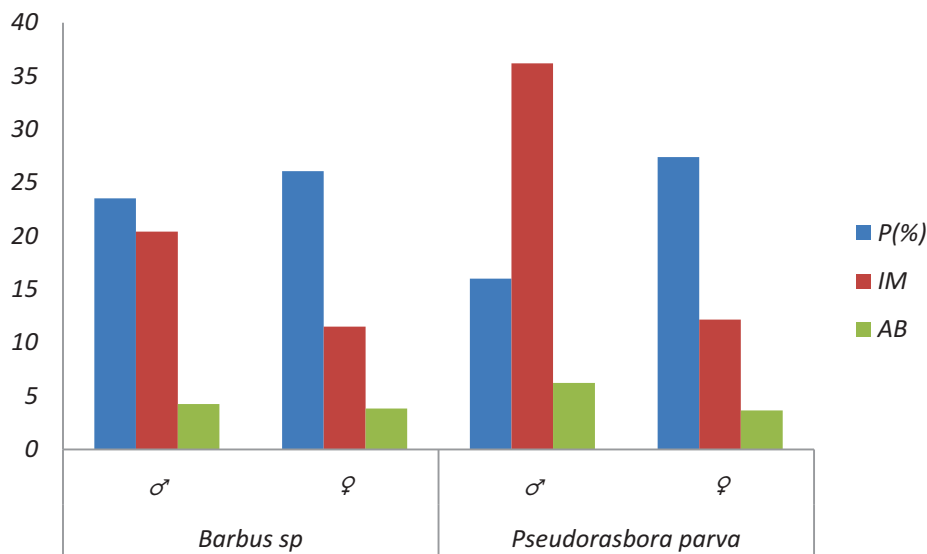


Figure 78 : Valeurs des paramètres parasitaires en fonction de sexe des *Barbus sp* et *Pseudorasbora parva* dans la Retenue collinaire d'Ain touta

Barrage de Timgad

Sur ce site, trois espèces différentes ont fait l'objet de notre investigation parasitaire (*Barbus sp*, *Carassius carassius* et *Cyprinus carpio*) (Fig.79). D'après les résultats des calculs de différents paramètres nous notons que :

- Les valeurs de la prévalence indiquent que tous les individus des trois espèces sont touchés par les parasites où la prévalence égale a 100%.
- L'intensité parasitaire varie d'une espèces à une autre et d'un sexe à un autre. Les intensités les élevées sont enregistrées chez les femelles du genre *Barbus*, suivies par les mâles de *Cyprinus carpio*. Les intensités les plus faible sont observées chez les mâles de *Carassius carassius* et chez les femelles de *Cyprinus carpio*.

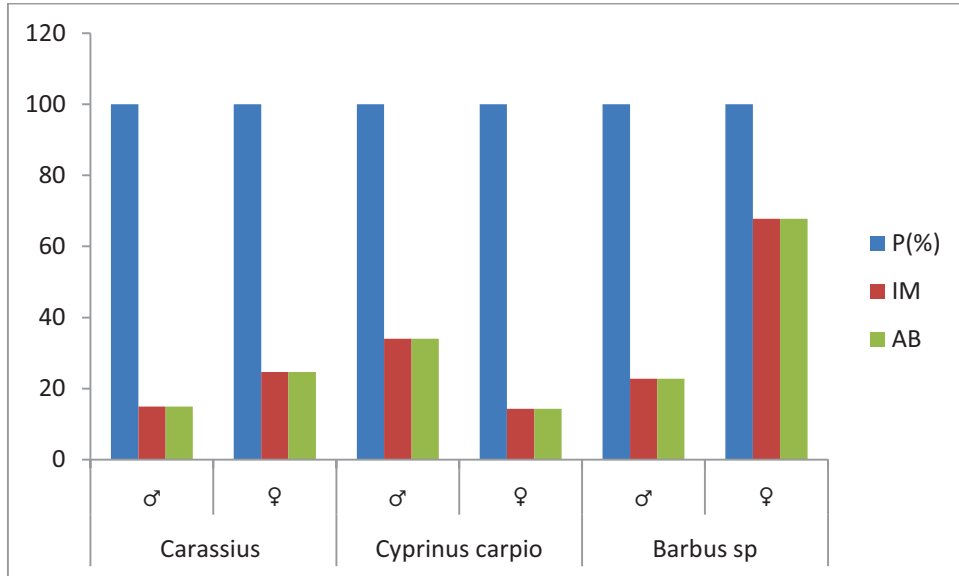


Figure 79 : Valeurs des paramètres parasites en fonction de sexe des 3 espèces de poissons étudiées dans le Barrage de Timgad

🚧 Oued Still

Les valeurs de la prévalence montrent que plus de 70% des mâles de *Barbus* est touchés par les parasites. Néanmoins, le pourcentage d'infestation chez les femelles ne dépasse pas les 40%. L'intensité parasitaire est plus élevée chez les femelles par rapport aux mâles (Fig.80).

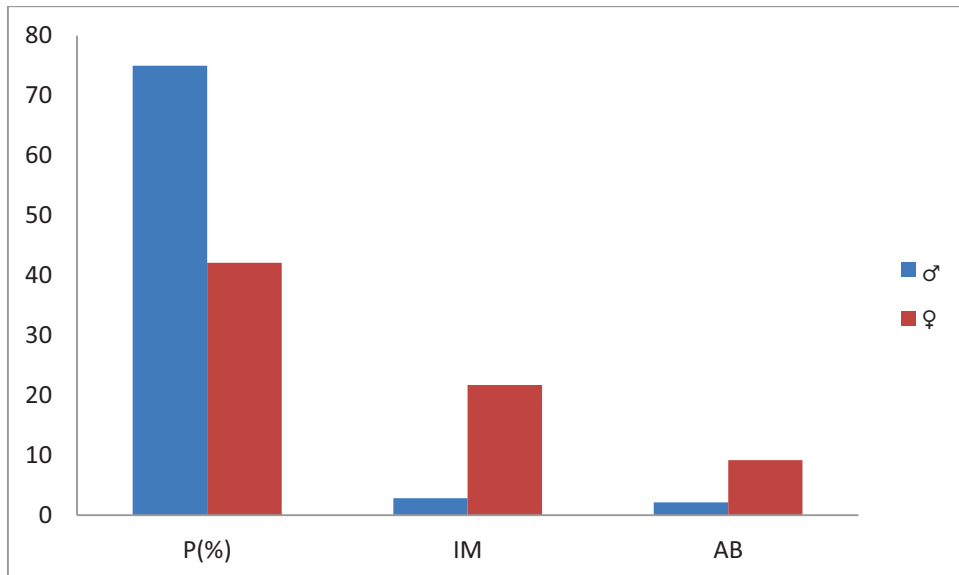


Figure 80: Valeurs des paramètres parasites en fonction de sexe des *Barbus sp* dans l'Oued Still

5.3.2. Discussion

La différence dans la distribution des parasites récoltés dans l'espace serait influencée par des facteurs abiotiques tels que la température, la qualité de l'eau et des facteurs biologiques tels que l'état physiologique et l'éthologie du poisson hôte et/ou du parasite. Wiens (1989), rapporte que les parasites comme les hôtes, présentent une sensibilité vis-à-vis de l'hétérogénéité des conditions du milieu génératrices de variabilité et de diversité.

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

Selon Guerrida (2008), la survie du parasite copéode (*Lernea*) serait probablement en relation avec la salinité de l'eau, car la salinité provoque la disparition des parasites.

Le taux d'infestation parasitaire est en relation avec certains facteurs de la dynamique des espèces hôtes (la migration) qui fréquentent plusieurs milieux au cours de ses migrations et qui pourraient ainsi contracter des parasites différents dans chacun de ces milieux (Claude, 2003).

L'évaluation des taux des parasites recensés montre qu l'Oued Ghaicha abrite la plus grande charge des parasites par apport aux autres sites. Ceci est expliquée par la qualité des eaux qui est en permanence sous l'influence d'une activité agricole intensive.

D'une manière générale les parasites se distribuent dans tous les milieux avec des taux différents, que se soit en milieux artificiels ou naturels.

L'analyse de couple prévalence-intensité moyenne montre que les parasites sont distribués sur la totalité des populations des tous les sites.

Les femelles représentent la partie de la population la plus vulnérable aux agressions parasitaires. Par contre Blahoua et al (2009), travaillant sur les parasites de *Sarotherodon melanotheron* dans du lac d'Ayamé (Côte d'Ivoire) n'ont trouvées aucune différence significative des prévalences, intensités moyennes et abondances des parasites entre les poissons mâles et femelles. Elmadhi & Belghyti (2006), signalent que le taux de parasitisme augmente indépendamment du sexe de l'hôte chez *Trachinotus ovatus* de la côte de Mehdia (Tunisie).

5.4. Variations des paramètres parasitaires des espèces parasites en fonction des classes de taille des espèces de poissons hôtes

5.4.1. Résultats

Afin d'avoir un aperçu sur l'intensité du parasitisme en fonction de la taille chez les 2 espèces étudiées (*Barbus sp* et *Pseudorasbora parva*) et dans les 5 sites, nous avons calculé les paramètres parasitaires en fonction de la taille des poissons hôtes (Tab.46)

Tableau 46 : Variations des paramètres parasitaires en fonction des classes de taille des espèces de poissons hôtes (**P** : Prévalence, **IM** : Intensité moyenne, **AB** : Abondance, - : absence des spécimens).

			Classes de taille (cm)				
Sites	Espèces	Paramètres	[4-6[[6-8[[8-10[[10-12[[12-14[
O. Mellah	<i>Barbus sp.</i>	P(%)	12	18,52	19,05	25	-
		IM	8,33	5,4	5,25	4	-
		AB	12	13,5	21	16	-
	<i>Pseudophoxinus sp.</i>	P(%)	10,53	57,14	-	-	-
		IM	9,5	1,75	-	-	-
		AB	15,25	3,5	-	-	-
O. Taadmit	<i>Barbus sp.</i>	P(%)	-	23,26	11,9	71,43	30,77
		IM	-	4,3	8,4	1,4	3,25
		AB	-	21,5	21	2,33	4,33
O. Tadjmout	<i>Barbus sp.</i>	P(%)	-	32	40	60,53	-
		IM	-	3,13	2,5	1,65	-
		AB	-	12,5	1,67	15,25	-
O. El Ghaicha	<i>Barbus sp.</i>	P(%)	-	14,71	10,68	8,55	-
		IM	-	6,8	9,36	11,7	-
		AB	-	34	51,5	39	-
R.C.Ain touta	<i>Barbus sp.</i>	P(%)	-	13,64	29,63	-	-
		IM	-	7,33	3,38	-	-
		AB	-	44	16,2	-	-
	<i>Pseudorasbora parva</i>	P(%)	13,57	26,32	-	-	-
		IM	7,37	3,8	-	-	-
		AB	23,33	22,8	-	-	-

Oued Mellah

L'évaluation des taux d'infestation par les parasites dans ce site fait apparaître des intervalles de prévalence qui varient entre 10 à 25%. Les prévalences les plus élevées sont enregistrées dans la classe de taille de [10-12[cm où le taux d'infestation atteint 25% chez le genre *Barbus*. Des taux qui dépassent 25% sont observés chez le genre *Pseudophoxinus* dans la classe de taille de [6-8[cm où la prévalence atteint 57,13%. Le taux de parasitisme est augmenté avec la taille.

L'intensité parasitaire moyenne varie d'une classe de taille à l'autre avec des moyennes très faibles qui ne dépassent pas 9,5 chez les deux genres étudiés. Seul le genre *Pseudophoxinus* enregistre des valeurs d'intensité de l'ordre de 9,5 parasite individus infestés. L'abondance des parasites varie alors entre les différentes classes de taille. L'infestation massive apparaît chez les poissons à une taille [8-10[cm chez les *Barbus* et dans la classe de taille de [4-6[cm chez le genre *Pseudophoxinus*.

Oued Taadmit

Pour la prévalence, toutes les classes de taille de *Barbus sp* sont parasitées. En outre, nous notons que la prévalence atteint une valeur maximale de 71,43% chez les poissons d'une longueur de 10-12cm. L'intensité parasitaire atteint une valeur maximale de 8,4 parasites par individu infesté chez les poissons mesurant de 8-10 cm et une valeur minimale de 1,4 chez les poissons mesurant de 10-12 cm.

Oued Tadjmout

Une prévalence de 32% est notée chez les individus dont les longueurs varient entre 6 et 8 cm et atteint des valeurs maximales de 60,53% chez les individus dont les longueurs sont situées entre 10-12cm.

Oued El Ghaicha

Dans ce site les valeurs de la prévalence vont dans le sens décroissants. La prévalence elle est élevée dans les longueurs varient entre 6-8 cm et attend des valeurs minimales dont les longueurs varient entre 10 et 12 cm.

Retenue collinaire d'Ain touta

Chez le genre *Barbus*, les prévalences les plus élevées sont enregistrées dans la classe de taille de [8-10[cm où le taux d'infestation atteint 29,63%. Chez le *Pseudorasbora* la valeur de la prévalence la plus élevée est enregistrée dans la classe de taille [6 et 8 [cm avec 26,3p%. Le taux de parasitisme est augmenté alors avec la taille chez les deux espèces.

L'intensité parasitaire moyenne varie d'une classe de taille à une autre. Elle présente des moyennes très faibles qui ne dépassent pas les 7,37 chez les deux genres. L'abondance varie entre les différentes classes de la taille. L'infestation massive apparaît chez les poissons à une taille de [6-8[cm chez le genre *Barbus* et dans la classe de taille de [4 et 6 cm [chez *Pseudorasbora parva*.

5.4.2. Discussions

La variation des paramètres parasitaires calculés en fonction de la taille des poissons hôtes montre que toutes les classes de taille peuvent être touchées à des degrés variables. Dans l'Oued Mellah, l'Oued Taadmit, l'Oued Tadjmout et la Retenue collinaire d'Ain touta, le taux de parasitisme augmente avec la taille. Les barbeaux de la classe de taille de [10-12[cm sont les plus infestées et abritent le plus grand nombre de parasites. En revanche, dans l'Oued Ghaicha, les poissons des différentes classes de taille présentent des taux d'infestations assez proches (moins de 20 %). Pour le *Pseudophoxinus*, le taux de parasitisme augmente avec la taille et de même pour le *Pseudorasbora parva*.

Des résultats similaires 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. Ces résultats sont similaires à ceux de Kechemir-Issad et *al.*, (2009). La distribution des parasites au sein des classes de taille de l'hôte sont en accord avec celle de Blahoua et *al.*, (2009) et Hamdia (1991) qui rapportent que chez les *Tilapia*, l'infestation par les différents parasites devient plus élevée chez *Tilapia* les plus longs que les petites.

Selon Elmadhi & Belghyti (2006) ; Il y a plusieurs mécanismes qui peuvent être cités pour expliquer l'augmentation du parasitisme en fonction de la taille du poisson :

- Dimension de la surface branchiale (nombre et surface des filaments branchiaux). Les poissons de grande taille offriraient une surface 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.



Conclusion et perspectives

6. Conclusion et perspectives

Ce travail vient combler les lacunes sur la qualité des biotopes prospectés (qualités physico-chimiques, typologie...etc) et de mieux connaître quelques aspects relatifs à la vie aquatique. Ainsi d'étudier la bioécologie du peuplement ichthyologique de la région des Aurès et du Sahara septentrional, notamment la connaissance des aspects liés à la biologie (morphologie, croissance, reproduction,...) et à l'écologie (régime alimentaire, fécondité...).

La région de l'Aurès et du Sahara septentrional est riche en ressources hydriques. Les 39 sites prospectés dans ce travail couvrent approximativement la majorité de la superficie étudiée. Ces sites sont de types variés, naturels ou artificiels où l'eau est permanente ou temporaire. Parmi ces sites, 6 sont étudiés du point de vue de leurs qualités physico-chimiques, 5 par leur qualité phytoplanctonique et trois par leur qualité bactériologique.

Dans l'ensemble des sites visités l'eau présentait les caractéristiques suivantes :

- Elle est neutre à alcaline, douce à saumâtre à salée.
- Une eau légèrement trouble à faible dans la majorité des sites à l'exception du Barrage de Timgad où la valeur maximale est égale à 30 NTU.

En effet, la qualité d'une eau est la résultante de nombreux paramètres dont les fluctuations sont déterminantes pour la répartition des organismes vivants, ainsi il est utile de signaler que les variations des paramètres physico-chimiques de l'eau est en fonction des saisons et des quantités des précipitations reçues.

Les analyses des germes totaux montrent que les eaux des sites étudiés sont chargées de bactéries dont la croissance varie d'un site à un autre. Cependant la présence des coliformes fécaux est surtout l'*Escherichia coli* est considérée comme le meilleur indice de contamination fécale, suite à cette contamination on observe dans le tableau 12 une charge élevée en germes totaux avec une valeur qui dépasse 1550 Ger/100 ml. Donc on peut dire que la qualité bactériologique des plans d'eau que nous avons étudiés n'est pas acceptable. En revanche, il faut noter que, les analyses réalisées durant cette période d'étude n'ont pas paru satisfaisantes.

En ce qui concerne l'étude phytoplanctonique, nos résultats montrent que les sites prospectés regroupent une flore microalgale composée de 97 genres, appartenant à 13 classes, qui ont: les *Bacillariophyceae*, *Dinophyceae*, *Chlorophyceae*, *Cyanophyceae*, *Zygnemophyceae*, *Synurophyceae*, *Chrysophyceae*, *Xanthophyceae*, *Euglenophyceae*, *Trebouxiophyceae*, *Chlorodendrophyceae* et *Ulvophyceae*. La classe des *Bacillariophyceae* représente 44 genres soit 46 % du peuplement phytoplanctonique recensé. Dans l'ensemble des stations, on observe la dominance de la classe des diatomées. La majorité des algues répertoriées

sont des espèces cosmopolites à large spectre écologique. Sur les 97 genres identifiés, 9 (soit 8%) sont connus potentiellement toxiques. Les genres toxiques sont appartenent de deux classes principales ; les Dinophycés et les Cyanophycées. Les espèces toxiques présentent trois niveaux de toxicité ; *Oscillatoria*, *Microcystis* et *Anabaena* sont des hépatotoxiques, *Lyngbya* considérée comme dermatotoxique et *Anabaena* comme neurotoxique. Toutes les dinoflagellés recensés sont des neurotoxiques.

Vu à la présence des espèces nuisibles comme les Cyanophycées ainsi l'intensité des facteurs abiotiques comme la lumière, température et sels nutritifs, les chances d'apparition d'un phénomène d'eutrophisation sont susceptibles de se manifester.

Les indices de Shannon (H) et d'équitabilité (E) sont basés sur les proportions d'espèces observées. Dans l'ensemble des sites prospectés le peuplement phytoplanctonique observé est diversifié et dominé par une seule classe des Bacillariophycées.

Le peuplement ichtyologique recensé est représenté par 14 espèces réparties en 5 familles et 11 genres. Nous notons une nette dominance des Cyprinidae avec 7 espèces soit 50% du peuplement inventorié. Sur les 14 espèces inventoriées, 10 espèces sont considérées comme exotiques et 3 espèces sont considérées natives. Les espèces exotiques sont réparties dans les milieux artificiels et sont présentes dans toutes les régions bioclimatiques et distribuées principalement dans des habitats artificiels (réservoirs, barrages, ...). Les espèces indigènes les plus courantes sont *Cyprinus carpio*, avec 41 %, *Hypophthalmichthys molitrix* avec 31,0% et *Aristichthys nobilis* avec 18%. Les espèces natives appartiennent à 3 genres ; *Barbus*, *Pseudophoxinus* et *Aphanius* caractérisés, chacun par une distribution différente. Les *Barbus*, représentés vraisemblablement par plusieurs espèces, avec la fréquence d'occurrence la plus élevée (87,2 %), sont cosmopolites dans la région d'étude et sont ainsi rencontrés dans tous les étages bioclimatiques à la limite supérieure du Sahara. Le genre *Pseudophoxinus* ne se retrouve qu'en région aride dans un unique site (Oued El Mellah), alors que l'espèce *Aphanius fasciatus* ne se rencontre que dans le Sahara dans un oued d'eau douce à saumâtre. Jusqu'à 54% des espèces citées présentent un statut selon l'IUCN (NE), c'est-à-dire non évaluée. Donc l'élaboration un plan de gestion et la mise à jour de l'ichtyofaune algérienne est nécessaire.

Les résultats obtenus suite à l'analyse statistique de la distribution spatiale des espèces inventoriées en relation avec les facteurs de l'environnement étudiés, mettent en évidence l'assemblage ichtyologique de chaque milieu. Le modèle mathématique conçu révèle que les espèces de poissons recensées sont assemblés en trois groupes caractéristiques différents, appartenant chacun à une catégorie de sites : (i) les Oueds ; (ii) les Lacs et Gueltats ; (iii) les barrages et retenues collinaires. Un gradient de typologie du milieu sépare nettement les

peuplements exotiques des peuplements natifs. Seule l'abondance des espèces exotiques est positivement corrélée avec le type de milieu ($F_{21,459}$, $P = 0.0001$) (Tableau 3). Les exotiques sont relativement plus fréquentes dans les milieux anthropiques fermés (barrages et retenues collinaires) que dans les milieux naturels ouverts (Oueds, Lacs et Guel tats). En revanche, les espèces natives sont représentées dans la quasi-totalité des types de milieux prospectées, autant naturels qu'artificiels.

L'étude de la croissance linéaire relative chez les différentes espèces des sites prospectées a permis une comparaison entre les espèces et les sexes. Certains caractères morphométriques ont une croissance linéaire relative dont le rythme ne dépend ni du sexe ni de l'espèce ainsi ni de la zone de répartition. Comme c'est le cas de la relation entre LT et LS qui présente pour les barbeaux d'Oued Taadmit une allométrie majorante chez les mâles et une isométrie chez les femelles. En revanche, et pour la même espèce d'Oued Mellah, cette relation devient isométrie chez les mâles et majorante chez les femelles. Pour d'autres caractères le même rythme se maintient, pour un sexe donné, à travers les différents sites prospectés et par rapport aux espèces étudiées. L'étude morphométrique basée sur des effectifs plus importants de poissons provenant de biotopes différents permet de préciser davantage la nature et l'intensité de ce dimorphisme sexuel et leur variation spatio-temporelle. , la croissance massique relative est en général isométrique chez les mâles et les femelles.

Concernant l'étude de la parasitofaune, notre observation microscopique des différents caractères morpho anatomiques à permis l'identification de 12 genres de parasites appartiennent de 9 classes. Pour les six espèces hôtes examinées nous notons la présence des protozoaires (*Trichodina*, *Myxobolus*, *Ichtyophthirius* et *Chilodonella*), les Plathelminthes (*Dactylogyrus*, *Gyrodactylus*, *Acanthocephala* et *Bothriocephalus*), les Nématelminthes (*Philometra* et *Microfilarea ind*) et des Crustacés (*Ergasilus* et *Lernaea*).

La distribution des parasites dans l'espace serait influencée par des facteurs abiotiques tels que la température, la qualité de l'eau et des facteurs biologiques tels que l'état physiologique et l'éthologie de l'individu. Le pourcentage d'infestation parasitaire est fortement lié avec certain facteur de de recrutement des parasites comme la dynamique des espèces hôtes (la migration) du poisson qui fréquente plusieurs milieux.

D'une manière générale les parasites distribuent dans tous les milieux par des taux déférents. L'analyse de couple prévalence-intensité moyenne montre que les parasites sont distribués sur la totalité de la population dans tous les sites. La répartition des parasites en

fonction du sexe montre que les femelles représentent la portion de la population la plus vulnérable aux agressions parasitaires.

En perspectives, il serait nécessaire de mettre l'accent sur certains points afin d'approfondir et d'acquérir de nouvelles connaissances bénéfiques et utiles particulièrement dans le domaine de l'halieutique, parmi lesquelles nous citons:

- L'enrichissement de l'inventaire établi, notamment par la prospection d'autres sites, et recourir aux analyses moléculaires afin de pousser la systématique de certaines genres tel : *Barbus*, *Tilapia*, *Pseudophoxinus* et *Aphanius*.
- D'actualiser les données relatives à la systématique, à la distribution et à l'écologie des populations et des peuplements.
- L'analyse qualitative et quantitative de la parasitofaune de l'ichtyofaune algérienne, et de l'impact de ces parasites sur leurs développements.
- L'étude de la dynamique des populations en faisant recours à des pêches régulières et avec des équipements appropriés en vue de mettre la lumière sur les potentialités piscicoles des plans d'eau de la région ;
- Etablir sur le statut de conservation des espèces tout natives qu'exotiques, ainsi que d'identifier et d'évaluer les facteurs responsables du déclin de l'ichtyofaune algérienne.
- Une meilleure connaissance des impacts écologiques des aménagements nous permettra également d'envisager une gestion rationnelle et durable de notre patrimoine aquatique.



Références bibliographiques

Références bibliographiques

- 1- **ACF (2010)** – La Pisciculture de subsistance en étangs en Afrique. Association contre la faim : [http://www.scribd.com/doc/77105481/ACF – 2010](http://www.scribd.com/doc/77105481/ACF-2010).
- 2-**Al-Hakim A. W. H.; Al-Mehdi M. I.A. & Al-Salaman A. H. J., (1980)** - Determination of age, growth and sexual maturity of *Barbus grypus* in the Dukan reservoir of Iraq. College of Sci, Univ.Bagdad .60p.
- 3- **Almaça C., (1969)** - Révision critique de quelques types de Cyprinidés d'Europe et d'Afrique du Nord des collections du Muséum national d'histoire naturelle. *Bull. Mus. Hist. Nat., Paris* 40(6):1116–1144.
- 4- **Almaça C., (1970)** - Sur les barbeaux (genre et sous-genre *Barbus*) de l'Afrique du Nord. *Bull. Mus. Hist. Nat., Paris* 42(1):141 – 158.
- 5- **Almaça C., (1976)** - Remarks on the biogeography of euro-mediterranean *Barbus* (Cyprinidae, pisces). *Bull. Ecol.*, 19 (2-3) : 23-30.
- 6- **Almaça C., (1977)** - Sur les types de *Pseudophoxinus* Bleeker,1860, nord africains du Muséum Naturelle de Paris. *Cybiurn* (3)2 : 25-33.
- 7- **Almaça C., (1979)** - Les espèces et la spéciation chez les *Pseudophoxinus* nord-africains (Pisces, Cyprinidae). *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat., Paris*, 4e Sér. (A), 1:279-284.
- 8- **Almaça C., (1990)** - Neogene circummediterranean paleogeography and euromediterranean *Barbus* biogeography. *Arg. Do. Mus. Boc. Nova* 1:585– 611.
- 9- **Almaça A. & Chaupied M., (1983)** - Manuel des analyses chimiques en milieu marin. CNEXO, Brest, 395 p.
- 10- **Andreu-Soler A., Oliva-Paterna F.J. & Torralva M., (2006)** - Un examen des relations longueur-poids de poissons du bassin de la rivière Segura (SE péninsule ibérique). *J. Applied Ichthyol.*, 22:. 295-296.
- 11- **Anonyme., (1978)** – Urban Stormwater. Management Workshop Proceeding. N 3, EPA - 600 / 9 - 78 - 017. pp.110.
- A.N.R.H. (1993)** - Carte Pluviométrique de l'Algérie du Nord à l'échelle 1/500000. Agence Nationale des Ressources Hydriques. Ministère de l'Equipement. Ed. I.N.C, Alger.
- A.N.R.H. (2003)** – Schéma Directeur des ressources en Eau. Rapport de synthèse, phase II. Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire, Biskra, 56p.
- 12- **Arab A., (1989)** - Etude des peuplements d'invertébrés et de poissons appliquée à l'évaluation de la qualité des eaux et des ressources piscicoles des oueds Mouzaia et Chiffa. Thèse de Magister en hydrobiologie, USTHB Université Houari Boumediène, Alger, 139 p.

- 13- Arrignon J., (1962)** - *Tilapia mossambica* Peters, *Tilapia macrochir* Blgr., *Tilapia zillii* Gervais. Trois nouveaux venus dans les eaux douces algériennes. *Ann. Cent. Rech. Exper. Forest.*, Alger 2:33-63.
- 14- Arthur, R.I., Lorenzen K., Homekingkeo P., K.Sidavong, Sengvilaikham B. & Garaway C.J., (2010)** - Assessing impacts of introduced aquaculture species on native fish communities: Nile tilapia and major carps in SE Asian freshwaters. *Aquaculture*, 299: 81–88
- 15- Azeroual A., Crivelli A.J., Yahiaoui A. & M. Dakki (2000)** - L'ichtyofaune des eaux continentales du Maroc. *Cybium*, 24: 17-22.
- 16- Bacha B., (2010)** - Diagnostic écologique d'une zone humide artificielle : Le Barrage de Foum El-Kherza (Biskra, Algérie). Mémoire de Magister, Univ. Biskra, 177P.
- 17- Bacha M. et Amara R., (2007)** - Les poissons des eaux continentales d'Algérie. Étude de l'ichtyofaune de la Soummam. *Cybium* 2007, 31(3): 351-358.).
- 18- Baglinière J.L., (1985)** - La détermination de l'âge par scalimétrie chez le saumon atlantique (*Salmo salar*) dans son aire de répartition méridionale : utilisation pratique et difficultés de la méthode. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 298 : 69-105.
- 19- Balvay G., (1985)** - Structure et fonctionnement du réseau trophique dans les retenues artificielles. Gestion piscicole des lacs et retenues artificielles. INRA, Paris, pp. 39-66.
- 20- Barbault C., (1981)** – Écologie des populations et des peuplements. Éd.Masson, Paris, 200 p.
- 21- Barel C.D.N., Dorit R., Greenwood P.H., Fryer G., Hughes N., Jackson P.B.N., Kawanabe H., Lowe-McConnell R.H., Nagoshi M., Ribbink A.J., Trewavas E., Witte F. & Yamaoka K., (1985)** - Destruction of fisheries in Africa's lakes. *Nature* 315: 19-20.
- 22- Barriga-Sosa I.A., Jiménez-Badillo M.D.L., Ibáñez-Aguirre A.L. & Arredondo-Figueroa J.L., (2004)** - Variability of tilapias (*Oreochromis spp.*) introduced in Mexico: morphometric, meristic and genetic characters. *J. Appl. Ichtiol.* 20: 7-14.
- 23- Bayoumi A.R., (1969)** - Notes on the occurrence of *Tilapia zillii* (in Suez Bay). *J. Marine Biology*, 104(3):55-259.
- 24- Belarouci M., (2005)** - Caractérisation morphologique et systématique du Tilapia de l'Oued Righ. Suivi d'un élevage intensif de *Oreochromis niloticus* dans la région d'Ouargla. Magister en Agronomie saharienne, Université de Ouargla, 100p.
- 25- Ben Hebireche R. & 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.

- 26- Ben Mariem S., (1995)** - Caractères biométriques de *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775) du golfe de Gabès, Tunisie (*Decapoda, Penaeidae*). *Crustaceana*, 68 (5): 583-596.
- 27- Benoufella F., Vezie C., Laplanche A. & Bertru G., (1995)** - Detection of the toxicity of cyanobacterial strains by *Artemia Salina* and Microtox assays. 1st international Congress on Toxic Cyanobacteria - Roskilde, Danemark: pp 20-24.
- 28- Ben Rejeb-Jenhani, A., (1989)** - Le lac Ichkeul : Conditions du milieu, peuplements et biomasses phytoplanctoniques. Thèse 3^{ème} Cycle, Univ. Tunis: 221 p.
- 29- Bent J. M. & Presben D., (1991)** – Guide des poissons d'eau douce et pêche. Edit . Delachaux et Niestlé ; Neuchatel Suisse : 242p
- 30- Berrebi P., (1997)** - Les souches locales de truites fario, le point sur la question. *Truite Ombre Saumon*, 182:4-8.
- 31- Bertalanffy Von., (1938)** - A quantitative theory of organic growth (Inquiries in growth laws II). *Hum. Biol.*, 10: 181-213.
- 32- Bertin L. & Estève R., (1948)** - Catalogue des types de poissons du Muséum National d'Histoire Naturelle. 4^{ème} partie. Ostariophysaires (Cypriniformes). Imp. Nationale, Paris : 1-117.
- 33- Bianco P.G., (1995)** - Mediterranean endemic freshwater fishes of Italy. *Biological Conservation*, 72:159-170.
- 34- Bianco P.G., (1998)** – Diversity of barbine fishes in southern Europe with description of a new genus and a new species (Cyprinidae). *Ital. J. Zool.* 65:125-136.
- 35- Bigot L. & 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.
- 36- Bilong-Bilong C.F. & Njine T., (1998)** - Dynamique de populations de trois monogènes parasites d'*Hemichromis fascitus* (Peters) dans le lac municipal de Yaoundé et intérêt possible en pisciculture intensive. *Sci. Nat. et Vie* 34 : 295-303.
- 37- Blahoua K.G., Pariselle A., N'douba V., Kone T. & Kouassi N.J.,(2009)** - Description of three new monogenean gill parasites from *Mormyrus rume* (Valenciennes, 1846) (Teleostei: Mormyridae) in Ivory Coast. *Parasite*, 16, 51–56.
- 38- Blahoua K. G., Valentin N, Tidiani K & Kouassi N.J., (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 Vol.6 N°1: 39 – 47.*

- 39- Blanchet S., Loot G., Grenouillet G. & Brosse S., (2007)** - Competitive 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.
- 40- Blanco J.L., Hrbek T. & DOADRIO I., (2006)** - A new species of the genus *Aphanius* (Nardo, 1832) (Actinopterygii, Cyprinodontidae) from Algeria. *Zootaxa*, 1158: 39-53.
- 41- Blondel J., (1975)** – L’analyse des peuplements d’oiseaux. Élément d’un diagnostic écologique. La méthode des échantillonnages fréquents progressifs (E.F.P). *Rev. Ecol. (Terre et Vie)* - Vol 29, (4) : pp 533-589.
- 42- Blondel J., (1979)** – Biogéographie écologique, Masson, Paris, 173 p.
- 43- Delling Bo. & Doadrio I., (2005)** - Systématique des truites endémiques aux lacs marocain, avec la description d'une nouvelle espèce (Teleostei: salmonidés). *Ichthyol. Explor. Eaux douces*, Vol. 16, No. 1, pp 49-64.
- 44- Boet P. & Le Louarn H., (1985)** - La croissance du poisson. Techniques d'étude. In : Gestion piscicole des lacs et retenues artificielles (Gerdeaux et Billard eds.) : 125-142.
- 45- Bogustkaya, N.G., (1992)** - A Revision of species of the genus *Pseudophoxinus* (Leuciscinae, Cyprinidae) from Asia Minor. *M. Hamburg Zool. Mus.Inst.*, (89): 261-290.
- 46- Bogustkaya N., (1997)** - *Chondrostoma beysehirense*, a new Cyprinid Fish from Beyşehir Lake, Central Turkey. *Ichthyol. Explor. Freshwater*, 8 (2): 151-158.
- 47- Boschung H.T.Jr., & Mayden R.L., (2004)** - Poissons de l'Alabama. Smithsonian Books, Washington, DC 736 pp.
- 48- Bouchar F., (2010)** - Mesure de Salinité- réalisation d’un conductimètre. TENUM Toulouse.
- 49- Bougis P., (1952)** - Recherche biométriques sur les rougets (*M. barbatus* L., *M. surmuletus* L.). *Archs. Zool. Exp. Gén.*, 89, 2, 57-174.
- 50- Bouhadad R., (1993)** - Distribution des espèces de genre *Barbus* en Algérie. *Cah. Ethol.* 13:185 – 188.
- 51- Bouhaddad R. & Asselah B., (1998)** - Biodiversité comparée de l'ichtyofaune des eaux douces algériennes (Sahara et Nord) et maghrébine. *Santé Plus* 61:19–22.
- 52- Bouhbouh S. (2002)** - Bioécologie de *Barbus callensis* (Valencienne, 1842) & *Barbus fritschi* (Gunther, 1874) au niveau du réservoir Allal El Fassi (Maroc). Thèse de doctorat es. Sciences, Univ. Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fès, Maroc, 197 pages.
- 53- Boulenger G.A., (1911)** - Catalogue of the freshwater fishes of Africa in the British Museum London. 2:529 p.

- 54- Boumaiza, M. & Quignard J.P., (1996)** - Description comparative de deux espèces de *Pseudophoxinus* (Pisces, Cyprinidae) de la Tunisie. *Bulletin Société des Sciences Naturelles, Tunisie* 27, 55-64.
- 55- Bourelly P., (1970)** – Ordre des Euglénales. In: Les Algues d'eau douce. Ed. Boubée et Cie., Paris: pp123-159.
- 56- Bourelly P. , (1985)** : Les Algues d'eau douce, Tome III: Les Algues bleues et rouges. Boubée Ed., 1-606p.
- 57- Bouton L., (1957)** - Trois semaines à l'embouchure de l'oued Sebaou. *Bull. Stat. Aquic. Pêche Castiglione* 1:37– 11 4.
- 58- Bouzid LW., (2008)** - Structure génétique de *Ligula intestinalis* (Cestode : *Diphyllobothriidea*), parasite des poissons d'eau douce. Thèse de doctorat Spécialité : Écologie et évolution des populations et communautés. Univ. Toulouse III – Paul Sabatier. 162p.
- 59- Boyer,M.C., Muhlfeld C.C. & Allendorf F.W., (2008)** - Rainbow trout invasion and the Spread of hybridization with native west slope cut throat trout. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 65:658 -669.
- 60- Branchu P., Bergonzini L., Benedetti Ambrosi J. P. & Klerkx J., (2005)** - Sensibilité à la pollution méthanique de deux grands lacs africains (Tanganyika et Malawi). *Revue des Sciences de l'eau, Rev. Sci. Eau* 18/spécial : 161-180.
- 61- Brown M.E., (1957)** - The Physiology of Fishes. Vol.I. Metabolism. Vol.II.Behaviour. New York: Academic press.
- 62- Bryan S.D., Robinson A.T. & Sweetser M.G., (2002)** - Behavioral Responses of a Small Native Fish to Multiple Introduced Predators. *Environ. Biol. Fish.* 63: 49-56.
- 63- Bunkley-Williams L., & Williams E.H.Jr., (1994)** - Parásitos de peces de valor recreativo en agua dulce de Puerto Rico . Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico y el Departamento de Ciencias Marinas, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez 190 p.
- 64- Burford M.A. & Peterson E.L., (1998)** - Effect of different nitrogen sources on phytoplankton composition in aquaculture ponds. *Aquat. Microb. Ecol.* 15:277-284.
- 65- Buria, L., Albariño R., Díaz Villanueva V., Modenutti B., & Balseiro E., (2007)** - Impact of Exotic Rainbow Trout on the Benthic Macroinvertebrate Community from Andean-Patagonian Headwater Streams. *Fund. Appl. Limnol.* 168, 145-154.
- 66- Bush O., La Verty A.D., Lotz J.M. & Shostak A.W., (1997)** - Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *J. Parasitol.* 83:575–583

- 67- **Cambray J.A., (2003)** - Impact on Indigenous Species Biodiversity Caused by the Globalisation of Alien Recreational Freshwater Fisheries. *Hydrobiologia* 500, 217-230
- 68- **Carmichael W.W., Mahmood N.A., & Hyde E.G., (1990)** - Natural toxins from cyanobacteria (blue-green algae). In: S. Hall and G. Strichartz [Eds] Marine Toxins, Origin, Structure and Molecular Pharmacology, Vol. 418, *American Chemical Society, Washington D.C.*, 87-106.
- 69- **Cassegrain E A., & Margat J.,(1979)**. Introduction à l'économie générale de l'eau. BRGM, Orléans, France .
- 70- **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.
- 71- **Cassier P., Brugerolle G., & Combes C., (1998)** - Le parasitisme ; un équilibre dynamique Masson. Paris. 361p.
- 72- **Cauvet G., (1913)** - Les poisons du Sahara algérien. *Bull Soc Géogr Alger* 4.
- 73- **Cauvet G., (1915)** - Les mares à silures de l'Algérie. *Bull Soc Hist Nat Afrique du Nord* 7.
- 74- **Cauvet G., (1930)** - Conseils pratiques pour l'élevage des poissons d'ornement en Algérie. *Bull Stat Aquac Castiglione* 2:9–78
- 75- **Chaibi R., (1999)** Caractéristique biologique et potentiel piscicole de la lagune du mellah données préliminaires sur *Aphanius fasciatus*. Mémoire DEUA en Biologie de pêche, Univ. Annaba, 39 p.
- 76- **Chaibi R., (2004)** - Caractéristiques physico-chimiques et évaluation du niveau trophique d'un écosystème lagunaire (la lagune el mellah).Thèse de magistère en écologie animale université de Annaba :99p.
- 77- **Champiat D., & Larpent J.P., (1988)** - Biologie des eaux. Méthodes et Techniques.Masson Paris Milan Barcelone Mexico. 347 p.
- 78- **Chaouachi B. & BenHassine O.K., (1998)** - Le barbeau *Barbus callensis* Valenciennes, 1842 (Poisson, Téléostéens) de la lagune de l'Ichkeul. *Archives Institut Pasteur Tunis*, 75: 211-221.
- 79- **Chaoui L., Kara M.H., Faure É., & Quignard J.P., 2006** - L'ichtyofaune de la lagune du Mellah (Algérie Nord-Est) : diversité, production et analyse des captures commerciales. *Cybiu* 2006, 30(2): 123-132.
- 80- **Chapin F.S., Zavaleta E.S., Eviner V.T., Naylor R.L., Vitousek P.M., Reynolds H.L., Hooper D.U., Lavoirel S., Sala O.E., Hobbie S.E., Mack M.C. & Diaz S., (2000)** - Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405: 234-242.

- 81- Chapman D.W., (2007) :** characteristics of fish passage at the Tailfer Dam on the Meuse river. *Fish Migration and Fish Bypasses, Fishing News Books* : 69-84.
- 82- Cheikh Bye O I., Pierre L., Mohamed E.L., & Moustapha O.B., (2006) -** Catalogue des engins de pêche artisanale en Mauritanie. Institut Mauritanien de recherche océanographiques et des pêches. P 64.
- 83- Chellappa S., Huntingford F.A., Strang R. H.C. & Thomson R.Y., (1995) -** Condition factor and hepatosomatic index as estimates of energy status in male three-spined stickleback. *Journal of Fish Biology* 47: 775–787.
- 84- Chervinski, J. & Horing E., (1973) -** *Tilapia zillii* (Gerv.)(Pisces, Cichlidae) and its adaptability to various saline conditions. *Aquaculture*, 2 (1): 23- 29.
- 85- Chorley R.J., (1962) -** Geomorphology and general systems theory. US Geological Survey, 500P.
- 86- Claude C., (2003) -** L’art d’être parasites, les associations du vivant. Ed. Flammarion, Paris. 182-183pp.
- 87- Collares-Pereira M.J., (1983) -** Estudo sistematico e citogenético dos pequenos ciprinideos ibéricos pertencentes aos géneros *Chondrostoma* Agassiz, 1835, *Rutilus* Rafinesque, 1820 e *Anaocypris* Collares-pereira, 1983. Thesis, Univ. Lisbon, Portugal.
- 88- Copin-Montégut, G., (1996) -** Chimie de l'eau de mer. Collection synthèses. Institut Océanographique.
- 89- Costa C., (2005) -** Atlas des espèces invasives présentes sur le périmètre du parc naturel régional de Camargue. École des métiers de l’environnement de Rennes, France.
- 90- Coward K., & Bromage N. R., (1999) -** Spawning frequency, fecundity, egg size and ovarian histology in groups of *T. zillii* maintained upon two distinct food ration sizes from first feeding to sexual maturity.
- 91- Cowx I.G., (1997) -** Introduction of fish species into European freshwaters: Economic success or ecological disasters? *Bull. Fr. Pêche Piscic.*: 57-77.
- 92- Crivelli A.J., (1995) -** Are fish introductions a threat to endemic freshwater fishes in the northern Mediterranean region? *Biol. Cons.* 72: 311-319.
- 93- Crutzen P. J., & Stoermer E.F., (2000) -** The “Anth ropocene”. *Global Change Newsletter* 41 : 12-13.
- 94- Cuvier G., Valenciennes A., (1842) -** Histoire naturelle des poissons. P .Bertrand Paris 16: 1828 –1850.
- 95- Daget J., (1952) -** Mémoires sur la biologie des poissons du Niger moyen. I. Biologie et croissance des espèces du genre *Alestes*. *Bull. Inst. Fondamental Afr. Noire* 14(1):191-225.

- 96- Daget J., (1956)** - Mémoires sur la biologie des poissons du Niger-Moyen. II. Recherches sur *Tilapia zilli* (Gervais). *Bull. Inst. fr. Afr. noire* 18 : 165-223.
- 97- Daget J. & Le Guen C., (1975)** - Les critères d'âge chez les poissons. In : Problèmes d'Ecologie. La Démographie des Populations de Vertébrés. Lamotte M. & F. Bourlière, eds : pp.253-289.
- 98- Dagnelie P., (2000)** - Statistiques théorique et appliquées. Bruxelles Université de Boeck et Larcier, pp659.
- 99- Dahlstrom 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.
- 100- Dajoz R., (1982)** - Précis d'écologie. (4e édition).Gauthier-villars, Paris. 503 p.
- 107- Dajoz R., (1984)** - Les coléoptères ténébrionidés des déserts. *Cahiers des Naturalistes* 40:25-67.
- 101- Dajoz R., (1985)** - Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 505p.
- 102- Darley B., (1985)** – Systématique des vertébrés. Éd. Office des Publications Universitaires (O.P.U.), Alger. 124p.
- 103- Descy J. P. & Coste M., (1990)** - Utilisation des diatomées benthiques pour l'évaluation de la qualité des eaux courantes. Rapport final, Uneced-Namur. Cemagref Bordeaux CEE B 71 –32, 64 pp.
- 104- Dieuzeide R., (1927)** - L'Oued Réghaia. *Bull. Stat. Aquic. Pêche Castiglione* 2:161–171
- 105- Dieuzeide R., (1932)** - L'empoisonnement des eaux de l'Oued Mazafran. *Bull. Stat. Aquic. Pêche Castiglione* 2:189–207
- 106- Dieuzeide R. & Champagne R., (1950)** - L'Able de la Calle (*Phoxinellus callensis* Guichenot, 1850). *Bull. Stat. Aquic. Pêche Castiglione* 2, 171-184.
- 107- Dieuzeide R. & Rolland J., (1951)** - Le laboratoire d'hydrobiologie et de pisciculture d'eau douce du Mazafran. *Bull. Stat. Aquic. Pêche Castiglione* 3:190– 207.
- 108- Djebbari N., Boudjadi Z. & 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 de Rabat, section Sciences de la Vie* 31 (1) : 45-50.
- 109- Djellouli Y., (1990)** - Flores et climats en Algérie septentrionale. Déterminismes climatiques de la répartition des plantes. Thèse Doct. Sciences, USTHB, Alger, 210 p.

- 110- Doadrio I., (1994)** - Freshwater fish fauna of North Africa and its biogeography. *Ann. Mus. Afr. Centr. Zool.* 275: 21 – 34.
- 111- Doadrio I., Guegan J. & Albert J., (1994)** - Freshwater fish fauna of north Africa and its biogeography in Tengels. *Ann. Mus. Afr. Centr. Zool.* 275p.
- 112- Doadrio I., Bouhadad R. & Machordom A., (1998)** - Genetic differentiation and biogeography in Saharan populations of the genus *Barbus* (Osteichthyes, Cyprinidae). *Folia Zool.* 47(suppl 1):7 – 20.
- 113- Doadrio I., Carmona J.A., & Fernandez-Delgado C., (2002)** - Etude morphométrique de l'*Aphanius* (Actinopterygii, Cyprinodontiformes) de la péninsule ibérique avec la description d'une nouvelle espèce. *Folia Zool.*, 51, 67-79.
- 114- Do-Chi T., (1977)** - Détermination statistique de l'âge : Quelques méthodes de décomposition d'un échantillon en composantes Gaussiennes. *Océanis*, Fasc.10 : 503-530.
- 115- Dokulil M., Chen W., & Cai Q. (2000)** - Anthropogenic impacts to large lakes in China: the Tai Hu example. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 3: 81 – 94.
- 116- Dumont H., (1981)** Relict distribution patterns of aquatic animals: another tool in evaluating late Pleistocene climate changes in the Sahara and Sahel. *Paleoecol. Afr.* 14:1 – 24.
- 117- Durif C., Elie P., Dufour S., Marchelidon J. & Vidal B., (2000)** - Analyse des paramètres morphologiques et physiologiques lors de la préparation à la migration de dévalaison chez l'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*) du lac de Grand-Lieu (Loire Atlantique). *Cybium* 24:63-74.
- 118- Dussart B., (1966)** - Limnologie. L'étude des eaux continentales. Ed. Gauthier Villars, Paris, 677 p.
- 119- Dussart B., (1992)** - Limnologie. L'étude des eaux continentales. 2ème édition. Collection 'Faunes et flores actuelles', 680 p.
- Eggermont H., Verschuren D., (2003)** - Impact of soil erosion in the disturbed tributary drainages on the benthic invertebrate fauna of Lake Tanganyika, East Africa. *Biological conservation*, 113: 99-109.
- 120- El Madhi Y. & Belghyti D., (2006)** - Distribution de deux Monogènes dans les individus hôtes de *Trachinotus ovatus* de la côte de Mehdiya. *Biologie et Santé* 6: 65-76.
- 121- El-Sawy W.M.T., (2006)** - Some biological aspects of dominant fish population in Lake Edku in relation to prevailing environmental conditions, M.SC. Fac. Sci., Zagazig Univ., Egypt.
- 122- El-Sayed A.F.M., (2006)** - Tilapia culture. CABI Publishing, Wallingford OX 108.

- 123- Elton, C.S. 1958:** The ecology of invasions by animals and plants. London: Methuen.
- 124- Encina L. & Granado-Lorencio C., (1997)** - Seasonal variation de l'état physiologique et le contenu d'énergie somatique et de la reproduction des tissus de chevesnes. *Le Juge Fish Biol.* 50: 511-522.
- 125- Eric D., (2007)** - Ecologie du système hôte – parasite, juvéniles de sole (*Solea solea*) – métacercaires de Digènes : dynamique et effets de l'infestation. Thèse de doctorat en Océanologie Biologique et Environnement Marin, Univ. Rochelle, France, 204p.
- 126- F.A.O., 1970** - Introductions of fishes. Prawn and crayfishes. *FAO Fish Ut. Bull.*, 2 (4): 1-15.
- 127- F.A.O., (1973)** - Fish and Shellfish introductions. *FAO Aquacul. Bull.*, 3-4: 18-20.
- 128- Faller P., Fomena A., Kostangue B., Diebokate C., Faye N. & Toguebaye B.S., (2000)** - Myxosporidies (Myxozoo, Myxosporea) parasites des poissons Chichlidae du Cameroun, du Sénégal et du Tchad avec la description de deux nouvelles espèces. *Annales des sciences naturelles* 21 (3) : 81-92.
- 129- Faller P., Kobler B., Peter A., Sumpter J.P. & Burkhardt-Holm P., (2003)** – Stress status of gudgeon (*Gobio gobio*) from rivers in switzerland with and without input of sewage treatment plant effluent. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 22 (9) : 2063-2072.
- 130- Ferrito V., Maltagliati F., Mauceri A., Adorno A. & Tigano C., (2003)** - Morphologique et génétique variation de quatre populations italiennes de *Lebias fasciata* (Teleostei, Cyprinodontidae). *Ital. Zool.* 70: 115-121.
- 131- Finkel Z.V., (2001)** - Light absorption and size scaling of lightlimited metabolism in marine diatoms. *Limnol Oceanogr* 46(1):86–94.
- 132- Fishelson L. & Yaron Z., (1983)** - The First International Symposium on tilapia in aquaculture, Nazareth, Israel, 8-13 May 1983. Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel, 624p.
- 133- Fox H.E., White S.A, Kao M.H.F. & Fernald R.D., (1997)** - Stress and dominance in a social fish. *Journal of Neuroscience*, 17 (16), 6463-6469.
- 134- Gaâmour A., (1999)** - La sardinelle ronde *Sardinella aurita* dans les eaux tunisiennes : reproduction, croissance et pêche dans la région du Cap Bon. Thèse de Doctorat, Univ. Bretagne Occidentale, 246 p.
- 135- García N., Abdul Malak M., Kraïem M., Samraoui B., Azeroual A., Cuttelod A., & Reda Fishar M., (2010)** - The status and distribution of freshwater biodiversity in northern Africa. The IUCN Red List of Threatened Species, 156 p.

- 136- Garcia-Berthou E., & Moreno-Amich R., (1991)** - New records of *Aphanius zberus* (pisces: cyprinodontidae) and review of the geographical distribution of cyprinodontiform fishes in Catalonia (Ne-Spain). *Scientia gerundensis*, 17:69-76.
- 137- Gaygusuz Ö., Gürsoy Ç., Özulug M., Tarkan A.S., Acipinar H., Bilge G. & Filiz H., (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.
- 138- George T.T., (1979)** - The Chinese grass carp *C. idelta*, its biology. introduction. control of aquatic macrophytes and breeding in Sudan. 20 p. mimeo.
- 139- Gervais P., (1853)** - Notice sur deux nouveaux genres de poissons de l'Algérie, *Coptodon (Atherina) Zillii* et *Tellia apoda*.P.V. *Soc. Philom.* Paris, pp 24-86.
- 140- Ghislain DM., (2006)** – Les eaux continentales, Rapport sur la science et la technologie N° 25. *Académie des sciences* .329 p
- 141- Giemsa, G., (1904)** - Eine vereinfachung und vervollkommnung meiner methylenazur-methylenblau-eosin-farbemethode zur erzielung der Romanowsky-Nocht'schen chromatinfarbung. *Zentabl. Bakteriol. Parasitenkd. Infectkrankh.*37:308 in Petithory, Jean-Claude and Ardoin, Françoise, 2005. Rapid and Inexpensive Method of Diluting Giemsa Stain for Diagnosis of Malaria and Other Infestations by Blood Parasites. *Journal of Clinical Microbiology*. Jan. 2005, p. 528 Vol. 43, No. 1.
- 142- Gonzalez E. J., Ortaz, M., Penàterrera, C. & Infante, A., (2004)** - Physical and chemical features of a tropical hypertrophic reservoir permanently stratified. *Hydrobiologia*, (522): 301-310.
- 143- Goubier J., (1977)** - Maturité sexuelle du sandre *Lucioperca lucioperca* (L). *Bull. fr.Pisci.*, 264 : 113-120.
- 144- Goubier J. & Souchon Y., (1979)** - Contrôle de l'époque de reproduction du brochet par retard de maturation. *Bull. Fr. Pisci.*, 286 : 247-254.
- 156- Gozlan R.E. (2008)** - Intro duction of non-native freshwater sh : is it all bad ? *Fish and Fisheries* 9(1) :106-115.
- 157- Gozlan R.E., Andreou D., T.saeda A, Beyer K., Bouhadad R., Burnard D., Caiola N., Cakic P., Djikanovic V., Esmaceli H.R., Falka I., Golicher D., Harka A., Jeney G., Kováč V., Musil J., ocita N.A., Povz M., Poulet N., Virbickas T., Wolter C., Tarkan A.S., Tricarico E., Trichkova T., Verreycken H., Witkowski A., Zhang C.G., Zweimueller I.& R.Britton J., (2010)** - Pan-continental invasion of *Pseudorasbora parva*: towards a better understanding of freshwater fish invasions. *Fish and Fisheries*, 11: 315–340.

- 158- Gozlan R.E., St-Hilaire S., Feist S.W., Martin P., & Kent M.L., (2005)** - Biodiversity – disease threat to European fish. *Nature* 435: 1046.
- 159- Graneli E., Carlsson P., Turner JT., Tester P., Becemin C., Dawson R. & Funari E., (1999)** - Effets of N:P:Si: ratios and zoo-plankton grazing en phytoplankton cornmuntles in the northern Adriatic Sea. l.Nutrients ,phytoplankton biomass ,and polysaccharide production . *Aquat Microb Ecol* 18:3?-54.
- 160- Gregoire A. & Champeau A., (1978)** - Impact de plusieurs aménagements hydroélectriques sur la qualité physico-chimique de l'eau d'une rivière : le Verdon. *Cahiers de Montereau* (8) : 21-25.
- 161- Gregoire F., Crawford R.H., Moreault G., Myra G. et Conrad R., (1999)** –Maturté à la longueur et à l'âge chez le maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) échantilloné dans la baie St. Margarets en nouvelle- Ecosse en 1996. *Rapp. Tech. can. Sci halieut. Aquat.*2278: viii.45p.
- 162- Grog N., (2012)** – Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo (Côte d'Ivoire). Thèse de doctorat, Univ-Toulouse (INP Toulouse)-224P.
- 163- Güçlü S.S., Turna İ.İ., Güçlü Z. & Gülle İ., (2007)** - Population structure and growth of *Aphanius anatoliaes ureyanus* Neu, 1937 (Osteichthyes: Cyprinodontidae), endemic to Burdur Lake, Turkey. *Zool. Middle East*, 41: 63-69.
- 164- Guemmour S., (2012)** - Etude de Quelques Paramètres Epidémiologique Chez L'espèce *Aphanius fasciatus* d'oued Still. Mémoire de Master.Univ-Laghouat : 80P.
- 165- 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.*
- 166- Gunnell G.F., Simons E.L., & Seiffert E.R., (2008)** - New bats (Mammalia: Chiroptera) from the late Eocene and early Oligocene, Fayum Depression, Egypt. *Journal of Vertebrate Paleontology* 28(1):1-11.
- 167- Gwahaba J.J., (1973)** - Effects of fishing on the *Tilapia nilotica* (Linnaeus, 1757) population in Lake George, Uganda over the past twenty years. *East African Wildlife Journal* 11:317-328.
- 168- Hacini M., Kherci N. & Oelkers E., (2008)** - Mineral precipitation rates during the complete evaporation of the Merouane Chott ephemeral lake. *Geochimica et cosmochimica Acta*,v.72,iss.6, 1597 p.
- 169- Hade A.,(2002)** – Nos lacs – les connaître pour mieux les protéger. Éditions Fides, 360 p.

- 170- 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.
- 171- Hamer A.J., Lane S.J., & Mahony M.J., (2002)** - The role of intro-duced mosquitofish (*Gambusia holbrooki*) in excluding the native green and golden bell frog (*Litoria aurea*) from original habitats in south-eastern Australia. *Oecologia* 32: 445 – 52.
- 172-Hammadi D., Boubidi S.C., Chaib S.E., Saber A., Khechache G.Y.M., & Harrat Z., (2009)** - Le Paludisme au Sahara algérien [Malaria in Algerian Sahara]. *Bulletin de la société de Pathologie Exotique* 102: 185 – 92.
- 173- Hammoudi D., (2011)** - Contribution à l'étude de la parasitofaune de l'ichtyofaune continentale de l'Algérie. Mémoire de fin d'étude en vue pour l'obtention diplôme d'ingénieur d'état en Biologie, option : génie biologique. Univ. Amar Telidji Laghouat. 80P.
- 174- Hansen A.J., Knight R.L., Marzluff J.M., Powell S., Brown K., Gude P.H., Jones K., (2005)** - Effects of exurban development on biodiversity: patterns, mechanisms, and research needs. *Ecological Applications*, 15: 1893–1905.
- 175- Hecker N., Costa L.T., Farinha J.C., & Tomas Vives P., (1996)** – Inventaire des zones humides Méditerranéennes : Collecte des données. Publication medwet/Wetlands International/Instituto da Conservação da Natureza. Volume II, Lisbonne. 99p.
- 176- Hongjun W., Chengqing Y. & Weidong W., (2007)** TRAPPING des algues dans la zone littorale macrophytes couverte et son importance de protection Alongshore approvisionnement en eau potable dans le lac Taihu, p. R. CHINE , 1087-1092. En Fresenius municipal de l'environnement 16 (9).
- 177- Horwood J.W., (1990)** - Fecundity and maturity of plaice (*Pleuronectes platessa*) From Cardigan Bay. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*,70: 515 - 529.
- 178- Hurlbert S.H. & Mulla M.S., (1981)** - Impacts of mosquitofish (*Gambusia affinis*) predation on plankton communities. *Hydrobiologia* 83: 125–51.
- 179- Huxley J.S. & Teissier G., (1936)** - Zur terminologie des relativen Grössenwachstums. *Biol. Zbl.*, 56: 381-3.
- 180- Irwin, M.T., Wright P.C., Birkinshaw C., Fisher B., Gardner C.J. & Glos J., (2010)** - Patterns of species change in anthropogenically disturbed forests of Madagascar. *Biological Conservation* 143: 2351–62.
- 181- IUCN, (2001)** - Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- 182- IUCN, (2006)** - Red list of threatened species. www.iucnredlist.org.

- 183- 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.
- 184- Jearld A., (1983)** - Age determination. In : Fisheries techniques. Nielsen L. Ed. Blacksburg. P 301 -324.
- 185 - Jenkins J. A., (2004)** - Fish bioindicators of ecosystem condition at the Calcasieu Estuary, Louisiana. National wetlands research center, USGS, Lafayette, 54pp.
- 186- Junor F.R., (1969)** - Tilapia rendalli in artificial lakes and dams in Rhodesia with special referents to its undesirable effects. *Rhod. J. Agric Sci.*, 7 : 61-79. Therezien, 1963.
- 187- Kara M.H., (1997)** - Cycle sexuel et fécondité du loup Dicentrarchus labrax (poisson Moronidé) du Golfe d'Annaba. *Cah. Biol. Mar.*, 38: 161-168.
- 188- Kara H.M., (2011)** - Freshwater fish diversity in Algeria with emphasis on alien species. *European Journal of Wildlife Research*, 58: 243-253.
- 189- Karr J.R., FAUSCH K.D., Angermeier P.L., Yant P.R., et I.J. Schlosser I.J., (1986)** - Assessing biological integrity in running waters; a method and its rationale -. *Illinois Natural History Survey Special Publication 5*. 28p.
- 190- Karr J.R., (1991)** - Biological integrity: a long-neglected aspect of water resource management. *Ecol. Appl.*, 1 (1) : 66-84.
- 191- Keivany Y. & Soofiani N., (2004)** - Contribution to the biology of Zagros tooth-carp, *Aphanius vladkykovi* (Cyprinodontidae) in central Iran. *Environ. Biol. Fishes*, 71: 165-169.
- 192- Kenchemir-Issad N., Bentayeb L. & Arezki S., (2009)** - Microhabitats des parasites branchiaux de deux Téléostéens Sparidae du genre *Diplodus* (Rafinesque, 1810) du littoral algérois : *Diplodus sargus* et *Diplodus annularis*. 03-06 Octobre 2009. El Goléa. Algérie. *CIPCA 03*.
- 193- Khatal Y. & Remili A., (1992).** Reproduction artificielle ou semi-contrôlée de *Stizostedion lucioperca*, *Cyprinus carpio*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Hypophthalmichthys (Aristichthys) nobilis*, *Carassius auratus*. Concepts et expérimentations. Mémoire d'ingénieurs d'état en aquaculture, Université Annaba, (1992), 49 p.
- 194- Kiesecker J. M., Blaustein A.R., & Belden L.K., (2001)** - Complex causes of amphibian population declines. *Nature* 410: 681-684.
- 195- Kilham S.S. & Kilham P., (1984)** - The importance of resource supply rates in determining phytoplankton community structure, p. 7-27. In *Trophic interactions within aquatic ecosystems*. Am. Assoc.
- 196- Klays R, (2005).** Marine parasitologie. P 11 47 123.

- 197- Klug M.J. & Tiedje J.M., (1993)** - Response of microbial communities to changing environmental conditions: chemical and physiological approaches. pp. 371-374.
- 198- 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.
- 199- Kopp D., Syväranta J., Figuerola J., Compin A., Santoul F. & Céréghino R., (2009)** - Environmental effects related to the local absence of exotic fish. *Biological Conservation* **142**: 3207-3212.
- 200- Kottelat M. & Barbieri R., (2004)** - *Pseudophoxinus laconicus*: une nouvelle espèce de boule de Péloponnèse, en Grèce, avec des commentaires sur l'ouest Balkans *Pseudophoxinus* espèce (Teleostei Cyprinidés). *Ichthyologic Exploration de Les eaux douces* **15** (2), 147-160
- 201- Kottelat M. & Freyhof J., (2007)** - Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland. 646 p.
- 202- Koutrakis E.T. & Tsikliras A.C., (2003)** - Length-weight relationships of fishes from three northern Aegean estuarine systems (Greece). *J. Appl. Ichthyol.*, **19**: 258-260.
- 203- Kraiem M.M., (1979)** - Ecologie du barbeau fluviatilile *Barbus barbus* (L., 1758),(poisson, Cyprinidae) dans le haut Rhône français. *Thèse Doct. 3ème cycle, Univ. Lyon I* : 69p.
- 204- Kraiem M.M., (1983)** - Les poissons d'eau douce de Tunisie: Inventaire commenté et Répartition géographique. *Bulletin Institut National Scientifique Technologie océanographique Pêches Salammbô* **10**, 107-124.
- 205- Krebs C.J., (1989)** - Ecological methodology. Harper Collins.New York, New York, USA.
- 206- Krupp F. & Schneider W., (1989)** - The fishes of the Jordan River drainage basin and Azraq Oasis. *Fauna of Arabia Saudi.*; **10**:347–416.
- 207- Krupp F., (1992)** - The karst springs of Ra's Al-Ain. *Aqua Geō-graphia*, **1**(1):26-33.
- 208- Lagadic L., Caquet T., & Amiard J., (1997)** - Biomarqueurs en écotoxicologie : principes et définitions. *In Biomarqueurs en écotoxicologie, aspects fondamentaux* ,L. Lagadic, T. Caquet, J. C. Amiard et F. Ramade, eds. Masson, Paris pp. 1-9.
- 209- Lamkova, Simkova, Palikova, Jurajda & Lojek (2007)** - (sous presse) Seasonal changes of immunocompetence and parasitism in chub (*Leuciscus cephalus*), a freshwater cyprinid fish. *Parasitol Res.*
- 210- Lea E., (1910)** - On the methods used in the herrings investigations, *Publ. Circ. Const. Int. Exp. Mer, Copenhagen, (53)* 7-175.
- 211- Le Berre M., (1989)** - Faune du Sahara.1- Poissons-Amphibiens-Reptiles. Le chevalier-Chabaud (Edit.). 333p.

- 212- Leonardos I. & Sinis A., (1999)** - Population age and sex structure of *Aphanius fasciatus* Nardo, 1827 (Pisces: Cyprinodontidae) in the Mesolongi and Etolikon lagoons (W. Greece). *Fisheries Research*, 40: 227-235.
- 213- Levasseur M., Therriault J.C. & Legendre L., (1984)** - Hierarchical control of phytoplankton succession by physical factors. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 19: 211–222.
- 214- Lévêque C. & Daget J., (1984)** - Cyprinidae. p. 217-342. In J. Daget, J.-P. Gosse and D.F.E. Thys van den Audenaerde (eds.) Check-list of the freshwater fishes of Africa (CLOFFA). ORSTOM, Paris and MRAC, Tervuren. Vol. 1. :235-236.
- 215- Leveque C. & Daget J., (1984)** - Cyprinidae. p.217 – 342. In J.-P. Go : D.F.E. Thys van den Audenaerde (eds) *Check-list of the freshwater fishes* (CLOFFA) ORSTOM, Paris and MRAC, Tervuren. Vol. 1.
- 216- Lévêque C., (1990)** - (Jan.) [ref. 19786] Relict tropical fish fauna in central Sahara. *Bijdragen tot de Dierkunde* v. 1 (no. 1): 39-48.
- 217- Leveque C., (1995)** - L'habitat : être au bon endroit au bon moment ? *Bulletin français de pêche et pisciculture*, 337-338-339 : 9-20.
- 218- Lévêque C., (2006)** - Les poissons des eaux continentales africaines: diversité, écologie, utilisation par l'homme. [Fish of African continental waters : diversity, ecology and human use] 2nd Ed. IRD Editions, 564.
- 219- Leveque C., Paugy D. & Teugels G.G., (1992)** - Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Tome 1 et 2. Editions ORSTOM.
- 220- Lhote H., (1942)** - Découverte d'un barbeau au Hoggar Barbus deserti Bull. Soc. Cent. Agricul. P. eche 49/1-12.
- 221-** l'ombre commun (*Thymallus thymallus*). Bull. Fr. Pêche Piscic., 305, 54 - 60.
- 222- Lopez-Olvera J. R., Marco I., Martínez-Silvestre A., Soler J. & Lavin S., (2003)** - Effet of venipuncture site on hematologic and serum biochemical parameters in marginated tortoise (*Testudo marginata*) *journal of wildlife diseases*, 39(4),2003, P 830-836.
- 223- Loreau M., Oteng -Yeboah A., Arroyo M.T.K., Babin D., Barbault R., Donoghue M., Gadgil M., Hauser C., Heip C., Larigauderie A., Ma K., Mace G., Mooney H.A., Perrings C., Raven P., Sarukhan J., Schei P., Scholes R.J., Watson R.T., (2006)** - Diversity without representation. *Nature*, 442: 245-246.
- 224- Loucif N., Meddour A & Samraoui B., (2009)** - Biodiversité des Parasites chez *Anguilla Anguilla* Linnaeus, 1758 Dans Le Parc National D'El Kala – Algérie. *European Journal of Scientific Research* ISSN 1450-216X Vol.25 No.2 (2009). P 300-309.

- 225- Lounaci D.,(2012)** - Les poissons d'eau douce d'Algérie : inventaire et répartition.13ème Congrès Franco-Maghrebain de Zoologie et d'Ichthyologie -Marrakech – Maroc 6 –10 Novembre 2012.
- 226- Lowe R.H., (1958)** - Observations on the biology of *Tilapia nilotica* Linné in East African
- 227- Lowe-McConnell R., (1982)** -Tilapias in fish communities. In : Pullin & LowMcConnell (eds). The biology and culture of Tilapias. ICLARM Conf. Proc, pp 83-113.
- 228- Lucas M.C. & Batley E., (1996)** - Seasonal movements and behaviour of adult barbel *Barbus Barbus*, ariverine cyprinid fish: Implications for river management. *J Appl Ecol*, 33 (6), 1345-1358.
- 229- Lucena J., Fuentes M.C. & Rodriguez Munoz J.M., (1983)** - Etude somatométrique de la composition corporelle du barbeau (*Barbus barbussclateri* Gunther) barrage de la conception. *Vie et milieu*, 33 (1) : 17-24.
- 230- Lucy B.W. & Ernest H.W., (1994).** Parasites of Puerto Rican freshwater sport fishes.
- 231- MacCrimmon H.R., (1971)** - World distribution of rainbow trout(*Salmo gairdneri*).*Journal of Fisheries Research Board of Canada* 28:663-704.
- 232- Machordon A., Bouhadad R., Doadrio I., (1998)** - la variation des allozymes et l'histoire évolutive des populations d'Afrique du Nord du genre *Barbus* (Osteichthyes, Cyprinidae). *Divers Distrib* 4:217-234.
- 233- Mack M.C., Simberloff D., Lonsdale W.M., Evans H., Cloutt M. & Bazzaz F., (2000)** -Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences and control. *Issues in Ecology* 5, 1-20.
- 234- Maclaren J.F., (1981)** - Lake Manzalah Study Report to the A. R. E., Ministry of Development and New Communities and U N D P office for projects excursions . vol. 12
- 235- Magurran A.E.,(1988)** - Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 197p.
- 236- Mahomoud W.F.A., Amal Mohamed Mahmoud Amin², Kamal Fathey Elboray¹ Amal Mohamed Ramadan and Magdy Mostafa Kamal Osman EL-Halfawy., (2011)** - Reproductive biology and some observation on the age, growth, and management of *Tilapia zilli* (Gerv, 1848) from Lake Timsah, Egypt. *International Journal of Fisheries and Aquaculture* Vol. 3(2), pp. 16 – 26.
- 237- Maise G. & Carmie H., (1987)** - Influence de la température sur l'ovulation de
- 238- Malmberg G., (1957)** - On the occurrence of *Gyrodactylus* on Swedish fishes. *Skr.sod.Sver.Fisk For.Arsskr.1956*,pp.19-76.
- 239- Maltagliati F., (1999)** - Genetic divergence in natural populations of the Mediterranean

brackish-water killifish *Aphanius fasciatus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 179: 155-162.

240- Maltagliati F., (2002) - Genetic monitoring of brackish-water populations: the Mediterranean tooth carp *Aphanius fasciatus* (Cyprinodontidae) as a model. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 235: 257-262.

241- Mann M.J. & Ssentongo G.W., (1969) - A note on the Tilapia populations of Lake Naivasha in 1968. *EAFFRO Ann. Rep. for 1968* : 28-31.

242- Marchetti A., Juneau P., Whitney F.A., Wong C.S. & Harrison P.J., (2006) - Phytoplankton processes during a mesoscale, iron enrichment in the NE subarctic Pacific: Part II—nutrient utilization. *Deep-Sea Res. II* 53: 2114–2130.

243- Marchetti M.P., Lockwood J.L. & Light T., (2006) - Effects of urbanization on California's fish diversity: Differentiation, homogenization and the influence of spatial scale. *Biological Conservation*, 127: 310–318.

244- Margalef R., (1960) - Valeur indicatrice de la composition des pigments du phytoplancton sur la productivité, composition taxonomique et propriétés dynamiques des populations. *Rapp. Comm. Int. Medit.*, 15: 277 – 281.

245- Matheeuws A., Germin M., Detollenne A. & Micha J.C., (1981) - Etude de la reproduction du gardon (*Rutilus rutilus*) et des effets d'une élévation provoquée de la température en Meuse sur cette reproduction. *Hydrobiologica*. (85) : 271-282.

246- Mayrat A., (1970) - Allométrie et taxinomie. *Rev. Stat. Appl.*, 18: 47-58.

247- McDowall R., (2006) - Crying wolf, crying foul, or crying shame: Alien salmonids and a biodiversity crisis in the southern cool-temperate galaxioid fishes? *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 16, 233-422.

248- McKinney M.L., (2001) - Effects of human population, area, and time on non-native plant and fish diversity in the United States. *Biological Conservation* 100: 243–52.

249- Meddour A., (2002) - Cours d'ichtyoparasitologie : parasitofaune des poissons dulçaquicoles d'Algérie. *Laboratoire de Pathologie & Pisciculture Annaba*. 36p.

250- Meddour A., Meddour-Bouderda K., Brahim-Tazi N.A., Zouakh D. & Mehennaoui S., (2010) - Microscopie Electronique a Balayage des Parasites des Poissons du lac Oubeira – Algérie. *European Journal of Scientific Research* ISSN 1450-216X Vol.48 No.1 (2010), pp.129-141.

251- Mehlhorn H., (2008) - Encyclopedia of parasitology. Vols. 1, 2, 3rd edn. Springer, New York.

- 252- 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.
- 253- Meyer D.E., (2002)** - Technology for successful small-scale tilapia culture (CRSP Research Report 02-179). CRSP (Aquaculture Collaborative Research Support Program). [Abstract from original paper published in: D. Meyer (Ed). 6to Simposio oamericano de Acuacultura Proceedings: Tilapia Sessions, 22-24 August 2001. Tegucigalpa, Honduras, pp. 97-106].
- 254- Micha J.C., (1971)** - Densité de population, âge et croissance du Barbeau *Barbus barbuis* (L.) et de l'Ombre *Thymallus thymallus* (L.) dans L'Ourthe. *Ann.Hydrobiol.*, 2(1) : 47-68.
- 255- Michel R., (1987)** - Atlas du phytoplancton marin "DIATOMOPHYCEES Volume II". *Muséum National d'Histoire Naturelle*.
- 256- Mires D., (1982)** - A Study of the Problems of the Mass Production of Hybrid Tilapia Fry. In R.S.V. Pullin and R.H. Lowe-McConnell (Eds) The biology and culture of tilapias, ICLARM Conference Proceedings 7, 432p. Int. Center for Living Aquatic Res. Management, Manila, Philippines: 317-329.
- 257- Mooney H.A. & Hobbs R.J., (2000)** - *Invasive Species in a Changing World*. Island Press.
- 258- Moreau J., (1979)** - Biologie et évolution des peuplements de Cichlides introduits dans les lacs malgaches d'altitude. *Thèse de Doctorat d'Etat n°38, Institut Polytechnique de Toulouse, 301 p.*
- 259- Moreau J., Arrignon J. & Jubb R.A., (1988)** - Les introductions d'espèces étrangères dans les eaux continentales africaines. Intérêt et limites. In *Biologie et Écologie des Poissons d'Eau douce africains*. Lévêque (C.), Bruton (M.N.) & Ssentongo (G.W.) (eds),. Ed. ORSTOM, Paris: 221-242 pp.
- 260- Moriarty C.D. & Moriarty D.J.W., (1973)** - Quantitative estimation of the daily ingestion of phytoplankton by *Tilapia nilotica* and *Haplochromis nripinnis* in Lake George, Uganda. *J. Zool. Lond.*, 171 (1), 15-23.
- 261- Moriarty D.J.W., (1973)** - The physiology of digestion of bleu-green algae in the cichlid fish *Tilapia nilotica*. *J. Zool. Lond.*, 171: 25-39.
- 262- Mouelhi S., (2000)** - Etude écologique de la retenue de Sidi Salem : Aspects physicochimiques des eaux et dynamique des peuplements zooplanctoniques. Thèse dedoctorat en sciences biologiques, université de Tunis II. pp. 21 – 126.

- 263- Moyle P.B., (1976)** - Inland fishes of California. University of California Press, Berkeley, California. 333 p.
- 264- Muus B.J. & Dahlstrom P., (1968)** - Süßwasserfische. BLV Verlagsgesellschaft, München, 224 p.
- 265- Negassa A. & Getahun A., (2003)** - Breeding season, length-weight relationship and condition of introduced fish, *Tilapia zillii* Gerv.1848 (Pisces: Cichlidae) Lake Zwai, Ethiopia. SINET: Ethiopian Journal of Science, 26(2): 115 - 122.
- 266- Nikolskii G.V., (1969)** - Theory of Fish Population Dynamics as the Biological Background for Rational Exploitation and Management of Fishery Resources. Oliver and Boyd, Edinburgh. 323 p.
- 267- Noakes D. L. G. & Balon, E. K., (1982)** - Life histories of tilapias: an evolutionary perspective, pp. 61-82. In: R. S. V. Pullin, R. H. Lowe-McConnell (Eds.), The Biology and Culture of Tilapias, ICLARM Conference Proceedings 7 ICLARM, Manila, Phillipines.
- 268- Okonkwo J.C. & Obiakor M.O., (2010)** - Karyological and Chromosomal Study of Catfish (*Clariidae*, *Clarias gariepinus*, Burchell, 1822) from Anambra River, Anambra State, Nigeria. Pakistan Journal of Nutrition 9 (2): 112-115, 2010 ISSN 1680-5194.
- 269- Ouattara A., Podoor N. & Gourene G., (2001)** - Etudes préliminaires de la distribution spatio-temporelle du phytoplancton dans un système fluvio-lacustre africain (Bassin Bia ; Côte d'Ivoire). *Hydroécol. Appl.*, (13) : 113-132.
- 270- Ogutu-Ohwayo R., Robert E., Hecky A. S. , Cohen & Les Kaufman, 1997.** Human impact in the African Great Lake. *Environmental Biology of Fishes* 50: 117-13.
- 271- Ozonda P.,(1998)** - les végétaux dans la biosphère. Dion éditeur. paris 432p.
- 272- Panfili J., Durand J.D., Mbow A., Guinand B., Diop K., Kantoussan J., Diaga T., Thiaw O.T., Albaret J.J. & Lae R., (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.
- 273- Paprena I., Steinitz H. & Elat I., (1982)** - Parasites, infections et maladies du poisson en Afrique. CPCA, Document technique N°7. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Rome 1982. P 3. 7. 17. 21. 33. 47. 81. 87. 105.
- 274- Parker I.M., Simberloff D., et al. (1999).** Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. *Biological Invasions* 1: 3-19.
- 275- Pauly D., Moreau J. & Prein M., (1988)** - A comparaison of overall growth performance of *Tilapia* in open waters and aquaculture. 469-479. In: R.S.V. Pullin et al: The

Second International Symposium on tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15, 623p.

276- Pearce F. & Crivelli A.J., (1994) - Caractéristiques générales des zones humides méditerranéennes. Publ. MedWet / Tour du

277- Pellegrin J., (1920) - Sur deux Cyprinidés nouveaux d'Algérie et Tunisie appartenant au genre *Phoxinellus*. *Bulletin Musée Histoire National* 26,372-375.

278- Pellegrin J., (1921) - Les poissons des eaux douces de l'Afrique du Nord française (Maroc, Algérie, Tunisie, Sahara). *Mém. Soc. Sci. Nat. Maroc*. 1: 1-217.

279- Pellegrin J., (1939) - Les barbeaux de l'Afrique du nord française: description d'une espèce nouvelle. *Bull SocSci Nat Maroc* 19(1):10p.

280- Petithory J.C & 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.

281- Phillip J.C.L. & Ruwet J.C.L., (1982) - Ecologie et distribution des tilapias ICLARM, *Conf. Proc. Manille, Philippines* 7: 15 - 59.

282- Phillipart J.C. & Vranken M., (1983) - A Protégeons nos poissons. Collection Animaux menacés en Wallonie. Edition Région Wallonne et Duculot Paris-Gembloux, 206pages.

283- Phillipart J.C., (1982) - Mise au point de l'alevinage contrôlé du *Barbus barbus* (L.) en Belgique. Perspective pour le repeuplement des rivières. *Cah.Ethol. Appliquée* 2 (2) : 173-202.

284- Phillips, A.E., (1994) - Studies on the biology of two Tilapia species in Lake Edku. M.Sc. Thesis, Fac. Sci. Alex. Univ. Egypt.

285- Playfair H.M. & Letourneux M., (1871) - Memoir on the hydrogeographical system and the freshwater fish of Algeria. *Ann mag Hist* 8(4):373– 394.

286- Plisner P., Micha C. & Frank V., (1988) - Biologie et Exploitation des poissons du Lac IHEMA (Bassin Akagera, RWANDA) O.R.T.P.N-A.G.D, C.E.C.O.D.E.L.(UIG), U.N.E.C.E.D. (F.N.D.P.): 212p.

287- Poncin P., Melard C.H. & Phillipart J.C., (1987) - Utilisation de la température et de la photopériode pour contrôler la maturation sexuelle en captivité de trois espèces de poissons cyprinidés européennes : *Barbus barbus* (L), *Leuciscus cephalus* (L) et *Tinca Tinca* (L). Résultats préliminaires. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* (304) : 1-12.

388- Pourriot R. & Meybeck M., (1995) - Limnologie générale. Masson, Paris. Collection press, Belle W. Baruch libr. *Mar. Sci., II*: 1-24.

- 289- Prignon C., Micha J.C. & Gillet A., (1996)** - Biological and environmental characteristics of fish passage at the Tailfer Dam on the Meuse river. Fish Migration and Fish Bypasses, Fishing News Books : 69-84.
- 290- Pullin R. & Lowe-McConnell R., (1982)** - The biology and culture of tilapias. International Centre for Living Aquatic Resource Management, Manila, Philippines, 432 p.
- 291- Rafael Z. & Doadrio I., (1998)** - Phylogenetic relationships of Iberian Cyprinids : Systematic and biogeographical implications. *Proc. R. Soc Lond. B* 265 : 1365-1372.
- 292- Ramade F., (1984)** - Eléments d'écologie: écologie fondamentale. Ed. Mc. Graw & Hill, Paris, 576 p. Krebs, 1989.
- 293- Ramade F., (1999)** - Le grand massacre : L'avenir des espèces vivantes . Hachette littératures. Évreux. ISBN : 201235341X.
- 294- Rejsek F., (2002)** – Analyse des eaux, Aspects réglementaire et techniques. Série : Sciences et techniques de l'environnement. Paris, 360p.
- 295- Retima A., (1999)** - Incidence des échanges hydrologiques, chimique et phytoplanctonique sur la fertilité de la lagune et du littoral voisin du lac Mallah, selon le régime de la marée dix ans après l'aménagement du chenal de communication. *Thèse de magister en écologie et environnement*, université de Annaba : 87p.
- 296- Revenga C., Brunner J., Henninger N., Kassem K., & Payne R., (2000)** – Pilot Analysis of Freshwater Ecosystems: Freshwater Systems. Washington DC, USA; World Resources Institute. 83p.
- 297- Revkin A., (1992)** - Global Warming: Understanding the Forecast, *American Museum of Natural History*, Environmental Defense Fund, New York, Abbeville Press, 180p.
- 298- Reynolds C.S. (2000)** - Hydroecology of river plankton: the role of variability in channel flow. *Hydrological Processes* 14: 3119-3132.
- 299- Reynolds C.S., Padisák J. & Sommer U., (1993)** - Intermediate disturbance in the ecology of phytoplankton and the maintenance of species diversity: a synthesis. *Hydrobiologia* 249: 183-188.
- 300- Reynolds R.W. & Smith T.M., (1998)** - A High-Resolution Global Sea Surface Temperature Climatology for the 1961–90 Base Period. *J. Climate*, 11, 3320–3323.
- 301- Richard A., (1986).** Les populations de truite de mer, (*Salmo trutta* L), des rivières Orne et Touques (Basse Normandie) : Scalimétrie Sexage Caractéristiques biométriques et démographiques Thèse 3e cycle, Fac. Sci. Univ Rennes. P 54.

- 302- Richard Y., (1994)** - Les communautés ichtyolo-giques du bassin de la rivière L'Assomption et l'intégrité biotique des écosystèmes fluviaux .Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec. Envirodoq n° EN 940235. Rapport n° QEN/QE-89/1, 153 p. + 12 annexes.
- 303- 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.
- 304- Roberts R.J., (1978)** - the pathophysiology of teleosts. IN: Fish pathology (Ed.:Roberts, R. J.). Baillier Tindall, London: 55-91.
- 305- Rodier J., Bazin C., Broutin J.P., Chambon P., Champsaur H. & Rodi L., (2005)** - l'analyse de l'eau : eaux naturelle, eau résiduaires et l'eau de mer. 8^{ème} Ed. Dounod, paris : 1383p.
- 306- Rogers S. I., (1989)** - Seasonal variations in fecundity and egg size of the common goby, *Pomatoschistus microps*. *J. Mar. Biol. Ass. UK*.69: 535-543.
- 307- Romdhane, M.S., (1986)** - Lagune de Ghar El Melh. Milieu, Peuplement, Exploitation. Thèse, Université de Tunis. 245 p.
- 308- Rosecchi E., Poizat G. & Crivelli A.J. (1997)** - Introductions de poissons d'eau douce et d'écrevisses en Camargue : historique, origine, et modifications des peuplements. B. Fr. Pêche Piscic. 344/345, 221-232.
- 309- Ruwet J.C., Voss J., Hanon L. & Micha J.C., (1975)** - Biologie et élevage des Tilapias. Symposium FAO/CPCA sur l'aquaculture en Afrique, Accra, Ghana, 30 septembre au 6 octobre 1975, 27 p.
- 310- Sahagian D., Melack J., Birkett C., Chanton J., Dunne T., Estes J., Finlayson M., Fresco L., Gopal B., Hess L., Hollis T., Junk W., Klemas V., Matthews E., Mertes L., Morrissey L., Rogers K., Rasool I., Roulet N., Sass R., Sippel S., Svensson B., Tamura M., Victoria R. & Yasuoka Y., (1998)** – Global wetland distribution and function characterization. Trace gases and hydrologic cycle. Ed. International Geosphere, Biosphere Programme (IGBP), Report 46, Stockholm, 92p.
- 311- Satora L., Kuciel M & Gawlikowski T., (2008)** - Catfish stings and the venom apparatus of the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), and stinging catfish *Heteropneustes fossilis* (Bloch, 1794). *Ann Agric Environ Med*, 15, 127-167.
- 312- 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.

- 313- Scribner K.T., Page K.S. & Bartron M.L., (2001)** - Hybridization in freshwater fishes: a review of case studies and cytonuclear methods of biological inference. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10: 293–323.
- 314- Seurat L.G., (1922)** - Faunes des eaux continentales de la Berbérie ..*Bull.Soc.niai.Nul.de l'Afrique du Nord*.T.i3. Severn Valley Field Club », Shrewsbury, pp. 1-36.
- 315- Seurat L.G., (1930)** - Les connaissances actuelles sur les poissons culicivores. *Bull. Stn. Aquic. Pêche Castiglione*, 1: 55-73.
- 316- Silbergeld E.K., (1993)** - Neurochemical approaches as indicators of environmental biochemical markers of neurotoxicity : Review of current status and evaluation of future prospects. *Environ. Res.*, 63: 274-286.
- 317- Siroky P., Klara J., Petrzekova K.J., Kamler M., Andrei D., Mihalca I. & 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.
- 318- Skulberg .O.M. ; Odd.G.A ET Carmichael, W.W, (1984)** –Toxic blu-green algal blooms in Europe : growing problem. *Ambio*.13, 244-247 pp.
- 319- Sommer U., (1989)** - Nutrient status and nutrient competition of phytoplankton in a shallow, hypertrophic lake. *Limnol. Oceanogr.* 34, 1162-1173.
- 320- Sournia A., (1978)** - *Phytoplankton Manuel. Manographes en océanographique méthodologie* - N°6.UNESCO, Paris, p337.
- 321- Sournia A., (1986)** – *Atlas du phytoplankton marin :Vol 1- Cyanophycées, Dinophycées Dictyochophycées, Raphidophycées.* Ed. CNRS. Parris, 219 pp.
- 322- Sournia A., Erard-Le Denn E., Grzebyk D., Lassus P et Partensky F., (1990)** – *Plancton nuisible sur les côtes de France. Pour la Science*, 153p.
- 323- Sparre P. & 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.
- 324- Spilman C.J., (1961)** - *Faune de France: Poissons d'eau douce.* Fédération Française des Sociétés Naturelles. Tome 65. Paris, 303 p.
- 325- Stergiou K.I., (2000)** - Life-history patterns of fishes in the Hellenic seas. *Web Ecology*, 1: 1-10.
- 326- Teissier G., (1948)** - La relation d'allométrie: sa signification statistique et biologique. *Biometrics*, 4: 14-53.

- 327- Terra M., (2006)** - Le secteur de l'eau en Algérie État des lieux Stratégie de développement. Ministère des Ressources en Eau. *Athènes, 6 et 7 novembre 2006.*
- 328- Teugels G.G., Sudarto L. & Pouyard, L., (2001)** - Description d'un nouvelles espèces *Clarias* d'Asie du Sud basées sur morpho- preuve technologique et de génétique (Siluiviformes, Clariidae). *Cybium* 25, 81-92.
- 329- Thérézien, Y., 1963.** Régime alimentaire de plusieurs espèces de poissons des lacs Kinkony, Sahapy et autres étangs de la région nord-ouest de Madagascar. *Bull. fr. Piscic.* 211:37-48.
- 330- Thomas C.S., (2003)** - "Protist phylogeny and the high-level classification of Protozoa", *Europ. J. Protistol.* 39, 338-348.
- 331- Touahria T., (1992)** - Etude des populations phytoplanctoniques d'une lagune saumâtre : Lac El-Mellah, mémoire de DES, Univ Annaba ; p 118.
- 332- Toumi I, (2010)** - Contribution à l'étude bio-écologique du peuplement Ichtyologique de la région du souf. *Mémoire de Magister.Univ-Biskra.130P.*
- 333- Townsend C.R. & Hildrew A.G., (1994)** - Species traits in relation to a habitat templet for river systems. *Freshwat. Biol.* , 31, 265-275.
- 334- Townsend C.R., (1989)** - The patch dynamic concept of stream community ecology. *J.North Am.Benthol.Soc.* 8,36-50.
- 335- Trabelsi M., Maamouri F., Quignard J.P., Boussaïd M. & 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.
- 336- Trewavas E., (1982)** -Generic groupings of Tilapiini used in aquaculture. *Aquaculture* 27: 79–81.
- 337- Trewavas, E., (1983)** - Tilapiine Fishes of the Genera *Sarotherodon Oreochromis* and *Danakilia*. *British Museum Nat. Hist.*, 583p.
- 338- Tsigenopoulos C.S., Durand J.D., Ünlü E.& Berrebi P., (2003)** - Rapid radiation of the Mediterranean *Luciobarbus* species (Cyprinidae) after the Messinian salinity crisis of the Mediterranean Sea, inferred from mitochondrial phylogenetic analysis. *Biol. J. Linn. Soc.* 80, 207-222.
- 339- Turki S., (2002)** - Contribution à l'étude bio-écologique des rotifères, cladocères, copépodes des eaux continentales tunisiennes et dynamique saisonnière du zooplancton de la retenue de barrage Bir M'chergua. Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques. Université de Tunis El Manar / INSTM. 225 p.

- 340- UNESCO, (1963)** - Carte bioclimatique de la région méditerranéenne : Bioclimatic map of the Mediterranean region, Scale 1:5,000,000. Prepared by Emberger *et al.* and established by. Bagnouls, drawn by Rinaldo. Ed. UNESCO-FAO.
- 341- Vaillant M.L., (1904)** - Sur un Cyprinoïde nouveau de Tunisie, le *Leuciscus (Phoxinellus) chaignoni*. *Bulletin Musée Histoire nationale* 10, 188-190.
Valat, n°1, Tour du Valat, Arles (France), 88 p.
- 342- Valtonen E.T., Holmes J.C. & Koskivaara M., (1997)** - Eutrophication, pollution and fragmentation : effects on parasite communities in roach (*Rutilus rutilus*) and perch (*Perca fluviatilis*) in four lakes in the central finland. *Can. J. Aquat. Sci.* 54. P 572-585.
- 343- Vander W., (1997)** - Some observations on the fish life in a seasonal sand river. South. Afr. J. Aquat. Sci., Vol 23, (1) 95-102
variability in channel flow *Hydrol. Process.* 14, 3119±3132.
- 345- Verdiell-Cubedo D., Oliva-Paterna F.J. & Torralva M., (2006)** - Relations longueur-poids pour 22 espèces de poissons de la Mar Menor lagune côtière (Méditerranée occidentale). *J. Applied Ichthyol*, 22.: 293-294.
- 346- Welcomme R.L., (1988)** - International introductions of inland aquatic species. FAO *Fish. Tech. Pap.*, N° 294, Rome, FAO, 318 p.
- 347- Welcomme R.L., (1967)** - Observations on the biology of the introduced species of Tilapia in Lake Victoria. *Rev. ZOO-B. ot. Afr.*, 76 : 249-279.
- 348- Wetzel R.G., (2001)** - Limnology : Lake and River Ecosystems. 3rd Edition. Academic Press, London.
- 349- Whitehead P.J.P., Bauchot M.L., Hureau J.C., Nielsen J. & Tortonese. E., (1986)** - *Poissons de l'Atlantique du Nord-est et de la Méditerranée*, Volume II. Ed. Unesco.
- 350- Wiens J.A., (1989)** - L'écologie des communautés d'oiseaux, Vol. 2. Les processus et les variations. Cambridge Univer- sité Press, Cambridge.
- 351- Wildekamp R.H., Romand R. & Scheel J.J., (1986)** - Cyprinodontidae, *Zii CLOFFA*, J. Daget, J.-P. Gosse & D.F.E. Thys van den Audenaerde (Eds), Vol. 2. ISNB, MRAC, ORSTOM : 165-276
- 352- Wongo T., (1995)** - Impact de l'introduction d'espèces de poissons sur les tilapias des lacs Victoria et Kyoga. Dans: L'impact des variations des espèces dans les lacs africains (lanceur TJ eds. et PJB Hart): 47-57.
- 353- Zalasiewicz J., Williams M., Smith A., Barry T.L., Bown P.R., Rawson P., Brenchley P., Cantrill D., Coe A.E., Cope J.C.W., Gale A., Gibbard P.L., Gregory F.J.,**

Hounslow M., Knox R., Powell P., Waters C., Marshall J., Oates & Stone P., (2008) -
Are we now living in the Anthropocene? *GSA Today* 18 (2): 4-8.

354- Zouakh D.E., Bouhaddad R., Moula M. & Cherbi M., (2004) - Ichtyofaune,
macrofaune benthique et peuplement zooplanctonique des hydrosystèmes du Hoggar et du
Tassili. *Bull. Soc. Zool.Fr.* 103: 55-80.



Résumés

الملخص

اهتمت هذه الدراسة بالخصائص البيولوجية والايكولوجية للعناصر اللاحياتية (خصائص المياه) و الحياتية (العوالق الطحلبية و الاسماك) ل 39 وسط مائي مختلف منها ما هو طبيعي (الوديان) و ما هو اصطناعي (السدود) في منطقتي الاوراس و الشمال الشرقي للصحراء، بحيث تتوزع الأوساط المدروسة على ست مناطق مناخية حسب اليونسكو 1963. انطلاقا من المناطق الشبه رطبة الى الجافة جدا: الهضاب العليا، السهوب والصحراء.

جميع الأوساط المدروسة في الفترة ما بين 2007 – 2011 تتوزع اداريا على 09 ولايات وهي: بسكرة، باتنة، خنشلة، الأغواط، سطيف، الجلفة، مسيلة، برج بوعريج، الوادي. أعطت نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية وكذلك البكتريولوجية للمياه في الأوساط المدروسة عن وجود نوعين من : المياه جيدة و رديئة.

الدراسة النوعية والكمية للطحالب المجهرية تبين أنها تتوفر على 97 جنس تتوزع على 12 قسم وهي : *Bacillariophyceae, Dinophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Zygnemophyceae, Synurophyceae, Chrysophyceae, Xanthophyceae, Euglenophyceae, Trebouxiophyceae, Chlorodendrophyceae et Ulvophyceae.*

يشكل قسم *Bacillariophyceae* 46% من مجموع الطحالب المجهرية المدروسة ، وتشكل أغلب الطحالب المتعرف عليها انه تستطيع التواجد والتكيف في معظم الأوساط المدروسة. من بين 97 نوع متعرف عليه، 09 تصنف من بين الأكثر سمية، هذه السمية لها ثلاثة مستويات منها ما يصيب الكبد، الجلد، والجهاز العصبي.

مكنتنا هذه الدراسة من التعرف على 14 نوع من الأسماك تنحدر من 05 عائلات رئيسية و 11 نوع

(*Barbus spp, Pseudophoxinus sp, Cyprinus carpio, Hypophthalmichthys molitrix, Carassius gibelio, Aristichthys nobilis, Pseudorasbora parva, les Poeciliidés (Gambusia affinis), les Cyprinodontidés (Aphanius fasciatus), les Percidés (Perca fluviatilis, Lucioperca lucioperca) et les Cichlidés (Oreochromis niloticus, Tilapia zillii et Tilapia sp)*

تمثل عائلة الشبوط تمثل العائلة الأكثر عددا والأكثر توسعا من حيث. إن الدراسة الاحصائية التحليلية لمختلف العوامل المؤثرة لتوزع الأسماك المحلية والدخيلة مكنتنا من تحديد العوامل المؤثرة في هذا التوزع ، وهي طبيعة الوسط، وكذلك العامل البشري .

دراسة ظاهرة التطفل عند بعض الأسماك مكننت من التعرف على 12 نوع من الطفيليات *Trichodina, Myxobolus, Ichthyophthirius et Chilodonella*, des Plathelminthes (*Dactylogyrus, Gyrodactylus, Acanthocephala et Bothriocephalus*), des Nematelminthea (*Philometra et Microfilarea ind*) et des Crustacés (*Ergasilus et Lernaea*)، حيث أن جنس الأسماك *Barbus* يحتوي على 48% من مجموع الطفيليات الموجودة في هاته الأسماك. كما وجدنا ايضا أن الذكور هم الفصيلا الأكثر عرضة لعوامل التطفل.

الكلمات المفتاحية :

الأوساط المائية ، نوعية المياه، الطحالب، القياسات البيومترية، الاسماك، البيئة، الطفيليات، الجزائر

Résumé

Notre étude est consacrée à la caractérisation bioécologique des éléments abiotiques (caractérisation de l'eau) que biotiques (phytoplancton et poissons) dans 39 milieux aquatiques différents (naturels et artificiels) de la région des Aurès et du Sahara septentrional. Cette vaste région d'étude est située à différentes échelles bioclimatiques du nord-est algérien, allant du sub-humide à l'hyper aride: les Hauts-Plateaux, les steppes et le Sahara septentrional. Les 39 sites prospectés appartiennent à neuf wilayas différentes (Biskra, Batna, El-oued, M'sila, Laghouat, Djelfa, Khanchela, setif, Bourdj bou arreridj) et les prospections ont eu lieu au cours de la période allant de 2007 à 2011.

Les résultats de l'analyse physico-chimiques et bactériologiques de l'eau des sites prospectés montrent que la qualité des eaux de ces hydrosystèmes varie entre une bonne et de mauvaise qualité. L'étude qualitative et quantitative du phytoplancton montrent que, la flore microalgale est composée de 97 genres, appartenant à 12 classes, qui sont: les *Bacillariophyceae*, *Dinophyceae*, *Chlorophyceae*, *Cyanophyceae*, *Zygnemophyceae*, *Synurophyceae*, *Chrysophyceae*, *Xanthophyceae*, *Euglenophyceae*, *Trebouxiophyceae*, *Chlorodendrophyceae* et *Ulvophyceae*. La classe des *Bacillariophyceae* représente 44 genres soit 46 % du peuplement phytoplanctonique recensé. La majorité des algues répertoriées sont des espèces cosmopolites à large spectre écologique. Sur les 97 genres identifiés, 9 (soit 8%) sont connus potentiellement toxiques. Les genres toxiques appartiennent à deux classes principales ; les Dinophycés et les Cyanophycées. Les espèces toxiques présentent trois niveaux de toxicité ; *Oscillatoria*, *Microcystis* et *Anabaena* sont des hépatotoxiques, *Lyngbya* considérée comme dermatotoxiques et *Anabaena* comme neurotoxique. Toutes les dinoflagellés recensés sont des neurotoxiques.

Cette étude a également permis l'identification de 14 espèces de poissons appartenant à 5 familles et 11 genres. Les Cyprinidés (*Barbus spp*, *Pseudophoxinus sp*, *Cyprinus carpio*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Carassius gibelio*, *Aristichthys nobilis*, *Pseudorasbora parva*), les Poeciliidés (*Gambusia affinis*), les Cyprinodontidés (*Aphanius fasciatus*), les Percidés (*Perca fluviatilis*, *Lucioperca lucioperca*) et les Cichlidés (*Oreochromis niloticus*, *Tilapia zillii* et *Tilapia sp*). Les *Cyprinidae* représentent la famille la plus nombreuse avec 7 espèces ainsi que la famille la plus fréquente tant dans l'espace que dans le temps. L'analyse statistique des différents facteurs intervenant dans la répartition des espèces natives et exotiques montre que seule les exotiques présentent une liaison très hautement significative avec le type des milieux et le facteur anthropique est celui qui intervient le plus dans les modalités de répartition des populations de poissons.

La caractérisation de la parasitofaune de différentes espèces hôtes de poissons nous a permis d'identifier 12 genres de parasites appartenant à 9 groupes taxonomiques. Nous notons la présence des protozoaires (*Trichodina*, *Myxobolus*, *Ichtyophthirius* et *Chilodonella*), des Plathelminthes (*Dactylogyrus*, *Gyrodactylus*, *Acanthocephala* et *Bothriocephalus*), des Nematelminthea (*Philometra* et *Microfilarea ind*) et des Crustacés (*Ergasilus* et *Lernaea*). Le genre *Barbus* héberge plus de 48% des espèces de parasites inventoriés. Les mâles représentent la partie des populations la plus touchée par les parasites. Toutes les classes de tailles sont susceptibles d'être parasitées à des degrés variables et les poissons les plus âgés présentent une forte résistance vis-à-vis aux agressions causées par les parasites.

Mots clés : Hydrosystèmes, qualité de l'eau, phytoplancton, poissons, biométrie, écologie, parasitologie, Algérie.

Abstract

Our study is devoted to the bio-ecological characterization of abiotic elements (characterization of water) and biotic (phytoplankton and fish) in 39 different aquatic environments (natural and artificial) of the Aures region and the northern Sahara. This large study area is located at different bioclimatic scales of northeastern Algeria, ranging from sub-humid to hyper arid: the Highlands, the plains and the northern Sahara. The 39 prospected sites are belonging to nine different provinces (Biskra, Batna, El- Oued, M'sila Laghouat, Djelfa Khanchela, Setif, Bourdj bou arreridj) and prospections were held during the period from 2007 to 2011.

The results of the physico- chemical and bacteriological analysis of prospected sites water show that the water quality of these hydrosystems varies between good and bad. Qualitative and quantitative study of phytoplankton showed that the microalguale flora consists of 97 genera belonging to 12 classes , which are: Bacillariophyceae , Dinophyceae , Chlorophyceae , Cyanophyceae , Zygnemophyceae , Synurophyceae , Chrysophyceae , Xanthophyceae , Euglenophyceae , Trebouxiophyceae , Chlorodendrophyceae and Ulvophyceae. Class Bacillariophyceae represents 44 genera with 46 % of the phytoplankton population identified. Most algae are listed as cosmopolitan species with a wide ecological spectrum. Among the 97 identified genera, 9 (8%) are known as potentially toxic. Toxic genera belong to two main classes: the Dinophyceae and Cyanophyceae. Toxic species have three levels of toxicity: *Oscillatoria*, *Microcystis* and *Anabaena* are hepatotoxic, *Lyngbya* is dermatotoxiques and *Anabaena* is considered as neurotoxic. All dinoflagellates listed are neurotoxic.

This study also allowed the identification of 14 species of fish belonging to five families and 11 genera. Cyprinidae (*Barbus spp Pseudophoxinus sp* , *Cyprinus carpio*, *Hypophthalmichthys molitrix* , *Carassius gibelio* , *Aristichthys nobilis Pseudorasbora parva*), the Poeciliidae (*Gambusia affinis*), the Cyprinodontidae (*Aphanius fasciatus*) , the Percidae (*Perca fluviatilis*, *Lucioperca lucioperca*) and Cichlids (*Oreochromis niloticus*, *Tilapia zillii and Tilapia sp*). The Cyprinidae are the most numerous family with seven species and the most occurrente both in space and in time. The statistical analysis of the various factors involved in the distribution of native and exotic species shows that only exotic exhibit very highly significant correlation with the medium type and the anthropic factor is one that takes the most in terms of fish populations distribution. Parasitofaune characterization of different host fish species has allowed us to identify 12 genera of parasites belonging to nine taxonomic groups. We note the presence of protozoa (*Trichodina* , *Myxobolus* , *Ichthyophthirius and Chilodonella*), Platyhelminthes (*Dactylogyrus*, *Gyrodactylus*, *Acanthocephala and Bothriocephalus*) of Nematelminthea (*Philometra and Microfilarea ind*) and Crustaceans (*Ergasilus and Lernaea*). The genus *Barbus* hosts more than 48% of parasite species inventoried. Males represent the most affected population portion by parasites. All size classes could be infested to varying degrees and older fish have a high resistance towards the attacks caused by parasites.

Keywords: Hydrosystems, water quality, phytoplankton, fish, biometrics, ecology, parasitology, Algeria.