

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie – EL- Harrach Alger



## THESE

*En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat troisième cycle en Sciences Agronomiques*

**Ecologie du barbeau de l'Algérie, *Luciobarbus callensis*  
(Valenciennes, 1842) (Cyprinidae) dans Oued El-Harrach et de ses  
affluents (nord de l'Algérie).**

Présenté par : Abdellah MORSI

Soutenue le :

**Jury :**

<b>Président :</b>	<b>M. DOUMANDJI S.</b>	<b>Professeur (ENSA - Alger)</b>
<b>Directeur de thèse :</b>	<b>M. BICHE M.</b>	<b>Professeur (ENSA - Alger)</b>
<b>Examineurs :</b>	<b>M. SI BACHIR A.</b>	<b>Professeur (Univ. Batna)</b>
	<b>M. MEDDOUR A.</b>	<b>M.C.A (Univ. Annaba)</b>
	<b>M. ZOUAKH D.</b>	<b>M.C.A (E.P.S.N.V-Alger)</b>
<b>Invités :</b>	<b>M. MIMECHE F.</b>	<b>M.C.A (Univ. M'sila)</b>

**Année Universitaire : 2015-2016**

*À ma mère*

*À mon père*

*À toutes les âmes qui m'aime*

*Tout d'abord je remercie Dieu le tout puissant, de m'avoir guidé sur la bonne voie, vers la lumière et de m'avoir accordé la volonté et le courage afin de réaliser ce présent travail dont les résultats ont été abouti au sein du département de zoologie agricole et forestière de l'École Nationale Supérieure d'Agronomie d'El Harrach.*

*De plus, cette thèse de Doctorat, ne serait jamais pu être réaliser sans avoir l'aide, les conseils et le soutien de plusieurs personnes de près ou de loin. C'est pourquoi je tiens à les remercier tous.*

*Je voudrais remercier Monsieur BICHE Mohamed, Professeur au département de Zoologie Agricole et Forestière de l'École Nationale Supérieure d'Agronomie, pour avoir voulu accepter de diriger ce travail. Pour tout son dynamisme et ses compétences scientifiques, sa disponibilité constante associée à son esprit critique, qui m'a permis de mener à bien cette étude et à la réalisation du contenu de ce manuscrit. Je lui en garde une profonde gratitude.*

*Je tiens à remercier vivement Monsieur le Professeur Doumandji Salaheddine, du département de Zoologie Agricole et Forestière de l'École Nationale Supérieure d'Agronomie pour l'intérêt qu'il porte à ce travail et pour m'avoir témoigné sa confiance en acceptant de présider le jury. Je lui exprime toute ma profonde gratitude à ce Monsieur qui a ouvert ses bras pour moi, ses conseils, ses encouragements infinis. Pour moi il a toujours été un grand symbole de la science, du wisdom et de la patience. Qu'il me soit permis de lui exprimer ma plus haute considération.*

*Je tiens aussi à remercier Monsieur Si Bachir Abdelkrim le Professeur du département de Biologie à l'Université de Batna, qui m'a honoré de bien vouloir accepter d'être membres de mon jury et de juger mon travail.*

*Et comment oublié Monsieur le Docteur Mimeche Fateh un ami, un collègue qui m'a toujours orienté depuis le début de cette recherche, je vous remercie pour votre temps, votre patience envers moi. Je vous considère vraiment comme un grand frère. Que dieux vous béni.*

*Ma profonde gratitude va au Monsieur et madames Ould-ruis, Fergani pour leur soutien moral durant cette étude et pour leur patience, effort pendant ma formation d'ingénieur sans oublier de remercier tous mes autres enseignants de l'USTHB et de l'ENSA.*

*Aux membres des laboratoires du département de zoologie à l'INA : madame Doumandji, madame Soraya, Enseignants, Doctorants, étudiants, ingénieurs.....*

*Toute ma sympathie et mes sincères remerciements vont au villageois de Magtaa Lazreg, leurs enfants qui mon aidé énormément a exploré le terrain, et le milieu d'étude.*

*Je ne saurais oublier de présenter mes remerciements au personnel du SEAAL de la station d'épuration d'eau de Sidi-rcin ainsi que le personnel du laboratoire central à Kouba, pour leur amabilité et leur gentillesse.*

**Abdellah Morsi**

*Je dédie ce modeste travail ;*

*A ceux qui ont fait de ce que je suis, qui m'ont aidé et qui ont sacrifié pour moi et qui , leur soutien, leur amour et leur affection, mes chère parents ma chère mère Nacera et mon chère père Menad, un très grand merci. Que dieux vous garde. Je n'oublie pas un homme, qui m'a formé et qui m'a donnée l'espoir d'avancé, avec toute fierté mon chère oncle el Hadj Salem sans oublié mes oncles Zohir, abdellouheb.*

*A mes sœurs Meriem, Khaoula et Zinouba qui m'ont soutenue moralement sans oublié Aicha, Maria et Romaisa et mon petit frère Khalilou et a tous mes cousins et mes cousines surtout Kamel, sans oublier mes beaux-freres Chawki, Mahdi, Tarek et Belgacem ainsi que leur enfants Anfal, Abderrahmane et Samsam, un grand merci pour mon étudiante Fatma Zohra.*

*A mes amies Abdelmalek, Oualid, Rahim, Islam, Omar, Housseem, Alilou, Amine, Sofiane et Hamid.*

*A mon équipe de judo mon entraîneur Sid-Ali et mes amies Mokhtar et surtout notre champion Yasser.*

*A tous mes collègues de l'INA, Abderrahmane, Mohammed, sans oublié de remercié la secrétaire Zineb qui travaille au seine l'INA.*

**Abdellah Morsi**

# Table des matières

## Table des matières

	<b>Pages</b>
Introduction.....	1
<b><i>Chapitre 1 : Milieu d'étude (Oued El-Harrach)</i></b>	
1- Situation géographique.....	4
2- Cadre géologique .....	7
3- Le réseau hydrographique .....	9
4- Régime hydrologique .....	11
4.1- Le débit.....	12
4.2- Les crues .....	13
4.3- Etiages .....	14
5- Climatologie .....	15
5.1- La température .....	16
5.2- Précipitations.....	17
5.3- Vents .....	19
5.4- L'ensoleillement.....	20
5.5- Le diagramme ombrothermique .....	21
5.6- Quotient pluviométrique d'Emberger .....	23
6- Faune et flore .....	24
7- Les activités anthropiques .....	26
<b><i>Chapitre 2 : Généralités sur le barbeau d'Algérie</i></b>	
1- Les poissons.....	28
1.1- Définition et Historique .....	28
1.2- Les poissons d'eau douce dans le profil longitudinal des rivières .....	29
1.3- Pourquoi étudier les peuplements de poissons.....	30
2- La famille des cyprinidés.....	30
3- Le genre <i>Luciobarbus</i> .....	32
3.1- Classification.....	32
3.2- Bio-écologie.....	33
3.2.1- Description morpho-anatomique.....	33
3.2.2- Régime alimentaire.....	35
3.2.3- Reproduction et croissance.....	36
3.2.4- Ecologie et comportement.....	37
3.3- Biogéographie.....	39
3.4- Statut juridique .....	40

### **Chapitre 3 : Matériels et méthodes**

1- Présentation des stations d'étude.....	41
1.1- Choix des stations.....	41
1.2- Description et caractéristique des stations .....	41
1.3- Compagne de prélèvement.....	43
2- Etude des facteurs physico-chimique .....	43
2.1- Paramètres physique (in-situ) .....	45
2.1.1- Température de l'eau (T <sup>°e</sup> ).....	45
2.1.2- Oxygène dissous (O <sub>2</sub> ) .....	45
2.1.3- Potentiel d'hydrogène (pH).....	45
2.1.4- Potentiel d'oxydoréduction (P redox) .....	46
2.1.5- Conductivité électrique (Ce).....	46
2.1.6- Salinité (Sal).....	46
2.1.7- Turbidité.....	46
2.1.8- Matières en suspension (MES).....	47
2.2- Paramètres chimique (au laboratoire).....	47
2.2.1- Bicarbonates (HCO <sup>3-</sup> ).....	47
2.2.2- Chlorures (Cl <sup>-</sup> ).....	47
2.2.3- Calcium (Ca <sup>2+</sup> ).....	48
2.2.4- Magnésium (Mg <sup>2+</sup> ).....	48
2.2.5- Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ).....	48
2.2.6- Phosphate (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ).....	48
2.2.7- Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) .....	49
2.2.8- Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) .....	49
2.2.9- Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) .....	49
2.3- Le coefficient de corrélation de Spearman.....	50
2.4- Analyse en composantes principales (A.C. P).....	50
3- Etude des facteurs biologiques .....	50
3.1- Matériels et technique de pêche.....	51
3.1.1- Le filet de pêche traditionnel.....	51
3.1.2- Le filet de pêche à la senne fixe (Beach Seines) .....	51
3.1.3- L'épuisette ovale .....	52
3.1.4- La pêche électrique.....	52
3.1.5- Matériels utilisés au laboratoire.....	52
3.2- Méthodes biologiques.....	53
3.2.1- La structure de la population.....	53
3.2.1.1- Etude des mensurations des poissons (Longueurs et poids).....	53
3.2.1.2- La détermination de direct de l'âge.....	54
3.2.1.3- L'étude de la croissance .....	57
A- Le modèle théorique de la croissance de Ludwig Von Bertalanffy.....	57
B- Croissance relative taille-poids (relation d'allométrie).....	60
C- La croissance pondérale.....	60
D- Le Facteur de condition.....	61
3.2.2- Etude de la reproduction.....	61
3.2.2.1- Détermination du sexe.....	62



3.2.2.2- Le sex-ratio.....	63
3.2.2.3- Le Rapport gonado-somatique (RGS).....	64
3.2.2.4- Age et taille de la première maturité sexuelle.....	65
3.2.2.5- Stades sexuels chez le Barbeau.....	65
3.2.3- Activité alimentaire.....	66
3.2.3.1- Rapport viscéro-somatique (RVS).....	66
3.2.3.2- Indice de réplétion (IR).....	67

#### **Chapitre 4 : Résultats et discussion**

1- Etude des facteurs physico-chimiques de l'eau.....	68
1.1- Les températures (To air et To eau) .....	69
1.2- Oxygène dissous (O <sub>2</sub> ) .....	71
1.3- Potentiel d'hydrogène (pH).....	73
1.4- Potentiel d'oxydoréduction (P redox) .....	74
1.5- Conductivité électrique (Ce).....	75
1.6- Salinité (Sal).....	77
1.7- Turbidité.....	78
1.8- Matières en suspension (MES).....	79
1.9- Bicarbonates (HCO <sup>3-</sup> ).....	80
1.10- Chlorures (Cl).....	81
1.11- Calcium (Ca <sup>2+</sup> ) et Magnésium (Mg <sup>2+</sup> ).....	82
1.12- Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ).....	84
1.13- Phosphates (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ).....	87
1.14- Nitrates (NO <sup>3-</sup> ).....	88
1.15- Nitrites (NO <sup>2-</sup> ).....	89
1.16- Ammonium (NH <sup>4+</sup> ).....	91
•Analyse en composantes principales et corrélation des variables physico-chimiques	92
2- Etude des facteurs biologiques.....	97
2.1- Etude de la croissance de la population.....	97
2.1.1- Distribution des fréquences des tailles.....	97
2.1.2- Etude de l'âge et structure de la population.....	99
2.1.3- Croissance linéaire (modèle Von Bertalanffy).....	104
2.1.4- Croissance relative (taille-poids) .....	106
2.1.5- Croissance pondérale.....	108
2.1.6- Le Facteur de condition (K).....	109
2.2- Etude de la Reproduction.....	112
2.2.1- Etude de le sex-ratio.....	112
2.2.2- Le rapport gonado-somatique (RGS).....	115
2.2.3- Le rapport hépato-somatique (RHS).....	118
2.2.4- Relation des indices moyens RGS - RHS de la population.....	120
2.3- Activité alimentaire.....	124
2.3.1- Rapport viscéro-somatique (RVS).....	124
2.3.2- Indice de réplétion (IR).....	126
2.3.3- Relation des indices moyens RGS -IR de la population.....	128

Conclusion générale .....	130
Références bibliographiques .....	134
Les annexes	

# Liste des Tableaux

	Titres	Pages
<b>Tableau 1:</b>	Débits liquide mensuels (m <sup>3</sup> /s) de l'oued El-Harrach (Hammam melouane).	12
<b>Tableau 2:</b>	Débits liquide / apport annuels (m <sup>3</sup> /s) de l'oued El-Harrach (Hammam melouane).	13
<b>Tableau 3:</b>	Débits liquide / apport annuels (m <sup>3</sup> /s) de l'oued El-Harrach (Baraki).	13
<b>Tableau 4:</b>	Moyenne mensuelle et annuelle de la température et des précipitations de la région d'Alger durant la période 1996-2005 (O.N.M, A.N.R.H 2014).	21
<b>Tableau 5:</b>	Moyenne mensuelle et annuelle de la température et des précipitations de la région de Blida durant la période 1996-2005 (O.N.M, A.N.R.H 2014).	21
<b>Tableau 6:</b>	Echelle macroscopique de la maturité sexuelle du barbeau algérien <i>L. callensis</i> Oued El-Harrach.	66
<b>Tableau 7:</b>	Matrice de corrélation des paramètres physico-chimiques.	95
<b>Tableau 8:</b>	Distribution de fréquence de taille du barbeau algérien ( <i>L. callensis</i> ) à Oued El-Harrach	97
<b>Tableau 9:</b>	Classes d'âge de la population du barbeau algérien ( <i>L. callensis</i> ) à Oued El-Harrach.	99
<b>Tableau 10:</b>	Groupe d'âge, longueur total (LT) et Poids total (WT) de la population du barbeau algérien ( <i>L. callensis</i> ) à Oued El-Harrach.	101
<b>Tableau 11:</b>	Longueur total maximal et classe d'âge observé dans différentes études sur le Barbeau <i>L. callensis</i> par d'autres auteurs (m et f indiquent respectivement les mâles et les femelles).	103
<b>Tableau 12:</b>	Paramètres de de l'équation de Von Bertalanffy chez le Barbeau <i>L. callensis</i> à l'Oued El-Harrach.	104
<b>Tableau 13:</b>	Croissance relative taille-poids et les valeurs des paramètres (a et b) du Barbeau <i>L. callensis</i> de l'Oued El-Harrach (populations immatures, mâles et femelles).	106
<b>Tableau 14:</b>	Sex-ratio global de <i>L. callensis</i> des individus matures récoltés dans l'Oued El-Harrach pendant la période d'étude.	112

# Liste des figures

	Titres	Pages
<b>Figures 1:</b>	Situation géographique de l'Oued El-Harrach.	6
<b>Figures 2:</b>	Géologie du bassin versant de l'oued El Harrach (A.N.R.H, 2015).	8
<b>Figures 3:</b>	Réseau hydrographique de l'oued El Harrach (A.N.R.H, 2011).	10
<b>Figures 4:</b>	Variation de la température moyenne mensuelle des deux régions (Alger, Blida) entre 1996-2005 (O.N.M, 2014).	16
<b>Figures 5:</b>	Variation de la température atmosphérique pendant la campagne de prélèvement de la région de Magtaa-lazrag (Blida) entre 2013-2014.	17
<b>Figures 6:</b>	Carte pluviométrique pour l'Algérie du Nord (ANRH, 1993).	18
<b>Figures 7:</b>	Variation des précipitations mensuelles des deux régions (Alger, Blida) entre 1996-2005 (O.N.M, 2014).	19
<b>Figures 8:</b>	Vitesse moyenne mensuelles des deux régions (Alger, Blida) entre 1996-2005 (O.N.M, 2014).	19
<b>Figures 9:</b>	Les variations des heures d'ensoleillement de la région d'Alger entre 1999-2005 (O.N.M. 2014).	20
<b>Figures 10:</b>	Diagramme Ombrothermique de Bagnoul et Gausson des deux régions (Alger, Blida) entre (1996, 2005).	22
<b>Figures 11:</b>	Localisation des deux régions (Alger et Blida) sur le Climat-gramme d'Emberger.	23
<b>Figures 12:</b>	Aspect générale d'un groupe de cyprin	32
<b>Figures 13:</b>	Morphologie externe du Barbeau ( <i>L. callensis</i> )	33
<b>Figures 14:</b>	Anatomie du Barbeau après dissection ( <i>L. callensis</i> )	34
<b>Figures 15:</b>	Localisation géographique de site d'étude.	41
<b>Figures 16:</b>	Localisation des stations de pêche et de prélèvement. (Google earth 2015).	42
<b>Figures 17:</b>	Vue globale des stations de pêche et de prélèvement.	43
<b>Figures 18:</b>	Vue générale du filet de pêche à la senne fixe avec méthode de Beach Seines.	52
<b>Figures 19:</b>	Les différentes mesures effectuées sur le poisson.	53
<b>Figures 20:</b>	Structure d'une écaille du <i>L.callensis</i> .	55
<b>Figures 21:</b>	Prélèvement des écailles du barbeau récolté de l'Oued El-Harrach.	56
<b>Figures 22:</b>	Ecaille de Barbeau observée sous une loupe-camera électronique (Zeiss).	57
<b>Figures 23:</b>	Modèle de croissance de Von Bertalanffy .	58
<b>Figures 24:</b>	Gonade male du <i>L.callensis</i> a Oued El-Harrach.	62
<b>Figures 25:</b>	Gonade femelle du <i>L.callensis</i> à Oued El-Harrach.	62
<b>Figures 26:</b>	Variations mensuelles de la température de l'air et de l'eau au niveau d'Oued El-Harrach (2013-2014).	70
<b>Figures 27:</b>	Variations mensuelles de l'Oxygène dissous et la température de l'eau au niveau d'Oued El-Harrach (2013-2014).	72
<b>Figures 28:</b>	Variations mensuelles de Potentiel d'hydrogène au niveau de l'Oued d'El-Harrach (2013-2014).	74
<b>Figures 29:</b>	Variations mensuelles de Potentiel d'oxydoréduction au niveau D'Oued El-Harrach (2013-2014).	75
<b>Figures 30:</b>	Variations mensuelles de la conductivité électrique au niveau de l'Oued El-Harrach (2013-2014).	76
<b>Figures 31:</b>	Variations mensuelles de la salinité au niveau d'Oued El-Harrach (2013-2014).	77
<b>Figures 32:</b>	Variations mensuelles de la turbidité au niveau d'Oued El-Harrach (2013-2014).	78
<b>Figures 33:</b>	Variations mensuelles de la MES au niveau de l'Oued El-Harrach (2013-2014).	79
<b>Figures 34:</b>	Variations mensuelles des valeurs des bicarbonates au niveau d'Oued El-Harrach (2013-2014).	80
<b>Figures 35:</b>	Variations mensuelles des valeurs des chlorures au niveau de l'Oued d'El-Harrach (2013-2014).	82
<b>Figures 36:</b>	Variations mensuelles du calcium et du magnésium au niveau d'Oued El-Harrach (2013-2014).	84
<b>Figures 37:</b>	Variations mensuelles des variations des sulfates au niveau d'Oued El-Harrach (2013-2014).	85
<b>Figures 38:</b>	Variations mensuelles des variations des phosphates au niveau de l'Oued El-Harrach (2013-2014).	87
<b>Figures 39:</b>	Variations mensuelles des variations des nitrates au niveau d'Oued El-Harrach (2013-2014).	89

<b>Figures 40:</b>	Variations mensuelles des variations des nitrites au niveau d'Oued El-Harrach (2013-2014).	<b>90</b>
<b>Figures 41:</b>	Variations mensuelles des variations de l'ammonium total au niveau d'Oued El-Harrach (2013-2014).	<b>91</b>
<b>Figures 42:</b>	Représentation des variables physico-chimiques dans un cercle de corrélation et dans le plan principal F1×F2	<b>94</b>
<b>Figures 43:</b>	Histogrammes des fréquences d'abondance de tailles de la population totale (mâle, femelle et immatures) du barbeau d'Algérie ( <i>L. callensis</i> ) à Oued El-Harrach.	<b>98</b>
<b>Figures 44:</b>	Distribution saisonnière des tailles (longueur totale) au sein de la population des barbeaux échantillonnées ( <i>L. callensis</i> ) à Oued El-Harrach.	<b>99</b>
<b>Figures 45:</b>	Classes d'âge des mâles, femelles et les immatures capturés à Oued El-Harrach.	<b>100</b>
<b>Figures 46:</b>	Distribution de fréquence des longueurs a la fourche (LF) des mâles (M), femelles (F) et des immatures (Im) des spécimens du barbeau, capturés durant chaque saison dans l'Oued El-Harrach.	<b>102</b>
<b>Figures 47:</b>	Histogramme de fréquence de tailles en fonction de l'âge chez <i>L.callensis</i> à Oued El-Harrach.	<b>103</b>
<b>Figures 48:</b>	Courbe de croissance linéaire en fonction de l'âge suivant le Modèle de Von Bertalanffy chez le Barbeau <i>L. callensis</i> . (VONBIT).	<b>105</b>
<b>Figures 49:</b>	Courbe de croissance linéaire en fonction de l'âge cher les deux sexes (mâle et femelle) suivant le Modèle de Von Bertalanffy chez le Barbeau <i>L. callensis</i> . (VONBIT).	<b>105</b>
<b>Figures 50:</b>	Courbe de croissance relative (taille-poids) chez le Barbeau <i>L. callensis</i> a l'Oued El-Harrach	<b>108</b>
<b>Figures 51:</b>	Courbe de croissance pondérale en fonction de l'âge de la population chez <i>L. callensis</i> .	<b>109</b>
<b>Figures 52:</b>	Variation mensuelle de Facteur de condition (K) chez les mâles, les femelles et les immatures des spécimens de Barbeau capturés à Oued El-Harrach.	<b>111</b>
<b>Figures 53:</b>	Variation de facteur de condition en fonction de classe de taille chez <i>L.callensis</i> capturés à Oued El-Harrach.	<b>112</b>
<b>Figures 54:</b>	Variation mensuelle du sex-ratio chez <i>L. callensis</i> capturés à Oued El-Harrach au cours de la période d'étude (2013-2014).	<b>113</b>
<b>Figures 55:</b>	Variation des taux de mâles et des femelles en fonction des classes de taille <i>L.callensis</i> capturés à Oued El-Harrach au cours de la période d'étude (2013-2014).	<b>116</b>
<b>Figures 56:</b>	Variation mensuelles des rapports gonado-somatiques chez les deux sexes chez <i>L.callensis</i> capturés à Oued El-Harrach au cours de la période d'étude (2013-2014).	<b>118</b>
<b>Figures 57:</b>	Variation du rapport gonado-somatique en fonction de la taille rapports <i>L.callensis</i> capturés à Oued El-Harrach au cours de la période d'étude (2013-2014).	<b>120</b>
<b>Figures 58:</b>	Variation mensuelles des rapports Hépatosomatiques chez les deux sexes de <i>L.callensis</i> capturés à Oued El-Harrach au cours de la période d'étude (2013-2014).	<b>122</b>
<b>Figures 59:</b>	Variation mensuelle des Rapport gonado-somatique -Rapport hépatosomatique moyen de la population de <i>L. callensis</i> capturés à Oued El-Harrach au cours de la période d'étude (2013-2014).	<b>124</b>
<b>Figures 60:</b>	Variation saisonnières des Rapport gonado-somatique -Rapport hépatosomatique moyen de la population de <i>L. callensis</i> capturés à Oued El-Harrach au cours de la période d'étude (2013-2014).	<b>125</b>
<b>Figures 61:</b>	Variation des moyennes mensuelles du rapport viscéro-somatique chez les deux sexes de <i>L. callensis</i> capturés à Oued El-Harrach au cours de la période d'étude (2013-2014).	<b>125</b>
<b>Figures 62:</b>	Variation saisonnière du rapport viscéro-somatique chez les deux sexes de <i>L.callensis</i> capturés à Oued El-Harrach au cours de la période d'étude (2013-2014).	<b>125</b>
<b>Figures 63:</b>	Variation des moyennes mensuelles de l'indice de réplétion chez les deux sexes de <i>L. callensis</i> à Oued El-Harrach au cours de la période d'étude (2013-2014).	<b>127</b>
<b>Figures 64:</b>	Variation saisonnière de l'indice de réplétion chez les deux sexes de <i>L. callensis</i> capturés à Oued El-Harrach au cours de la période d'étude (2013-2014).	<b>128</b>
<b>Figures 65:</b>	Variation mensuelles des Rapport gonado-somatique – indice de réplétion moyen de la population chez <i>L. callensis</i> capturés à Oued El-Harrach au cours de la période d'étude (2013-2014).	<b>129</b>

# Abréviation



**A.N.R.H., 2014** : Agence Nationale des Ressources Hydrologique. Données hydrologiques du bassin versant de l'Oued El Harrach.

**D.E.M.R.H., 1974** : Direction des Études du Milieu et des Ressources Hydrauliques. Projet de barrage de Rocher des Pigeons. Service Hydrologie.

**D.H.W.A., 2011** : Direction de l'Hydraulique de la Wilaya d'Alger - Quelques données hydrologique du bassin versant d'oued El-Harrach.

**F.A.O:** Food and Agriculture Organization of the United Nations.

**O.N.M., 2014** : Données climatiques de la Wilaya d'Alger.

**S.E.A.A.L., 2014** : Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger.

**VONBIT 2005:** Von Bertalanffy Iterative Approach.

# Glossaire

**Aérobiose** : Ambiance riche en oxygène qui permet une dégradation de la matière organique dégageant du gaz carbonique et de l'eau.

**Astien** : en géologie il est considéré comme un étage de la série pliocène.

**Baryte** : est une espèce minérale composée de sulfate de baryum de formule  $BaSO_4$  avec des traces de Sr, Ca et Pb.

**Benthique** : Le **benthos** est l'ensemble des organismes aquatiques (marins ou dulcicoles) vivant à proximité du fond des mers et océans, des lacs et cours d'eau.

**Biosphère** : Ensemble des écosystèmes de la Terre, correspondant à la mince couche (20 km max.) de l'atmosphère, de l'hydrosphère et de la lithosphère où la vie est présente.

**Cephalospidomorphes** : sont couramment considérés comme consistant en la seule classe des lamproies, parmi les Vertébrés actuels.

**Continuum** Continuité dans l'espace ou le temps, Ensemble de valeurs que peut prendre une grandeur dont les variations sont continuées.

**Crétacé** : Le Crétacé est une période géologique qui s'étend de  $145,5 \pm 4$  à  $65,5 \pm 0,3$  Ma. Elle se termine avec la disparition des dinosaures et de nombreuses autres formes de vie. Cette période est la troisième et dernière de l'ère Mésozoïque.

**Ectothermes** : Les organismes ectothermes sont des organismes dont la température corporelle est la même que celle du milieu extérieur et n'est donc pas produite par l'organisme lui-même. C'est le cas des poissons par exemple.

**Endémisme** : Caractère de la faune et de la flore d'un territoire lorsqu'elles comportent une forte proportion d'espèces propres à ce territoire.

**Eutrophes** : Se dit d'un plan d'eau (étang, lac, etc.) dont les eaux enrichies en matières organiques sont le siège d'une prolifération végétale et bactérienne entraînant une désoxygénation prononcée de l'eau.

**Flysch** : sont un ensemble de roches d'origine sédimentaire, formées par la répétition du même « motif » : une strate de grès, surmontée d'une strate de schistes argileux.

**L'epsomite grips** : est une espèce minérale fréquente constituée de sulfate de magnésium heptahydraté de formule  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ . Cette espèce forme parfois de rares cristaux prismatiques pouvant atteindre 8 cm.

**Limnophile** : sont des espèces qui vivent dans les parties calmes des cours d'eau ou dans les eaux stagnantes (marais par exemple), dans les eaux douces calmes.

**Lithophile** : Un organisme lithophile vit dans un biotope rocheux, avec des pierres, c'est un environnement biolithique, parvenant parfois à la constitution d'une lithosère. Ou un élément concentré dans l'écorce terrestre et fréquemment associé à l'oxygène.

**Lotique** : Un système lotique, en sciences de l'environnement, est ce qui est propre aux eaux courantes, ou relatif à des eaux courantes, quand le débit horaire d'un cours d'eau a une certaine vitesse. Les eaux lotiques sont l'opposé des eaux stagnantes, et un système lotique s'oppose au système lentique.

**Mésotrophes** : Milieu aquatique dont la teneur en éléments minéraux nutritifs est de valeur moyenne.

**Mollasse** : Formation sédimentaire détritique correspondant à un grès calcaire friable qui se forme dans les zones orogéniques, par destruction de reliefs jeunes avoisinants.

**Néogènes** : période, du cénozoïque (ou tertiaire), d'une durée approximative de 20 millions d'années, subdivisé en deux époques (miocène et pliocène).

**Oligocène** Troisième époque géologique du tertiaire. S'étend de 34 à 24 millions d'années. Apparition des premiers singes évolués, premiers cervidés et rhinocéros.

**Ostariophysiens** Taxon de poissons téléostéens... otocéphales (Otocephala). Ils ont un organe acoustique particulier, l'appareil de Weber.

**Plaisancien** : en Géologie est un Étage stratigraphique du Pliocène dans le Cénozoïque. S'étendant d'environ 3,6 à 2,6 millions d'années. Avant le présent.

**Préférendum** : en écologie, un préférendum ou preferendum (emprunté au latin *praefendum*, « ce qui doit être préféré ») désigne la valeur d'une variable ou d'un gradient, notamment la température, pour laquelle un organisme vivant, ou plus généralement une espèce, peut atteindre son développement optimum.

**Quaternaires** : Le Quaternaire est la troisième période géologique de l'ère du Cénozoïque et la plus récente sur l'échelle des temps géologiques. Cette période se caractérise par le retour des glaciations, l'apparition du genre *Homo* et l'extinction de l'Holocène.

**Rhéophile** : un organisme aquatique Capable de vivre dans un fort courant ou qui aime évoluer dans les zones de courant.

**Ripisylve** : ou rivulaire, est l'ensemble des formations boisées, buissonnantes et herbacées présentes sur les rives d'un cours d'eau, d'une rivière ou d'un fleuve, la notion de rive désignant le bord du lit mineur (ou encore lit ordinaire, hors crues) du cours d'eau non submergée à l'étiage.

**Spéciation** : en biologie, le processus évolutif par lequel de nouvelles espèces vivantes apparaissent. Une espèce, au sens du concept biologique d'espèce, est définie comme ayant une communauté d'ascendance au sein de laquelle tout individu est interfécond avec les autres et donnera une descendance fertile.

**Tétrapodes** : sont une super-classe d'animaux vertébrés (terrestre, aérien ou marin) dont le squelette comporte deux paires de membres munis de doigts, apparents ou atrophiés, témoignant dans l'évolution d'une adaptation primitive à la marche, tels que les amphibiens, les reptiles (dont les serpents), les mammifères et les oiseaux. et dont la respiration est normalement pulmonaire.

**Turnover** : rotation.

**Villafranchien** : Également dénommé Plio-Quaternaire, le Villafranchien couvre la fin du Tertiaire (Pliocène final) et le début du Quaternaire (Pléistocène initial). Il dure d'environ - 5,2 à - 1,2 / - 0,9 millions d'années.

# Introduction

L'eau est la ressource indispensable pour le développement de toutes les espèces (Vu, 2008), car elle est l'origine de la vie. L'écosystème aquatique est défini comme une unité de l'environnement dans laquelle est entretenue grâce à la lumière du soleil une communauté biologique (production, consommation et décomposition des organismes vivants), ainsi que les cycles des substances nécessaires à la vie (Laura 2000). Les écosystèmes aquatiques sont le siège de phénomènes chimiques, physiques et biologiques, et apparaissent comme une source limitée et fragile menacée par les atteintes à l'environnement (Aspe et Point, 1999). Les réserves d'eau douce de la planète, principalement constituées par quelques grands lacs auxquels viennent s'ajouter les millions de petits étangs, cours d'eau et rivières varient entre 250.000 et 400.000 m<sup>3</sup> (Hunnan *et al.*, 1982).

Depuis l'antiquité, l'eau douce joue un rôle dans la qualité de la vie sur terre et les parties du monde qui en disposent en grande quantité profitent d'une richesse souvent sous-estimée (Marche, 2004). L'homme depuis ses origines, s'installe auprès de l'eau (sources, rivières ou fleuves). L'eau en Algérie est un problème crucial et permanent mais aussi une ressource rare mal exploitée et mal gérée (Bouziani, 2006). Les eaux douces algériennes font l'objet de plusieurs études depuis le 19<sup>ème</sup> siècle, nous citerons ceux de Blanchard (1891), Gurney (1903), Gauthier (1928), Navas (1929), Zouakh (1995), Thomas (1998), Lounaci *et al.*, (2000) et Mebarki (2001).

Au cours de leur longue évolution qui remonte à l'aube des temps géologiques, vers moins de 545 millions d'années, les poissons ont pleinement colonisé les milieux aquatiques : les milieux océaniques jusque dans les plus grands fonds, les eaux saumâtres qui bordent les rivages marins ou drainent les déserts et les eaux douces, claires ou troubles, parfois même souterraines (Romeo et Paulson *in* Mellinger, 2002).

Le poisson, figure emblématique du milieu aquatique, est un vecteur de communication intéressant pour sensibiliser le public et les décideurs à la nécessité de préserver la qualité des milieux naturels (Monod 2001). C'est ainsi que la caractérisation des communautés de poissons des cours d'eau s'avère très importante parce que ceux-ci sont reconnus comme un bon outil d'aide à la prise de décisions environnementales (Angermeier et Schlosser 1995, Boulton 1999) et comme indices de la qualité du milieu aquatique dans le monde (Karr *et al.*, 1986, Soto-Galera *et al.*, 1998, Kestemont *et al.*, 2000, McDowall et Taylor 2000, Oberdorff *et al.*, 2001b), capables de signaler les dégradations du milieu (Fauch *et al.*, 1990, Scott et

Hall 1997, Wichert et Rapport 1998) et d'identifier le succès de restauration des écosystèmes aquatiques (Paller *et al.*, 2000).

La famille des cyprinidés comprend le plus grand nombre d'espèces (Mimeche *et al.*, 2013), car il montre une large distribution à travers le monde (Szlachciak et Strakowski 2010). Le barbeau algérien, *Luciobarbus* de Valenciennes, est une espèce endémique poissons distribués au nord-est de l'écorégion du Maghreb (Berrebi *et al.*, 1995 ; Kraiem et Pattee 1988 ; Azeroual *et al.*, 2000 ; Kara 2012 et Mimeche *et al.*, 2013). L'information est absente en Afrique du Nord, et il est très difficile d'apprécier le statut d'une espèce et à faire de la gestion et de la conservation appropriée. L'ichtyo-faune algérienne de la région est surtout caractérisé par une faible diversité dans l'eau douce

Le choix du Barbeau se justifie à la fois par son abondance dans les oueds algériens et par insuffisance de travaux concernant son Ecologie (Zouakh, 1995, Kraïem, 1996 et 1997 ; Doadrio *et al.*, 1998 ; Aberkane et Iguer-Ouada 2011, Ould-Rouis *et al.*, 2012 et Mimeche *et al* 2014)., sa biologie de reproduction ( Tazerouti, 1993) et sa phylogénie (Bouhadad, 1998). La répartition de *Barbus* sensu stricto dans la région circumméditerranéenne forme un groupe monophylétique fortement soutenu composée de deux lignées de barbeau (Machordom et Doadrio, 2001), *Barbus* et *Luciobarbus*, qui pourraient être considérés comme des genres distincts en accord avec les données morphologiques antérieures et l'analyse de l'ADN récente (Kottelat et Freyhof, 2007 ; Gante, 2011). Ainsi, dans la présente étude, nous utilisons la nomination de *Luciobarbus callensis* (Valenciennes, 1842) à barbeau de l'Algérie comme une synonymie de *Barbus callensis* Valenciennes, 1842.

Les objectifs de l'étude est la préservation et la protection d'une espèce endémique et de fournir des informations sur nous allons offrir de l'information sur la dynamique de la population et l'écologie de cette espèce, de réaliser une analyse biométrique (structure d'âge, taille, croissance, condition somatique), étudier reproduction (Sex-ratio, Période de ponte.) et faire une étude physico-chimique de l'eau de l'Oued ainsi que d'estimer l'effet de l'environnement sur le trait de croissance dans un milieu native (Oued El-Harrach) située dans une région au Nord avec une variation climatique annuelle importante. Les premiers examens globaux des peuplements animaux étudié à l'oued El Harrach ont été réalisés successivement par Djeridane et Salhi (1983), Arab et Zebdi (1983), Tazerouti (1993) et Zouakh (1995).

Pour ce faire, nous avons adopté le plan suivant :



- Le premier chapitre consiste en une présentation du milieu d'étude.
- Le deuxième chapitre comprend des généralités sur le barbeau où nous présentons les caractéristiques biologique, écologique, géographiques ainsi que la position taxonomique de l'espèce en question.
- Le matériel et les méthodes feront l'objet du troisième chapitre en effet, nous présenterons notre stratégie d'échantillonnage, le protocole expérimental que nous avons suivi ainsi que les modèles statistiques prédictifs qui semblent répondre à l'objectif de l'étude.
- Le quatrième chapitre résume l'ensemble des résultats et les discussions obtenus pour l'étude de l'âge et de la croissance ainsi que la reproduction du Barbeau pêché dans Oued El-Harrach.
- Enfin une conclusion générale ouvrant des perspectives utiles à l'avenir concernant des recherches phylogénétique et toxicologique de l'espèce.

Chapitre I : Milieu  
d'étude,  
Oued El-Harrach

## **Présentation du site d'étude (Oued El-Harrach)**

Oued El-Harrach est un hydro-système fluviale (Stream system), un écosystème donc le lit des cours d'eau est un biotope dont les caractéristiques varient selon sa morphologie (pente, largeur, rugosité, nature des fonds), le régime (débit moyen, crues, étiages) et la qualité des eaux (physique et chimique). Ces facteurs se combinent de manière très variée. De l'Atlas blidéen à l'estuaire, et déterminent une productivité biologique et des peuplements très diversifiés. Outre la fonction biologique, les milieux influencent l'état de la ressource en eau au travers des phénomènes d'autoépuration.

### **1- Situation géographique**

L'oued El-Harrach est l'un des plus grands oueds qui parcourent la plaine de la Mitidja. Il se localise dans le nord centre de l'Algérie. Il chevauche la wilaya d'Alger au nord et celle de wilaya de Blida au sud, Il prend naissance dans l'Atlas blidéen (djebel Messala). Il travers la plaine de la Mitidja et il se jette dans la baie d'Alger, après un parcours de 67 km. Ses Affluents sont : Oued Lakhra, Oued Boumâan, Oued Magtâa, Oued Djemâa, Oued Baba Ali, Oued Terrou, Oued Kerma, Oued Smar et Oued Ouchaïah (Fig.1).

L'Atlas blidéen constitue la partie centrale de la chaîne tellienne, en une masse imposante qui s'étend entre les parallèles 36°30' et 36° Nord et les longitudes 3°20' et 2°40' à l'Est du méridien international. Il s'allonge en direction du Sud-Ouest vers le Nord-Est parallèle aux méridionaux de la mer méditerranéenne.

Le massif Blidéen a une superficie de 1572,2 km<sup>2</sup> limité au Nord par la plaine de la Mitidja, à l'Ouest par l'Oued Chiffa, au Sud par l'Oued Mellah et à l'Est par le col des deux bassins (Halimi, 1980).

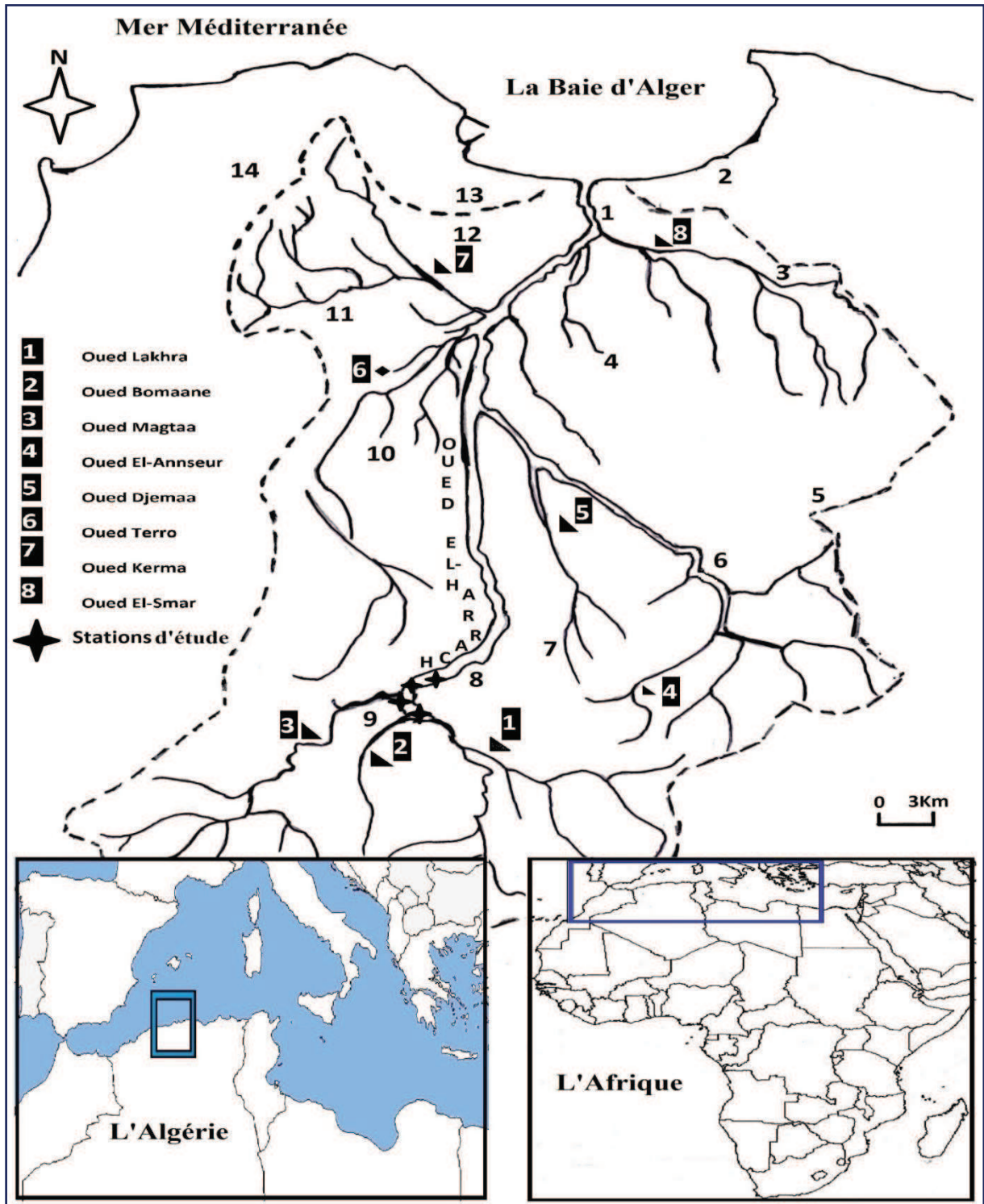
Il est limité au Sud par la bordure Nord du plateau de Médéa, à l'Est par les monts de Tablât, à l'Ouest par les monts de Chréa et au Nord par la Méditerranée. Il regroupe l'ensemble des communes de la zone centrale de la wilaya d'Alger et une partie des communes de la zone Nord de la wilaya de Blida.

- Wilaya d'Alger : Gué de Constantine, oued Smar, El Harrach, Bab Ezzouar, Dar El-Beida, Eucalyptus, Bourouba, Bachdjerah, Baraki, El Achour, Draria, Saoula, Baba Hassen, Khraissia, Douira, Birtouta, Ouled Chebel, Tessala El Merdja, Birkhadem, Sidi Moussa.
  
- Wilaya de Blida : Bougara, Baba Ali, Ouled Slama, Meftah, Chebli, larbaâ. (Berrahal et Merouane, 2004).

Le bassin versant de l'oued El Harrach appartient au grand bassin versant côtier algérois. Il couvre une superficie de 1236,28 km<sup>2</sup> et s'étend du Nord au Sud sur 51 km et d'Est en Ouest sur 31 km (Berrahal et Merouane, 2004).

Il se partage entre (03) parties appartenant : L'une à l'atlas Blidéen (600 km<sup>2</sup>), La deuxième a la pleine de la Mitidja (500 km<sup>2</sup>) et La troisième au versant du sahel (100 km<sup>2</sup>) (DHWA, 2011).

Ce bassin est largement exposé aux perturbations nord-nord-ouest en provenance de la méditerranée pour laquelle il constitue le premier véritable obstacle vers l'intérieur (Calvet et Dosseur, 1974).



(1.El-Harrch, 2.Borj El-Kiffan, 3.Dar El-Baida, 4.Babali, 5.Meftah, 6.Larbaa, 7.Bougara, 8.Hammam - melouane, 9.Magta-Lazrag Village, 10.Oued Bdour, 11.Duir, 12.Bir Khadem, 13.Oued Ouchaih, 14.Chéraga)

**Figure 1 :** Situation géographique de l'Oued El-Harrach.

## **2- Cadre géologique**

L'Atlas tellien est formé en majeure partie d'une chaîne schisteuse avec quelques bancs de calcaire. A la limite nord de l'Atlas dans la plaine de la Mitidja s'est accumulé un dépôt composé de gravier et de sable grossier. Au nord ce dépôt est recouvert par les composés d'argiles et les alluvions apportées par l'oued, provenant des régions, ces alluvions forment le sol de la plaine de la Mitidja (Bogardi et Lossen, 1974).

Le massif blidéen est presque entièrement constitué de schistes du crétacé inférieur sans fossiles, d'éboulis de pente de même origine, sans cohésion qui se désagrègent en éléments plus ou moins grossiers, pauvres en éléments nutritifs. Là, les roches cristallines disparaissent définitivement et les dépôts qui remontent aux ères primaires n'apparaissent que sur quelques endroits de contact entre la plaine et la montagne (Halimi, 1980).

Ce contact se fait à l'Est de l'oued El Harrach par un escarpement de faille qui ne ménage plus la transition de cônes d'accumulation entre la plaine et le versant montagneux (Mutin, 1977).

Le reste du bassin est constitué de flysch indifférencié (crétacé marneux) imperméable, avec une altération assez poussée montrant en surface des écoulements, des griffes et des glissements en nappe. La plaine est essentiellement une zone d'épandage où le matériel est surtout argilo limoneux. La basse plaine se caractérise par les formations du villafranchien plus connues sous le nom de marnes jaunes d'El Harrach qui s'entassent sur plusieurs centaines de mètres de centre à l'Ouest (Zouakh, 1995).

Le bassin versant de l'oued El Harrach est constitué essentiellement de trois unités géologiques (Fig.2) :

- Vers le sud on retrouve l'Atlas blidéen, c'est un vaste massif montagneux qui se constitue essentiellement d'épaisses séries d'âge crétacé.

- La plaine de la Mitidja qui constitue une véritable gouttière, où reposent des formations néogènes et quaternaires.
- Au Nord : le Sahel d'Alger. Il est constitué par les marnes d'âge Plaisancien et la mollasse d'âge Astien. Le piémont sud du Sahel caractérisé par des pentes douces est formé de dépôts argilo caillouteux (Berrahal et Merouane, 2004).

Remarque : Le crétacé moyen est caractérisé par des marnes schisteuses avec de rare banc de grés. Le crétacé supérieur est largement représenté par des marnes schistoïdes ou se disséminent des lentilles calcaires. Le quaternaire est constitué par des dépôts de cailloux, de sables et de limon en stratification entrecroisées. (Bouchelouche, 2010).

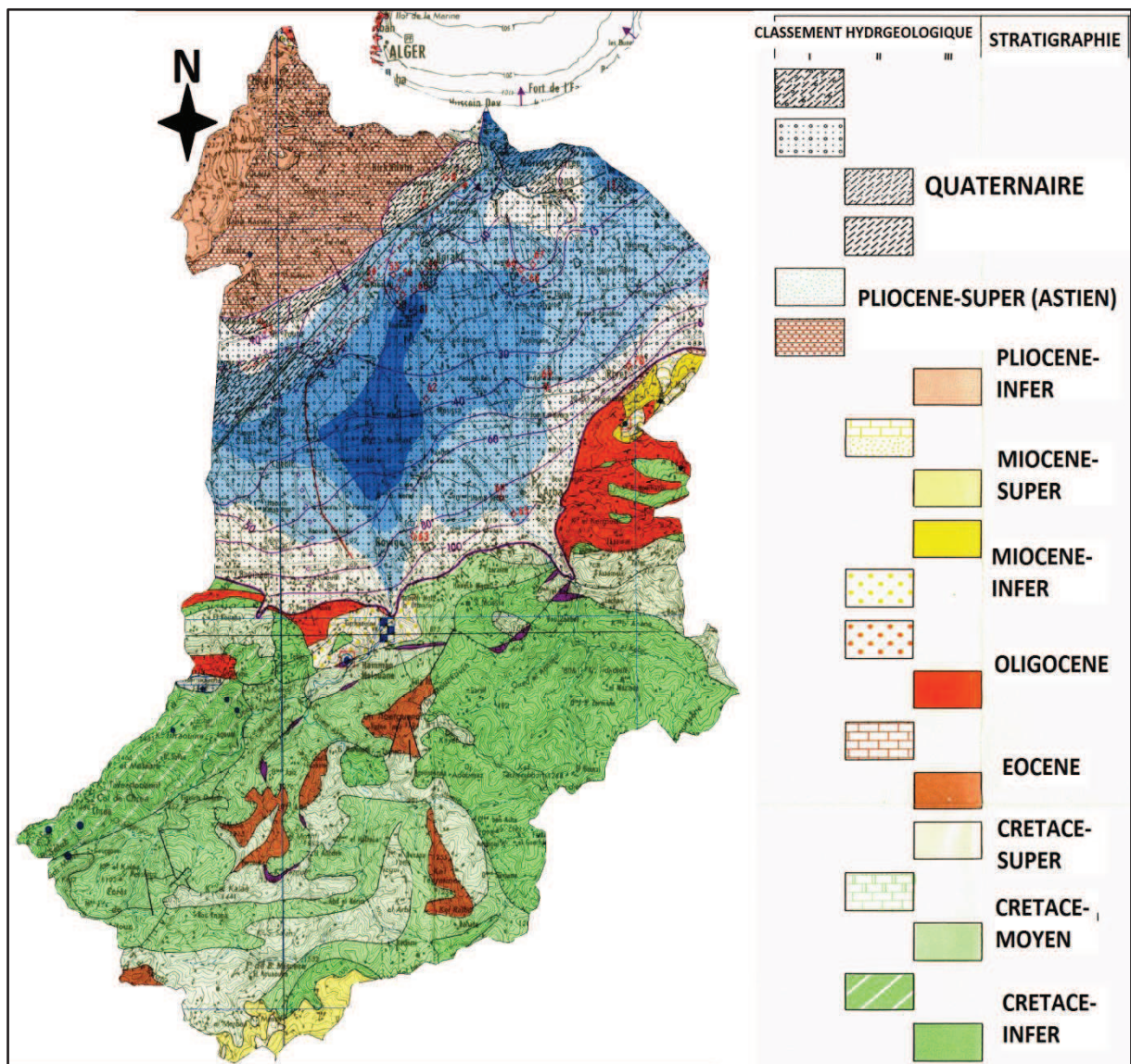


Figure 2 : Géologie du bassin versant de l'oued El Harrach (A.N.R.H, 2015).

### **3- Le réseau hydrographique**

Le bassin de l'Oued El-Harrach donne impression de grande homogénéité d'ensemble surtout dans la partie basse du bassin, donnant des vallées encaissées. En Aval, la pente s'adoucit considérablement (0,04% en moyenne) (D.E.M.R.H, 1974).

Le réseau hydrographique du massif blidéen est formé par une multitude de cours d'eau, allant de simples ruisseaux aux grandes rivières qui s'éparpillent dans toutes les directions pour s'agencer sous forme d'Oueds, s'écoulant suivant l'orientation tectonique Sud-Ouest, Nord-Est de l'Atlas tellien (Halimi, 1980).

La plaine de Mitidja est sillonnée par de grands Oueds : l'Oued Nador, Oued Mazafran, Oued Chiffa, Oued El Hamiz et Oued El Harrach. Les Oueds de la Mitidja sont les héritiers des oueds anciens, ont creusé leurs chutes dans l'anticlinal du sahel (267 m d'altitude) ainsi, le réseau hydrographique a subi d'importantes modifications. (Mutin, 1977).

L'Oued El-Harrach est formé par la confluence de deux principaux oueds (deux ruisseaux de sources) (Fig.3) :

- L'Oued Okacha (la confluence entre oued Boumaane et Oued Lakhra) avec (un bassin versant de 260 km<sup>2</sup>).
- L'Oued Magtaa (oued El-Aach) ((un bassin versant de 106 km<sup>2</sup>).

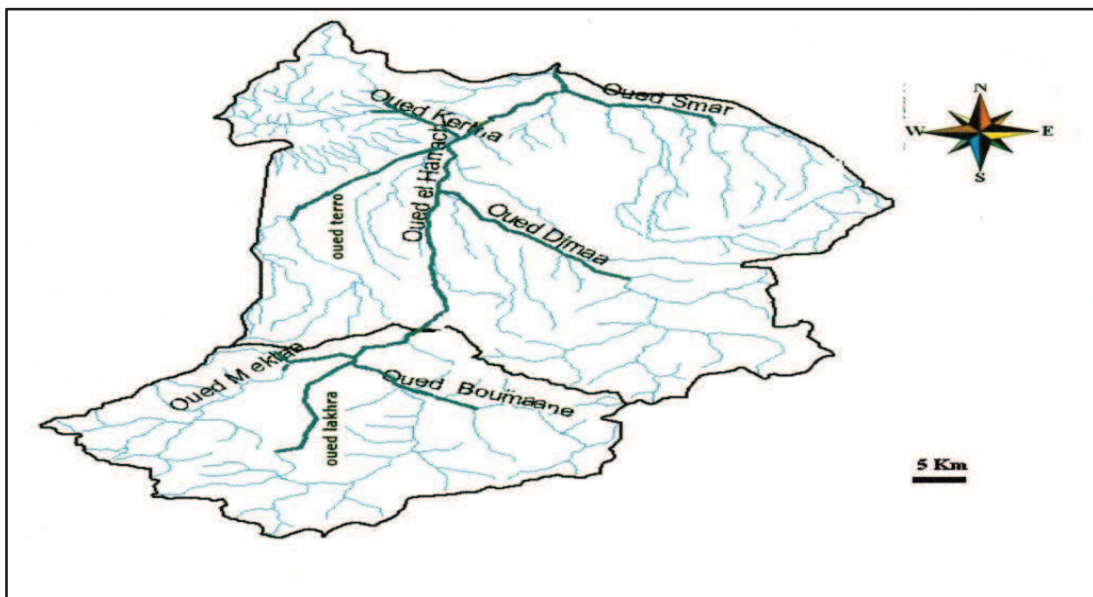
Ces derniers se rejoignent à environ 10 km au Sud de Hammam Melouane, puis l'Oued El Harrach coule en direction Nord-Est et élargie son cours dans la plaine de la Mitidja (Bogardi et Lossen, 1974).

Les principaux affluents de l'Oued El-Harrach :

- L'Oued Djamaa, issu de l'Atlas blidéen (un bassin versant de 225 km<sup>2</sup>).



- L'Oued Baba Ali et l'Oued Terro, issus de la Mitidja (un bassin versant de 166 km<sup>2</sup>).
- L'Oued Smar, issu de la Mitidja (cours d'eau récepteurs des zones industrielles d'Oued Smar et El-Harrach sud (un bassin versant de 117 km<sup>2</sup>)).
- L'Oued Kerma, issu du sahel (un bassin versant de 74 km<sup>2</sup>).
- L'Oued Ouchaich issu du sahel (cours d'eau récepteur des communes et quartiers urbains fortement peuplés à un km de l'embouchure d'Oued El-Harrach (un bassin versant de 22 km<sup>2</sup>) (Bouchelouche, 2010).



**Figure 3** : Réseau hydrographique de l'oued El Harrach (A.N.R.H, 2011).

En ce qui concerne les eaux souterraines, (Mutin, 1977) signale que leur circulation se fait du sud vers le nord. Il note également que les lieux constitués par les plissements de terrains perméables donnent de jaillissement de sources qui contribuent à la formation des marécages.

Selon Remini 2005, les ressources souterraines de la plaine de la Mitidja ont des potentialités de  $328.10^6$  m<sup>3</sup>/an ce qui donne à cette plaine son importance en ressources hydrologique dans la région.

Les venues hydrothermales de la région de Hammam Melouane émergent au niveau de la rive droite de l'Oued El Harrach. Deux sources d'eau chaude ont été inventoriées dont une principale.

- La source du Marabout captée par un puits et utilisée pour les bains. C'est la plus importante de la région, sa température est de 38°C.
- La deuxième source située à environ 500m à l'Est de la source Marabout, présente les mêmes conditions géologiques d'émergence, sa température n'excède pas 30°C.

Du point de vue hydrogéologique, la plaine de la Mitidja a un potentiel très important de ressources en eaux. Elle est constituée de deux aquifères séparés par des formations marneuses imperméables dites les marnes d'El-Harrach :

- L'aquifère astien est très profond un faciès gréseux. Il n'est pas exploité à cause de sa grande profondeur.
- L'aquifère du quaternaire, qui a une surface libre, est formé par des alluvions récentes et anciennes, C'est l'aquifère le plus exploité.

#### **4- Régime hydrologique**

Les cours d'eau en Algérie sont typiquement méditerranéens, irréguliers avec une alternance des crues dévastatrices et d'étiage sévères. Ce type de régime hydraulique s'explique par une pluviosité annuelle faible et mal répartie, associée à un ruissèlement rapide du fait de la rareté de la ripisylve des bassins versants, en plus une pente forte qui facilite ce phénomène.

#### 4.1- Débit

Le débit d'un cours d'eau est la somme du ruissellement et des apports souterrains, il représente le potentiel hydraulique brut, utilisable en partie sur le plan énergétique (Arrignon, 1998). Toute variation de débit est corrélée aux changements de hauteur de la lame d'eau, de la largeur du cours d'eau et de la vitesse d'écoulement (Mebarki, 2001). Le débit est d'autant plus élevé que les précipitations sont fortes, il est déterminé selon l'importance des apports, mais les reliefs, le climat du bassin versant, la perméabilité du sol et le couvercle végétal jouent aussi un rôle essentiel.

Les valeurs de débits mensuels de la région d'étude selon les données de l'Agence Nationale des Ressources Hydraulique (A.N.R.H, 2014) démontrent que les débits de l'oued El Harrach sont irréguliers : importants en période hivernale avec 23.55m<sup>3</sup>/s au mois de Mars 2007, et faibles en période estivale et parfois nul (mois de juillet et août en 1995-1996).

**Tableau 1** : Débits liquide mensuels (m<sup>3</sup>/s) de l'oued El-Harrach (Hammam melouane).

Année	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout
<b>1992-1993</b>	0.1	0.16	2.01	2.15	1.87	1.38	1.85	1.36	1.82	0.6	0.53	0.74
<b>1993-1994</b>	0.76	0.99	1.17	1.26	1.09	4.77	2.86	1.18	0.27	0.15	0.12	0.19
<b>1994-1995</b>	0.125	1	0.865	0.411	8.483	1.94	2.475	0.1963	0.0105	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>1995-1996</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	0.004	0.01	0.259	0.961	1.97	4.07	3	0.314	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>1996-1997</b>	0.08	0.04	0.01	0.01	0.01	0.05	0.01	0.08	0.01	0.01	<b>0</b>	0.01
<b>2003-2004</b>	0.51	0.53	1.30	2.80	4.96	2.18	4.44	1.80	4.65	2.45	1.07	0.88
<b>2004-2005</b>	0.84	0.84	1.71	3.06	2.25	<b>10.77</b>	<b>9.67</b>	1.78	1.04	1.18	0.95	0.66
<b>2005-2006</b>	0.38	0.42	0.36	1.38	2.84	8.78	5.29	1.29	5.51	1.00	0.63	0.58
<b>2006-2007</b>	0.52	0.30	0.34	1.77	0.85	1.31	<b>23.55</b>	<b>13.81</b>	4.84	1.66	0.89	0.66
<b>2007-2008</b>	1.47	4.49	7.81	1.61	1.92	1.02	2.37	2.40	1.52	0.91	0.51	0.39
<b>2008-2009</b>	0.46	0.52	1.61	7.38	<b>13.84</b>	5.35	3	3.39	2.55	1.46	1.23	1.23
<b>2009-2010</b>	1.43	1.29	4.56	4.79	7.16	<b>9.41</b>	8.58	2.26	2.30	1.05	0.55	0.49

En comparant entre les données enregistrées dans deux différentes stations et fournis par (l'A.N.R.H) dans les deux différents tableaux (2 et 3); nous remarquons que la première station d'enregistrement a Hammam-melouane est placé dans un endroit montagneux ou la pente est forte au contraire que la seconde est installé auprès de Baraki où la pente est faible.

**Tableau 2 :** Débits liquide / apport annuels (m<sup>3</sup>/s) de l'oued El-Harrach (Hammam melouane).

Année	Q max (m <sup>3</sup> /s)	Q min (m <sup>3</sup> /s)	Q men-moy (m <sup>3</sup> /s)	Apport (hm <sup>3</sup> )
1994-1995	120.5	0	1.292	46.92
1995-1996	68.7	0	0.882	27.8
1996-1997	3.5	0	0.03	0.78
2003-2004	46.04	0.4	2.3	72.96
2004-2005	81.92	0.57	2.9	89.82
2005-2006	115.74	0.24	2.37	73.67
2006-2007	683.5	0.28	4.21	133.51
2007-2008	250	0.25	2.2	69.55
2008-2009	130.54	0.25	3.55	102.51
2009-2010	239.56	0.22	3.66	114.27

**Tableau 3 :** Débits liquide / apport annuels (m<sup>3</sup>/s) de l'oued El-Harrach (Baraki).

Année	Q max (m <sup>3</sup> /s)	Q min (m <sup>3</sup> /s)	Q men-moy (m <sup>3</sup> /s)	Apport (hm <sup>3</sup> )
1998-1999	297.5	0	6.18	189.12
1999-2000	274	0.08	2.92	92.66
2000-2001	177	0.12	2.16	67.72
2001-2002	78.1	0.12	1.01	31.72
2002-2003	364.7	0.24	13.65	424.26
2003-2004	57.1	0.28	3.43	108.81
2004-2005	76	0.24	3.92	121.8
2005-2006	106.89	0.44	4.25	131.87
2006-2007	13.11	0.5	1.51	32.5
2007-2008	28.32	0.56	5.4	100.95

#### 4.2- Les crues

Renard (2006), signale que le phénomène des crues correspond à une période d'écoulement anormalement élevée. Lorsque la quantité d'eau dépasse la capacité d'écoulement du lit mineur, l'eau s'écoule dans le lit majeur, provoquant ainsi des phénomènes d'inondation. L'Oued El-Harrach est caractérisé par plusieurs crues et de courtes

durées, des pluies fortes qui ont provoqué des inondations violentes causant des pertes en vies humaines et des terribles dégâts matériels, Nous notons quelques des crues agressives durant les périodes suivantes :

- En 1960, l'eau a atteint 1 mètre dans certains quartiers dans Gué de Constantine et la zone industrielle d'Oued Smar, des dégâts considérables sur la voie ferrée, la coupure des routes vers Alger. Cette crue a paralysé la région pendant un mois.
- En 1971, L'Oued Terro a fait monter l'eau et inonda la ville de Baba Ali.
- En 2007, la crue de 1800 m<sup>3</sup>/s a provoqué le retour d'eau par les canalisations d'eaux usées vers les quartiers de trois caves et Boumati. Dans la même année un blocage d'eaux pluviales sur de nombreux sites (tableau 1, 2 et 3).
- En 2014 durant la période hivernale, plusieurs épisodes pluvieux ainsi le fort tremblement de terre qui a resserré le lit de l'oued ont provoquant des inondations qui ont déformé le village de Magtaa-Lazrag.

#### **4.3- Etiages**

L'étiage correspond statistiquement (sur plusieurs années) à la période de l'année où le niveau d'un cours d'eau atteint son point le plus bas (basses eaux). Cette valeur est annuelle. Il intervient pendant une période de tarissement, l'étiage dû à une sécheresse forte et prolongée qui peut être fortement aggravée par des températures élevées favorisant l'évaporation et par les pompages agricoles à fin d'irrigation.

Nous avons constaté, en révisant les données, que l'étiage est très important pendant la saison estivale de 1987 à 1990 et durant toute la période 1995 à 1996, durant notre sortie sur terrain ainsi que les récentes données fournis de (2013, 2014) nous constatons qu'aucun d'assèchement a été signalé.

## **5- Climatologie**

Le climat est un ensemble des phénomènes météorologiques terrestres caractéristiques d'une région et moyennés sur plusieurs décennies. La détermination d'un climat repose sur l'analyse statistique du temps qu'il a fait chaque jour sur une longue période, en général de l'ordre de 30 années consécutives.

La nature de climat joue un rôle essentiel pour ajuster les caractéristiques écologiques des écosystèmes continentaux. Le comportement des espèces et leur adaptation impliquent la nécessité de caractériser le climat (Ramade, 2005). Il représente le facteur déterminant et fondamental de la distribution des organismes dont l'influence s'exerce et peut être perçu à toutes les échelles d'observation de la biosphère (Lacoste et Salanon, 2001). D'une manière générale, le climat de l'Algérie est caractérisé par la fréquence des pluies durant la période froide de l'année, il y a coïncidence de la saison sèche et de la saison chaude (Kadik, 1987).

Pour caractériser le climat d'une région, il revient à déterminer les variabilités de la température et la pluviosité. Si ces composantes climatiques changent, de nombreuses autres composantes abiotiques et biotiques vont changer également (Lévêque et Mounolou, 2001).

Plusieurs auteurs, comme Seltzer (1946 ; Chaumont et Paquin (1979) et Lucido (1972), ont noté l'existence d'une relation linéaire entre les précipitations et l'altitude. Plus l'altitude est élevée, plus les précipitations augmentent.

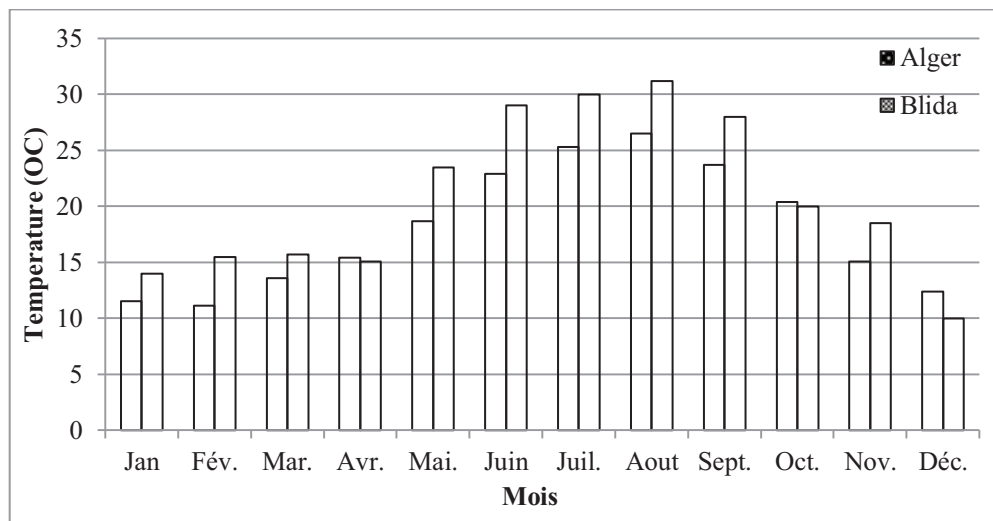
Toutes les données météorologiques utilisées dans ce travail sont fournies par l'Office National de Météorologie (O.N.M) de Dar El Beida, un enregistrement d'une décennie précédente de 1996 à 2005.

## 5.1- La température

La température affecte la disponibilité de l'énergie et intervient sur le rythme biologique grâce aux degrés jours.

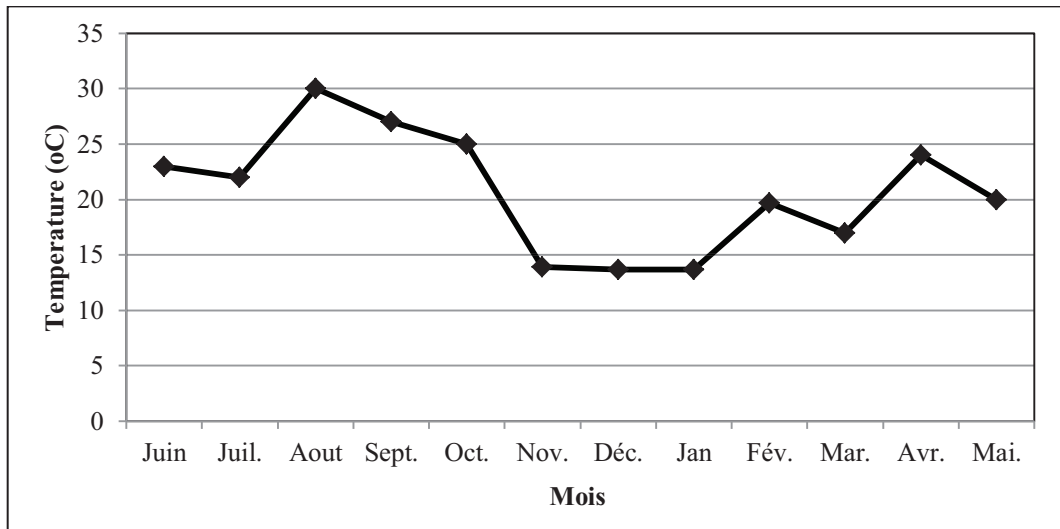
La température constitue un facteur limitant ; en effet elle contrôle l'ensemble des processus métaboliques et conditionne de ce fait la répartition des espèces animales et végétales. Elle varie en fonction des saisons et influe directement sur celle des eaux superficielles (Boudifa 1992).

La figure 4, montre que les mois de Décembre, Janvier, Février (période hivernal) et Mars sont les mois les plus froids pour les deux régions (Alger et Blida). La température moyenne annuel enregistrée est de 11,1°C à Alger et 10°C à Blida alors que les mois de Juin, Juillet, Aout (période estival) et Septembre sont les plus chauds la température moyenne annuel enregistrée peut atteindre 31,2°C à Blida. On remarque bien que la température est sous l'étroite dépendance des saisons.



**Figure 4 :** Variation de la température moyenne mensuelle des deux régions (Alger, Blida) entre 1996-2005 (O.N.M, 2014).

Au cours de la période d'étude sur terrain, grâce à un thermomètre numérique on a pu enregistrer (mesures in-situ) les valeurs de la température pendant les années 2013-2014 (Fig.5) :



**Figure 5 :** Variation de la température atmosphérique pendant la campagne de prélèvement de la région de Magtaa-lazrag (Blida) entre 2013-2014.

La valeur minimale enregistrer est de 13,7°C pour les mois décembre2013 et janvier 2014, cependant la valeur maximale enregistrée est de 30°C pour le mois d'aout 2014.

## 5.2- Précipitations

Les précipitations sont des données climatiques très variables dans l'espace et dans le temps. Cependant, les variations qui peuvent être observées dépendent du type de climat (Guyot, 1999). Les régimes pluviométriques se trouvent sous l'influence de deux groupes de facteurs : Les facteurs géographiques (altitude, latitude, distance à la mer, orientation des versants) et les facteurs météorologiques masses d'air (Halimi, 1980). Selon Halimi (1980), l'Atlas blidéen est caractérisé par d'importantes précipitations, le gradient pluviométrique moyen est de 19,2 mm pour 100m.



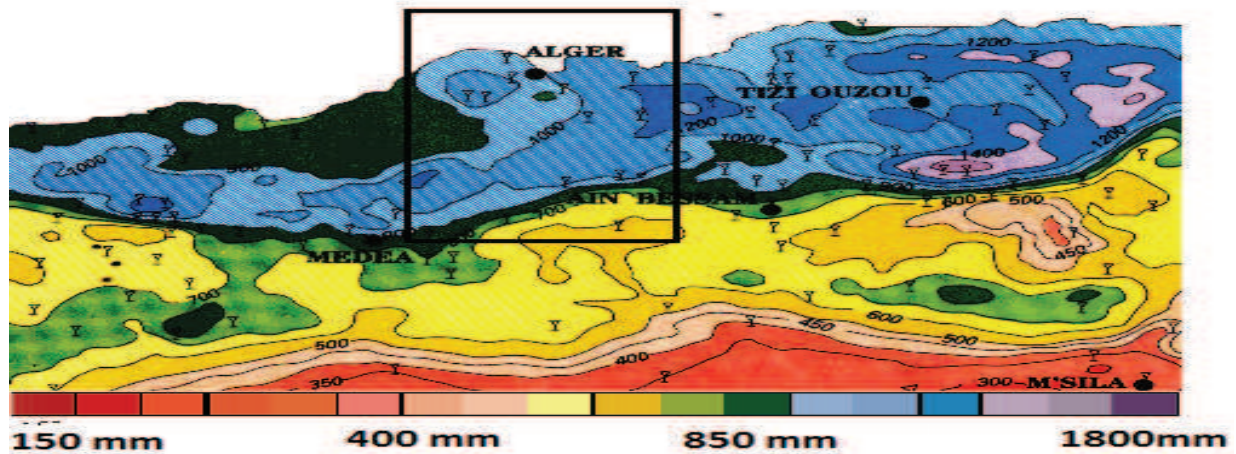
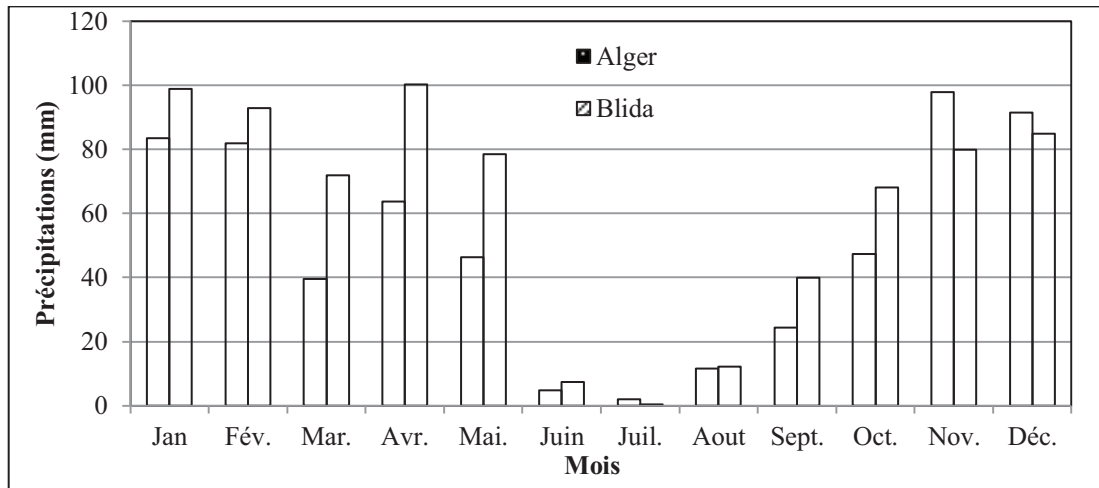


Figure 6 : Carte pluviométrique pour l'Algérie du Nord (ANRH, 1993).

La figure 6 montre que l'Oued-El-Harrach appartient à des zones à précipitations différentes, en traversant la plaine de la Mitidja du sud vers le nord les valeurs de précipitations varient entre 600 à 1300 mm.

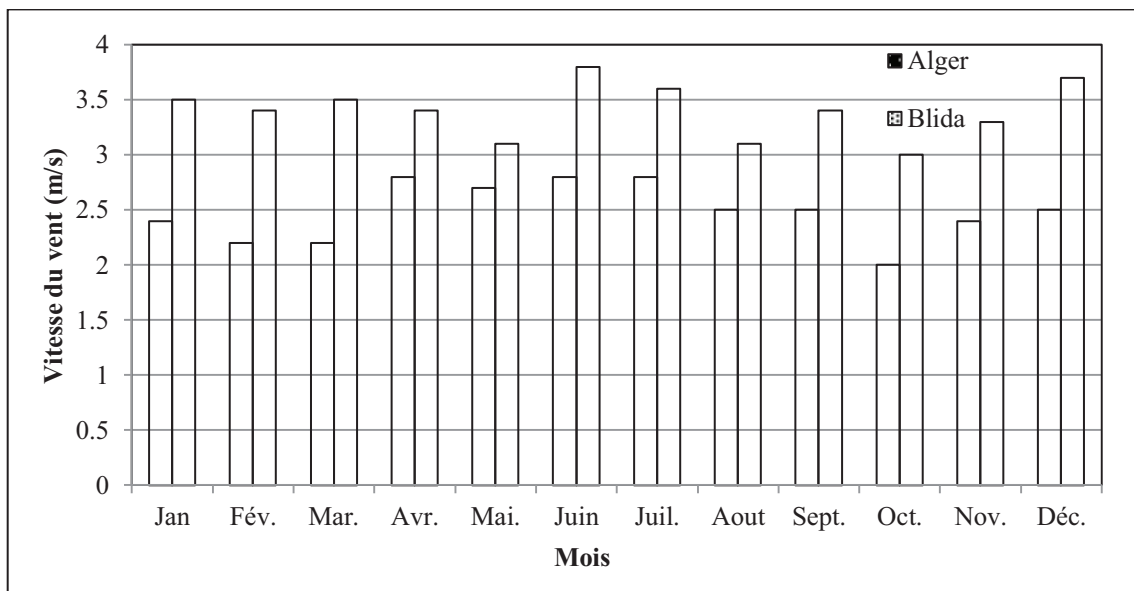
La répartition des précipitations moyennes mensuelles (Fig.7) montre qu'il existe deux périodes distinctes. Pour Alger, la saison pluvieuse s'étale du mois d'octobre au mois d'avril avec une pluviosité importante au mois de novembre avec 98. mm. Pour Blida, la période pluvieuse s'étale du mois d'octobre au mois de mai. La pluviométrie atteint un maximum de 100 mm. Alors que la saison sèche à Alger, elle s'étale sur le reste de l'année avec le mois de juillet qui est le plus sec 2 mm. Pour ce qui est de Blida la saison sèche commence à la fin mai début juin au mois de septembre avec le mois de juillet qui est le plus sec 0,4 mm.



**Figure 7 :** Variation des précipitations mensuelles des deux régions (Alger, Blida) entre 1996-2005 (O.N.M, 2014).

### 5.3- Vents

C'est un mouvement de l'air défini par rapport à la surface terrestre. Il est mesuré grâce à 4 critères : la vitesse, la direction, la force et la fréquence. Il a une action directe en modifiant la température et l'humidité (Dajoz, 2000).



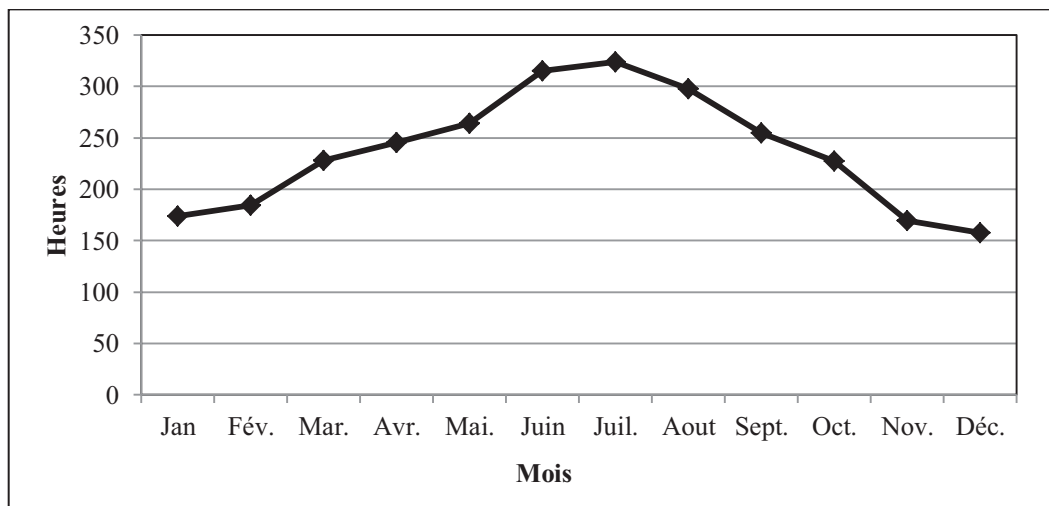
**Figure 8 :** Vitesse moyenne mensuelles des deux régions (Alger, Blida) entre 1996-2005 (O.N.M, 2014).

Le vent est dû à l'inégalité des pressions qu'on observe en différents lieux à un même instant, et il a une influence directe sur la vitesse du courant, la distribution de la faune et de la flore d'un cours d'eau (Berrahal et Merouane, 2004). Le vent a un rôle important car il provoque des variations au niveau de l'eau et contribue à l'activation de l'évaporation.

La figure 8 montre la vitesse du vent enregistrée pour la période 1996 à 2005 des régions d'Alger et Blida. Les vents sont fréquents dans les deux régions, ils sont de direction Nord-Ouest. Les vents les plus forts sont enregistrés durant le mois de juin (3,8 m/s pour Blida et 2,8 m/s pour Alger) et juillet. Par contre les vents les plus faibles sont enregistrés durant le mois d'octobre (3m/s à Blida et 2 m/s à Alger).

#### 5.4- L'enseillement

C'est la proportion du temps pendant laquelle le soleil illumine un lieu pendant une certaine durée. La durée d'enseillement enregistrée sur la période 1996 à 2005 de la région d'Alger. Les mois les plus enseilés sont : juin, juillet et août, par contre Les mois les moins enseilés sont : novembre, décembre et janvier.



**Figure 9** : Les variations des heures d'enseillement de la région d'Alger entre 1999-2005 (O.N.M. 2014).

### 5.5- Le diagramme ombrothermique

Le Diagramme ombrothermique de Bagnoul et Gaussen (1953), est une représentation qui Consiste à compare mois par mois le rapport entre les précipitations et les températures, et les points d'intersection entre les deux courbes correspondant à la période sèche de la région d'étude. Il permet de préciser et de mettre en évidence les durées de la période sèche et humide dans une région donnée.

Un mois est biologiquement sec lorsque les précipitations mensuelles (P), exprimées en millimètres sont inférieurs au double de la température moyenne :  $T = (M+m) / 2$  (°C) (Bagnouls et Gaussen, 1953).

Les tableaux 4 et 5 représentent les données climatiques (pluviométrie et températures) fournies par l'office national de météorologie (O.N.M.) et l'agence nationale des ressources hydrologiques (A.N.R.H) des deux wilayas (Alger et Blida) :

**Tableau 4** : Moyenne mensuelle et annuelle de la température et des précipitations de la région d'Alger durant la période 1996-2005 (O.N.M, A.N.R.H 2014).

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
m (°c)	5,7	5	7,1	8,9	12,6	16,4	19	20,2	17,6	14,2	9,7	6,9
M (°c)	17,3	17,2	20,2	21,9	24,7	29,4	31,6	32,7	29,8	26,6	20,6	17,9
T= (m+M) /2	11,5	11,1	13,6	15,4	18,7	22,9	25,3	26,5	23,7	20,4	15,1	12,4
P (mm)	98	81,1	46,3	67	49,9	8,1	2,2	14,6	26,1	43,4	87,3	85,8

**Tableau 5** : Moyenne mensuelle et annuelle de la température et des précipitations de la région de Blida durant la période 1996-2005 (O.N.M, A.N.R.H 2014).

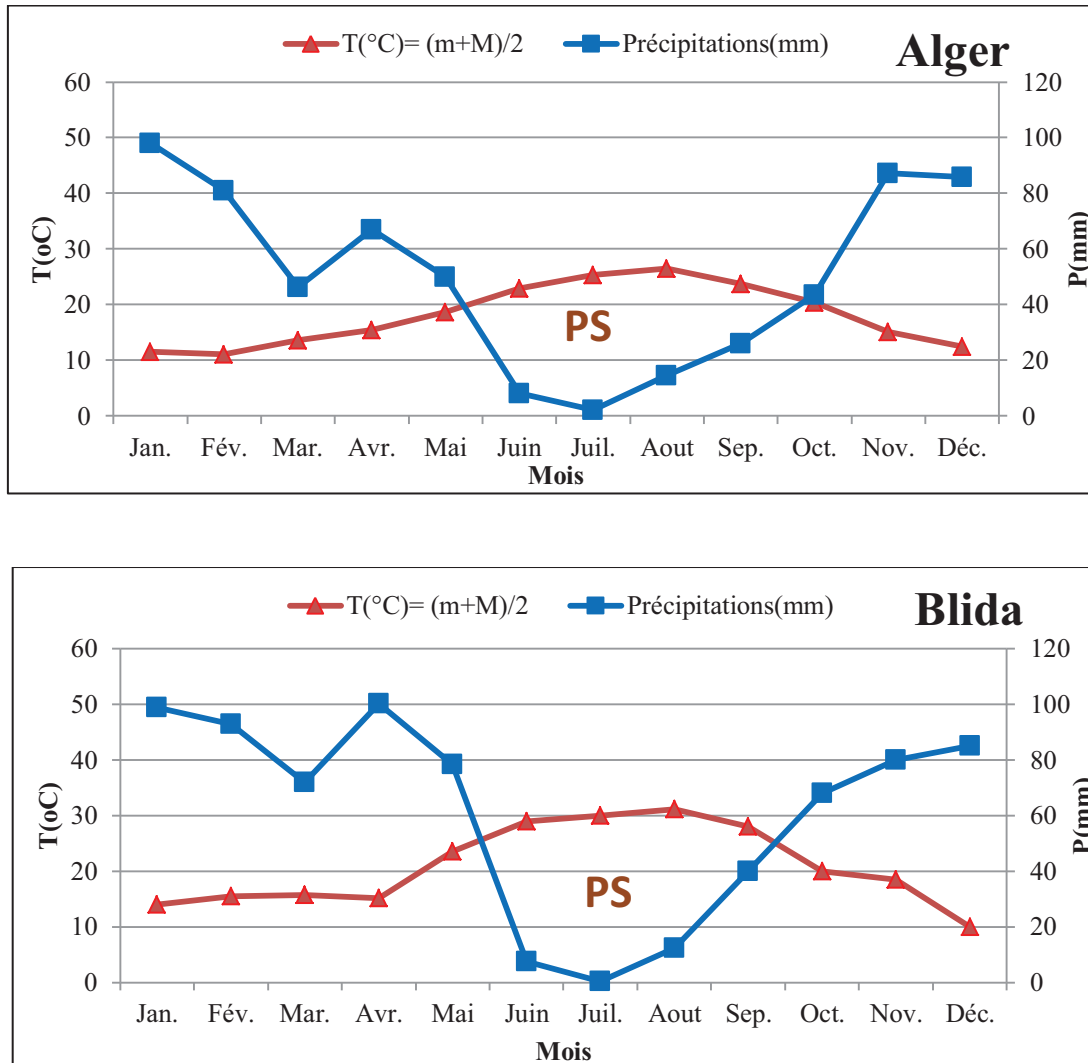
Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
M (°C)	22,1	26	25,4	23	26	31	32	34	30	27	22	12
m (°C)	5,9	4,8	6	7,2	21	27	28	28,4	26	13	15	8
T= (m+M) /2	14	15,5	15,7	15,1	23,5	29	30	31,2	28	20	18,5	10
P (mm)	99	93	72	100,3	78,5	7,5	0,4	12,3	40	68,1	80	85

**P (mm)** : Moyenne annuelle des précipitations.

**M (°C)** : Moyenne annuelle des températures maximales.

**m (°C)** : Moyenne annuelle des températures minimales.

La période sèche correspond à toute la partie pour laquelle la courbe thermique se trouve au-dessus de la courbe pluviométrique, et les deux zones extrêmes du graphe sont les périodes humides (Peguy, 1970).



**Figure 10 :** Diagramme Ombrothermique de Bagnoul et Gausson des deux régions (Alger, Blida) entre (1996, 2005).

L'analyse de la figure 10 montre les variations climatiques des 10 dernières années (1996-2005) :

Pour la région d'Alger, la période sèche s'étend du mois de mai jusqu'à la mi-septembre (4 mois et demi), tandis que la période humide s'étend sur le reste de l'année (sept mois et demi).

Pour la région de Blida, la période sèche débute du mi-mai à la fin-du mois de septembre (4 mois et demi). La période humide s'installe sur le reste de l'année (octobre à Mai).

### 5.6- Quotient pluviométrique d'Emberger

Le quotient pluviométrique mis au point par Emberger en 1955 permet la classification des différentes régions étudiées dans un étage bioclimatique distinct, il a été établi pour les régions méditerranéennes (Dajoz, 2000).

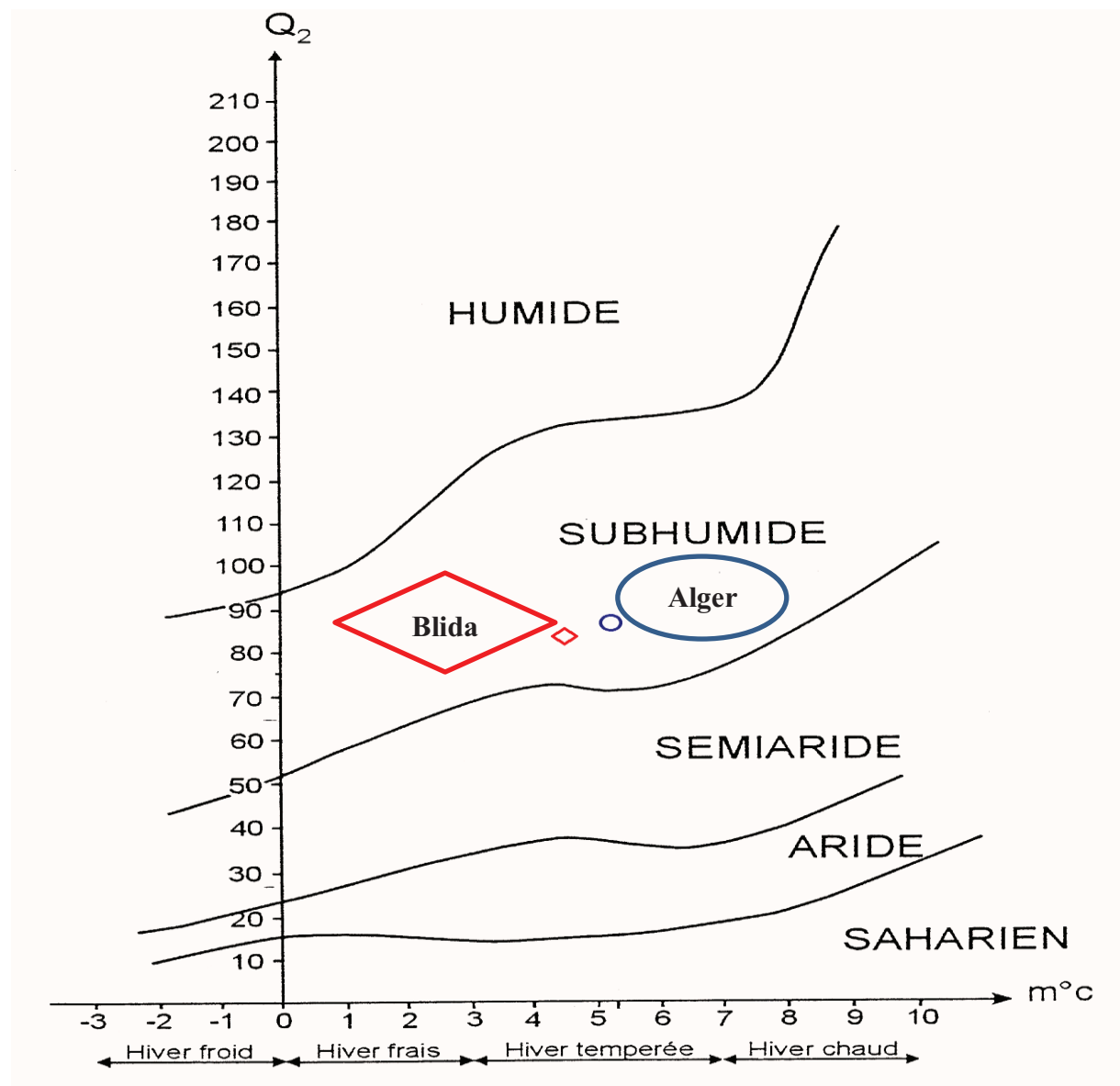


Figure 11 : Localisation des deux régions (Alger et Blida) sur le Climat-gramme d'Emberger.

Le quotient pluviométrique d'Emberger ( $Q_2$ ) tient compte de la variation annuelle de la température en fonction de l'évaporation. Ce quotient est déterminé par l'équation suivante :

$$Q_2 = 2000 P / M^2 - m^2. \text{ Avec :}$$

**P** = pluviométrie moyenne en mm.

**M** = moyenne des maximas du mois le plus chaud en degré Celsius.

**m** = moyenne des minima du mois le plus froid en degré Celsius.

Le  $Q_2$  n'est pas suffisant, pour cela on le complète par la température des minimas ( $m$ ) qui joue un rôle important que les autres facteurs. D'après les résultats obtenus on a pu constater que :

- Le  $Q_2$  de la région d'Alger est de 86.45 avec  $m = 5^\circ\text{C}$ , il montre l'appartenance de la région à l'étage bioclimatique subhumide à hiver doux (tempéré).
- Le  $Q_2$  de la région de Blida est de 83.08 avec  $m = 4.8^\circ\text{C}$ , il montre l'appartenance de la région à l'étage bioclimatique subhumide à hiver doux (tempéré).

## **6- Flore et faune**

Au sein de la biocénose, le compartiment végétal (phytocénose) présente un biomarqueur précieux, il joue un rôle important dans la délimitation des stations (Lacost et Salanon, 2001).

Le bassin versant de l'oued El Harrach est caractérisé par l'ensemble de végétation (herbacée, arbustive, et arborescente) des rives. Ce couvert végétal joue un rôle capital dans la rétention de la terre, la végétation influe beaucoup sur le comportement hydrologique des bassins versants et de diverses matières dissoutes dans les eaux qui s'écoulent dans la rivière. Par ailleurs, la végétation joue un rôle atténuateur important en période de crue. En effet, lorsque la végétation est développée, le ruissellement est retardé et la pointe de crue est atténuée.

- Le haut bassin versant est caractérisé par un recouvrement végétal de 40 à 50%, avec des arbustes (inférieur à 7 m) sur les sommets qui sont composés de Cyprès (*Cupressus sempervirens*), de pin d'Alep (*Pinus halepensis*), de Caroubier (*Ceratonia siliqua*) et de lentisque (*Pistacia lentiscus*).
  
- Sur le bas bassin versants, la principale végétation rencontrée est composée de Roseau (*Phragmites communis*), de Laurier rose (*Nerium oleander*), et des Oliviers (*Olea europea*).

L'Oued El-Harrach est caractérisé par une importante zoo-cénose comme :

La Piscifaune par : le barbeau algérien (*Luciobarbus callensis*), l'Anguille d'Europe (*Anguilla anguilla*).

L'Herpétofaune par : la Tortue terrestre (*Testudo graeca*), grenouille, rainette verte (*Hyla arborea*) et le crapaud commun (*Bufo bufo*), couleuvre d'eau douce (*coronella sp*).

L'Avifaune par : l'Oie cendré (*Anser anser*), le grand corbeau (*Corvus corax*), merle noir (*Turdus merula*), le faucon pèlerin (*Falco peregrinus*), la perdrix gabra (*Alectoris barbara*) .

Les Mammifères par : le Hérisson du désert (*Paraechinus aethiopicus*) , hérisson algérien (*Atelerix algirus*), le lapin de Garenne (*Oryctolagus cuniculus*), le rat gris (*rattus rattus*), la souris domestique (*Mus musculus*), le chat sauvage (*Félis sylvestris*), la mangouste d'Égypte (*Herpestes ichneumon*), le chacal doré (*Canis aureus*), le renard roux (*Vulpes vulpes*), le sanglier d'Algérie (*Sus scrofa algira*), l'écureuil de barbarie (*Atlantoxerus getulus*), le porc épic à crête (*Hystrix cristata*).....

Les invertébrés par ; les crabes d'eau douces, les larves d'insectes dans l'oued...



## 7- Les Activité anthropiques

Le déséquilibre de l'écosystème aquatique est essentiellement dû à la pollution qui est, selon Angelier (2000) un terme réservé habituellement aux dégradations dues à l'homme.

Un cours d'eau est considéré comme étant polluée, lorsque la composition ou l'état de ces eaux sont directement ou indirectement modifié du fait de l'action de l'homme. Dans la plupart des cas, il s'agit de substances rejetées volontairement dans l'eau ou qui aboutissent accidentellement à la suite d'erreurs humaines (Ramade, 2005).

Dans notre région d'étude, les activités sont essentiellement agricoles, industrielles et touristiques. La région de Hammam-Melouane qui présente un site touristique très fréquenté par la population du centre en période de la baignade. Le site est transformé en camping, du mois de Juin jusqu'au mois de Septembre ; comme il est utilisé pour le lavage de véhicule, extraction de sable et de gravier, installation depuis Mars 1988 d'une importante unité de concassage criblage, exploitation d'une carrière, tout ça à entrainer une modification du lit en empêchant le courant, et créant des bassins. Nous mentionnons particulièrement les rejets de la station thermale de Hammam-Melouane.

On distingue trois types de pollutions :

- **Pollution domestique** : qui est due essentiellement aux rejets des ordures ménagères et urbaines qui donnent une odeur nauséabonde et détériore l'état des lieux.
- **Pollution agricole** : qui est due principalement à l'utilisation d'engrais chimique et pesticides, les produits employés sont lessivés et entraînés dans les eaux de ruissèlement. L'activité agricole de la population rurale est peu développé, on constate seulement le lavage de légumes, l'élevage, et les cultures non irriguées. Si bien que cette pollution est moins dangereuse par rapport aux autres.
- **Pollution industrielle** : qui est due essentiellement aux trois zones industrielles présentent dans le bassin versant de l'oued El Harrach à savoir :

La zone industrielle d'Oued Smar qui constitue l'exécutoire final de tous les effluents des unités industrielles, vu l'absence d'un collecteur principal propre dans ces zones.

La zone industrielle d'El Harrach qui évacue ces rejets liquides ou solides directement dans l'oued sans aucun traitement préalable.

La zone industrielle de Gué de Constantine qui abrite beaucoup d'usines qui déversent leurs rejets dans l'oued.

# Chapitre II : Généralité sur le Barbeau de l'Algérie

## 1 - Les Poissons

### 1.1 - Définition et Historique

Les poissons sont l'ensemble des vertébrés aquatiques non tétrapodes, vertébrés inférieurs vivants dans l'eau, portant des nageoires et dont le corps est plus souvent couvert d'écailles. Il existe environ 24500 espèces reconnues grâce à des caractéristiques morphologiques, anatomiques et physiologiques multiples qui peuvent différencier les espèces nouvelles, pouvant avoir une incidence différente sur la communauté comme sur l'habitat aquatique.

Le groupe des poissons constitue le plus ancien et le plus important des vertébrés. Cependant, contrairement aux autres vertébrés, ils ne forment pas un groupe naturel, mais un ensemble de quatre classes à parenté lointaine. Ce sont des animaux qui respirent sous l'eau grâce à leurs branchies. Recouvertes d'écailles, ils se déplacent en actionnant nageoires et queue. Les poissons sont des animaux ectothermes, qui généralement soient en eau douce soit en mer, bien que certaines espèces fréquentent ces deux types de milieu (Rosenblatt, 2001).

Les poissons actuels se divisent en quatre classes : les sans mâchoires, les myxines et cephalospidomorphes, les cartilagineux et les osseux. Ces groupes ont un ancêtre différent mais ils se sont évolués de façon distincte. Les poissons primitifs sont apparus il y a environ 500 millions d'années, ils ont évolués probablement à partir d'invertébrés à corps mou qui s'alimentaient en filtrant l'eau de mer ils avaient une bouche circulaire, charnue et dépourvue de mâchoire (Agnathostomata) même s'ils possèdent des dents (Rosenblatt, 2001). Donc les premiers poissons Gnathostomata avec mâchoire apparaissent il y a 440 millions d'années appelés Acanthodiens, ou requin épineux, ils possèdent des mâchoires formés à partir d'arcs branchiaux. Les poissons cartilagineux voient le jour il y a environ 370 millions d'années ils constituent les ancêtres des requins et des raies actuels. Environ 50 millions d'années avant les poissons cartilagineux apparaît un groupe de poisson à squelette interne osseux, qui comprend deux groupes principaux les poissons à nageoires charnue et les poissons à nageoires rayonnées. Les poissons à nageoires charnue donnent la naissance aux premiers vertébrés terrestre tétrapodes.

Il serait important de mentionner que les poissons d'une façon générale et ceux des eaux douces en particulier, à l'image du genre *Luciobarbus*, sont considérés

particulièrement par les biologistes évolutionnistes comme une composante de l'écosystème et un maillon important de la chaîne trophique (Kraim, 1980). Les poissons ont toujours été un matériel privilégié pour les recherches sur l'écologie, la biologie et pour d'autres sciences.

## 1.2 - Les poissons d'eau douce dans le profil longitudinal des rivières

Les communautés de poissons de rivière sont structurées selon des patrons non-aléatoires le long d'un profil longitudinal (Jackson *et al.* 2001). Les communautés situées aux deux extrémités des cours d'eau ont été décrites par (Schlosser (1982) pour des cours d'eau de montagne et plus tard par Oberdorff *et al.* (1993) et Lyons (1996) pour les cours d'eau plus importantes. Les communautés peuplant des cours d'eaux en tête de bassin ont une faible richesse spécifique et leur structure est en grande partie définie par des facteurs abiotiques (Schlosser 1987, Magãlhaes *et al.* 2002). En revanche, les communautés en aval sont plus riches en espèces, vivent dans des conditions environnementales plus stables et leur structure est déterminé fortement par des interactions biotiques (Matthews 1998). Entre les deux communautés il y a une addition et un remplacement d'espèces tout le long du profil longitudinal (Vannote *et al.* 1980). Ceci résulte par une augmentation graduelle de la richesse spécifique de la source vers la confluence (Matthews, 1998). La richesse spécifique maximale des poissons se trouve plutôt près de l'interface terre-mer (Wootton 1991). Une exception a été signalée par Oberdorff *et al.* (1993) qui ont trouvé une richesse spécifique diminuant vers l'aval sur la Seine, mais ceci n'est pas représentatif des rivières en Europe.

Le long d'un profil longitudinal des rivières a été décrit comme un continuum sans étapes définies (Vannote *et al.* 1980), pourtant, des transitions entre zones écologiques ont été observées (Matthews 1986, Naiman *et al.* 1988, Rahel et Hubert 1991). Une zonation longitudinale des peuplements de poissons semble se produire dès qu'il y a des changements brusques d'altitude (Matthews 1998). Dans le cas des rivières de l'Europe de l'Ouest, Huet (1959) a retenu quatre zones nommées d'après les espèces les plus importantes : la zone à truite (*Salmo trutta fario*), à ombre (*Thymallus thymallus*), à barbeau (*Luciobarbus barbus*) et à brème (*Abramis brama*). Selon Rahel et Hubert (1991) les zones à ombre et à barbeau pourraient en effet, représenter une transition entre les zones à truite et à brème.

### 1.3- Pourquoi étudier les peuplements de poissons

Les poissons sont de loin le groupe le plus divers parmi les vertébrés vivants. Nelson (1994) estime qu'il y a 482 familles contenant 24.500 espèces de poissons, dont presque 10.000 espèces d'eau douce. Ces dernières possèdent un degré particulièrement élevé d'endémisme, ce qui attribue aux régions géographiques où ils habitent un caractère de patrimoine unique (Nelson 1994). Cependant, l'influence humaine continue à menacer cet héritage. Globalement, considérant la pénurie d'information sur le statut de conservation de taxa les moins connus, entre 4% et 20% de toutes les espèces connues de poissons seront perdues à jamais dans un proche avenir (Duncan et Lockwood 2001). En outre, le poisson, figure emblématique du milieu aquatique, est un vecteur de communication intéressant pour sensibiliser le public et les décideurs à la nécessité de préserver la qualité des milieux naturels (Monod 2001). C'est ainsi que la caractérisation des communautés de poissons des cours d'eau s'avère très importante parce que ceux-ci sont reconnus comme un bon outil d'aide à la prise de décisions environnementales (Angermeier et Schlosser 1995, Boulton 1999) et comme indices de la qualité du milieu aquatique dans le monde (Karr *et al.* 1986, Soto-Galera *et al.* 1998, Kestemont *et al.* 2000, Mc Dowall et Taylor 2000, Oberdorff *et al.* 2001b), capables de signaler les dégradations du milieu (Fauchet *al.* 1990, Scott et Hall 1997 Wichert et Rapport 1998) et d'identifier le succès de restauration des écosystèmes aquatiques (Paller *et al.* 2000).

### 2- La famille des Cyprinidés

La famille des *Cyprinidae* est l'une des plus importantes familles de poissons d'eau douce. Elle est caractérisée par un important polyphylétisme et par de larges différenciations écologiques (Bruslé et Quignard, 2001). C'est la plus grande des familles de poissons, elle comprend plus de 300 genres et plus de 2400 espèces.

Les Cyprinidés affectionnent généralement des eaux tièdes, courantes ou stagnantes, peu minéralisées (maximum de 7 à 10 mg/l), mésotrophes et eutrophes (Bruslé et Quignard, 2001). Ils sont considérés comme polluo-résistants d'où leur large répartition géographique (Grassé, 1958).

Beaucoup de Cyprinidés tolèrent une large gamme de température ; ils supportent aussi de fortes et rapides fluctuations thermiques. Beaucoup d'espèces tolèrent très bien les fortes

oscillations des teneurs en oxygène dissous ; elles peuvent survivre en condition de sursaturation ou en quasi- anoxie (1mg d'O<sub>2</sub>/l). La gamme de pH supportée est large de 5 à 9 (Billard, 1995).

Leur reproduction est très dépendante des facteurs environnementaux, la maturation sexuelle et la ponte réclamant des températures tièdes à chaudes, de façon à produire des larves et des juvéniles de la fin du printemps et/ou début d'été (Billard *et al*, 1978).

Le bord de la mâchoire supérieure est formé seulement par les prémaxillaires. Les dents pharyngiennes sont peu nombreuses et disposées sur une, deux ou trois rangés. Le processus pharyngien du basioccipital se rejoignant sous l'aorte et supportant un coussinet corné (plaque masticatrice). Souvent une à deux paires de barbillons insérés sur un prémaxillaire. La vessie gazeuse libre et divisée en deux par un étranglement transversal (Daoud, 1984).

Les cyprinidés appartiennent au groupe des Ostariophysiens qui représentent l'originalité de posséder un système reliant l'oreille à la vessie gazeuse : cet appareil de Weber est formé de pièces osseuses dérivés des 4-5 premières vertèbres et a pour fonction de permettre la transmission des vibrations reçus par la vessie gazeuse à l'oreille, améliorant ainsi les capacités auditives de ces poissons (Chardon et Vandewalle, 1997)

Les cyprinidés sont distribués dans presque toutes les eaux douces des régions tempérées de l'hémisphère Nord, en Afrique, en Asie du Sud-est et en Chine. La plupart des cyprinidés ne mesurent que quelques centimètres de long, mais le barbeau d'Inde mesure jusqu'à 2 m et peut peser jusqu'à 45 kg. Les cyprinidés sont extrêmement importants sur le plan alimentaire, en particulier en Asie du Sud-est, où ils représentent une importante source de protéines.



Figure 12 : Aspect générale d'un groupe de cyprin (photo personnel)

### 3- Le Genre *Luciobarbus*

#### 3.1- Classification

Selon plusieurs auteurs in Mimeche, 2014) ; le genre de *Luciobarbus* a été considéré pendant longtemps comme un sous genre des barbeaux paléarctiques occidentaux distinct du sous-genre *Luciobarbus*, qui se produit dans la péninsule ibérique, le sud de la Grèce et l'Afrique du Nord-Ouest (le Maghreb).

Les études moléculaires et morphologiques (Tsigenopoulos et Berrebi, 2000) indiquent une profonde division entre les deux sous- genres, et ils ont été élevés au rang de genre complet (Kottelat et Freyhof, 2007, Gante, 2011). La nomenclature utilisée ici, basée sur les phylogénies mitochondriales ((Tsigenopoulos et Berrebi, 2000, Durand *et al.*, 2002, Tsigenopoulos *et al.*, 2003, Gante, 2011 et Gante *et al.*, 2011).



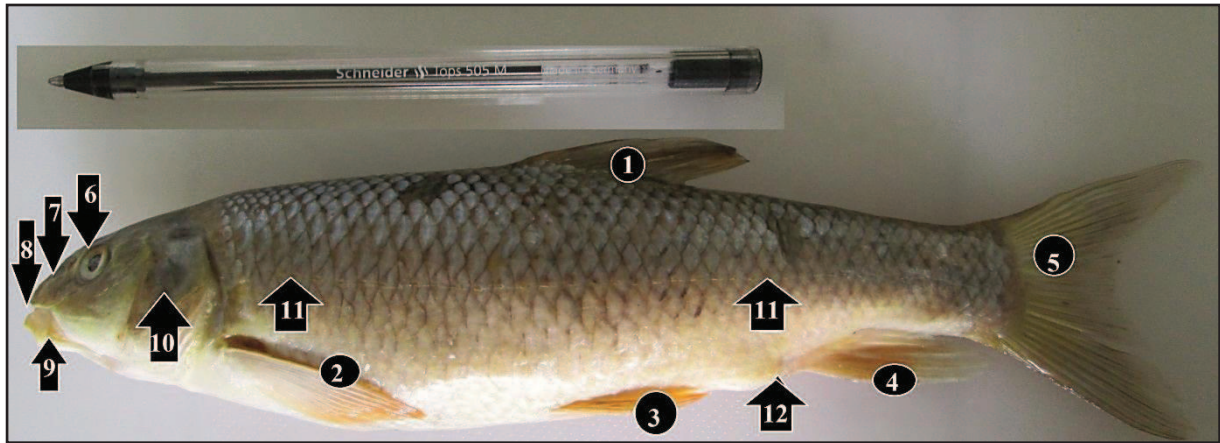
La synonymie du barbeau de l'Algérie *Luciobarbus callensis* (Valenciennes, 1842) est *Barbus callensis* (Valenciennes, 1842). Selon Kottelat et Freyhof (2007), Gante (2011) et Gante *et al.* (2011), la position systématique du barbeau de l'Algérie est la suivante :

<b>Règne :</b>	Animal
<b>Super Phylum :</b>	Cordés
<b>Phylum :</b>	Vertébrés
<b>Sous Phylum :</b>	Gnathostomes
<b>Super classe :</b>	Poissons
<b>Classe :</b>	Ostéichthyens
<b>Sous classe :</b>	Actinoptérygiens
<b>Infra classe :</b>	Téléostéens
<b>Super ordre :</b>	Ostariophysii
<b>Ordre :</b>	Cypriniformes
<b>Sous ordre :</b>	Cyprinoidés
<b>Super famille :</b>	Cyprinoidea
<b>Famille :</b>	Cyprinidés
<b>Genre :</b>	<i>Luciobarbus</i>
<b>Espèce :</b>	<i>L. callensis</i> (Valenciennes, 1842)
<b>Nom vernaculaire :</b>	Barbeau d'Algérie

### 3.2- Bio-écologie

#### 3.2.1- Description morpho-anatomique

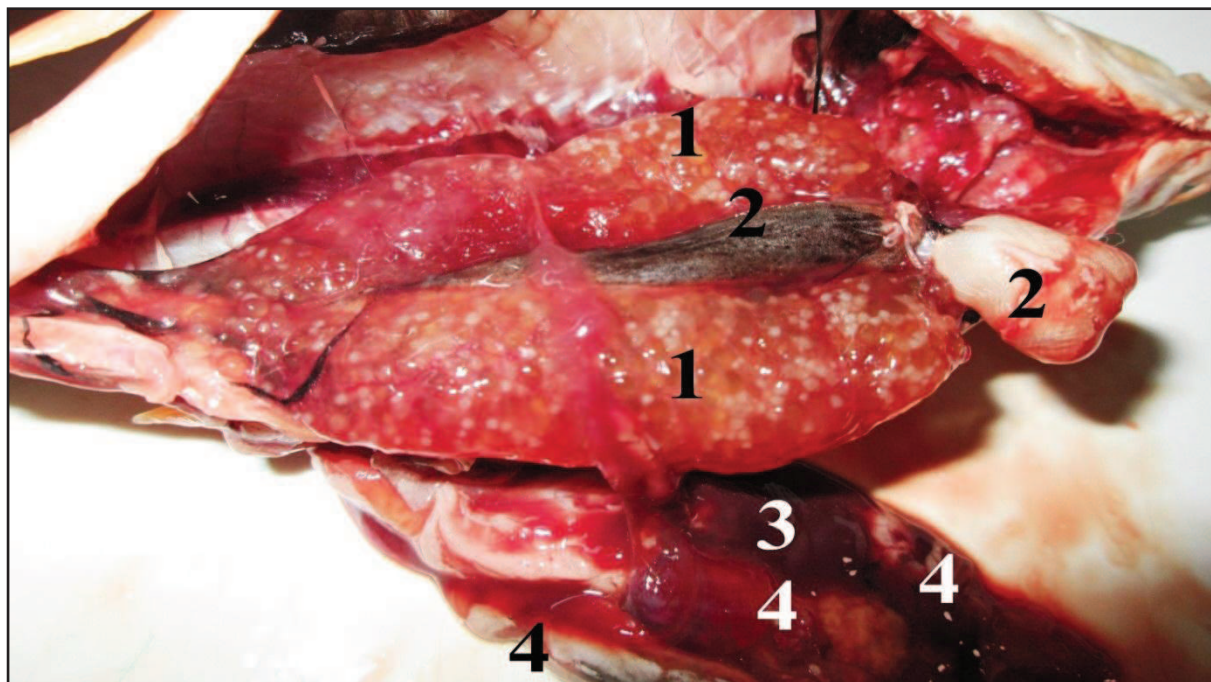
Le genre Barbeau selon Cuvier (1817) comptabilise à lui seul environ 800 espèces, avec un degré variable de différenciation génotypique et phénotypique. Le barbeau est caractérisé par un corps trapu (Fig, 13), épais, comprimé latéralement, la ligne latérale est visible le long du milieu du corps et le long de la ligne médiane du pédoncule caudal. La bouche ventrale est plutôt petite est arquée, protractile et munie de deux lèvres charnues sans enveloppe écailleuse.



**Figure 13 :** Morphologie externe du Barbeau (*L. callensis*)

(1 : Nageoire dorsale, 2 : N pectorale, 3 : N pelvienne, 4 : N anale, 5 : N caudale, 6 : Œil, 7 : Narines, 8 : Bouche, 9 : Barbillons, 10 : Opercule, 11 : Ligne latérale, 12 : Papille ano-uro-génitale)

Les barbillons (organe sensoriel) sont courts et au nombre de quatre. Les dents pharyngiennes sont au nombre de 9 ou 10 de chaque côté, et disposées sur 3 rangées. La nageoire dorsale est courte, son premier rayon est simple et dentelé et ne présente pas plus de neuf rayons mous, le premier rayon est opposé à la base de la nageoire ventrale, la nageoire anale est fourchue et courte (Berrebi, 1981) et le plus souvent haute (Daoud, 1984). La ligne latérale est située le long du milieu du corps et le long de la ligne médiane du pédoncule caudal. Le nombre des écailles de la ligne latérale varie de 40 à 47 (Almaça, 1970). La vessie natatoire libre et divisée en deux par un étranglement transversal (Daoud, 1984), elle est volumineuse et sert d'organe de flottaison. Le tube digestif est long, les gonades sont disposées le long de l'axe squelettique, elles occupent ainsi tout l'abdomen quand le poisson est mûre, foie volumineux, cœur bien visible.



**Figure 14 :** Anatomie du Barbeau après dissection (*L. callensis*)

(1 : Une paire de gonade femelle, 2 : Vessie natatoire, 3 : Foie, 4 : Différentes parties de tube digestif)

### 3.2.2- Régime alimentaire

C'est un poisson de fond et se nourrit principalement de proies animales qu'il découvre en fouillant le substrat. Il cherche sa nourriture au crépuscule et pendant la nuit. Durant la journée, il est surtout actif après un orage, lorsque les eaux tumultueuses apportent sur leurs passages de petits organismes. La nourriture des poissons dépend dans une certaine mesure de leur mode de vie. Le barbeau est un poisson benthique, il a un régime alimentaire omnivore à tendance zoophage (Kraiem, 1980 ; Benabid, 1990). Le barbeau présente un rythme saisonnier d'activité alimentaire. Ainsi, avec de faibles taux de vacuité, l'été et le printemps sont les saisons de forte activité alimentaire. Cette dernière diminue durant l'automne et l'hiver. Le caractère omnivore du barbeau est vérifié ; son régime alimentaire se compose essentiellement de larves d'insectes, mollusques, alvins de poissons et de débris de végétaux. Les jeunes individus ont une tendance zoophage, dominée par les larves de Diptères et d'Ephéméroptères. En revanche, les plus âgés présentent une tendance phytophage (Cherghou, 2002). Les adultes mangent aussi des petits poissons (Muus, 1991).

Par ailleurs, d'après Zouakh (1995) l'activité alimentaire tend à se réduire en hiver en raison des basses températures et de la rareté de la faune benthique. Durant toute cette période hivernale, ces cyprins se rassemblent en groupes dans les bas-fonds des oueds et des lacs, ils deviennent moins actifs jusqu'à ce que les conditions redeviennent favorables.

Le mode de préhension de la nourriture des barbeaux dans les espaces aquatiques est le ramassage et le raclage (Grandmottet, 1983). Il utilise ses barbillons pour rechercher des larves d'insectes et des vers. Ses puissantes dents pharyngiennes lui permettent de déguster aussi les écrevisses et les crevettes d'eau douce.

### 3.2.3- Reproduction et croissance

Il est important de montrer que le dimorphisme sexuel n'existe pas chez les différentes espèces du genre *Luciobarbus* ; donc, la dissection reste le moyen le plus sûr pour déterminer le sexe de chaque individu.

Généralement, le barbeau acquiert sa maturité à la troisième année, cette maturité est précoce chez le mâle, de l'ordre de deux ans alors qu'elle est beaucoup plus tardive chez la femelle (Philippart, 1977). Il semblerait que les tailles des mâles au stade de première maturité sexuelle sont largement inférieures à celles des femelles pour ce même stade (Tazerouti, 1993).

Les barbeaux frayent du printemps jusqu'à l'été suivant les régions entre mai-juin parfois avril. La période nuptiale de ce poisson est assez agitée et assez complexe comportant une phase préparatoire où mâles et femelles effectuent des nages par paires se livrent à des courses sans fin, côte à côte ; puis par un accolement aux flancs des femelles lors de la libération des ovules. Les barbeaux peuvent se rendre à plusieurs kilomètres de leur endroit habituel pour trouver les frayères. Les sites de reproduction sont essentiellement des plages de graviers peu profondes de moins de 30 cm (Keckeis *et al.*1996). Pour cela, la femelle creuse ensuite une cavité sous les graviers, se redresse et introduit sa papille génitale pour enfouir entre 3000 à 9000 œufs par paquets. Les mâles émettent alors leur laitance pour les féconder. La ponte est fractionnée en deux à trois événements de ponte dont le premier débute lorsque la température atteint 13,5°C - 14°C (Philippart, 1977 ; Baras, 1992).

Ce seuil thermique est indispensable car la mortalité des œufs est totale à une température inférieure à 13°C (Poncin, 1996).

C'est un genre lithophile (Poncin et al, 1987). Les œufs de 2 mm, jaunâtres collent aux pierres, peu à peu ils sont emportés par les eaux L'éclosion des œufs se produit deux semaines à vingt jours d'incubation après la fécondation selon la température de l'eau, Quand la vésicule est résorbée complètement le jeune se met à la recherche de la nourriture en mangeant la faunule du fond (Michely, 1997). Les jeunes alevins se cachent sous les pierres, se nourrissent de phytoplanctons et de zooplanctons puis, devenus fousseurs, ils s'alimentent de proies plus grosses (Brusle et Quinard, 2001).

Le barbeau présente des hybridations avec d'autres genres de poissons tels *Varicorhinus* et *Chondrostoma* (Almaça, 1967 et 1971). Les espèces du genre *Luciobarbus* présentent également des possibilités de croisement entre elles (Berrebi *et al.* 1993 ; Varadi *et al.* 1993 ; Berrebi, 1995 ; Crespin et Berrebi, 1994 ; Poncin, 1994 ; Poncin *et al.* 1994 ; Berrebi et Rab, 1998 ; Berrebi et Valiushok, 1998 ; Crespin *et al.* 1999 et Bouhbouh 2002).

### 3.2.4- Ecologie et comportement

D'une façon générale, chez les poissons, plusieurs facteurs peuvent influencer sur le choix de l'habitat, on peut citer entre autres : le stade de développement, la saison, la nature des cours d'eau, la disponibilité de la nourriture et enfin les relations de voisinage (Bouhadad, 1998).

La grande diversité de biotope que fréquentent le barbeau a l'état de population naturelle ou les conditions de pH, température, oxygène et de salinité sont parfois défavorables explique la facilité d'adaptation de ces poissons a des milieux aussi diversifiés et parfois même pollués.

Le barbeau d'Algérie est un poisson très ancien dans le réseau hydrographique qui existait il y a 10 000 ans environs (Bruslé et Quignard, 2004). Cette espèce est donc relativement adaptée au régime hydraulique de type méditerranéen, caractérisé par des périodes sèches très marquées et des épisodes de très fortes précipitations entraînant parfois des crues soudaines et violentes Les barbeaux, sont constitués de deux fractions : l'une

sédentaire n'affectant pratiquement pas de déplacement, l'autre errante qui se déplace sur de longues distances faisant preuve d'un comportement migratoire. Ce dernier est en rapport avec les conditions climatiques et hydrologiques, ainsi qu'avec la reproduction (Hunt et Jones, 1975 et Philippart, 1975).

Les barbeaux sont rhéophile et limnophile il recherche le lit principale du court d'eau avec un fond de galets et de graviers pour lui permettre de se dissimuler il se nourrit principalement la nuit, durant la journées il reste dans le courant près des chutes et des jetées et il est surtout actif après un orage, lorsque les eaux tumultueuse apportant sur le passage de petits organismes, Le barbeau a un régime alimentaire omnivore avec une tendance zoophage chez le *Luciobarbus* (Kraiem, 1980, Benabid, 1990). Et qui fréquentent les lacs, les grands fleuves qui préfèrent les rivières moyennes (cours d'eau moyens) et les oueds et les ruisseaux a eau claire ou trouble, caractérisés par un sol mou muni d'une végétation (Muus et Dahlstron, 1981). Les espèces barbeaux en Algérie sont des sédentaires, elles vivent en générale par bancs dans les eaux relativement bien oxygénées, ont les trouvent abondant dans les cours d'eau moyen des oueds ou les eaux sont rapide où le débit d'eau est relativement grand à laquelle ils s'adaptent grâce à leur forte masse musculaire qui représente 40 à 60% du poids corporel total. Elles fréquentent aussi les cours d'eau inferieur ou les eaux sont calmes et dormantes (Bouhadad, 1998), les lacs de barrages, les retenues collinaires ainsi que les points d'eau isolés. Leurs grandes résistances aux conditions défavorables et à la pollution aquatique expliquent leur large répartition dans divers biotopes. Pendant une longue période d'année.

En hiver la baisse de température et la diminution de l'abondance de la faune benthique engendre chez ce poisson une sorte d'hibernation puisque les individus se rassemblent en groupe deviennent moins actifs et passent à l'hiver au repos dans les secteurs profonds de la rivière et dans les cavités des rivages ou sous les pierres et les fascines.

Kraiem et Pattee, (1980) montre que chez le barbeau commun (*L.barbus*), la température létale en 24 heures et de 30° C et la concentration létale de l'O<sub>2</sub> dissous en 24 heures est de 2.1 mg/l. L'espèce *L.callensis* est à valence euryhaline forte puisqu'elle tolère des taux de salinité élevé allant jusqu'à 2 g/l (Kraiem, 1986). Cependant pour le *L.setivimensis* il peut tolérer une concentration de salinité allantjusqu'à 2.4 g/l, et *L.biscarensis* jusqu'à 4 g/l (Leberre, 1985). Ces conditions parfois extrêmes auxquelles

s'adaptent un grand nombre d'espèces de poisson d'eau douce en générale et les cyprinidés en particulier sont supporté par deux types de métabolismes :

- Une adaptation aérobie du métabolisme énergétique en réduisant le turnover énergétique en extrayant de l'O<sub>2</sub> dans le milieu.
- Une adaptation anaérobie (le cas d'eutrophisation)

Il est actuellement bien connu que les cyprinidés dont le genre *Luciobarbus* est les mieux adaptés parmi les vertébrés à un tel métabolisme.

### 3.3- Biogéographie :

Le problème principal de la paléogéographie des poissons dulçaquicoles, est celui de l'évolution et de la dispersion des Ostariophysaires (Cypriniformes au sens large) sur les continents. Dans ce cadre, plusieurs hypothèses ont été proposées dont celles relatives au phénomène de la dérive des continents (Bouhadad, 1998).

Venant de l'Asie orientale et de la Sibérie, les genres de Cyprinidae qui peuplent la Péninsule Ibérique l'ont atteint vraisemblablement vers la fin de l'Oligocène. Les populations appartenant à ces genres y ont subi des processus de spéciation qui menèrent à la formation d'une faune riche en espèces et sous-espèces endémiques. Entre-temps, vers le Pontien, des populations de deux de ces genres (*Luciobarbus* et *Pseudophoxinus*) sont donc originaires d'Europe qui seraient passées en Afrique du nord par la péninsule ibérique au Miocène (Almaça, 1979), y forment à leur tour plusieurs espèces endémiques. La répartition des espèces permet la reconnaissance de plusieurs provinces ou districts ichtyogéographique dans la sous-région euro-méditerranéenne (Almaça, 1976).

Le barbeau possède une distribution géographique très étendue. Il se trouve en Europe, en Asie et en Afrique et particulièrement en Afrique du Nord (Zouakh, 1995). Il présente une grande partie de l'ichtyo-faune africaine (Grassé, 1958). Il est naturellement absent en Amérique du sud, Australie et à Madagascar, mais il fait l'objet de multiples introductions volontaires par l'homme (Bruslé et Quignard, 2001). Dumont (1981) dresse une carte de répartition des barbeaux au Sahara et au Maghreb comme *L.callensis* au Maroc et *L. macrops* à l'Adrar de Mauritanie, Le Barbeau est très bien représentée aussi bien en Algérie, au Maroc

qu'en Tunisie. Les poissons d'eau douce d'Afrique ont plus d'affinité avec ceux de sud asiatique qu'avec ceux des autres régions. Ces affinités vont jusqu'à l'existence de genres communs (*Notopterus*, *Luciobarbus*, *Labeo*.....) (Grassé, 1958).

D'après Pellegrin (1939), on distingue dans le genre *Luciobarbus* 17 espèces plus 2 variétés ré pondues en Tunisie, en Algérie, au Maroc jusqu'au versant sud de l'Atlas, dans le Sahara et les rivages de la Mauritanie. Les affinités du barbeau sont démontrées non seulement par la morphologie comparée mais aussi par les tendances évolutives qui semblent avoir déterminé la spéciation des uns et des autres. En Algérie seul le genre *Luciobarbus* est représenté à l'état de population naturelle, les différentes espèces du barbeau semblent se répartir en deux groupes : le premier groupe représenté par *L.callensis*, *L.setivimensis* qui se rencontrent dans les cours du Tell et des Hauts plateaux. Le second groupe composé de *L.antinorii*, *L.biscarensis*, *L.figuigensis* rencontrent dans les habitats aquatiques sahariens (Bouhadad, 1993). Almaça (1970), distingue 5 sous-groupes : *L.callensis* aux environs de Biskra, *L.setivimensis* à Sétif et à Tafna, *L.biscarensis* au tassili, au Sahara et à Issakarassen (Hoggar), *L.antinorii* à Ourka (sud-ouest), à Timimoune, à Beni-Abbes, à Foggara à Moghrar Tahtani (sud-ouest) (Ain-Sefra) à Béchar et à Oran et *L. magniathantis* au Hoggar.

Le nom *L.callensis* provient de l'origine du premier spécimen décrit, à savoir le lac El-kalla (El-Taraf, l'est d'Algérie). Cette espèce colonise aussi bien les retenues de barrage que les cours d'eaux (Djemali, 2005). Dieuzeide (1927) a noté la présence de *L callensis* dans l'Oued Réghaia, Selon Dieuzeide et Roland (1957) dans les cours inférieurs de l'oued Sebaou et l'oued Mazafran. Dumont (1931) distingue que : *L.callensis*, *L.nauus* et *L.biscarensis* dans les Oueds du Nord de l'Algérie a oued de Saoura, Oued d'iharhir du tassili et au Hoggar, et *L.macrops* a oued Iharhir du Tassili.

### 3.4- Statut juridique :

Le barbeau est très abondant dans les barrages et les cours d'eau algériens et constitue une masse piscicole très importante. De ce fait, il favorise au citoyen de faire la pêche touristique ou commerciale. Cependant, le gouvernement algérien a créé un décret exécutif n°04-86 du 26 Moharrem 1425 correspondant au 18 mars 2004 fixant les tailles minimales marchandes des ressources biologiques. Ces tailles minimales correspondent aux dimensions des poissons mesurés du bout du museau à l'extrémité de la nageoire caudale de la partie dorsale. La taille minimale de pêche de *Barbus barbuis* est de 30 cm et celle de *L.callensis* est de 15 cm (Mimeche, 2014).



# Chapitre III : Matériels et méthodes

## 1. Présentation des stations d'étude

### 1.1- Choix des stations

Les raisons qui motivent le choix d'un site sont en fonction des caractéristiques des environs qui pourraient influencer le biotope (Rosenberg *et al.* 1993). Les stations de prélèvements ont été choisies de façon à répondre aux exigences et critères suivants :

L'accessibilité aux stations, l'abondance des poissons, existence ou absence d'une source potentielle de pollution, Le gradient altitudinal des stations, La diversité des biotopes, la diversité des habitats et la présence ou l'absence d'une végétation aquatique.

### 1.2- Description et caractéristique des stations

Notre site d'étude est limité par une zone de pêche et de prélèvement choisi aux critères d'abondance de poisson et qui s'étale de 4 km. On a divisé cette zone en deux stations principales dont quatre différentes places deux en amont et les deux autres en aval du site étudié (Fig.15, 16).

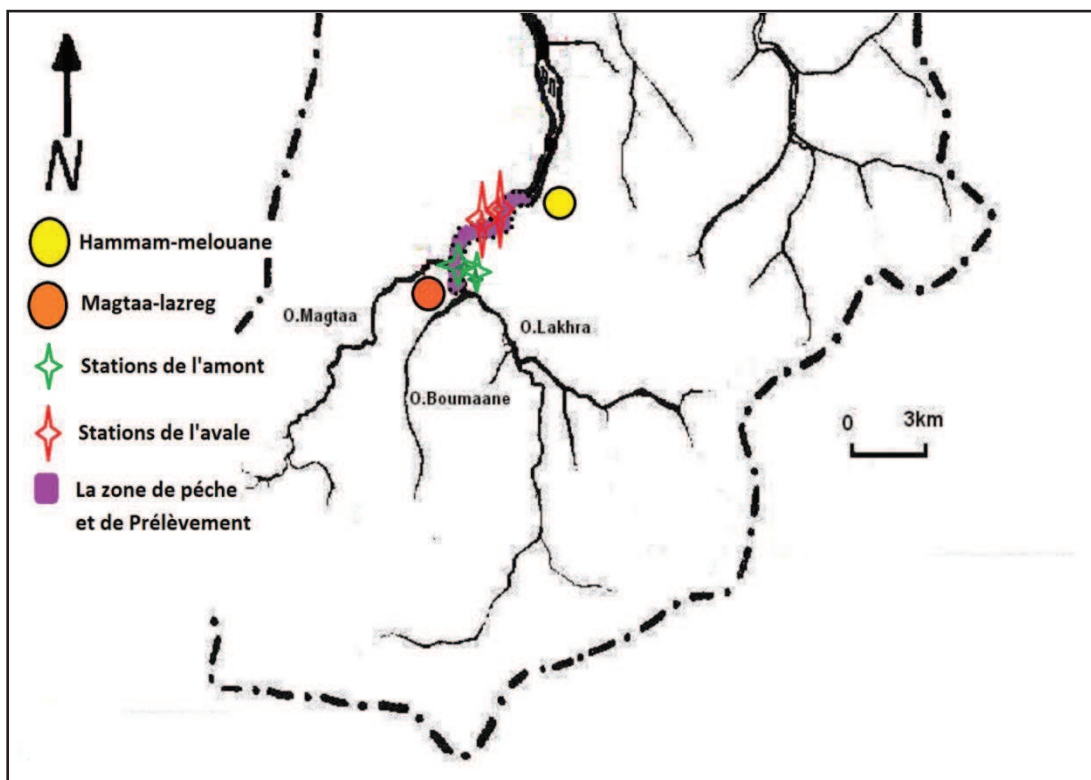
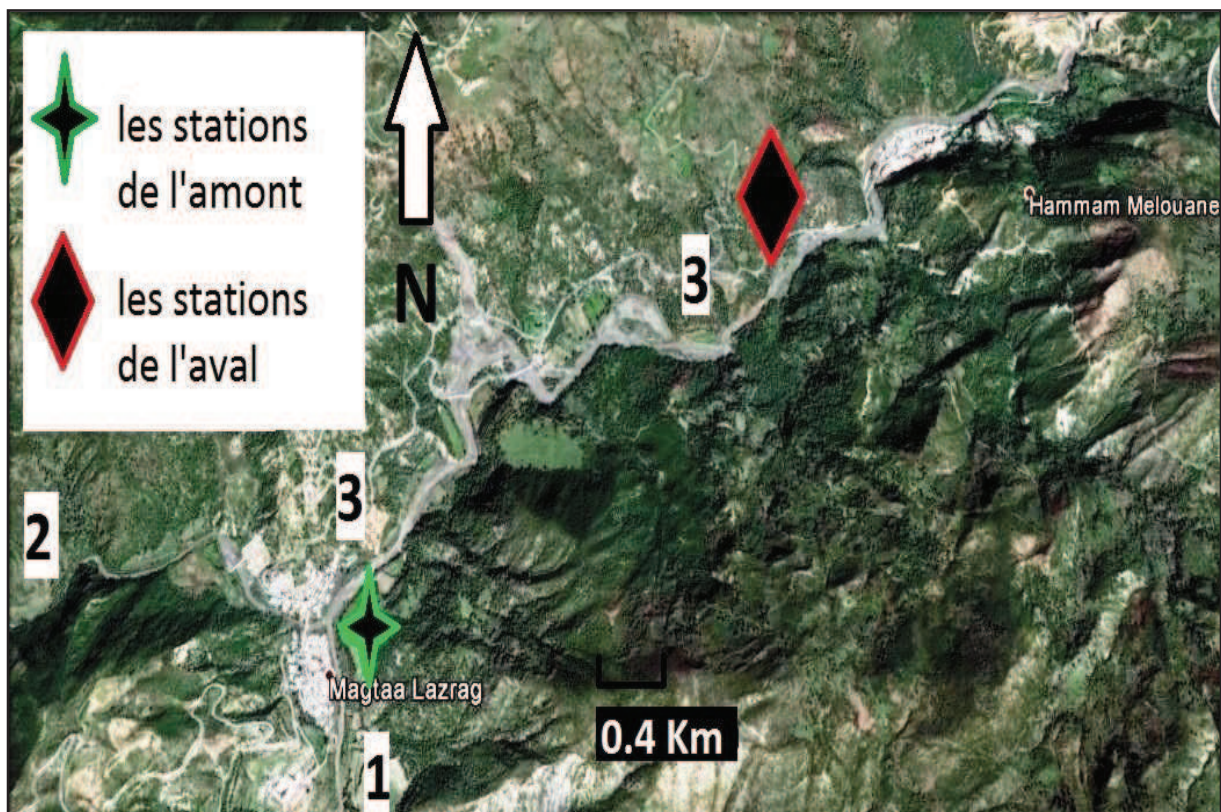


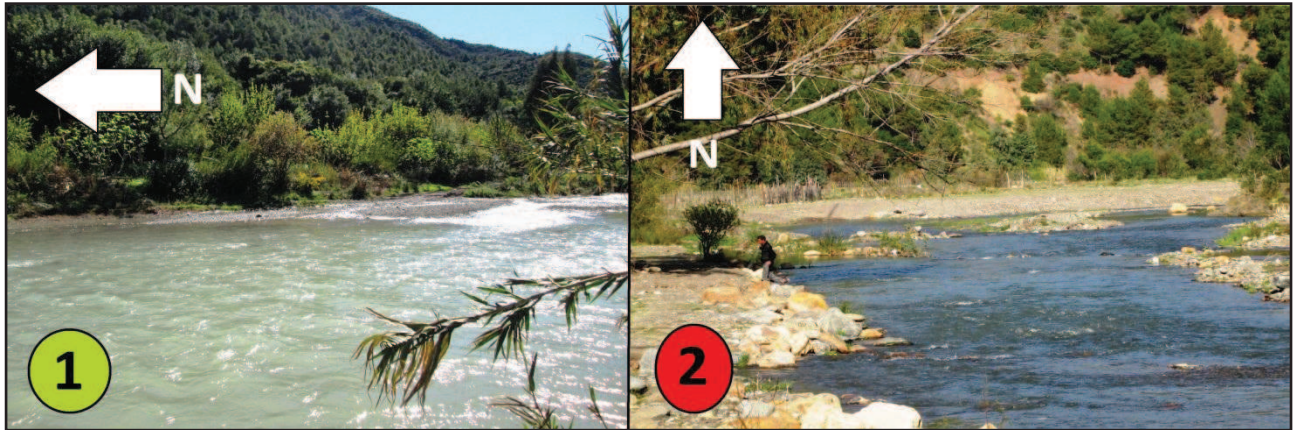
Figure 15 : Localisation géographique de site d'étude.

**Les stations de l'amont :** elles sont situées entre l'amont et l'aval de la confluence de deux Oueds : Oued Lakhra et Oued Boumaane. Elle s'étale de 500 mètres et elle se situe à 220-215 m d'altitude, c'est une station à faciès lotique très fréquent, avec des profondeurs de l'ordre de 25 à 40 cm vers les berges et de 80 à 200 cm au centre avec un lit qui mesure de 6 à 10 m. Le substrat est composé principalement de galets, cailloux, pierre et de sable. La végétation aquatique est représentée par des algues vertes filamenteuse et la Ripisylve représentée par Pin d'Alep, lauriers rosé, rosier. (Fig.17).

**Les stations de l'aval :** Elle se trouve en amont du village Hammame Melouane à 180-170 m d'altitude, elle s'étale de 500 mètres avec des profondeurs de l'ordre de 30 à 60 cm vers les berges et de 90 à 180 cm au centre avec un lit qui mesure de 6 à 12 m. Le substrat est dominé par des galets, sable, cailloux, blocs et l'argile. La Ripisylve représentée par l'Eucalyptus et l'Olivier, Cette station est très fréquentée par les habitants de la région pour ça on a noté : déchet ménager, élevages, eaux usées, extraction de sable pendant l'été. (Fig.17).



**Figure 16 :** Localisation des stations de pêche et de prélèvement. (Google earth 2015).  
(1 : La confluence de deux Oueds : Oued Lakhra et Oued Boumaane, 2 : Oued Magtaa, 3 : Oued El-Harrach).



**Figure 17 :** Vue globale des stations de pêche et de prélèvement.  
(1 : La confluence de deux Oueds : Oued Lakhra et Oued Boumaane, 2 : Oued El-Harrach ou La confluence des deux oueds déjà citer avec Oued Magtaa).

### 1.3- Campagne des prélèvements

Les sorties sur le terrain ont été effectuées entre juin 2013 et juillet 2014 à raison d'une sortie par mois. Chaque sortie dure en moyenne une journée. L'étude d'un écosystème limnique, nécessite plusieurs prélèvements concernant les facteurs physico-chimiques et biologiques. On commence toujours par les stations de l'amont pendant la période matinale et on termine avec les stations de l'aval qui dure deux heures pour chaque place. Une fois terminé, on termine avec le prélèvement de l'eau qu'on conserve dans une bouteille en matière de plastique étiquetée (voir annexe 1) pour l'analyse physico-chimique. Les poissons sont mis dans une bassine remplie d'eau munie d'une pompe d'oxygène mobile pour aérer l'eau afin de maintenir les poissons en bon état pendant le voyage de retour.

## 2. Etude des facteurs physico-chimiques de l'eau

Dans l'écosystème aquatique, l'eau possède des propriétés physiques et chimiques favorables à la vie des espèces. L'écosystème n'est pas réductible à sa biocénose. Il comporte aussi un milieu physique et chimique qui intervient non seulement dans la biologie de chaque espèce mais aussi dans la structure, et la dynamique de la biocénose toute entière. A l'inverse, le fonctionnement et la transformation de la composition et de la structure des biocénoses peuvent modifier les caractères d'un milieu.

D'une manière générale, il convient de ne jamais négliger l'étude du cadre physico-chimique, partie intégrante de tout écosystème (Barbeault, 2000). Le compartiment aquatique continental joue un rôle fondamental dans l'environnement : de sa qualité dépend le maintien de la vie animale comme de la vie humaine (Rodier, 2005). Le but de l'échantillonnage est d'apprécier l'évolution spatio-temporelle des paramètres physico-chimiques ces derniers à leur tour d'évaluer la qualité de l'eau du cours d'eau et de mettre en évidence son influence sur sa biocénose.

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté, il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (Rodier, 1984). Les techniques de prélèvement sont celles décrites par Rodier *et al.* (1996) le flacon ou la bouteille de prélèvement sera plongé à une certaine distance du fond (50cm) et de la surface, assez loin des rives ou des bords ainsi que des obstacles naturels ou artificiels, en dehors des zones mortes ou des remous, et en évitant la remise en suspension des dépôts en cinq points tout au long de la zone d'étude. Les échantillons sont prélevés à l'aide d'une bouteille de capacité de 1,5 litre. Pour chaque station, les bouteilles sont ensuite conservées dans une glacière après les avoir étiquetées (heure, date et numérotation des stations). Certaines mesures effectuées in situ doivent être mesurées à l'aide d'un analyseur multi-paramètre de type (CONSTOR C535) alors que d'autres sont analysés au laboratoire.

Le prélèvement subira obligatoirement un certain temps de transport et une attente au laboratoire avant la mise en route analytique. Ces temps devront être réduits au minimum. D'une façon générale, le transport à la température de 4°C et à l'obscurité dans des emballages isothermes permet d'assurer une conservation satisfaisante (Mimeche, 2014).

La qualité physicochimique de l'eau est déterminée par de nombreux paramètres ; certains sont liés à la géologie de l'aquifère qui sont les paramètres physiques mesuré in-situ : pH, PR, et chimique : chlorures, sulfates, calcium...etc., et d'autres liés aux activités humaines : nitrites, nitrates, pourcentage de saturation...etc, ces paramètres ont été analysés au niveau des laboratoires : SEAAL de Kouba et SEAAL de Sidi-Rcin à Baraki (Alger). (Voir annexe 1)

## 2.1- Paramètres physique (in-situ) : (Photos et Normes voir annexe1, 2)

Il est bien évident que les facteurs écologiques, en particulier ceux en rapport avec les climats, n'agissent jamais de façon isolée, mais simultanément (Ramade, 1984).

### 2.1.1- Température de l'eau (T°e)

La température est un facteur écologique important du milieu qui influe sur la densité de l'eau. Elle agit aussi sur la concentration de l'oxygène dissous et sur la détermination du pH (Kelly et Green, 1997). Elle conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés des êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 2003). Selon Dajoz (2000), elle représente l'élément du climat le plus important étant donné que tous les processus en dépendent. La température a été relevée aux heures de plein éclairement durant toute la campagne, à l'aide d'un thermomètre muni d'une sonde de CONSTOR C535 avec une précision de 0,1°C elle est exprimée en degré Celsius (°C).

### 2.1.2- Oxygène dissous(O<sub>2</sub>)

Le taux de l'oxygène dissous dans une eau détermine directement la nature de l'écosystème aquatique (Bentoux, 1993). L'oxygène est faiblement soluble dans l'eau, cette solubilité diminue avec la température et la salinité mais augmente avec la pression (Dajoz, 1982). Les variations d'oxygène dissous se présentent en relation avec plusieurs facteurs, principalement la température et la salinité (Lacaze, 1996). L'oxygène mesuré par un oxymètre (CONSTOR C535) elle est exprimée en mg/l.

### 2.1.3- Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH est un paramètre qui donne une indication sur la stabilité du milieu (Zouakh, 1995). En milieu aquatique, le pH est essentiellement une fonction de la composition chimique "brute" de la solution aqueuse, et de l'activité des organismes (Sacchi et Testard, 1971). Les valeurs du pH dépendent étroitement de la température, des facteurs climatiques et biologiques tels que la photosynthèse et la respiration (Arfi, 1991). Le pH est mesuré avec un pH-mètre (CONSTOR C535) avec une précision de 0,1. L'action de l'ensoleillement

provoque une réduction de la teneur en gaz carbonique due à la photosynthèse, ce qui transforme les bicarbonates en carbonates conduisant à l'élévation du pH (Yelle *et al.* 2003).

#### **2.1.4- Potentiel d'oxydoréduction (P redox)**

C'est une grandeur thermodynamique qui mesure le pouvoir oxydant ou réducteur d'un système redox. Le potentiel redox est en fonction de l'équilibre des formes réduites et oxydées des composés chimiques (Gaujous.1995). Il permet d'apprécier le degré d'aérobiose ou d'anaérobiose du milieu, elle est exprimée en millivolts (mv).

#### **2.1.5- Conductivité électrique (Ce)**

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes, elle permet l'évaluation globale des ions présents dans l'eau. Elle augmente avec la teneur en sels électrolysables dissous, avec les mobilités de ses ions (Arrignon, 1998). Selon Sacchi et Testard (1971), l'eau peut être considérée comme solution électrolyte, car presque tous les constituants dissous sont présents sous forme ionique. La conductivité électrique est une propriété due au déplacement de charges électriques dans un système (Copin-Montégut, 1996). Elle est mesurée directement à l'aide d'un conductimètre (CONSTOR C535) et elle est exprimée en micro siemens ( $\mu\text{s/cm}$ ).

#### **2.1.6- Salinité (Sal)**

La salinité d'une eau est sa concentration en électrolyte, c'est-à-dire les anions et les cations dissous dans l'eau (Leveque, 1996). Elle est en fait très variable, quantitativement plus forte par exemple au voisinage des sources thermales et qualitativement, elle dépend des terrains parcourus (Frontier et Pichod, 1999), Elle est mesurée directement à l'aide d'un multi paramétrés de type (CONSTOR C535) et exprimée en partie par milliers (‰).

#### **2.1.7- Turbidité**

L'eau à l'état naturel peut être plus ou moins chargée de particules en suspension ou de matières colloïdales elle est liée à la présence de particules organiques diverses, d'argile de colloïdes, de plancton...etc. Elle peut être favorisée par la pluviométrie (Rodier, 1996). Le

trouble de l'eau causé par ces particules est la turbidité, son unité est le NFU et l'appareil utilisé pour les mesures s'appelle le turbidimètre (au niveau de SEAAL, Kouba).

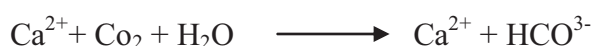
### 2.1.8- Matières en suspension (MES)

La teneur et la composition minérale et organique des matières en suspension dans les eaux sont très variables ; elles sont en fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, des rejets...etc. D'une façon générale, les matières en suspension interviennent dans la composition de l'eau (Rodier, 1996). Elles sont déterminées par la technique de filtration et exprimé en mg/l. (Au niveau de SEAAL, Sidi Rcin).

## 2.2- Paramètres chimique (au laboratoire)

### 2.2.1- Bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ )

La combinaison du gaz carbonique avec l'eau nous donne l'acide carbonique, le carbonate et le bicarbonate. D'après Sigg *et al.* (2000), l'ion bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ) provient de la dissolution des roches calcaires par les eaux chargées en gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ) comme le montre la réaction suivante :



Ils sont dosés par la méthode de titration au niveau de SEAAL (Kouba), exprimé en mg/l.

### 2.2.2- Chlorures (Cl)

D'après Arrignon (1998), la teneur en chlorure est importante à connaître en raison de son influence sur certaines espèces affectées par le degré de chlorinité de l'eau. Ils sont indispensables à la vie, jouant un rôle dans la respiration et la photosynthèse donc ils peuvent être des facteurs limitant (Gaujous, 1995). Ils ont été dosés par la méthode volumétrique (Cnexo, 1983) au niveau de SEAAL (Kouba), Elles sont exprimées en mg/l.



### 2.2.3- Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ )

Il constitue un élément significatif de la dureté de l'eau (Dussart, 1966). Sa teneur dans l'eau est directement liée à la nature géologique des terrains transverses (Savary, 2003). La richesse en calcium permet à une biomasse plus importante d'invertébrés de s'installer (Reynoldson : 1958 in Dajoz, 2000). Le calcium est dosé par la méthode titrage molaire (titrimétrique à l'EDTA) au niveau de SEAAL (Kouba), il est exprimé en mg/l.

### 2.2.4- Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ )

Le magnésium est un des éléments les plus répons dans la nature, sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrées (Rodier, 2005). C'est un élément indispensable à la vie, il joue un rôle primordial dans la respiration et la photosynthèse. Le magnésium est dosé par la méthode titrage (titrimétrique à l'EDTA) molaire au niveau de SEAAL (Kouba), il est exprimé en mg/l.

Les sels nutritifs (nitrates, nitrites, azote ammoniacal, phosphates et sulfates) ont un rôle très important dans la production algale :

### 2.2.5- Sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

L'importance du soufre tient à son rôle essentiel dans la production et la dégradation de la matière organique (Cnexo, 1983). Les sulfates sont dosés par la méthode de gravimétrie au niveau de SEAAL (Kouba), ils sont exprimés en mg/l.

### 2.2.6- Phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

Élément essentiel pour la photosynthèse et la production primaire, on le considère généralement comme facteur limitant la production de la biomasse végétale (Levéque, 1996). Les phosphates PSR (phosphate soluble réactif) ont été mesurés manuellement par dosage colorimétrique au spectrophotomètre (CECIL) (au niveau de SEAAL Sidi Rcin) à 885nm selon la méthode de Murphy and Riley (1962). La mesure a été réalisée sur une cuve de 10 cm afin d'augmenter la sensibilité.

### Phosphore Total = Phosphore particulaire + Phosphore dissous

Le phosphore dissous est présent quasi exclusivement sous forme d'Ortho-phosphates  $PO_4$  (Aminot, 2004). Ce phosphore dissous provient de l'érosion par l'eau du phosphore minéral contenu dans des roches continentales (SeyniSane, 2006).

#### 2.2.7- Nitrates ( $NO_3^-$ )

L'ion nitrate est la forme la plus oxygénée de l'azote, sa teneur est variable suivant la saison et selon l'origine de l'eau (Arrignon, 1998). Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique. Soluble dans l'eau, ils se retrouvent en faible concentration dans les eaux souterraines. Il est dosé par la méthode colorimétrique par spectrophotométrie. La valeur obtenue est exprimée en mg/l (au niveau de SEAAL, Sidi Rcin).

#### 2.2.8- Nitrites ( $NO_2^-$ )

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant. En générale, dans des eaux de surfaces, leurs teneurs excèdent rarement 1 mg/l. (Rodier, 1996). Ils sont dosés par la méthode colorimétrique par spectrophotométrie, le résultat obtenu est exprimé en mg/l. (au niveau de SEAAL, Sidi Rcin).



#### 2.2.9- Ammonium ( $NH_4^+$ )

L'azote ammoniacale est la forme la plus réduite de l'azote .il peut avoir pour origine la matière végétale des cours d'eaux, la matière organique animale ou humaine (Rodier, 1996). Les apports en ions ammonium et en nitrates par les eaux de pluies peuvent être importants dans les zones proches d'activités industrielles (Lévêque, 1996). Le résultat obtenu est exprimé en mg/l. (au niveau de SEAAL, Kouba).

### 2.3- Le coefficient de corrélation de Spearman

C'est le premier test statistique réalisé à partir des rangs. Cette statistique est appelée  $r_s$  ou  $r_s$ . Elle mesure l'association entre deux variables mesurées au moins dans une échelle ordinale. Fondamentalement, le coefficient de Spearman est aussi un cas particulier du coefficient de Pearson, calculé à partir des transformations des variables originelles. Mais il présente l'avantage d'être non paramétrique. L'inférence statistique ne repose plus sur la normalité bivariée du couple de variables (X ; Y).

### 2.4- Analyse en composantes principales (A.C. P)

L'analyse en composantes principales (méthode statistique essentiellement descriptive) a pour but de dégager, de l'ensemble des variables originales caractérisant un groupe d'objets, une série d'axes dont l'orientation permet d'exprimer en un minimum de dimensions, un maximum de l'information. Toutefois le nombre d'axes nécessaires pour exprimer 50,80 ou 90 % de l'information est généralement réduit à deux ou à trois axes. L'interprétation graphique des résultats peut dès lors devenir intéressante, puisque dans un seul plan, on retrouve une grande partie de l'information (Depiereux, 1982 ; Legendre et Legendre, 1984 ; Grimmeau, 1985).

## 3. Etude des facteurs biologiques

L'eau est un milieu biologique très réceptif (Bouziani, 2006), elle sert généralement d'habitat naturel pour l'ensemble de tous les organismes ; producteurs, consommateurs et décomposeurs qui forment la biocénose. Le poisson présente un matériel biologique à grande importance. C'est un bio indicateur très efficace dans l'évolution de l'état d'un écosystème ainsi que dans toute autre recherche scientifique en plus de son intérêt qu'il joue sur le plan socio- économique (Haddou, 2013). L'étude du peuplement de poisson nécessite une évaluation aussi précise que possible de la composition qualitative et quantitative de ces peuplements (Levêque et Paugy, 2006). Oued El-Harrach est un écosystème limnique contient une biodiversité remarquable et une ichtyo-faune composée de deux espèces l'Anguille d'Europe (*Anguilla anguilla*) et le Barbeau de l'Algérie (*Luciobarbuscallensis*). Dans notre étude, nous nous intéressons plus particulièrement au barbeau.

### 3.1- Matériels et technique de pêche : (photos voir annexe 1)

L'échantillonnage est une étape fondamentale qui dépend en grande partie de l'objectif à atteindre. au niveau des stations choisies, nous avons réalisé des pêches mensuelles, de l'ensemble des espèces seulement *L.callensis* trouvée dans les populations de poisson de l'oued étudié. Chaque sortie dure une journée.

#### 3.1.1- Le filet de pêche traditionnel

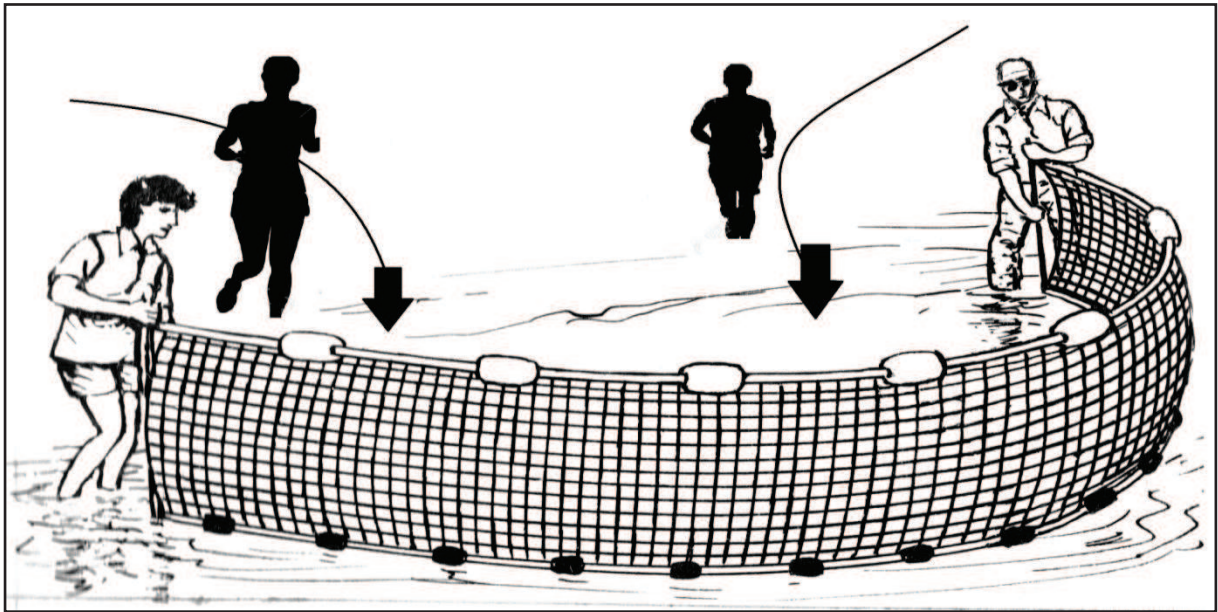
Il est de 4 m de longueur et de 2 m d'hauteur munis d'un fil de pêche transparent (invisible) ou une canne à pêche. Les mailles de voile (petite maille) sont de 20 mm. La pêche par ce filet est adaptée à l'échantillonnage des zones peu profondes. Il sert à piéger les barbeaux de grande taille.

#### 3.1.2- Le filet de pêche à la senne fixe (Beach Seines)

La pêche à la senne, est une technique de pêche très ancienne que les Égyptiens utilisaient il y a plus de 2500 ans avant J.-C. Cette technique consiste à capturer les poissons à la surface en pleine eau. C'est une technique de pêche active en agissant sur les poissons pour les attirer et les encercler à l'aide d'un filet de pêche appelé senne (ou seine).

Pour notre cas, Nous avons utilisé un filet sardine de 10 m de longueur et de 4 m de hauteur avec des mailles de 10 mm. Cette technique de pêche par ce filet est adaptée à l'échantillonnage des zones peu profondes seulement. Il sert à piéger les poissons de moyenne taille. Cette méthode de pêche est utilisée par les habitants autochtones de la région (Fig. 18).

Cette méthode est utilisée par plus de 3 personnes, deux personnes prennent le filet (l'un par l'extrémité droite et l'autre par l'extrémité gauche du filet) dans le court d'eau à condition que la main qui touche l'eau soit bien enfoncée dans la vase pour empêcher toute sorte de fuite des poissons récoltés. La troisième personne prend une position de 10 m du filet, après un moment il retourne vers le filet en course pour piéger les poissons.



**Figure 18 :** Vue générale du filet de pêche à la senne fixe avec méthode de Beach Seines.

### 3.1.3- L'épuisette ovale

Une épuisette est un ustensile comprenant un manche et un filet vert et de maille en nylons sans nœuds de diamètre de 5 mm tenu ouvert par une boucle ovale ou circulaire et utilisé pour attraper des poissons ou autres organismes pour les sortir de l'eau, Il sert à piéger les juvéniles.

### 3.1.4- La pêche électrique

Nous avons utilisé cette technique une fois seulement au mois mars 2014, où on a récolté plus de 200 individus, grâce à un appareil spécial du type (Dream-électroniques-Héron). Le Heronest un appareil de pêche électrique, dont les réglages permettent de travailler à l'électrode dans des eaux allant de 15 à 2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , c'est-à-dire, toutes les eaux douces.

### 3.1.5- Matériels utilisés au laboratoire : (voir annexe 1)

Comme matériels nous avons utilisé : Une loupe binoculaire, Deux balances (une balance ordinaire de 2 kg et une balance électronique de  $10^{-3}\text{g}$ ), Un ichtyo-mètre graduée en cm, Un pied à coulisse électronique de 0.1 mm de précision (Mitutoyo) et D'autres petits matériaux (ciseaux, boîtes de Pétri, pinces, bacs, appareil photo numérique, piluliers, tubes à essais, bistouri, des planches à découper, congélateur.....).

### 3.2- Méthodes biologiques

Les poissons capturés sont conservés dans un congélateur., Après décongélation et avant la dissection, on procède aux différentes mesures et pesées des poissons le même jour à l'aide d'un ichtyo-mètre. L'utilisation d'un pied à coulisse est indispensable pour effectuer d'autres mesures complémentaires. (Voir annexe 1).

#### 3.2.1- La structure de la population

L'analyse de ces structures permet de déterminer l'âge du poisson et de tracer l'histoire de sa croissance.

##### 3.2.1.1- Etude des mensurations des poissons (Longueurs et poids)

**Lt** : Longueur totale, elle représente la distance entre l'extrémité de la bouche du poisson et la nageoire caudale. Mesuré à l'aide de l'ichtyo-mètre  $\pm 0.1\text{cm}$  et un pied-à coulisse électronique  $\pm 0.1\text{mm}$ .

**Lf** : Longueur à la fourche, elle représente la longueur du poisson comprise entre le museau et la fourche de la nageoire caudale. Mesuré à l'aide de l'ichtyo-mètre  $\pm 0.1\text{cm}$ .

**Ls** : Longueur standard, elle représente la longueur du corps sans la nageoire caudale. Mesuré à l'aide de l'ichtyo-mètre  $\pm 0.1\text{cm}$ .

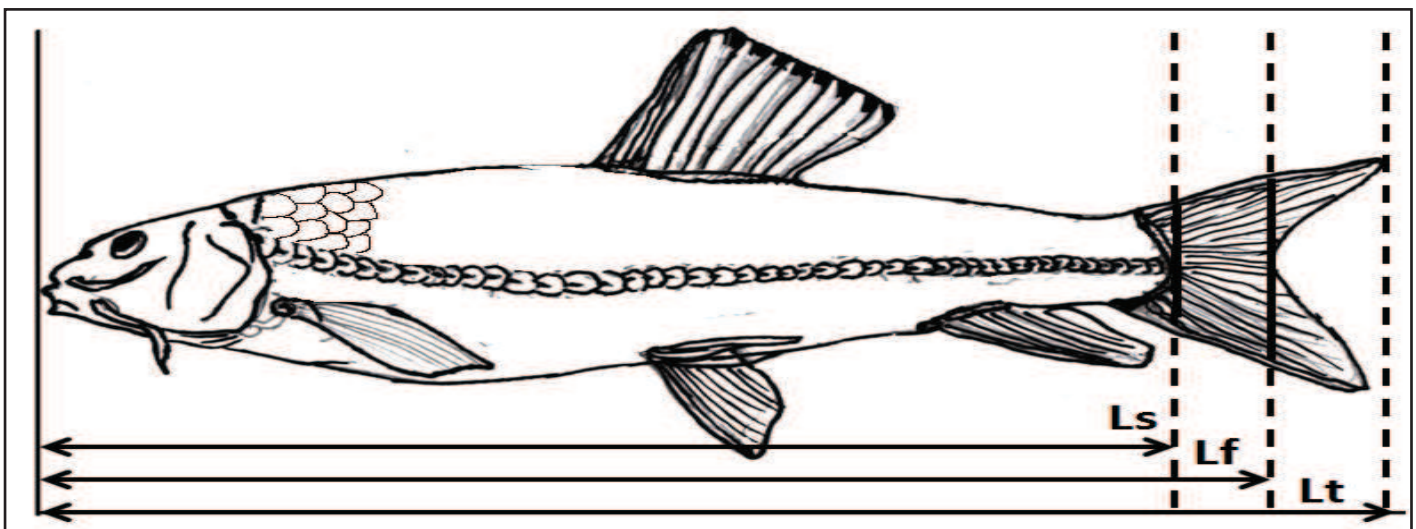


Figure 19 : Les différentes mesures effectuées sur le poisson.

Pour les Mensurations pondérales, mesuré à l'aide d'une balance électronique a précision,  $\pm 1g$

**Wt** : poids total du poisson avant la dissection.

**We** : Poids éviscéré ou poids du poisson débarrassé de ses organes (appareil digestif, cœur, cerveau et le foie) et de ses glandes génitales (cavité abdominale vide).

**Wh** : le poids du foie.

**Wg** : le poids des gonades.

**Wd** : le poids du tube digestif.

### 3.2.1.2- La détermination de direct de l'âge

Selon Bougis (1976), la reconnaissance de l'âge d'un poisson est une étape essentielle pour pouvoir déterminer sa croissance linéaire et pondérale. La détermination exacte de l'âge des poissons est l'un des plus importants éléments pour l'étude de la dynamique des populations.

L'âge peut être déterminé directement par lecture des pièces squelettiques : écailles (squelette dermique des poissons), otolithes, opercules, vertèbres et rayons des nageoires, ou indirectement par des méthodes qui correspondent aux méthodes statistiques basées sur l'analyse de structure d'âge, les plus utilisées étant celles de Petersen (1892) et Battacharya (1937) mais on a préféré d'exploiter la méthode directe. L'âge peut être déterminé aussi par le marquage (Micha, 1971 ; Daget et Le Guen, 1975). Pour cela, nous avons utilisé une méthode directe qui est basée sur la lecture des écailles ou la scalimétrie.

L'observation des écailles, a été la première technique utilisée (Lee, 1920) et reste encore la plus fréquente (Philippart, 1971 ; Ricker, 1971 ; Bagenal, 1973 ; Hunt et Jones, 1975 ; Arrignon, 1976 ; Meunier, 1988). En effet, elle présente de grande facilité de prélèvement, de préparation et de lecture. De même, elle s'est avérée plus précise.

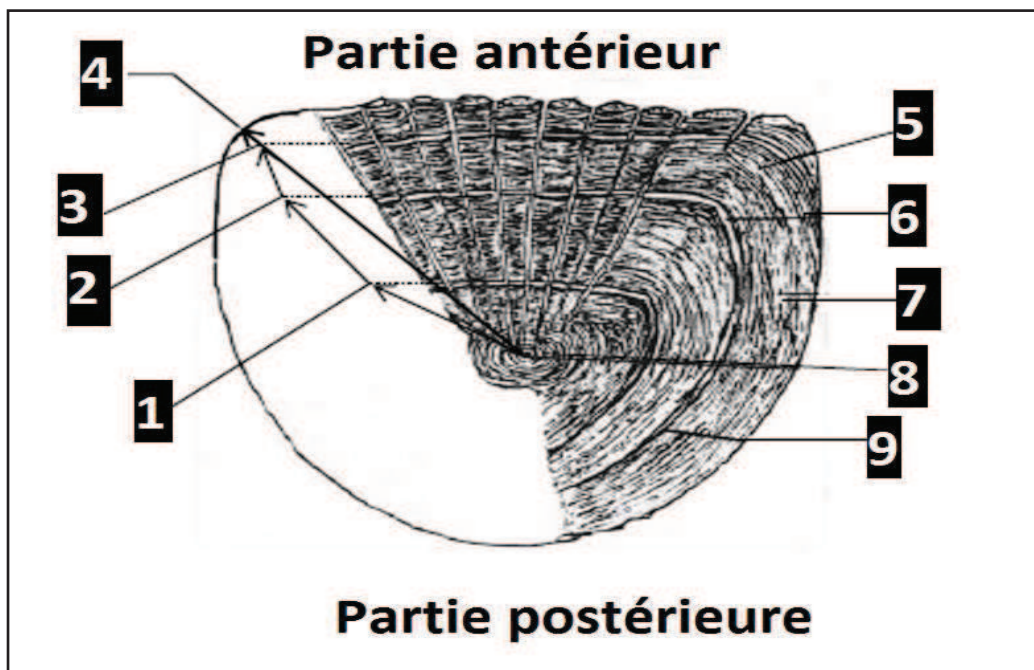
#### A- Description des écailles

Les écailles se trouvent dans un repli de la peau du poisson. Elles assurent plusieurs fonctions comme : protection, hydrodynamisme, réservoir minéral (Roland, 1997). L'écaille présente trois types d'ornementations (Daoud, 1984), les écailles du genre *Barbus* sont cycloïdes, translucides et minces. La partie antérieure est formée par :

**1-Les annuli** : ce sont des lignes concentriques qui suivent la direction des bords de l'écaille. Elles sont bien visibles, continues et peuvent être suivies facilement malgré les interruptions dues aux radi.

**2-Les circuli** : ce sont des stries fines plus ou moins rapprochées, concentriques, qui suivent la direction des annuli.

**3-Les rédi** : constituent des rainures plus profondes et bien marquées. Ils traversent latéralement l'écaille et s'étendent du bord dorsal au bord ventral vers la ligne longitudinale de symétrie de l'écaille. (Fig.20)



**Figure 20** : Structure d'une écaille du *L.callensis*.

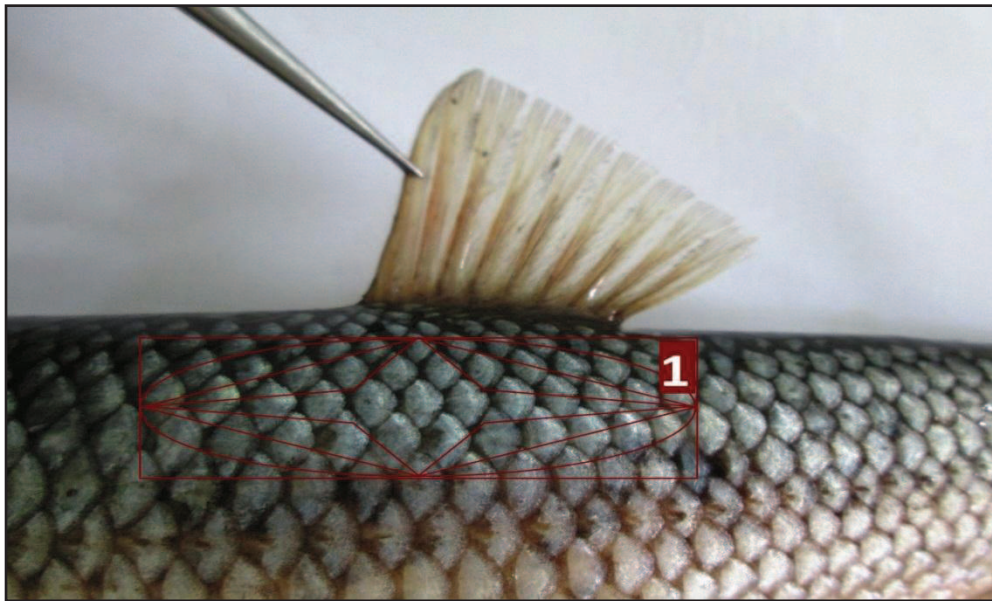
(1 : Rayon au premier anneau d'arrêt de croissance (r1), 2 : Rayon au deuxième anneau d'arrêt de croissance (r2), 3 : Rayon au troisième anneau d'arrêt de croissance (r3), 4 : Rayon total de l'écaille (R), 5 : Anneau de croissance rapide, 6 : Anneau de croissance lente, 7 : Circuli, 8 : Nucleus, 9 : Annulus)

## B- Prélèvements

L'écaille se trouve dans un repli de la peau du poisson et est divisée en deux zones par une ligne horizontale. La zone encastrée est couverte de stries et d'anneaux concentriques, alors que la zone découverte n'est pas striée.



La forme des écailles varie selon les contours du poisson. Les meilleures écailles pour la détermination de l'âge et du taux de croissance se trouvent généralement à l'épaule des poissons entre la tête et la nageoire dorsale (Holden et Raitt, 1974). Cette zone est celle où l'apparition des écailles est la plus précoce (Boët et Le louarn, 1985). A l'aide d'une pince on prélève 5 à 10 écailles pour chaque poisson. (Fig. 21).



**Figure 21** : Prélèvement des écailles du barbeau récolté de l'Oued El-Harrach. (1 : La zone de prélèvement).

### C- Conservation

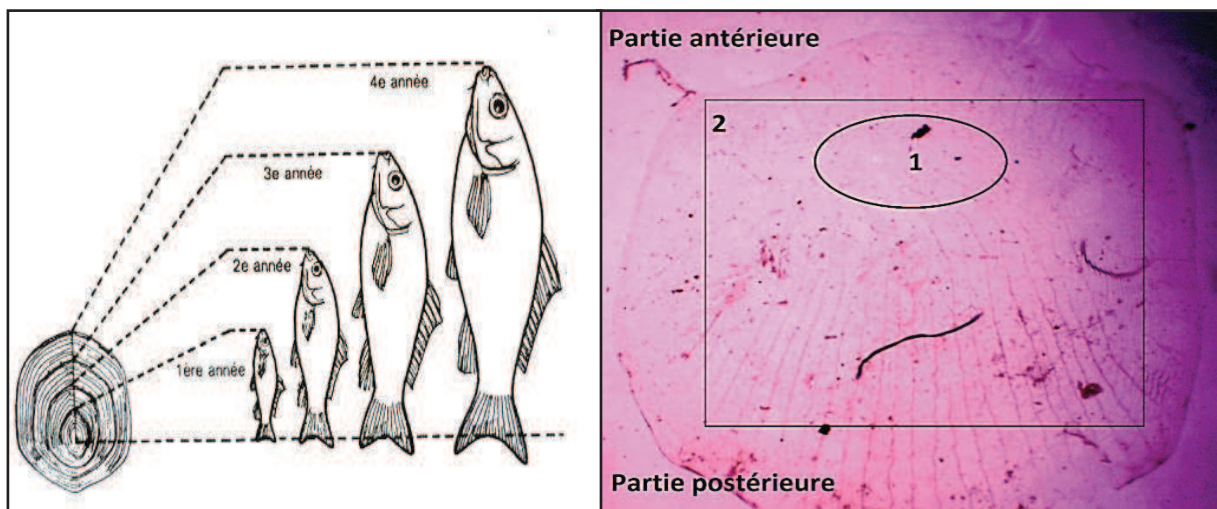
Après leur prélèvement et avant la lecture, les écailles subissent un traitement en plusieurs étapes :

- Nettoyées à l'eau courante
- Débarrasser des fragments de tissu et du mucus qui les couvrent
- Immersion dans Hydroxyde de sodium à 8% (NAOH).
- Rinçage à l'eau distillée ou à l'eau douce (Tesch, 1971 ; Daget et Le guen, 1975 ; Bagliniere et Le louarn, 1987).
- Séchage sur papier filtre
- Les écailles sont ensuite conservées dans la glycérine dans un pilulier et on a mentionné les renseignements nécessaires sur chaque préparation : date, lieu, sexe, poids, taille et espèce.

**D- Lecture :**

Très souvent, l'âge est déterminé par la méthode de scalimétrie dont l'évaluation est réalisée grâce aux écailles, sur lesquelles sont enregistrées les variations saisonnières ou annuelles de croissance (Fig. 22). Cette dernière, se traduit par les zones de croissance lentes et étroites nommées des zones denses alternant avec des zones de croissance rapides et larges nommées zones claires. La somme des deux zones alternées représente une année de vie de poisson. La lecture des écailles se fait à l'aide d'une loupe binoculaire.

La lecture des écailles présente des difficultés, car en plus des anneaux d'arrêt de croissance on peut trouver parfois de "faux anneaux" dont le tracé est souvent incomplet et qui peut être lié à la reproduction, à la modification du métabolisme, aux maladies du poisson et au stress ou aux blessures. (Boubouh, 2002). De même, on peut assister au phénomène de tassement des circuli périphériques chez les individus âgés. Il est donc indispensable d'examiner l'écaille dans son ensemble pour obtenir une meilleure interprétation. On suppose que tout anneau, sur une écaille, qui entoure tout le bord antérieur est un anneau vrai et il est compté, et qu'un anneau qui ne le fait pas est un faux anneau et il n'est pas compté.



**Figure 22 :** b-Ecaille de Barbeau observée sous une loupe-camera électronique (Zeiss).  
(1 : Le Nucleus, 2 : Annulus, r1).

**3.2.1.3- L'étude de la croissance**

**A- Le modèle théorique de la croissance de Ludwig Von Bertalanffy : (LVBT)**

Actuellement toute recherche sur l'écologie des poissons passe par la détermination de l'âge de poisson. En effet, la reconnaissance de l'âge d'un poisson est une étape essentielle

pour pouvoir déterminer sa croissance linéaire et pondérale Bougis (1976), de nombreux modèles mathématiques ont été développés pour comparer les courbes de croissance. Le plus employé chez les poissons est celui de Von Bertalanffy, 1934. (Ricker, 1971) dont l'équation est :

$$L_t = L_{\infty}(1 - e^{-K(t-t_0)})$$

- $L_t$  = longueur à l'âge  $t$  (cm).
- $L_{\infty}$  = représente une taille limite théorique ou longueur asymptotique du poisson. ( $L$  moyenne des plus vieux individus de la population)
- $K$  = est un coefficient de croissance une constante correspondant à la vitesse à laquelle la longueur maximale est atteinte,  $K$  caractérisant la vitesse avec laquelle la taille tend vers  $L_{\infty}$ .  $K$  (1 à 0,1) est le paramètre de courbure ( $K = 1$  : croissance très rapide,  $K = 0,1$  : croissance très lente).
- $t_0$  = âge théorique hypothétique pour une longueur nulle de poisson, si pendant toute sa vie sa croissance est régie par l'équation de Von Bertalanffy. Ainsi  $t_0$  peut être positif ou négatif (ans).

$L_{\infty}$ ,  $K$  et  $t_0$  sont appelés les paramètres de croissance. Ils diffèrent selon l'espèce, le stock, les cohortes (climat) et le sexe.  $L_0$  : taille à l'éclosion quand  $t = 0$  (naissance, éclosion) : facilement calculé en introduisant  $t = 0$ . (Fig.23).

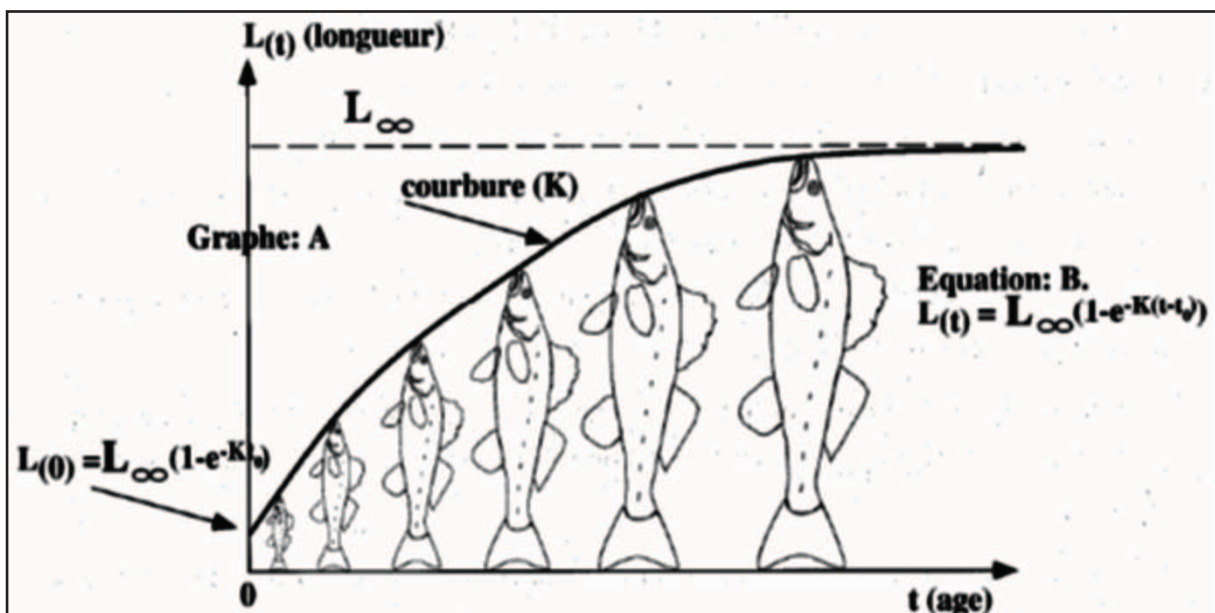


Figure 23 : Modèle de croissance de Von Bertalanffy (Micha, 2005).

**Calcul des paramètres de croissances  $L_{\infty}$ ,  $k$  et  $t_0$  :**

Pour le calcul de ces paramètres, nous avons utilisé le programme VONBIT AL 2005 = *Von Bertalanffy Iterative Approach for age-length* (FAO, 1987). Ce logiciel est basé sur plusieurs méthodes pour déterminer et estimer les paramètres de croissance de l'équation et la courbe de Von Bertalanffy (1934) :

► **Méthode de Powell (1979) Wetherall (1986) :**

Cette méthode est basée sur l'analyse d'une régression linéaire à partir d'une représentation graphique de  $(\bar{L} - L')$  en fonction de  $L'$  ou :

$L'$ : la limite inférieure de chaque classe de longueur.

$\bar{L}$  : La longueur moyenne estimée à partir de  $L'$

Qui a pour équation :  $\bar{L} - L' = a + bL'$ , avec  $a$  l'ordonnée à l'origine et  $b$  la pente. A partir de cette équation nous pouvons déterminer  $L$  et  $Z/K$  par les relations :

$$L = -a/b \quad Z/k = -(1+b)/b$$

Où  $Z$  représente le coefficient instantané de mortalité totale. La séparation de  $Z$  et  $K$  se fait en utilisant l'équation de (Pauly et Munro 1984, in Hemida, 1987) :

$$\Phi' = \text{Log } K + 2 \text{Log } L_{\infty} \text{ avec } \Phi' : \text{Vitesse de croissance.}$$

► **Détermination de  $L_{\infty}$  par la méthode de Pauly (1985) :**

Grâce à la relation empirique de Pauly (1985), il est possible d'estimer la valeur de  $L$  en divisant la valeur de la longueur maximale mesurée lors de l'échantillonnage par **0,95**.

$L_{\infty} = L_{\max}/0.95$  avec  $L_{\max}$  : longueur maximale observée

► **Droite de Von Bertalanffy :**

C'est une droite permet d'estimer  $t_0$ . Les résultats obtenus sont représentés par une droite de régression dont la formule :

$$Y = a + b * x \quad -\ln(1 - (L_t/L_{\infty})) = -kt_0 + k * t \quad a = -kt_0 \text{ donc } t_0 = a/k$$

Avec : **L<sub>t</sub>** : longueur du corps au temps t (cm) - **K** : constante de croissance

### **B- Croissance relative taille-poids : (relation d'allométrie)**

Il s'agit d'établir une relation mathématique entre deux paramètres mesurables comme le poids du poisson et sa taille afin d'estimer la valeur de l'un en connaissant l'autre et inversement. D'après le modèle de Von Bertalanffy (1934), le poids est proportionnel au volume de l'animal qui correspond au cube de la longueur (Bougis, 1976).

La relation taille poids devient ainsi :

$$W = a L^b, \text{ avec :}$$

**W** : poids de l'animal (g)

**a** : l'ordonnée à l'origine.

**L** : longueur de l'animal (cm)

**b** : coefficient d'allométrie.

Par une transformation Logarithmique, l'équation linéarisé se présente sous la forme :

$$\text{Log } W_t = b \text{ Log } L_t + \text{Log } a$$

Le type de croissance est déterminé en fonction de b :

b=3 : isométrie de croissance entre le poids et la longueur.

b<3 : allométrie minorante (le cube de la longueur croit plus vite que le poids).

b>3 : allométrie majorante (le poids croit plus vite que le cube de la longueur).

La relation entre la  $L_t$  et  $W_t$  (transformation logarithmique) était calculé pour tous les échantillons, immatures, males et les femelles séparément (Froese, 2006). L'existence de différences significatives entre les relations a été vérifiée par analyse de covariance (ANCOVA).

### **C- La croissance pondérale**

La connaissance des paramètres de croissance de Von Bertalanffy (1934) et la relation taille-poids, permettent de déterminer l'équation de la croissance pondérale de Von Bertalanffy (1934) définie comme suit :

$$W_t = W_{\infty}(1 - e^{-K(t-t_0)})$$

**W<sub>t</sub>** : poids du poisson à l'instant t (g)

**W<sub>∞</sub>**: poids asymptotique du poisson. ( $W_{\infty} = a L_{\infty}^b$ )

**K** : constante de croissance qui mesure la vitesse à laquelle la longueur du poisson s'approche de  $L_{\infty}$ .

**b** : coefficient d'allométrie de la relation taille poids.

#### D- Le Facteur de condition

Le facteur de condition (K) de Fulton (1911) est défini comme suit :

$$K = (W_t / L_t^b) 100$$

Avec :

**K** : Facteur de condition

**W<sub>t</sub>** : Poids total du corps (g)

**L<sub>t</sub>** : Longueur totale (cm)

**b** : coefficient d'allométrie

Cette relation implique que plus le poisson est gros plus il est dans de meilleures conditions environnementales. Les limites de la signification biologique de K ont été posées plus tard et Le Cren (1951) propose le calcul d'un facteur de condition relative.

Le facteur de condition relative (K<sub>r</sub>) de Le Cren (1951) a été utilisé par Swingle et Shell (1971) pour éditer des abaques de calculs des facteurs de conditions de quelques espèces de poissons d'eau douce. La formule de K<sub>r</sub> proposée par Le Cren est la suivante

$$K_r = W/W'$$

Avec :

**W** : poids individuel du poisson

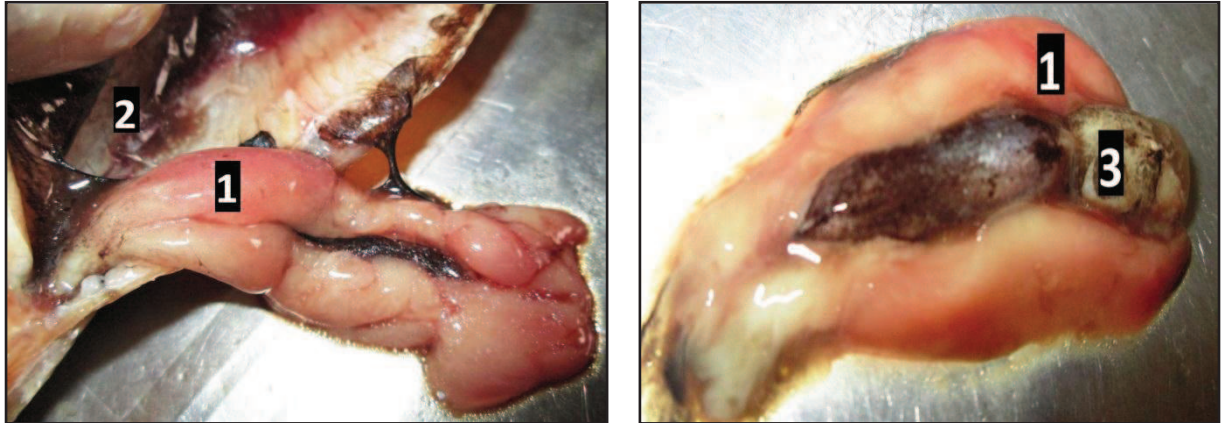
**W'** : le poids calculé à partir de la formule  $W = a L^b$

#### 3.2.2- Etude de la reproduction

Pour chaque poisson répertorié, pesé et mesuré, les gonades ont été placées sur papier filtre pour enlever l'excès d'eau, pesées ( $\pm 1$ g) et ensuite fixées au Bouin Lorsque la distinction des sexes était difficile à l'œil nu, l'examen à la loupe binoculaire était indispensable.

### 3.2.2.1- Détermination du sexe

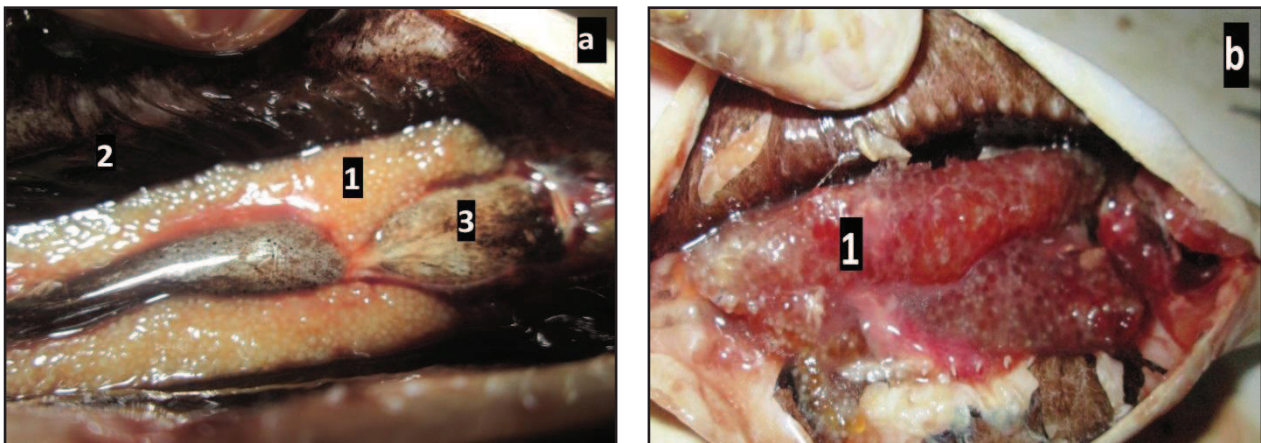
La détermination du sexe se fait par observation directe des gonades après l'ouverture de la cavité abdominale depuis l'orifice ano-urogénital, jusqu'à la ceinture scapulaire. Après avoir soulevé la masse viscérale, les gonades apparaissent plaquées contre la partie dorsale de la cavité abdominale, le long de la colonne vertébrale.



**Figure 24 :** Gonade male du *L.callensis* a Oued El-Harrach.

(1 : Une paire de de testicule malelisses et blanchâtres, 2 : la partie dorsale de la cavité abdominale, 3 : Vessie natatoire).

Chez les individus matures, les gonades sont différenciables même à l'œil nu, les mâles ont des gonades lisses et blanchâtres (Fig. 24), alors que les femelles ont des gonades granuleuses et une coloration variant du jaune pâle à l'orange (Fig. 25).



**Figure 25 :** Gonade femelle du *L.callensis* à Oued El-Harrach.

(a : gonade prise au mois de mars, b : au mois d'avril, 1 : Une paire d'ovaires, granuleuses et une coloration variant du jaune pâle à l'orange 2 : la partie dorsale de la cavité abdominale, 3 : Vessie natatoire).

### 3.2.2.2- Le sex-ratio

La proportion des sexes est une caractéristique de l'espèce dont les variations sont parfois en relation avec le milieu. Selon Kartas et Quignard (1984), le sex-ratio est l'un des paramètres qui contribuent au maintien, dans une certaine limite, de la capacité reproductrice de l'espèce (Dermecheet *al.* 2009). Le sex-ratio ou numérique des sexes, désigne la proportion des individus de chaque sexe d'une population donnée (Lamrini, 1983). Il est défini comme étant : le rapport du nombre des mâles et celui des femelles. Il constitue un paramètre démo-écologique de grande importance (Ramade, 2003). Les données ont été analysé en utilisant le test de comparaison des moyennes des deux sexes. La statistique de significativité des différences a été vérifiée par analyse de la covariance entre les sexes (ANCOVA). Les analyses statistiques ont été effectuées par le SPSS (SPSS, Chicago, IL, USA).

$$\text{Sex-ratio} = \text{Nombre des males} / \text{nombre des femelles}$$

C'est un indice qui caractérise une espèce, pour un peuplement donné, il est censé être plus ou moins fixe pour maintenir l'équilibre intra-spécifique de la population (Amara, 2002). Il s'exprime sous la formule :

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

$$\text{Taux de masculinité} = (M / (F+M)) * 100$$

Rapport du nombre de mâles au nombre des femelles ; c'est le  $\text{sex-ratio} = M/F$  L'erreur ou l'intervalle de confiance estimée est calculée à partir de l'équation de Schwartz (1983) au risque de 5% : ou l'intervalle de confiance à 95%

$$e = 1.96 \sqrt{pq/n}$$

Avec :

**e** : l'erreur estimée

**p** : pourcentage de femelles

**q** : pourcentage de mâles

**n** : effectif total

**F** : Nombre des individus femelles

**M** : Nombre des individus mâles



### 3.2.2.3- Le Rapport gonado-somatique (RGS)

Pour la détermination et la précision de la période et la durée de ponte il faut calculer le rapport gonado-somatique. Bougis (1952). Ce dernier, peut être considéré comme un véritable coefficient de maturité (Lahaye, 1979). Les variations de ce rapport ont été définies suivant le sexe et l'âge. Son calcul est basé sur des critères pondéraux Il permet de chiffrer l'accroissement des gonades durant le cycle sexuel (Hattour, 2000 et 2001 ; Roche *et al.* 2003) Et basé sur la variation de la masse des gonades au cours du cycle sexuel. Selon Bruslé et Quignard (2001), une étude mensuelle comparative entre la température de l'eau et le rapport gonado-somatique permet de déterminer la période de ponte, en plus, de l'étude saisonnière qui a été faite, soit :

$$\text{RGS} = (\text{Wg}/\text{We}) 100$$

**Wg:** Poids des gonads (g)

**We :** Poids éviscérer du corps (g). Après élimination le poids des gonades et celui du tube digestif.

### 3.2.2.4- Le Rapport hépato-somatique (RHS) :

Le rapport Hépato-Somatique est basé sur la variation de la masse du foie au cours du cycle sexuel, puisque toute l'énergie nécessaire pour la maturation des gonades provient des réserves lipidiques stockées au niveau du foie. Le stockage des graisses aurait lieu avant la maturation des glandes génitales dans le foie ou dans le muscle suivant le type de poisson, en suivant seulement les variations du RHS il serait possible de connaître avec précision le cycle de reproduction d'un poisson (Stequert, 1976). Cet indice peut indiquerait le taux de participation des réserves hépatiques à la production des gamètes (Gherbi-Barre, 1983). Le RHS est le rapport du poids du foie sur la masse corporelle (Roche *et al.* 2003) :

$$\text{RHS} = (\text{Wf}/\text{We}) 100$$

**Wf :** Poids de foie(g)

**We :** Poids éviscérer du corps(g). Après élimination le poids des gonades et celui du tube digestif.

### **3.2.2.5- Age et taille de la première maturité sexuelle**

L'âge et la taille de la première maturité sexuelle est définie comme étant la longueur du poisson pour laquelle 50% des individus sont mûrs (Hasler, 1958). L'étude de la taille à la première maturité sexuelle permet de connaître la contribution des poissons de petite taille à la reproduction (Tazerouti, 1993). La taille à la première maturité sexuelle chez les poissons est un paramètre important à déterminer non seulement pour la reproduction mais aussi en structure de la population. En effet, cette taille peut être adoptée comme longueur minimale des captures pour une exploitation rationnelle d'un stock donné ; elle permet également d'estimer la fraction d'individus reproducteurs dans les échantillons examinés, applicable par extrapolation à la population (Harchouche, 2006 et Bouaziz, 2007). La définition la plus utilisée est celle des auteurs qui l'assimilent au point L50 ou au point L100 de la courbe théorique de la première maturité qui a une forme sigmoïdale. Au point L50, 50% des poissons sont matures et 50% immatures (Fontana, 1969 ; Kartas et Quignard, 1984 ; Tazerouti, 1993 ; Harchouche, 2006 et Bouaziz, 2007).

### **3.2.2.6- Stades sexuels chez le Barbeau**

Un cycle sexuel est le temps nécessaire à la transformation d'une gonie en gamète mûr (Mason, 1985 ; Le moigne, 1997). Cette transformation se retentit sur la morphologie et le poids des gonades. Le terme "stades de maturité" a une signification particulière, mais généralement acceptée dans la biologie halieutique. Il est employé pour signifier le degré de maturité des ovaires et des testicules d'un poisson et non que le poisson est sexuellement mûr ou non. L'estimation courante des stades de maturité est effectuée normalement en assignant aux individus des stades selon des caractères qui peuvent être différenciés à l'œil nu. Une distinction plus poussée entre les stades peut être effectuée par l'examen histologique, mais ce n'est pas un moyen pratique dans l'échantillonnage normal parce qu'il prend trop de temps. Le but doit être d'examiner un grand nombre de poissons à de fréquents intervalles pour obtenir une image représentative du stade de maturité de la population et des changements qui y surviennent avec le temps.

Pour avoir une idée sur l'état de maturité de notre poisson, nous avons effectué un examen macroscopique complet des gonades : forme et volume des ovaires et des testicules par rapport à la cavité viscérale et aspect de leur coloration et de leur vascularisation (Kartas et

Quigrard, 1984), leur consistance, la transparence de la paroi ovarienne et la visibilité es ovocytes et enfin le volume occupé par les gonades dans la cavité abdominale. Les échelles de maturation adoptées s'inspirent de celle utilisée pour *Luciobarbus callensis* par Tazerouti (1993) de barbeau d'Oued El-Harrach (Tab.6).

**Tableau 6 :** Echelle macroscopique de la maturité sexuelle du barbeau algérien *L. callensis* Oued El-Harrach (Tazrouti, 1993).

Stades ovariens	Aspect macroscopique	Stades testiculaires	Aspect macroscopique
<b>Stade 1</b> Ovaire immature ou au repos sexuel	Ovaire petit, filamenteux, translucide, vascularisation invisible, ovocytes non perceptibles à l'œil nu	<b>Stade 1</b> Testicule au repos sexuel ou immature	Testicule petit, allongé à surface lisse, de couleur laiteux, vascularisation invisible
<b>Stade 2</b> Ovaire en ponte	Ovaire de taille moyenne, vascularisation légère, ovocytes gros régulières	<b>Stade 2</b> Testicules on activité spermatique ou permission	Testicule assez grande taille, volumineux a surface lisse brillante couleur blanc laiteux et vascularisation nettement visible
<b>Stade 3</b> Ovaire Pré-ponte	Ovaire de grande taille, jaune, vascularisation importante, ovocytes gros errés, disposés en rangées régulières	<b>Stade 3</b> Testicule mur	Testicule occupant la totalité de la cavité abdominale, très volumineux a surface lisse très brillante, le sperme coule a la moindre compression
<b>Stade 4</b> Ovaire mur	Ovaire de taille maximale de couleur orangé, ovocytes très gros, disposés irrégulièrement, vascularisation intense	<b>Stade 4</b> Testicule en Poste-émission	Testicule flasque, aspect de sacs vides, vascularisation interne
<b>Stade 5</b> Ovaire en Post-ponte	Ovaire de taille moyenne, flasque rouge, vascularisation très intense, ovocytes dispersés, présence de lacunes		

### 3.2.3- Activité alimentaire

#### 3.2.3.1- Rapport viscéro-somatique (RVS)

Le rapport viscéro-somatique est le rapport du poids des viscères sur la masse corporelle. (Roche et *al.* 2003). L'analyse des contenus viscéraux, nous permet de déterminer si l'individu a un estomac vide (à jeun) ou plein, ce rapport est évalué en fonction des variations

mensuelles et saisonnières Cela nous permet de déterminer la période de l'activité alimentaire du poisson.

$$\text{RVS} = (\text{WV}/\text{We}) 100$$

**Wv** : poids des viscères du poisson (g).

**We**: poids éviscérer du poisson (g).

### 3.2.3.2- Indice de réplétion (IR)

L'indice de réplétion indique, en pourcentage, le rapport entre le poids de tube digestif du poisson et le poids éviscéré de l'individu (Kapiris, 2004 ; Ba, 2006 ; Bessinetonet *al.* 2006 ;). L'analyse de l'indice de réplétion permet l'estimation de l'activité alimentaire (Ouakkaet *al.* 2008).

$$\text{IR} = (\text{Wtd}/\text{We}) 100$$

**Wtd** : Poids du tube digestif plein (g)

**We** : Poids éviscérer du corps (g).

# Chapitre IV : Résultats et discussion

### 1- Etude des facteurs physico-chimiques de l'eau :

La connaissance de l'identité et de la dynamique des composants des systèmes aquatiques, limitée aux principaux et aux plus incidents, est nécessaire pour comprendre certains mécanismes pour justifier certaines interventions dans le milieu (Arrignon, 1998).

Un écosystème qu'il soit aquatique ou terrestre, est caractérisé par un ensemble de facteurs écologiques. Ces derniers sont soit abiotiques ou biotiques. Les facteurs abiotiques comprennent l'ensemble des caractéristiques physico-chimiques du milieu et les facteurs biotiques constituent l'ensemble des interactions qui se réalisent entre des individus de la même espèce ou d'espèces différentes (Dajoz, 1996).

Il est indispensable de déterminer les différents paramètres abiotiques du site d'étude afin de comprendre l'évolution de la qualité physico-chimiques de l'eau et les êtres vivants qui vivent dans le milieu. Les propriétés physico-chimiques de l'eau ne donnent qu'une évaluation instantanée du milieu mais jouent un rôle primordial dans la caractérisation des peuplements de poissons dont ils conditionnent le comportement et déterminent les activités vitales (Bruslé et Quignard, 2004). La qualité de l'eau résulte de la capacité d'autoépuration qui dépend des caractéristiques morphodynamiques, des processus physico-chimique comme les échanges aux interfaces et biologiques (Nisbet et Verneaux, 1970). Il est bien évident que les facteurs écologiques, en particulier ceux en rapport avec les climats, n'agissent jamais de façon isolée, mais simultanément (Ramade, 1984).

En effet, il est connu que les facteurs écologiques ont un rôle déterminant pour le nombre et la nature des espèces susceptibles de cohabiter dans un environnement donné. Hugueny et Lévêque (2006) et Matthews *et al.* (1992) ont montré que la distribution des poissons est largement influencée par la qualité physique et chimique de l'eau (oxygène dissous, température, pH, nitrate, ammoniacque, etc...). De même, Statzner et Highler (1986); Lowe-McConnell (1987) et Junk *et al.* (1989) soulignent le rôle de l'hydrologie comme facteur structurant de l'écologie aquatique. Enfin, Lévêque (2006) note que la variabilité hydrologique qui résulte de la répartition saisonnière des pluies ou la variabilité interannuelle des précipitations a des conséquences importantes sur la biologie des espèces et sur la dynamique des peuplements de poissons.

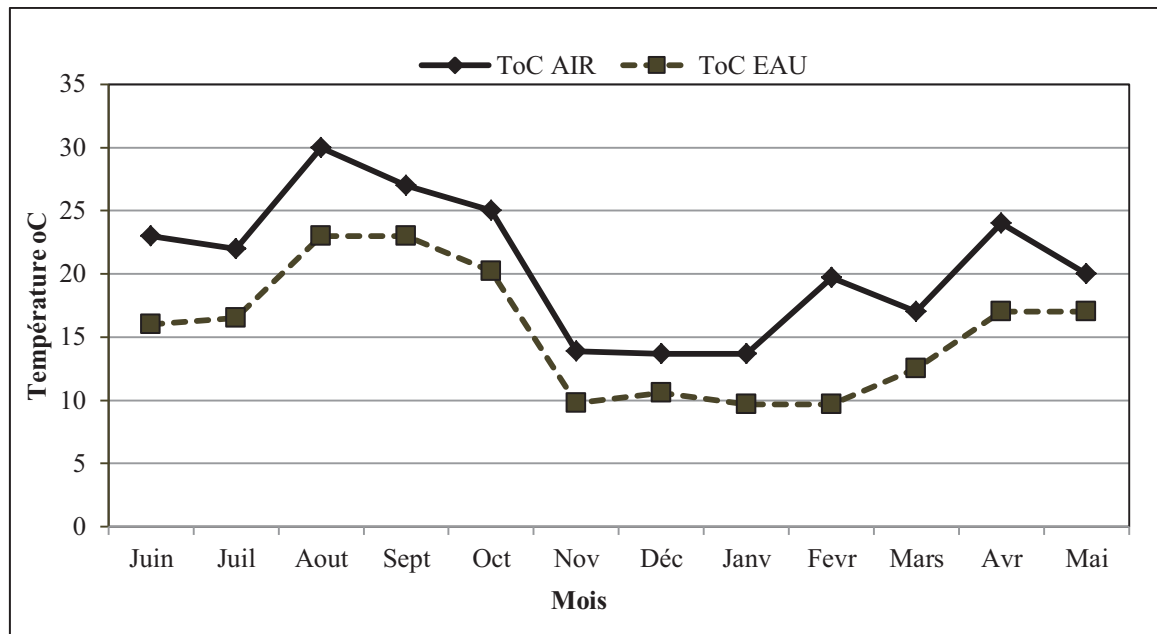
### 1.1- Les températures (T° air et T° eau) :

La température est un facteur écologique déterminant pour la survie des espèces dans les eaux courantes, et qui entraîne d'importantes répercussions écologiques (Leynaud, 1968 *in* Makhoukh *et al*, 2011). Elle agit sur la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l'eau, la dissociation des sels dissous, de même que sur les réactions chimiques et biochimiques, le développement et la croissance des organismes vivant dans l'eau et particulièrement les microorganismes (W.H.O, 1987). Elle influe sur le métabolisme (développement embryonnaire, croissance, respiration, reproduction...) et la distribution des espèces animales et végétales (Dépasse, 1956 ; Huet, 1970 ; Hyne, 1970 ; Lavandier, 1979). Ses variations peuvent tuer certaines espèces aquacoles, mais également favorisent le développement d'autres espèces, ce qui entraîne un déséquilibre écologique. Chaque espèce ne peut vivre que dans un intervalle de température ; en dehors de cet intervalle, l'espèce est amenée à disparaître puisqu'elle a son préférendum thermique, qui correspond à la zone de température où l'espèce se tient le plus facilement (Arrignon, 1998). En outre, c'est un facteur écologique qui intervient dans la composition faunistique des cours d'eaux (Dajoz, 1982). Elle a un rôle primordial dans la distribution des espèces (Court, 1987). La température de l'eau est fortement liée aux conditions météorologiques locales notamment la température de l'air et l'ensoleillement (Smith et Lavis, 1975 ; Ward, 1985).

Donc la température de l'eau affecte directement la vie aquatique et conditionne les caractéristiques chimiques de l'eau, notamment la capacité d'absorption des gaz (Schmitz et Krippel, 2007). Le climat a un effet direct sur la température des eaux notamment sur la solubilité de l'oxygène et l'activité métabolique de la biomasse (Bontoux, 1993). En chaque point d'un profil longitudinal, la température dépend de l'altitude, de la distance de la source, du régime hydrologique et de la saison (Angelier, 2000). Elle dépend également du climat et de l'ombrage des rives (Arab, 2004).

L'analyse thermique de l'air et de l'eau de l'oued El Harrach nous permet de constater, que les températures de l'eau répondent aux températures saisonnières, avec l'existence de deux périodes : la première période allant de mois d'avril au mois d'octobre où la température maximale de l'air (30°C) et de l'eau (23°C) sont les plus élevées au cours du mois d'août 2013. La deuxième période est située entre le mois de Novembre 2013 et le mois de Mars 2014 avec une valeur minimale de la température de l'air avec 13,7°C au mois de Décembre

2013 et Janvier 2014 et pour l'eau le minimum de la température est enregistré au mois de Janvier avec une valeur de 9,7 °C (Fig. 26).



**Figure 26 :** Variations mensuelles de la température de l'air et de l'eau au niveau d'Oued El-Harrach (2013-2014)

Durant tous nos prélèvements, la température de l'air était toujours supérieure à celle de l'eau. Cette dernière est influencée par celle de l'air, la profondeur et la durée d'ensoleillement. La température de l'eau est en relation étroite avec celle de l'air (Rodier, 1996). C'est pour ça nous avons constaté que la température des eaux de notre cours d'eau dépend de la température de l'air qui dépend du climat régional de type méditerranéen, en plus de la combinaison d'un certain nombre de paramètres comme l'altitude, la pauvreté ou la richesse du couvert végétal des berges, et l'exposition directe au rayonnement solaire. La température est en fonction de l'altitude et de la distance à la source, plus on éloigne de la source plus la température de l'eau augmente.

Philippart et Vranken (1983), ont classés les espèces de poissons selon leurs exigences thermiques et leurs degrés de sensibilité. La température moyenne estivale de l'eau est de 22.3°C. C'est une température d'acclimatation des Cyprinidés. Selon Rodier (2005), les eaux cyprinicoles se caractérisent par une température maximale d'environ 28°C. La température reste le facteur le plus important dans le déterminisme de la période de ponte chez les Cyprinidés (Goubier et Souchon, 1983). Ainsi, nos poissons peuvent être classés comme des



espèces thermophiles, tolérantes au réchauffement et au refroidissement puisque la température optimale de croissance est comprise entre 20 et 28°C et la température de reproduction est supérieure à 15°C.

D'après les travaux de Mason en 1939 sur le *L.callensis* dans l'Oued Chedakra et l'Oued Bouhammdan (Hammam Dbaghe Guelma), la température maximum supportée par ce poisson est de 37°C. De même, le genre *Barbus* et *Notropis lutrensis* résistent même à 40°C Amérique du Nord (Mimeche, 2014).

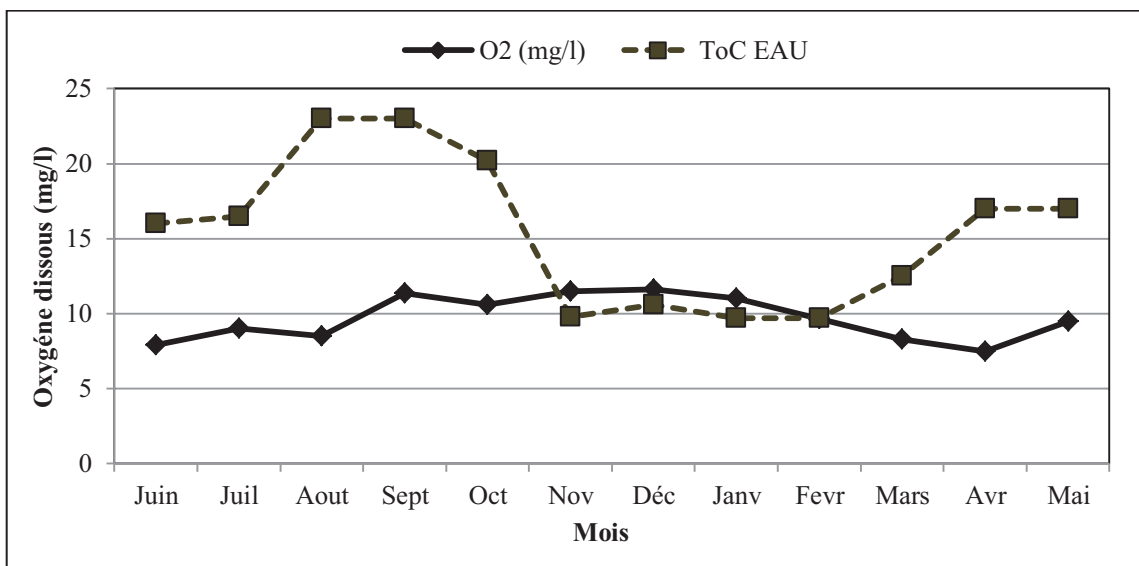
### 1.2- Oxygène dissous (O<sub>2</sub>) :

L'oxygène est le gaz le plus important dans le cycle écologique, il est peu soluble dans l'eau mais s'équilibre très vite à la surface avec l'atmosphère (Frontier et Pichod-viale, 1998), il est indispensable à tous les êtres vivants, L'oxygène dissous varie considérablement dans le temps et dans l'espace, avec des conséquences importante sur la distribution des organismes dans les milieux (kaloun, 2008) il détermine directement la nature de l'écosystème aquatique (Bontoux, 1993) et sa concentration est un paramètre important pour caractériser la qualité de l'eau. L'air contient 21% d'oxygène qui se trouve en équilibre avec l'oxygène dissous dans l'eau. Il est utilisé pour l'oxydation de la nourriture qui libère l'énergie nécessaire à toutes les activités vitales (nage, reproduction, croissances ...etc.). La sensibilité des poissons aux faibles teneurs en oxygène dissous diffère d'une espèce à l'autre, d'un stade biologique à l'autre (œufs, larves, et adultes) ainsi que d'un processus biologique à l'autre (alimentation, croissance et reproduction). La teneur en oxygène est maximale lorsque la photosynthèse est importante (température élevée, forte luminosité). Selon Nisbet et Verneaux (1970) des eaux sont dites très dangereuses, s'il y a réchauffement de l'eau avec un faible débit et une vitesse de l'eau qui est lente. D'après Yon (2004) la respiration des êtres vivants et le ralentissement de l'activité photosynthétique peuvent provoquer la diminution de l'oxygène dans le milieu. L'oxygène est peu soluble dans l'eau et peut jouer le rôle de facteur limitant dans le milieu aquatique (Dajoz, 2000). Ce dernier s'équilibre très vite, en surface, avec l'atmosphère. Cet équilibre dépend surtout de la température (Frontier et Pichod-, Viale 1999). L'oxygène dissous diminue généralement avec la profondeur, du fait d'une moindre pénétration de la lumière, et donc d'une réduction de la photosynthèse, et d'autre part du fait de la consommation importante du sédiment, pour les processus de dégradation de la matière

organique. Sa solubilité augmente avec la pression et diminue rapidement lorsque la température augmente (Yon, 2004).

Les précipitations et les eaux de ruissellement sont chargées en oxygène et constituent ainsi un apport en oxygène pour le milieu (Veilleneuve et al, 2006). Pour caractériser une eau on indiquera son pourcentage de saturation, c'est-à-dire le rapport entre son taux réel en oxygène et celui qu'elle posséderait à la même température. (Frantier et Pichod-viale, 1999).

Les résultats obtenus lors des campagnes de prélèvements (Fig. 27) présentent des variations mensuelles, qui sont liés négativement aux valeurs de la température. La teneur la plus élevée est enregistrée durant la période de faible température, dans le mois de décembre 2013 (11.62 mg/l), et la teneur la moins élevée est enregistrée durant la période estivale, dans le mois de juin 2013 (7.89 mg/l).



**Figure 27 :** Variations mensuelles de l'Oxygène dissous et la température de l'eau au niveau d'Oued El-Harrach (2013-2014)

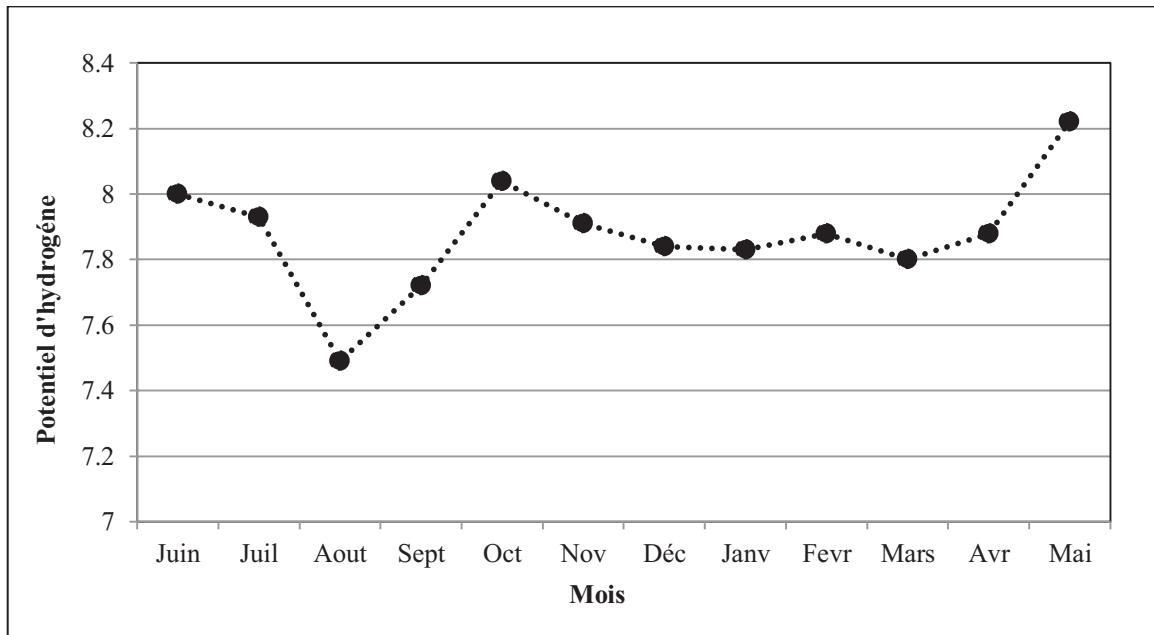
Selon la classification des eaux et les normes utilisées par la SEAAL en 2014 (Annexe 2), l'eau de notre station d'étude varie de bonne à excellente oxygénation. Les causes de ces perturbations de l'oxygène dissous peuvent être dues aux :

- Perturbations climatiques enregistrées durant les années d'étude.
- L'activité anthropique.
- Absence de la photosynthèse et augmentation de l'activité biologique.

### 1.3- Potentiel d'hydrogène (pH) :

Le pH est une mesure de degrés de caractères acide ou basique d'une solution aqueuse (Frontier et Pichod-Viale, 1999). C'est la mesure de l'acidité ou l'alcalinité d'un milieu (Ramade, 2002). Le pH (potentiel hydrogène) en milieu aquatique est principalement fonction de la composition chimique (brute) de la solution aqueuse et de l'activité de l'organisme dans ce milieu (Sacchi et Testard, 1971). C'est aussi un facteur important dans la répartition des organismes et la respiration des organismes aquatiques (Dajoz, 2000). Selon Parinet *et al.* (2000) les variations de pH dépendent de la nature géologique des terrains traversés par les eaux, ainsi que des apports extérieurs. Il dépend aussi de la température, des facteurs chimiques (concentration en oxygène, salinité, alcalinité, carbonate et type d'ions présents dans le milieu), et biologiques tel que la photosynthèse et la respiration (Arfi, 1991). Le pH est un élément important pour définir le caractère agressif ou incrustant de l'eau (Rodier, 1996). Il est indissociable des valeurs des températures, de l'oxygène et de la minéralisation totale (Arrignon, 1976). Le pH des eaux naturelles varie normalement en fonction du système bicarbonates-carbonates. L'activité biologique, ainsi que les rejets urbains et les effluent industriels peuvent modifier et entraîner des fluctuations du pH dans les systèmes aquatiques. Le pH joue un rôle important car la solubilité de la plupart des métaux lourds baisse lorsqu'il augmente (Dean *et al.*, 1972) entraînant une augmentation de la toxicité.

Les valeurs du pH enregistrées au cours de nos prélèvements (Fig. 28) oscillent entre un minimum de 7,49 en aout 2013 à un maximum de 8,22 en mai 2014. Selon les classes proposées par Nisbet et Verneaux (1970) et mises en annexe, l'eau d'Oued El-Harrach appartient aux classes 4, 5 et 6, C'est une eau qui varie entre une neutralité approchée et une alcalinité faible à moyenne.



**Figure 28 :** Variations mensuelles de Potentiel d'hydrogène au niveau de l'Oued d'El-Harrach (2013-2014)

Le pH d'une solution exprime sa concentration en ions hydrogènes. Il revêt une grande importance dans les processus biologique et enzymatique des organismes. Ses valeurs permettent d'assurer la protection et la survie des poissons des eaux douces. La croissance des poissons d'eau douce est meilleure en eau neutre ou alcaline qu'en eau acide (Bruslé et Quignard, 2004). La valeur du pH compatible avec la vie des poissons est comprise entre 6 et 9 (Rodier, 2005). Selon Pesson (1996), les valeurs du pH comprises entre 6 et 9 sont considérées comme normales pour les Cyprinidés. L'augmentation du potentiel redox provoque la diminution du pH. Un milieu oxydant est caractérisé par un pH acide, par contre un pH alcalin caractérise les milieux réducteurs.

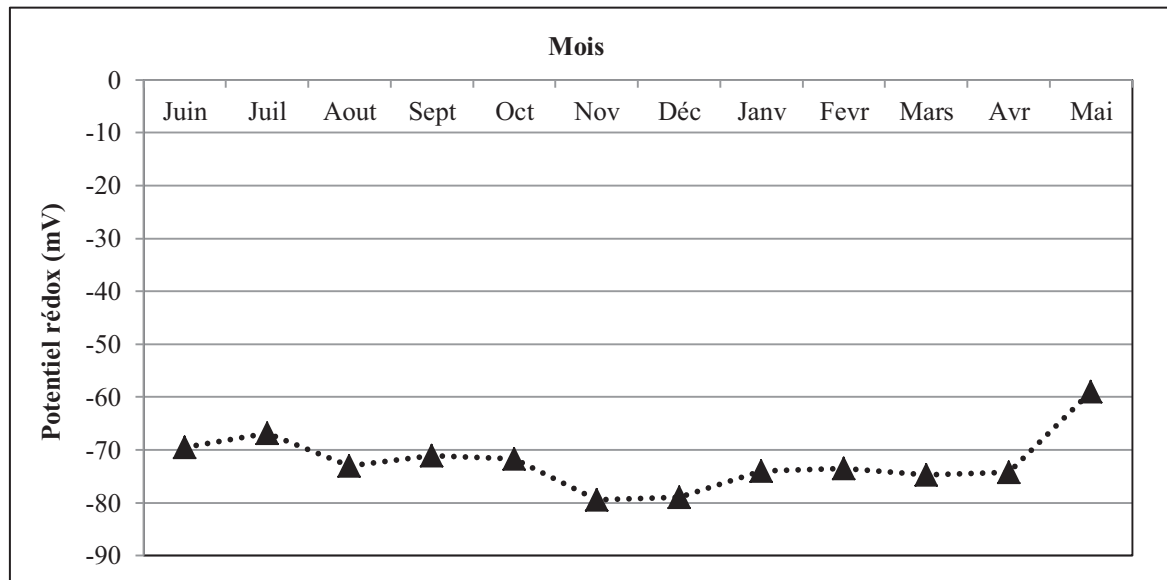
#### 1.4- Potentiel d'oxydoréduction (P redox) :

Le potentiel redox est une des caractéristiques fondamentales des milieux aquatiques. Il est fonction de l'équilibre des formes réduites et oxydées des composés chimiques (Gaujous, 1995). Bien que sa mesure et son interprétation posent quelques problèmes, il nous renseigne utilement sur les milieux pollués et permet d'apprécier le degré d'aérobiose et d'anaérobiose du milieu, d'où son intérêt pour l'étude des boues et processus d'épuration (Pesson, 1976). Selon Sacchi et Testard, (1971) un potentiel redox positif indique

typiquement une condition favorable à l'oxydation par contre s'il est négatif, le milieu a une tendance à la réduction.

La mesure du potentiel redox permet de caractériser le milieu, de suivre notamment en absence d'oxygène, les évaluations de certaines substances et l'activité microbienne qui y est toujours liée. Le potentiel redox agit sur la nature des espèces vivantes et sur l'abondance des individus.

Au cours de nos prélèvements, des valeurs négatives du potentiel redox ont été enregistrées. Elles varient entre -79 mv durant le mois de novembre 2013 et -59 mv durant le mois de mai 2014 (Fig. 29). Ces valeurs traduisent un milieu réducteur conditionné par les conditions anoxiques.



**Figure 29 :** Variations mensuelles de Potentiel d'oxydoréduction au niveau D'Oued El-Harrach (2013-2014)

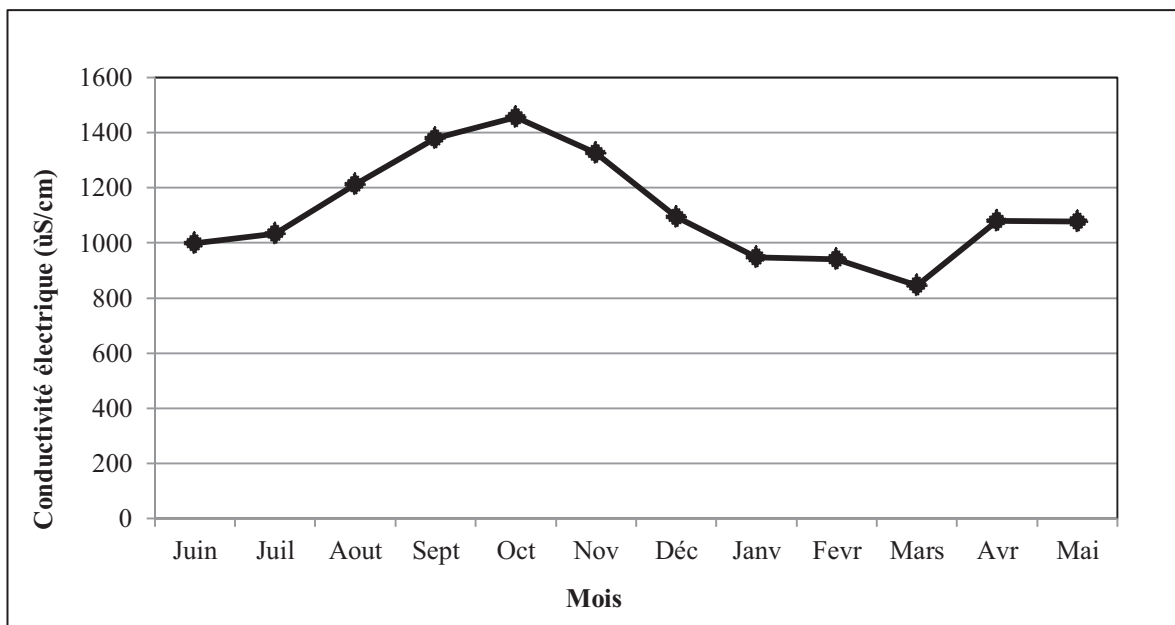
### 1.5- Conductivité électrique (Ce) :

L'eau peut être comme une solution électrolytique, car tous ses constituants dissous, majeurs et mineurs, sont présents sous forme ionique. La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution (Rodier, 2005). Elle permet également d'étudier la dynamique des masses d'eau (Pourriot et maybeck, 1995) et nous renseigne sur la minéralisation des eaux, car il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité (Rodier, 1984).

Elle constitue une bonne indication du degré de minéralisation des eaux et exprime donc la salinité (Philippart, 1991) et reflète les matières organiques et les M.E.S.

La conductivité électrique varie suivant la concentration ionique de l'eau, elle reflète la concentration de l'ensemble des minéraux dissous (Savary, 2003). Elle augmente avec la teneur en sel électrolyseable dissous, elle augmente encore avec la mobilité des ions, conséquence de l'évolution de la température (Arrignon, 1991), elle est plus importante lorsque la température augmente. Elle détermine essentiellement la « pression osmotique » de l'eau. Plus la conductivité de l'eau sera élevée plus la pression osmotique sera forte. Elle s'élève progressivement de l'amont vers l'aval des cours d'eau (Cnexo, 1983). Elle dépend aussi de la nature de roches rencontrées dans le bassin versant des cours d'eaux. C'est un indice global facilement mesurable pour détecter l'origine de la pollution (Pesson *et al.*, 1976).

Les valeurs mensuelles de la conductivité mesurées fluctuent entre 845  $\mu\text{S}/\text{cm}$  enregistré au cours de mois de mars 2014 et 1456  $\mu\text{S}/\text{cm}$  au cours du mois d'octobre 2013, (Fig. 30). Ceci est en relation avec l'élévation de la température et de la salinité, favorisant ainsi la mobilisation des ions et l'évaporation des eaux de l'oued.



**Figure 30 :** Variations mensuelles de la conductivité électrique au niveau De l'Oued El-Harrach (2013-2014)

D'après Gaujous (1995), quand la conductivité est inférieure à 1500 $\mu\text{s}/\text{cm}$ , la minéralisation est de type bicarbonate calcique. Normalement la conductivité et la température sont corrélées mais dans notre cas elles font défaut. Enfin, La conductivité traduit la minéralisation de l'eau, sa valeur varie en fonction de la température.

Selon Pesson *et al.* (1976), la valeur moyenne de la conductivité pour les cyprinidés varie entre 20 et 500 $\mu\text{s}/\text{cm}$ , au-delà de 600 $\mu\text{s}/\text{cm}$  la situation devient dangereuse pour ces populations.

### 1.6- Salinité (Sal) :

La salinité c'est la quantité des sels dans l'eau, elle indique la teneur d'un milieu en sel, elle permet de connaître la circulation des eaux, d'identifier les masses d'eau d'origine différents (Aminot, 1983). Elle augmente en parallèle avec sa conductivité et avec sa température (Arrignon, 1976). D'après Arrignon (1998), la salinité diminue quand il y a un apport important d'eau presque chimiquement pure (eaux de pluies). Elle est très importante pour les poissons. Selon Mulhauser et Monnier (1995), les teneurs en sels sont dépendantes de la géologie du bassin, du renouvellement des eaux et du climat.

Les analyses font ressortir des résultats très variables (Fig. 31). Ce dernier est plus élevé durant le mois d'octobre 0.73‰ due à la température élevée d'été et l'évaporation. Au mois de mars on remarque une diminution de la salinité (0,4 ‰) cela est dû à une dilution des eaux d'oued El-Harrach à cause des fortes précipitations.

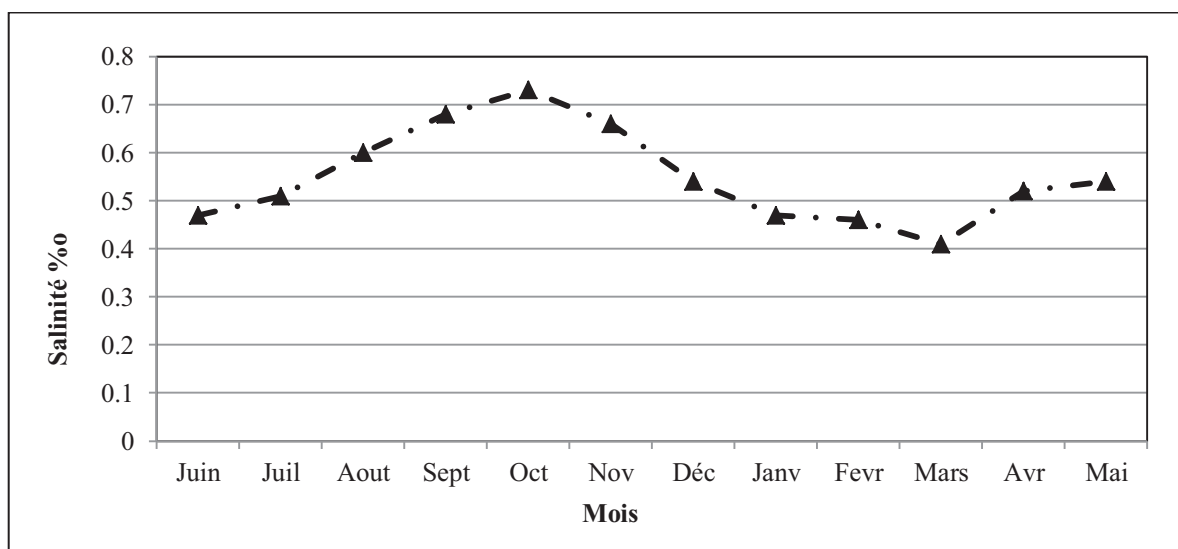


Figure 31 : Variations mensuelles de la salinité au niveau d'Oued El-Harrach (2013-2014).

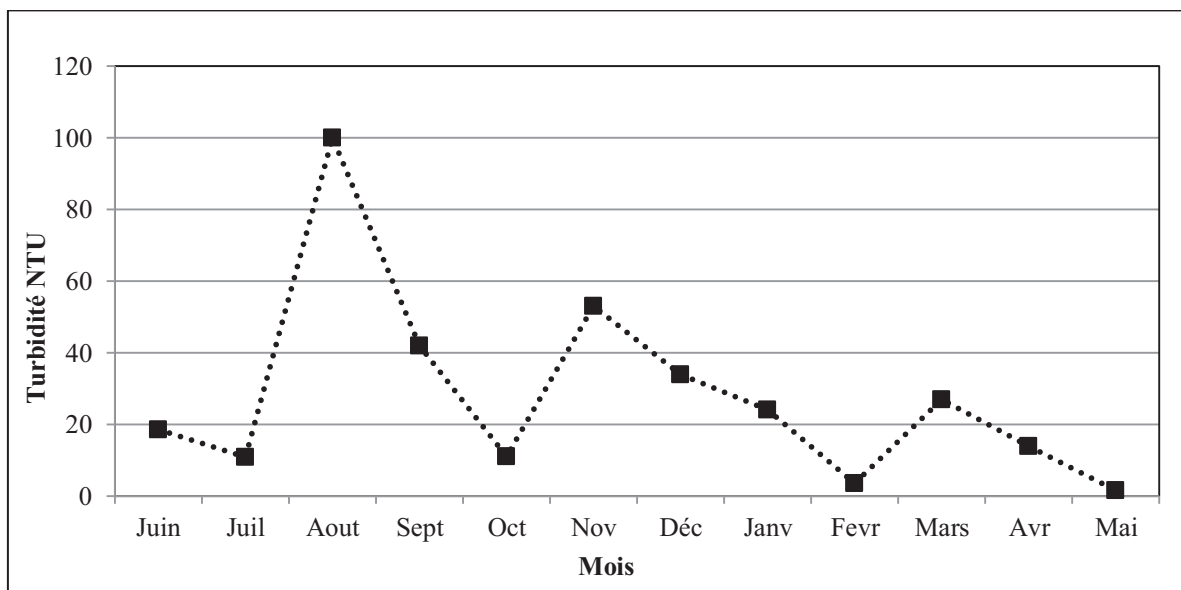
### 1.7- Turbidité :

La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau : des particules organiques comme des matières animales ou végétales décomposées ou des organismes vivants (par exemple des algues), des particules inorganiques (limon, argile et composés chimiques naturels tels que le carbonate de calcium) (Lacaze, 1996).

Elle est causée par des pluies abondantes, des inondations et l'écoulement printanier ou estival, des glissements de terrain et l'érosion des berges, les fleurs d'eau, l'activité humaine et animale, la pollution par les eaux d'orage provenant de régions urbaines.

Les matières en suspension dans l'eau entraînent sa turbidité à des degrés divers et réduisant l'activité photosynthétique, abaissent la productivité des eaux (Arrignon, 1976).

La forte valeur de la turbidité est enregistrée au cours du mois de novembre avec 53 NTU au cours de la période froide, mais durant la période estivale nous remarquons que la turbidité a dépassé les 100 NTU et cette forte turbidité a été causé par le drainage d'eau depuis les affluent de l'oued causé par une pluie estivale qui a modifiée même la couleur de l'oued. Les faibles valeurs de la turbidité sont enregistrées durant le mois de février 2014 et le mois de mai 2014 avec 3,65 NTU et 1,57 NTU respectivement. (Fig. 32).



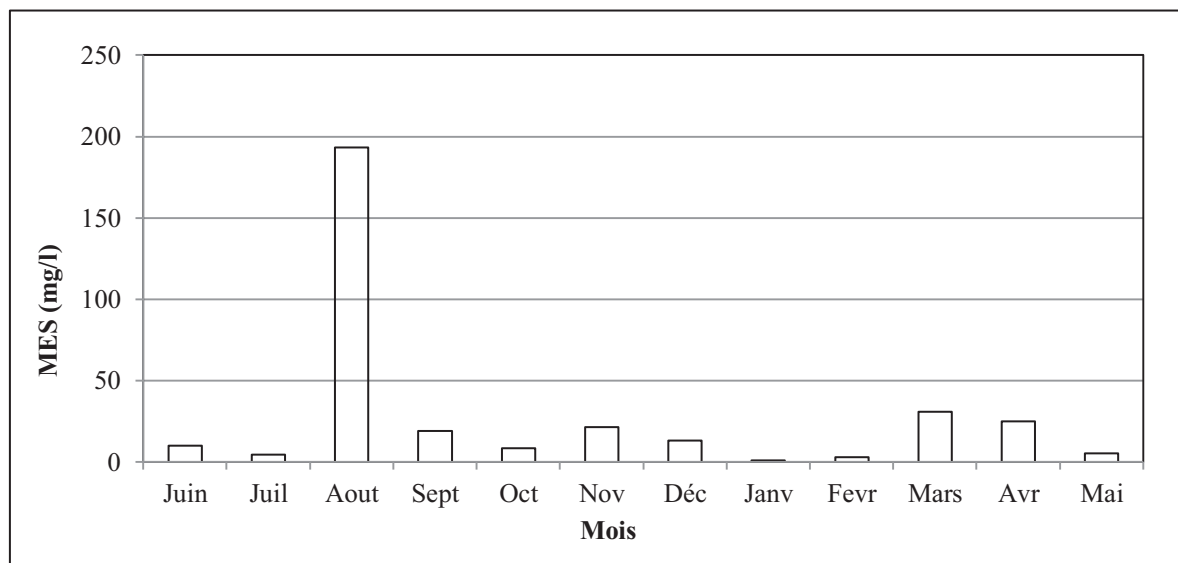
**Figure 32 :** Variations mensuelles de la turbidité au niveau D'Oued El-Harrach (2013-2014).



### 1.8- Matières en suspension (MES) :

Les matières en suspension comprennent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau. Elles sont en fonction de la nature des terrains traversés, de la saison et de la pluviométrie (Savary, 2003). Ce sont des particules de formes hétérogènes variées dans les eaux de surfaces (Berne, 1991). Elles sont constituées par le quartz, des argiles, des sels minéraux insolubles et des particules organiques composées de microorganismes et des produits de dégradation animaux ou végétaux (Dore, 1989). La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...).

Les fluctuations mensuelles des M.E.S indiquent des concentrations allant de 1 à 193,5 mg/l (Fig. 33). La valeur la plus basse est obtenue au cours du mois de janvier (1mg/l) et la valeur maximale est enregistrée au cours du mois d'Août (193,5mg/l) au niveau de la même station. Ceci est causé par une averse qui a précédé la journée de prélèvement. Cette averse a laissé derrière elle des eaux vasées, période de baignade et le tourisme saisonnier.



**Figure 33** : Variations mensuelles de la MES au niveau de l'Oued El-Harrach (2013-2014)

Selon la classification de Nisbet et Verweux (1970) (Annexe 2), l'eau des stations étudiées est de très bonne, bonne à moyenne situation.

### 1.9- Bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) :

Selon Sigg *et al* (2000), l'ion bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ) provient de la dissolution des dioxydes de carbone dans l'eau comme ils peuvent provenir de la dissolution des roches calcaires pendant les fortes pluies (Rodier *et al.*, 1996) par les eaux chargées en gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ) d'après la réaction suivante :

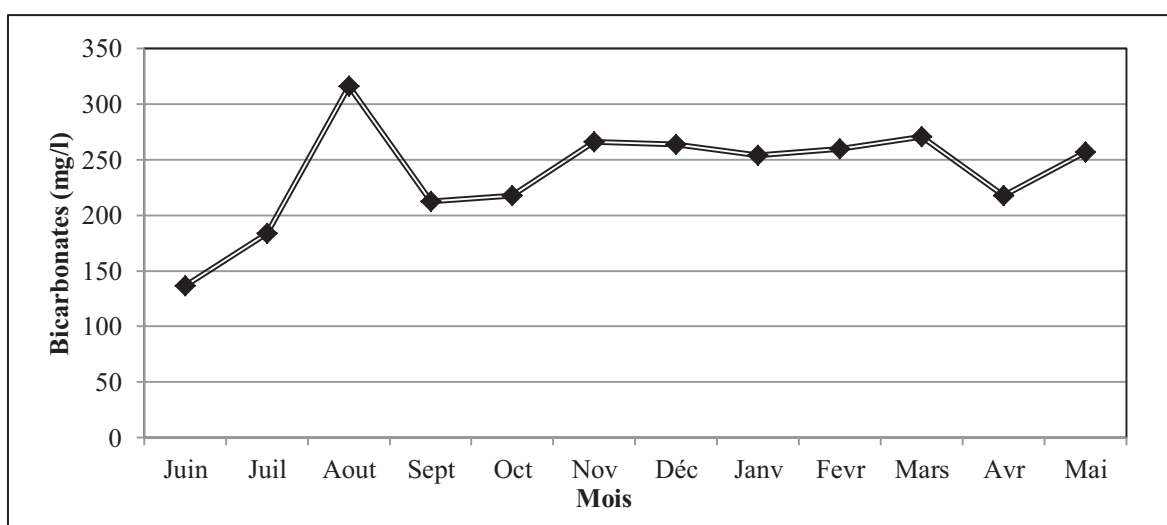


D'après Rodier, (2005) l'alcalinité d'une eau correspond à la présence d'hydrogencarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ), de carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) et d'ions hydroxydes ( $\text{OH}^-$ ) On peut considérer les carbonates comme dérivés des bicarbonates selon la réaction suivante :



Plus la végétation est abondante, plus la vie des micro-organismes dans le sol est intense, plus la production de  $\text{CO}_2$  est grande, et par là plus la teneur en carbonates est fortes (Scholler, 1988).

Nos résultats, indiquent que les teneurs en carbonate varient entre 136,4 mg/l au cours du mois de juin 2013 et 316 mg/l au cours du mois d'aout (Fig.34). Cette eau est considérée comme très productive à alcalinité moyenne à forte alcalinité selon la classification de Nisbet et Verneaux (1970).



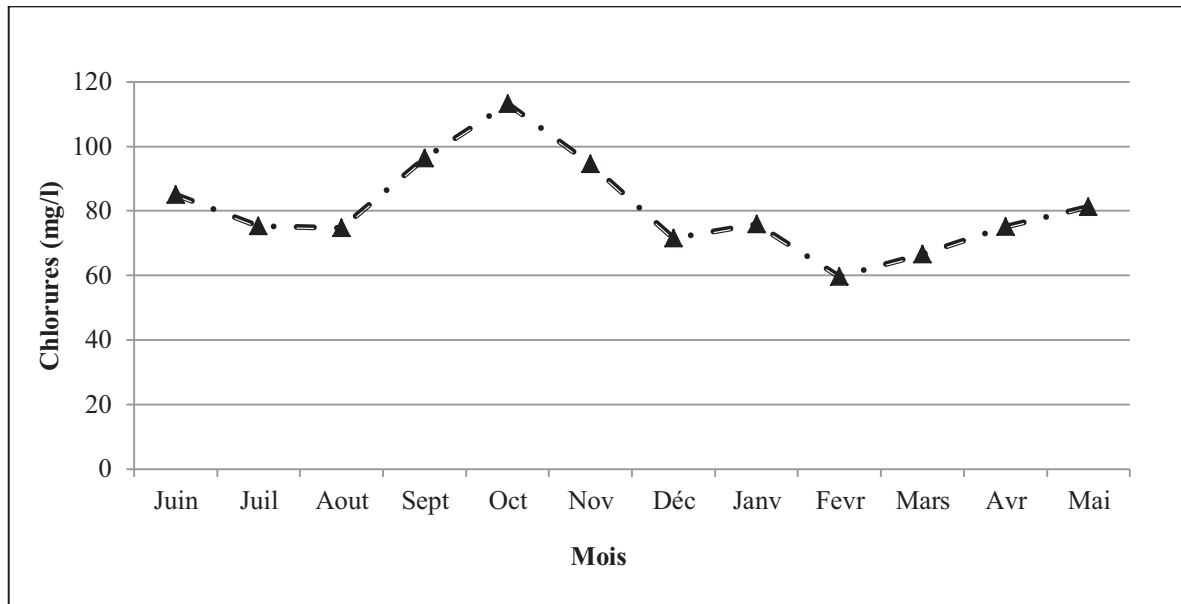
**Figure 34** : Variations mensuelles des valeurs des bicarbonates au niveau D'Oued El-Harrach (2013-2014).

### 1.10- Chlorures (Cl) :

C'est un élément très répandu dans la nature, généralement sous forme de chlorure de sodium (NaCl), de chlorure de potassium (KCl), et de chlorure de calcium (CaCl). Très faiblement soluble, il ne participe pas aux processus biologiques, donc il ne joue aucun rôle dans le phénomène de décomposition. La teneur en chlorure est importante à connaître en raison de son influence sur certaines espèces, affectées par le degré de chlorite de l'eau (Arrignon, 1982). Selon M<sup>ac</sup> Kerteche, (1957) les chlorures proviennent des eaux de pluies et sont donc d'origine marine. D'autre part, les chlorures sont dû à la dissolution des roches mère et notamment des évaporites fossiles et résultent aussi de l'enrichissement des eaux naturelle en chlorures par les apport animaux et humains dont les produits d'excrétions contient plus de 5g/l d'ions chlore (Dussart, 1966).

Les teneurs en chlorure mesurées dans le cours d'eau de l'oued d'El-Harrach sont hétérogènes. Elles fluctuent entre 60 mg/l et 113,26 mg/l (Fig.35).

Dans la plupart des prélèvements, les teneurs des chlorures sont entre 50 et à 100 mg/l, ce qui classe les eaux de notre cours d'eau à la classe 6 selon la classification de Nisbet et Vernaux, (1970) indiquant un cours d'eau particulier plus ou moins pollué. Ces charges sont liées principalement à la nature du bassin versant et aux lessivages des eaux usées urbaines, industrielles et agricole (Rodier *et al*, 2005). Au cours du mois de février, les teneurs des chlorures diminuent, ceci est expliqué par les fortes précipitations qui ont eu lieu dans les semaines qui ont précédé les prélèvements, On note aussi que, les valeurs de chlorure de la station pendant, février, mars sont faibles. Ces teneurs peuvent être due soit par l'utilisation du chlorure par les organismes vivants dans le milieu (Doukhandji et Haouchine, 2005) ou bien par la formation du dioxyde de chlore. La plus forte teneur est remarquée au cours du mois d'octobre au niveau de la station de prélèvement.



**Figure 35 :** Variations mensuelles des valeurs des chlorures au niveau de l'Oued d'El-Harrach (2013-2014).

### 1.11- Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) :

Le calcium, élément principal de la dureté de l'eau, est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de bicarbonate de calcium (Savary, 2003). Il se présente aussi sous forme de composante des minéraux complexes du sol. Cette forme succombe lentement au cours des années, sous l'action dissolvante de l'eau chargée d'acide carbonique et d'autres acides (Buckman et Brady, 1996). Le calcium est un élément indispensable à la vie, il joue un rôle dans la respiration et la photosynthèse. Il peut être d'origine naturelle (dissolution des roches) ou industrielle. (Gaujous, 1995). D'un point de vue écologique, le calcium joue un rôle essentiel dans la constitution des squelettes des coquilles et dans le phénomène de perméabilité cellulaire. Il est consommé par les organismes à partir de l'eau ou des aliments (Ganjous, 1995). Le réchauffement des eaux influe sur la teneur des ions calcium, lesquels sont indispensables à la construction des coquilles des Mollusques aquatiques (Ramade, 2005).

Selon Angelier (2000), les eaux qui traversent les terrains calcaires ont par conséquent une forte concentration en carbonate et un pH élevée. Parmi les paramètres de nature géochimique, il faut compter le calcium. Ce dernier est le cation le plus commun trouvé dans

les eaux de surface. Il dépend principalement de la géologie, en particulier lorsqu'il y a des dépôts de carbonates ou de gypse (libérés par l'altération de la roche calcaire).

Le Magnésium lui aussi nous renseigne sur la productivité de l'eau. Il est très réparti dans la nature et constitue environ 2% de l'écorce terrestre (Rodier, 1996). Le magnésium présente après le calcium l'élément métallique le plus abondant chez les végétaux (Ramade, 1984). Les concentrations de magnésium ne sont pas tellement dépendantes des activités humaines, donc il n'est pas utilisé comme indicateur de stress liés à la pollution. Il est d'origine naturelle, issue de la dissolution des roches.

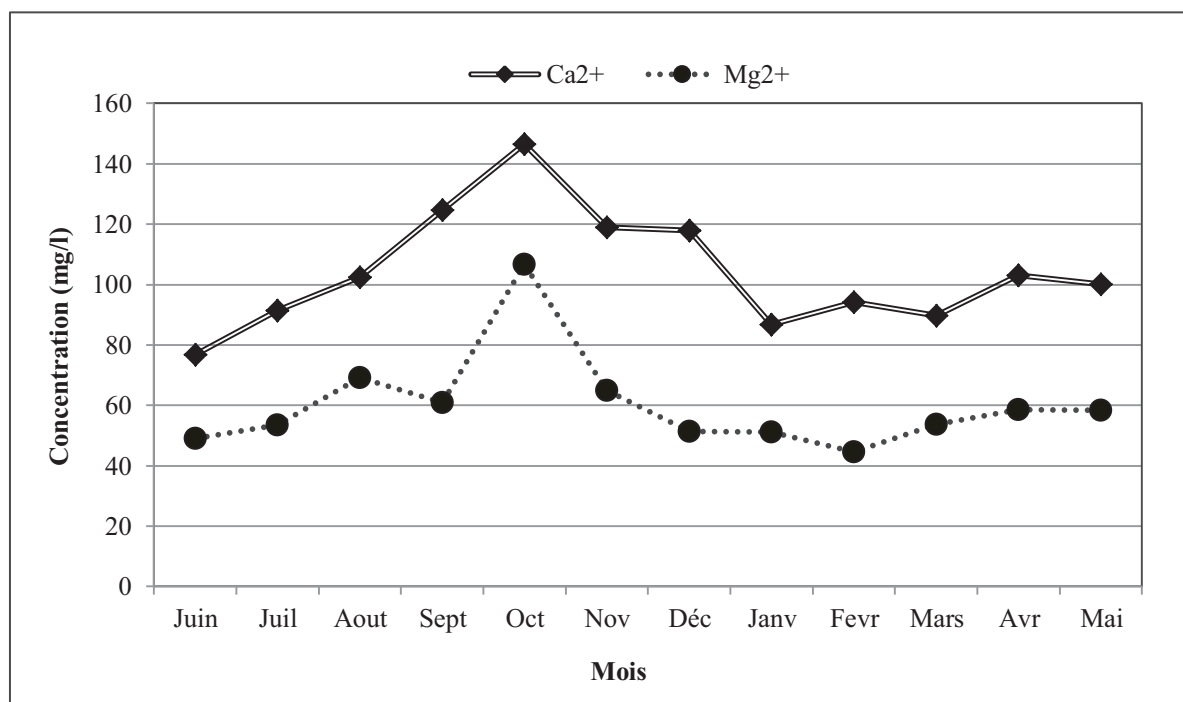
L'abondance géologique du Magnésium, sa grande solubilité et sa large utilisation industrielle fait que les teneurs dans l'eau peuvent être importantes, allant de quelques milligrammes à quelques plusieurs centaines de milligrammes par litre, la teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrées (Rodier, 1996).

Ces deux paramètres sont intimement liés par des réactions chimiques très importantes pour l'élaboration des matières dans l'eau (Arrignon, 1998). En eau douce, les concentrations en magnésium sont inférieures à celles du calcium (Gaujous, 1995). La dureté de l'eau est un concept qui a été introduit afin d'en connaître la teneur en ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ . Les eaux dites dures sont des eaux riches en ions calcium et magnésium. Le calcium et le magnésium sont des éléments indispensables à la vie, ils nous renseignent sur la productivité de l'eau, et jouent un rôle dans la respiration et la photosynthèse. Donc ils peuvent être un facteur limitant. Ils peuvent être d'origine naturelle (dissolution des roches), ou industrielle provenant de l'industrie de brasserie (Gaujous, 1995).

Les résultats de notre étude montrent des valeurs de calcium qui varient de 76,83 (mg/l) pendant le mois de juin 2013 à 146,42 (mg/l) durant le mois d'octobre de la même année, ces résultats sont moyennement fortes et sont dus probablement à l'altération de la roche mère (Yelle *et al*, 2003). Les fortes teneurs peuvent être expliquées par les apports externes c'est-à-dire par le lessivage et l'érosion des roches lors des fortes pluies. Les concentrations supérieures à 30 mg/l qualifient l'eau de dure (Rodier, 1996), Cette élévation des concentrations est conditionné d'une part par la forte évaporation des eaux peu profondes et d'autre part par le long séjour (temps de résilience) des eaux suite au faible débit, ce qui provoque une dissolution importante de la roche calcaire et les faibles teneurs observées

caractérisent la saison hivernale sont en rapport avec la biomasse planctonique consommatrice de calcium et d'autres organismes vivants pour leur activité biologique, Cette faible concentration est occasionnée par l'effet de dilution engendré par les forts débits.(Fig. 36).

Les valeurs du magnésium obtenues dans nos résultats varient entre 44,62 mg/l et 106,72 mg/l respectivement durant le mois de février 2014 et octobre 2013 (Fig. 36). Les concentrations élevées du Magnésium peuvent être expliquées par la dissolution des roches (Schoeller, 1988) auquel on peut ajouter les apports de lessivage des terres du bassin versant. Par ailleurs, les concentrations basses peuvent être dues de la participation du Magnésium, à la respiration et la photosynthèse. Leur utilisation par les planctons et les autres êtres vivants ce qui engendrent leur diminution dans le milieu, car il est un composé de tous types de chlorophylle (Rodier, 1996).



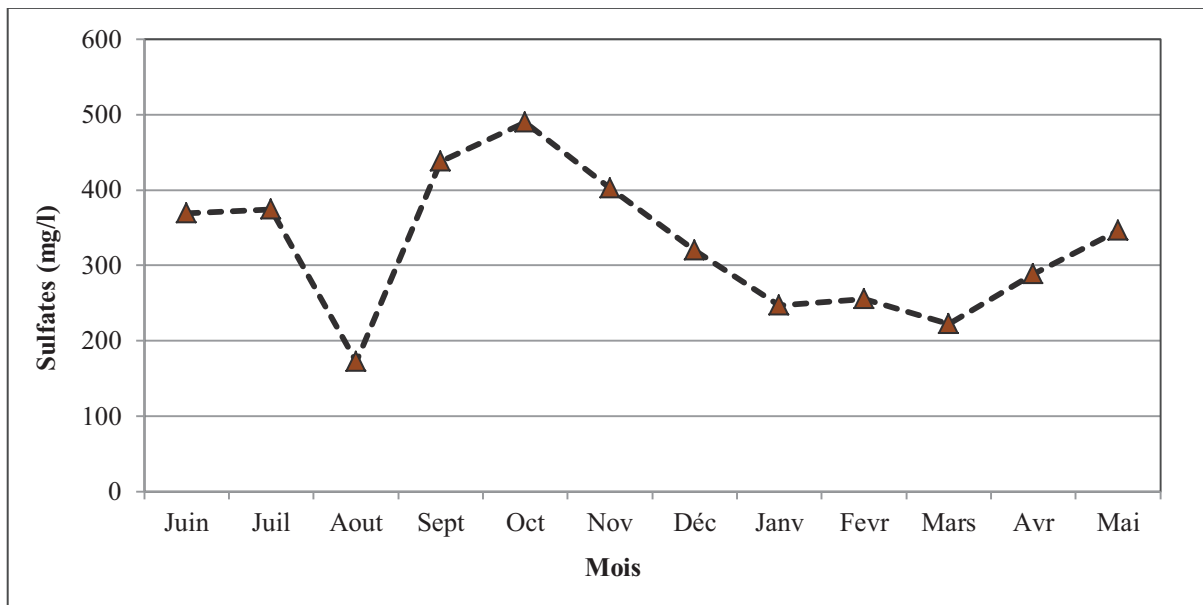
**Figure 36 :** Variations mensuelles du calcium et du magnésium au niveau d'Oued El-Harrach (2013-2014).

#### 1.12- Sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) :

Les sulfates existent à l'état naturel dans de nombreux minéraux (Baryte, Gypse et l'epsomite grips) (Green wood et Eamshaw. 1984). Ce sont des sels qui forment le soufre avec le calcium, le sodium et le manganèse. Ils sont liés à la nature géochimique des substrats et à la présence d'effluents urbains (Tazerouti, 1993).

Le sulfate est la forme la plus importante est la plus stable du soufre (Chapiat et Larpent, 1988). Les sulfates proviennent d'une oxydation plus complète de l'hydrogène sulfuré (Gaujous, 1995). Ils sont des éléments indispensables à la croissance des végétaux aquatiques, mais un excès peut limiter la production biologique (Rodier *et al*, 2005). Les sulfates sont des éléments indispensables à la croissance des végétaux aquatiques, mais un excès peut limiter la production biologique (Rodier, 1996). Les fortes concentrations en sulfate peuvent devenir un facteur limitant de la productivité de l'eau.

La valeur maximale (490 mg/l) dans notre barrage est enregistrée au cours du mois d'octobre 2013 et la valeur minimale (172,34 mg/l) au cours du mois d'aout 2013 (Fig. 37). Les faibles valeurs résultant de sa précipitation sous forme de sel soluble ou encore de son incorporation dans les organismes vivants (Delis et Schimdt, 1977). La diminution progressive des sulfates est due à la dilution des eaux pendant la période hivernale. A partir du printemps, les concentrations des sulfates commencent à s'élever, mais dans notre cas la plus faible valeur n'a pas été enregistré en hiver malgré les valeurs inférieures observées au mois de janvier et février. Elle est enregistrée en aout, due à une précipitation la veille du prélèvement. On constate que les concentrations des sulfates de la période automniale sont plus importantes que celles des autres moi. Ces fortes teneurs proviennent du ruissellement, de la nature de substrat et de la présence des affluents. Enfin, on remarque aussi que la diminution des sulfates résulte de leur réduction en sulfure d'hydrogène.



**Figure 37 :** Variations mensuelles des variations des sulfates au niveau d'Oued El-Harrach (2013-2014).

Selon la classification de Nisbet et Verneaux (1970), nous pouvons classer l'eau de l'oued dans les classes 6 et 7 ce qui correspond aux eaux séléniteuses ou fortement polluées (Annexe 2).

### **1.13- Phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) :**

Dans un écosystème aquatique continental, on considère généralement le phosphore comme facteur limitant la production de la biomasse végétal (Leveque, 1996). Il est naturellement présent dans les eaux superficielles à faible concentration, compte tenu de son importance dans la constitution des êtres vivants (Pesson, 1976). Le phosphore est un élément nutritif primordial dont l'excès entraîne la prolifération d'algues et une dégradation de la qualité des eaux. Il se présente sous forme de phosphate suite à la minéralisation faite par les bactéries et les composés organiques phosphorés (Goujous, 1995). Il peut être dissous, ou associé à des particules. L'enrichissement du milieu en phosphore se fait par le phénomène de recyclage. Il est essentiellement recyclé par des processus d'excrétion de phosphore soluble et organique par les organismes vivants et par la décomposition de la matière organique (Leveque, 2001). Selon Olivier, (1993), le phosphore est d'autant moins soluble que le milieu est riche en calcium. Les phosphores qui englobent toutes les formes d'orthophosphates jouent un rôle néfaste en favorisant le phénomène d'eutrophisation (Vilaginés, 2003). Le phosphore est un élément nutritif primordial,

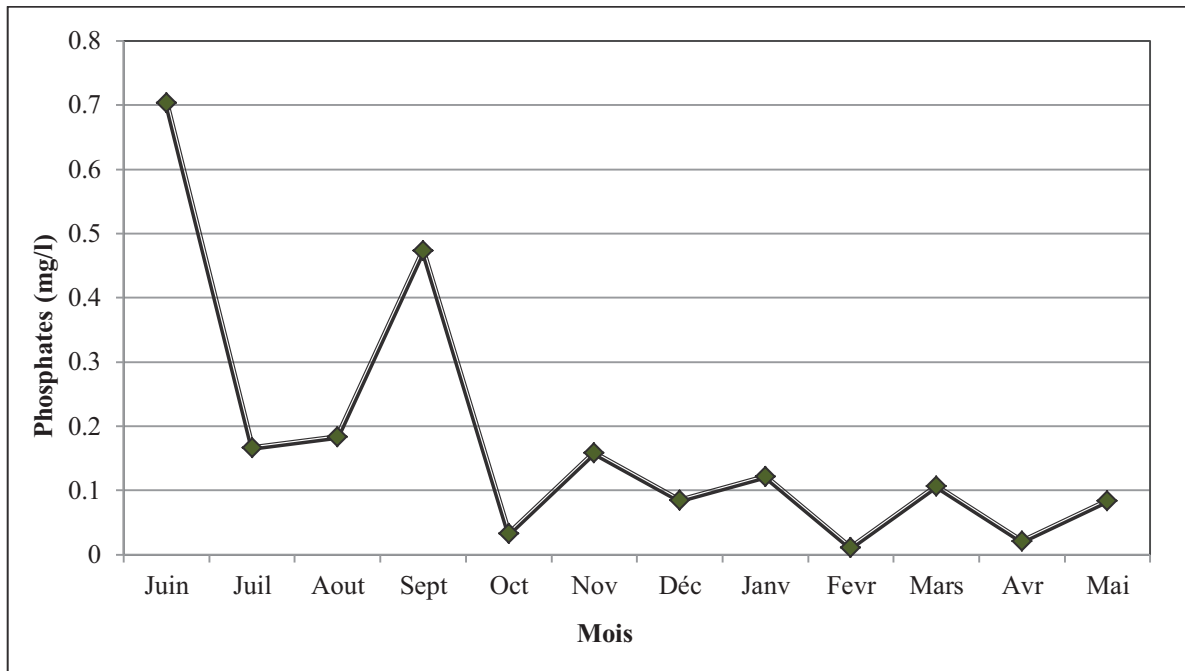
Le phosphate parvient dans les eaux de manière diffuse par lessivage des terres agricoles et, de manière concentrée, par les rejets d'eaux usées et les déversoirs d'orage. Le phosphore est une substance nutritive essentielle pour les organismes aquatiques. Comme il ne parvient naturellement qu'en petites quantités dans les eaux, les apports liés aux activités humaines conditionnent la croissance des plantes aquatiques. Cependant, l'utilisation exagérée des engrais phosphatés en agriculture, le rejet de détergents poly-phosphatés, de produits de lavage et les rejets de matières organiques ont conduit à un enrichissement important des eaux, se traduisant généralement par un développement anormal de végétaux envahissants telles que les algues (Schmitz et Krippel, 2007).

Les valeurs obtenues durant nos prélèvements montrent un taux de phosphate avec un maximum de l'ordre de 0,703 mg/l au mois de juin et au mois de septembre 2013 avec 0,473 mg/l, On remarque que les valeurs les plus faibles sont enregistrées au mois de février 2014 avec un taux de 0,011 mg/l, cela serait peut-être dû à la crue importante (Fig. 38).



Les valeurs les plus élevées dû aux lessivages des terrains agricoles par les premières pluies ce qui entraîne un enrichissement par les matières organiques (dont le phosphore) des eaux de l'oued.

Selon la classification de Nisbet et Verneaux, (1970) le cours d'eau de l'oued El Harrach est très peu productif, il est oligotrophes.



**Figure 38 :** Variations mensuelles des variations des phosphates au niveau de l'Oued El-Harrach (2013-2014).

Selon Simoneau, 2004, les faibles concentrations enregistrées en surface et en profondeur sont généralement inférieures à 0,09mg/l pour toutes les stations. Ces teneurs sont dues à l'assimilation des végétaux, c'est-à-dire les végétaux utilisent uniquement la forme minérale dissoute. Le phosphore minéral est rapidement assimilé de telle sorte que les concentrations dans les eaux non polluées sont généralement très faibles et qui est rapidement recyclé. Ces faibles teneurs peuvent être expliquées dans ce milieu qui est bien oxygéné, le phosphore se combine à d'autres éléments (fer, aluminium, calcium) pour former des composés insolubles qui précipitent au niveau du sédiment.

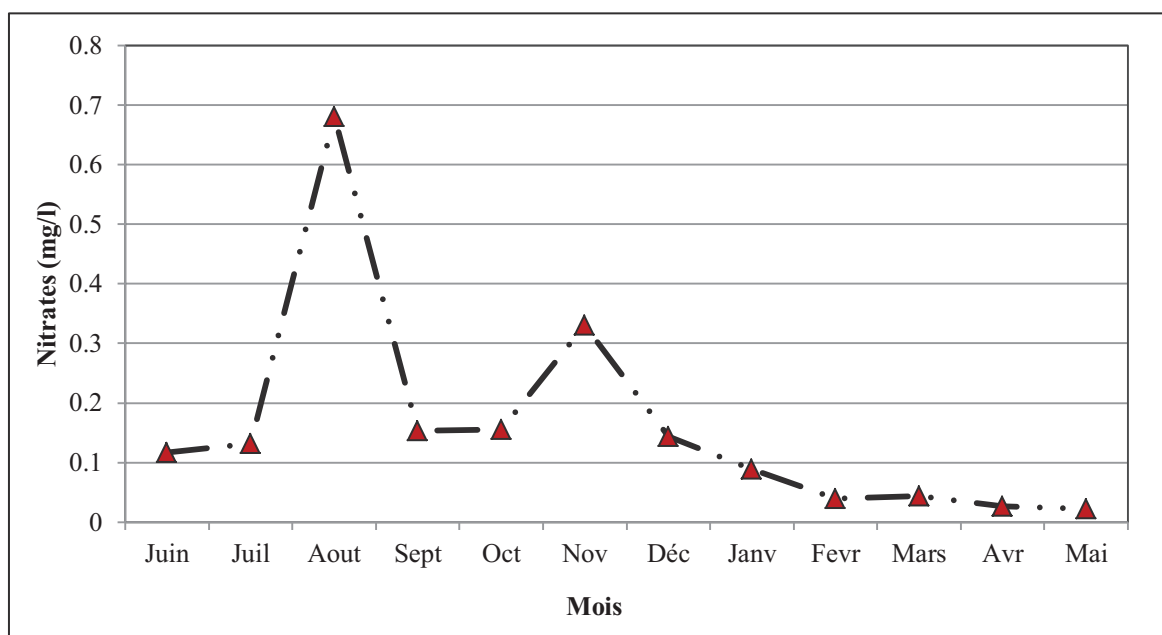
Selon Simoneau, 2004, les faibles concentrations enregistrées en surface et en profondeur sont généralement inférieures à 0,09mg/l pour toutes les stations. Ces teneurs sont dues à l'assimilation des végétaux, c'est-à-dire les végétaux utilisent uniquement la forme

minérale dissoute. Le phosphore minéral est rapidement assimilé de telle sorte que les concentrations dans les eaux non polluées sont généralement très faibles et qui est rapidement recyclé. Ces faibles teneurs peuvent être expliquées dans ce milieu qui est bien oxygéné, le phosphore se combine à d'autres éléments (fer, aluminium, calcium) pour former des composés insolubles qui précipitent au niveau du sédiment.

#### 1.14- Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) :

Dans les eaux naturelles non polluées, le taux de nitrates est très variable suivant la saison et l'origine des eaux (Kaloun, 2008). Toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniacque, nitrites...etc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique (Rodier, 1996). L'azote nitreux est la forme la plus toxique des formes minérales de l'azote (Lacaze, 1996), aussi, l'ion nitrate est la forme la plus oxygénée de l'azote (Arrignon, 1998). Les principales sources des nitrates sont les fertilisants agricoles, le fumier, les rejets sanitaires et la décomposition d'organismes végétaux et animaux. Ils sont entraînés vers les eaux de surface et les nappes d'eau souterraine par l'infiltration. Ils constituent l'élément nutritif majeur d'un milieu aquatique car ils stimulent le développement de la flore aquatique et augmentent la productivité du lac (Arrignon, 1982). Les nitrates constituent des formes de l'azote, élément indispensable au développement de toute vie végétal et animal (Addisvoh *et al*, 1991), ainsi la notion essentielle est celle du facteur limitant connu depuis Liebig qui limite le développement biologique et constitue un nutriment pour le phytoplancton (Barroin *et al*, 1996).

Les teneurs en nitrate (Fig. 39) varient entre 0,022 mg/l et 0,681 mg/l, où la valeur la plus élevée est enregistrée durant le mois d'aout. Cela peut être lié à la présence de matière organique. Nous remarquons aussi une autre valeur élevée durant le mois de novembre. La valeur minimale est enregistrée au mois de mai.



**Figure 39 :** Variations mensuelles des variations des nitrates au niveau d'Oued El-Harrach (2013-2014).

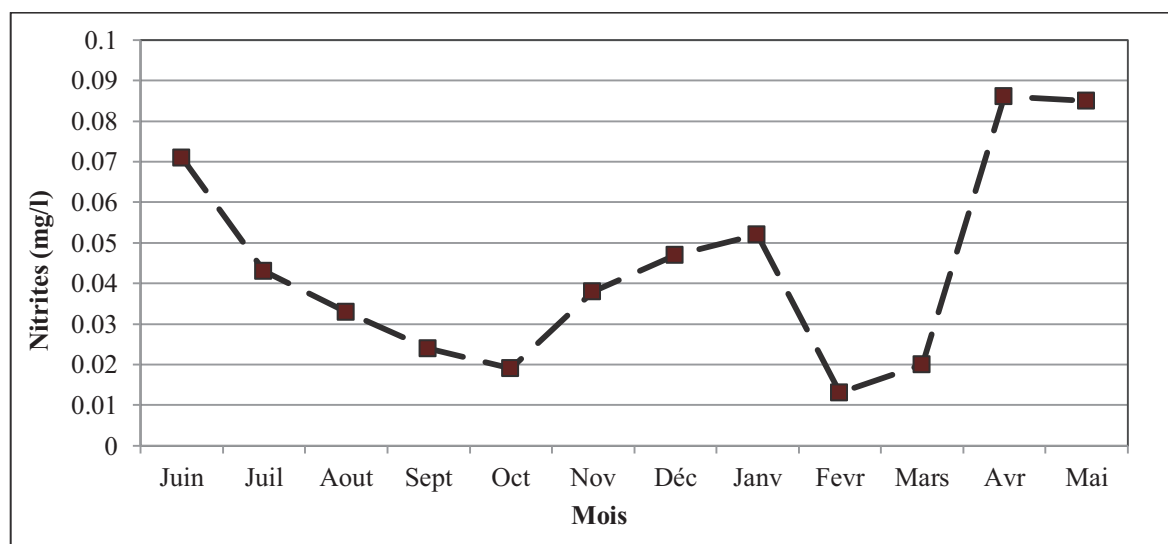
Les valeurs des nitrates obtenues durant notre étude sont faibles à l'hiver, printemps et au début d'été. Ceci peut être expliqué soit par leur transformation en ammoniac soit par leur consommation par le phytoplancton et les algues (Olivier, 1997). Les valeurs élevées sont obtenues en automne. Ces teneurs peuvent être expliquées par la transformation complète de nitrite en nitrate. Les bactéries nitrifiantes décomposent la matière organique pour produire l'ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) qui est transformé en ion nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) par des bactéries du genre *Nitrosomonas* (Nitrosation) puis en ion nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) par des bactéries du genre *Nitrobacter* nitrification (Leveque, 2001). Selon la classification de Nisbet et Verneaux (1970), les eaux de l'oued appartiennent à la classe 1.

#### 1.15- Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) :

Les nitrites sont naturellement présents dans les cours d'eau en conséquence de la nitrification de l'ammoniac et de la dénitrification des nitrates. Leur présence indique un état critique d'une pollution organique. Les nitrites représentent la forme la moins oxygénée et la moins stable de l'azote (Gaujous, 1995), ce qui leur confère des teneurs faibles par rapport aux nitrates. Ils existent à l'état naturel sous forme soluble mais ils sont aussi apportés de manière synthétique par les engrais (Ivan et al, 2005). Selon Lacaze (1996), l'azote nitreux est le plus toxique des formes minérales de l'azote, très réactif, le nitrite intervient dans de

nombreux phénomènes de toxicité. Ils présentent les mêmes sources que celles des nitrates, ils sont généralement absents (ou à peine mesurables). Leur présence est indicatrice d'une pollution.

Les concentrations mensuelles des nitrites varient entre 0,0013 et 0,086 mg/l (Fig. 40). Les teneurs sont les plus élevées en janvier 2014 avec 0,052 mg/l, durant le mois de juin 2013 avec 0,071 mg/l et au cours du avril mai 2014 avec 0,086 et 0,085 mg/l respectivement Ceci est expliqué d'une part, par l'oxydation incomplète d'une partie importante de N-ammoniacal par les bactéries nitruses en utilisant l'oxygène du milieu, et d'autre part par la réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant. Ce passage de nitrate en nitrite est réalisé dans une eau à pH > 5 (Rodier *et al*, 2005).



**Figure 40 :** Variations mensuelles des variations des nitrites au niveau d'Oued El-Harrach (2013-2014).

Selon Aminot (1983), dans le cycle d'azote, les nitrites sont considérés comme étant des ions intermédiaires entre les nitrites et l'azote ammoniacal, ce qui explique les faibles concentrations rencontrées dans le milieu aquatique. Ces concentrations sont considérées normales pour les cyprinidés. La concentration des nitrites est considérée comme toxique pour les poissons à partir de 0,3mg/l (Barbe *et al*, 1990).

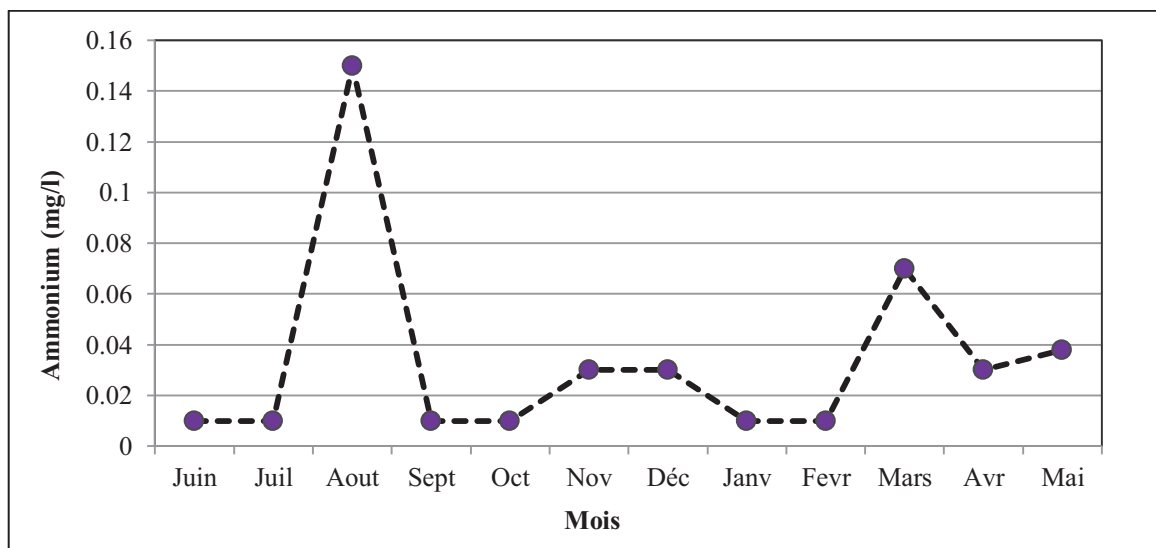
En comparant la concentration moyenne annuelle des eaux de l'oued, aux bornes de la grille de qualité de Nisbet et Verneaux (1970), nous pouvons qualifier cette eau et la classer

parmi les eaux à autoépuration active et parfois pollution insidieuse. Selon Rodier *et al* (2005) la présence des nitrites est l'une des causes de la dégradation de l'eau.

#### 1.16- Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) :

L'azote ammoniacal des eaux superficielles peut avoir pour origine la matière végétale des cours d'eau, la matière organique animale et humaine, les rejets industriels, les engrais... Des vases des cours d'eaux et des barrages peuvent entraîner la libération des eaux interstitielles riches en ammoniacque (Rodier, 2005). L'azote ammoniacal provient aussi de la réduction des nitrates (Plemont, 1993). La présence d'azote sous forme ammoniacal (Ammonium total) dans l'eau résulte du métabolisme des matières azotées par les poissons (rejet  $\text{NH}_4^+$  par les branchies, l'urine et les fèces) (Philippart, 1991).

Les valeurs de  $\text{NH}_4^+$  (Fig. 41) varient entre 0,01 et 0,15 mg/l en passant par la valeur 0,07 mg/l enregistrée en mars 2014. Nous avons enregistré également des concentrations importantes en été (0,15 mg/l) et au mois d'août. Ces concentrations sont liées aux apports des affluents urbains et industriels et du lessivage des terres agricoles. Selon Cardot (2002), ces faibles concentrations de l'ammonium qui en était enregistré durant le reste des mois sont le résultat de sa transformation rapide en nitrite puis nitrate par oxydation. Pour la faune ichthyologique, l'ammonium devient toxique à partir de 0,05mg/l (Barbe *et al.*, 1990).



**Figure 41 :** Variations mensuelles des variations de l'ammonium total au niveau d'Oued El-Harrach (2013-2014).

Selon Rodier (2005), l'élévation de la température diminue légèrement la toxicité. La toxicité s'élève rapidement et devient aiguë selon les espèces entre 0,6 et 1,5 mg/l. En dessous d'une concentration de 0,1 mg/l, il ne se passe généralement rien.

En ce qui concerne la toxicité de l'ammoniaque pour la faune piscicole d'eau douce, il est reconnu que ce n'est pas la forme ammoniacale ionisée  $\text{NH}_4$  qui est toxique, mais la forme ammoniacale  $\text{NH}_3$  dont la proportion dépend du pH et de la température (Rodier, 2005).

D'après Nisbet et Verneaux (1970), nous pouvons qualifier cette eau et la classer parmi les eaux à situation normale.

- **Analyse en composantes principales et corrélation des variables physico-chimiques**

Pour observer les individus, on construit les plans à partir des composantes principales les plus importantes est le plan engendré par les axes 1 et 2, car par définition c'est le plan sur lequel le maximum d'information est visible. On examinera d'autres plans, selon la part d'information prise en compte par ces derniers. Les résultats de l'A.C. P sont influencés par l'ordre de grandeur des variables.

Ainsi pour y remédier à cet inconvénient, il est recommandé de donner le même poids aux différentes variables en les réduisant. On réalise ainsi l'A.C. P soit sur des données centrées (variables de même nature) à partir de la « matrice des variances - covariances » entre variables, soit sur des données centrées réduites c'est-à-dire des variables de différentes natures « matrice de corrélation ».

Après l'élaboration des matrices des corrélations et de variances - covariances, il s'ensuit une diagonalisation basée sur :

- ❖ Une matrice de « vecteurs propres » qui contiennent des combinaisons linéaires des (P) variables initiales actives ;
- ❖ Une matrice de « valeurs propres » qui représentent les variances des individus sur les axes principaux correspondants.

Pour un axe donné, les variables qui ont les plus forts coefficients (en valeurs absolues) sont celles qui contribuent le plus à la formation de cet axe. Une variable est d'autant mieux représentée sur le plan qu'elle est proche du cercle. Le choix du nombre de composantes est exprimé en fonction des « valeurs propres » ou « les pourcentages de variation expliqués par chaque composante principale ».

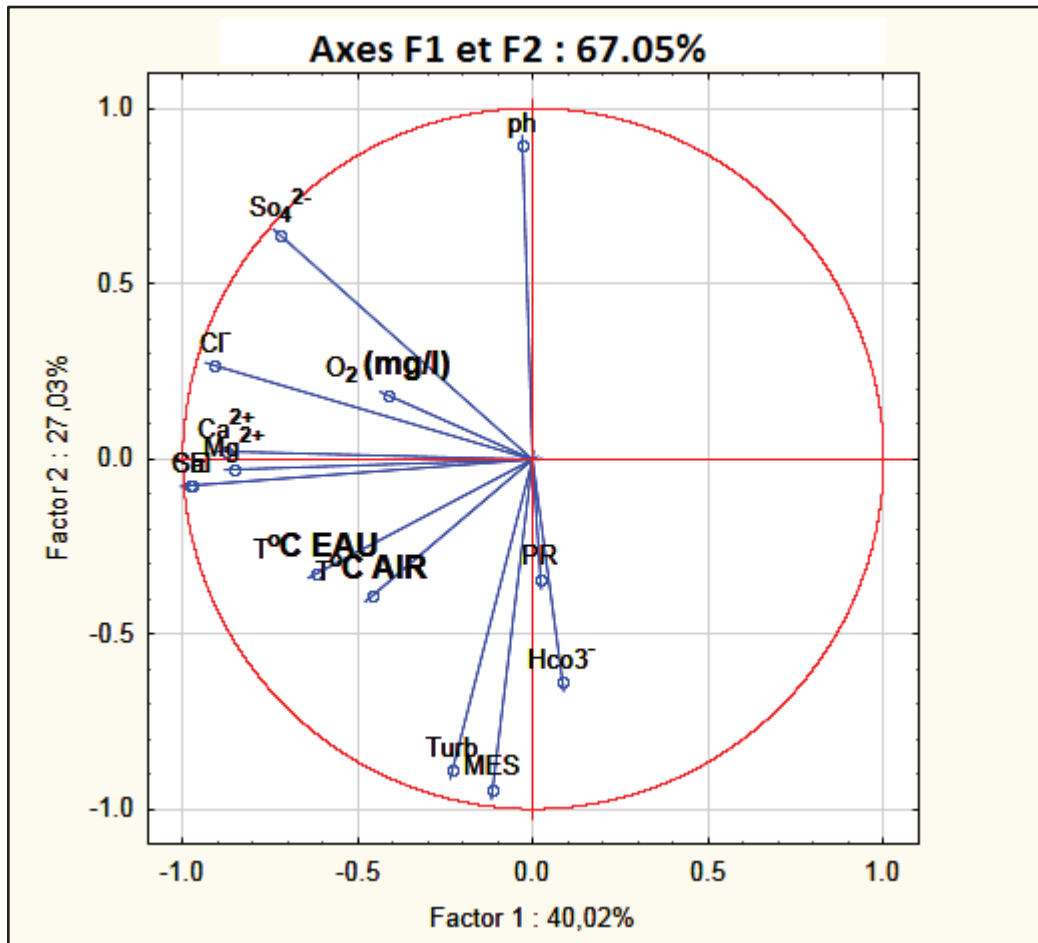
Sur chaque plan retenu, on regarde :

- ❖ La structure des variables à partir de leurs corrélations avec les axes principaux, représentée par des « cercles de corrélation » ;
- ❖ La répartition des individus, à partir de leurs coordonnées sur les axes principaux et d'indices.

L'analyse effectuée est une A.C.P centrée réduite qui a été réalisée sur un tableau de données à 12 variables (T, pH, CE, O<sub>2</sub>, Sal, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Cl, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> et PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) et à 24 observations. L'interprétation de l'analyse se fera selon l'ordre des informations données par le logiciel (STATISTICA).

En effet, les deux premiers facteurs contiennent le maximum d'inertie, respectivement 40.02% et 27.03%. En somme ces deux axes regroupent l'essentiel de l'information soit 67.05% d'inertie et forment les associations suivantes (Fig. 42).

Le cercle et la matrice de corrélation nous permettent de déterminer s'il existe ou non, une corrélation statistique (positive ou négative) entre deux ou plusieurs variables (Fig. 42 et Tab. 7). De plus pour les variables, on cherchera celles qui sont très corrélées entre elles (marquées en rouge après un test de signification au risque d'erreur de 5%), et celles qui, au contraire, ne sont pas dépendantes.



**Figure 42 :** Représentation des variables physico-chimiques dans un cercle de corrélation et dans le plan principal F1×F2

Un examen rapide de la matrice de corrélation (Tab. 7) permet de constater que, pour la période considérée (12 mois), les coefficients atteignent des valeurs élevées (0.58 à 1.00). Le plus petit coefficient est égal à (-0.05) qui correspond au couple ( $\text{NO}_3^-$  -  $T^\circ$  air).

Cette matrice nous permet d'apercevoir les éléments corrélables entre eux suivant la valeur du coefficient de corrélation. La bonne corrélation se définit par le coefficient de corrélation ( $r > 0.58$ ), ce qui nous permet d'extraire les couples suivants :  $T^\circ$  air -  $T^\circ$  eau, CE-Sal, pH- $T^\circ$ , Turb-pH, MES-pH,  $\text{Ca}^{2+}$ - $\text{O}_2$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ -Cl,  $\text{Ca}^{2+}$ - $\text{Mg}^{2+}$ , Turb-MES, Cl-Ce, ClSal, ..... (Tab. 7).



**Tableau 7 :** Matrice de corrélation des paramètres physico-chimiques.

	T° air	T° eau	O <sub>2</sub>	ph	PR	CE	Sal	Turb	MES	Hco <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	So <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	
T° air	1.00																		
T° eau	0.92	1.00																	
O <sub>2</sub>	-0.44	-0.25	1.00																
ph	-0.30	-0.23	0.02	1.00															
PR	-0.37	-0.43	0.31	-0.53	1.00														
CE	0.41	0.55	0.48	-0.05	0.08	1.00													
Sal	0.38	0.53	0.52	-0.04	0.07	1.00	1.00												
Turb	0.28	0.32	0.09	-0.81	0.41	0.34	0.33	1.00											
MES	0.53	0.49	-0.29	-0.73	0.12	0.17	0.17	0.87	1.00										
Hco <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-0.19	-0.16	0.24	-0.45	0.31	0.00	0.05	0.53	0.54	1.00									
Cl <sup>-</sup>	0.28	0.47	0.38	0.27	-0.08	0.86	0.85	0.04	-0.12	-0.31	1.00								
Ca <sup>2+</sup>	0.18	0.33	0.59	0.02	0.23	0.88	0.89	0.14	0.00	0.17	0.71	1.00							
Mg <sup>2+</sup>	0.40	0.51	0.19	0.10	-0.01	0.77	0.78	0.13	0.18	0.05	0.80	0.79	1.00						
So <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.10	0.25	0.43	0.53	-0.18	0.68	0.66	-0.34	-0.52	-0.58	0.83	0.61	0.51	1.00					
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.39	0.39	0.04	-0.66	0.25	0.43	0.43	0.93	0.88	0.46	0.15	0.19	0.30	-0.23	1.00				
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	-0.05	0.01	-0.37	0.44	-0.40	-0.22	-0.24	-0.26	-0.15	-0.31	-0.07	-0.36	-0.27	-0.03	-0.25	1.00			
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0.30	0.31	-0.12	-0.08	-0.16	0.08	0.02	0.17	0.01	-0.61	0.25	-0.27	-0.21	0.27	0.10	0.14	1.00		
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.48	0.44	-0.29	-0.68	0.06	0.10	0.11	0.83	0.99	0.59	-0.18	-0.05	0.15	-0.58	0.86	-0.13	-0.04	1.00	

• **Conclusion**

Dans cette étude hydro-chimique nous retiendrons que les eaux du site d'étude présentent :

**A. Paramètres physico-chimiques :**

- ✓ Une température moyenne de 15,41 de l'eau et de 20,75 de l'air °C.
- ✓ Un pH moyen de 7,87, ce qui correspond aux normes de potabilité.
- ✓ La conductivité dépasse la norme maximale admissible des eaux destinées à la consommation humaine, ce qui explique la salinité élevée des eaux du milieu d'étude mais qui restent dans les normes de potabilité.
- ✓ O<sub>2</sub> dissous présentent des valeurs moyennes admissibles, traduisant une bonne qualité.

**B.** Les éléments majeurs :

- ✓ Les valeurs du calcium, du magnésium et du chlore sont plus élevées dans les eaux du site d'étude elles atteignent respectivement 146,42, 106,72 et 113,25 mg/l (octobre). Cette augmentation est due à la température élevée durant l'été (donc évaporation intense).

**C.** Les éléments de pollution :

- ✓ Les éléments nutritifs ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ) présentent des valeurs qui dépassent la norme admissible de potabilité. Par exemple, Les concentrations en nitrates sont faibles. Cette variation de ses derniers est liée au taux d'épandage des engrais chimiques à une période de l'année plus qu'à une autre. Cependant, la période estivale est une période de récolte, et que probablement en hivers les nitrates sont entraînés par ruissellement.

## 2 - Etude des facteurs biologiques

### 2.1 - Etude de la croissance de la population

Un total de 1000 spécimens a été capturé au cours de la période d'étude (Juin 2013-Mai 2014) soit 477 mâles (47,7%), 357 femelles (35,7%) et 166 immatures (Indéterminé) avec 16,6 % de la population étudiée.

#### 2.1.1 - Distribution des fréquences des tailles

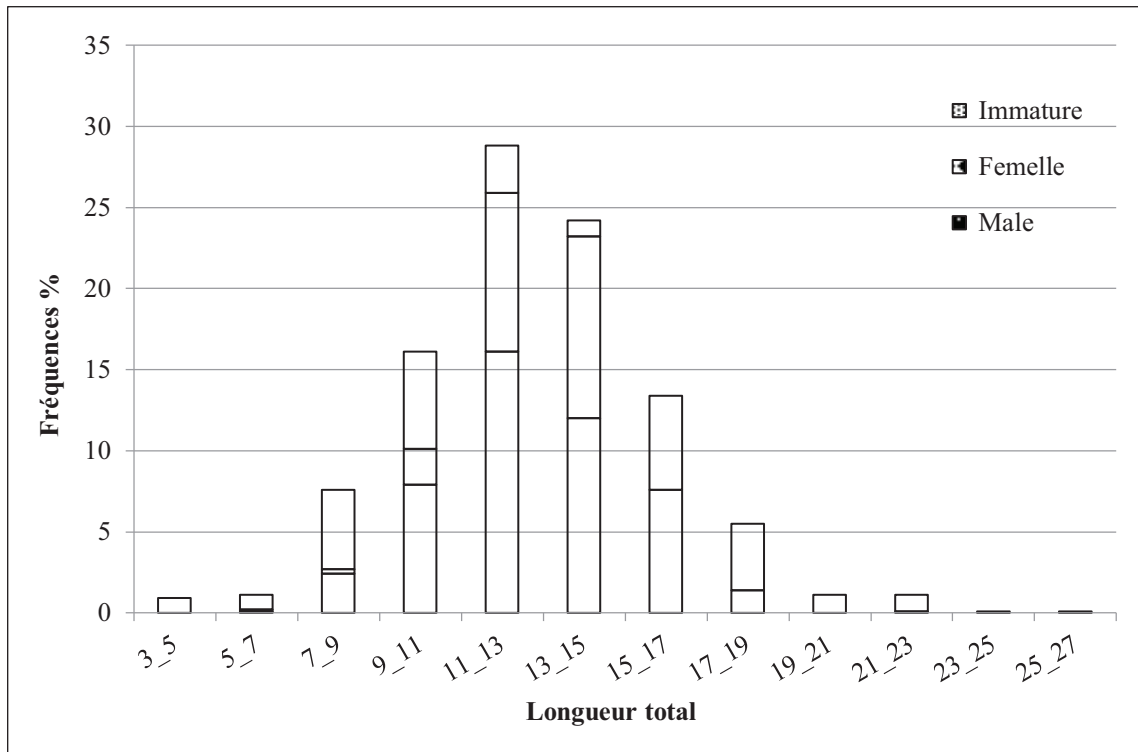
Le choix de l'intervalle de classe joue un rôle prépondérant pour l'analyse des différentes classes d'âges et leurs suivis dans le temps. Il faut chercher l'intervalle de classe, qui permet d'obtenir les distributions des fréquences de tailles, conduisant à une continuité entre les classes (Hemida, 1987). L'intervalle choisis des fréquences de classes dans cette étude est de 2 cm Obtenue à partir de la règle de Sturges  $K = 1.3.3 \log_{10} n$  avec K : Le nombre de classe. (Tab.8).

**Tableau 8 :** Distribution de fréquence de taille du barbeau algérien (*L. callensis*) à Oued El-Harrach.

Fréquences	Centre de Classe	Nombre total	Male	Femelle	Immatures
3-5	4	9	0	0	9
5-7	6	11	1	1	9
7-9	8	76	24	3	49
9-11	10	161	79	22	60
11-13	12	288	161	98	29
13-15	14	242	120	112	10
15-17	16	134	76	58	0
17-19	18	55	14	41	0
19-21	20	11	0	11	0
21-23	22	11	1	10	0
23-25	24	1	1	0	0
25-27	26	1	0	1	0

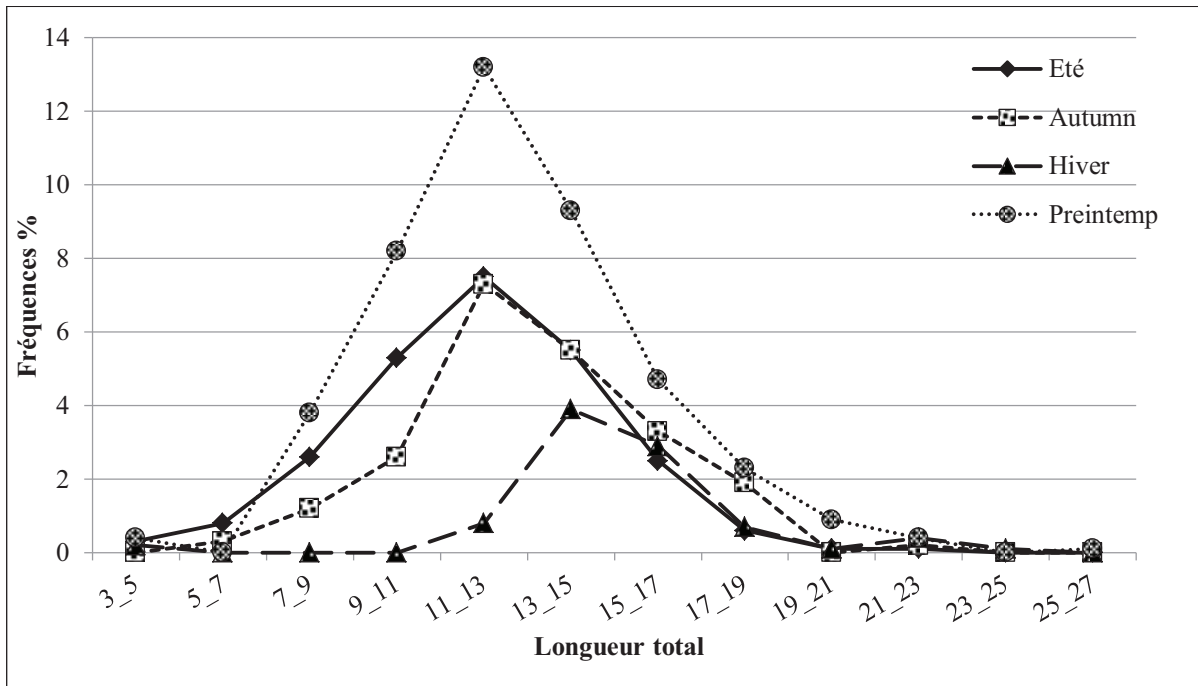
D'après l'histogramme de la distribution des fréquences de tailles (Fig. 43) obtenue pour l'ensemble des populations, les différents sexes ainsi que les immatures, on remarque que la classe de taille la plus importante qui regroupe le plus d'individus est celle de [11-13[avec un

pourcentage de 28,8 % de population étudiée (mâles : 16,1%, femelle : 9,8 % et les immatures : 2,9%). Les classes de taille les moins significantes sont de celles de [23-25[et [25-27[représenté respectivement par un mâle et une femelle. Les intervalles de classe de [03-09[ont dominés par les individus immatures. Les effectifs des grands individus sont faibles par rapport aux poissons de petites tailles ; ce qui nous amène à suggérer que l'obtention de ces résultats est due principalement au matériel utilisé dans la pêche ainsi les techniques de pêche.



**Figure 43 :** Histogrammes des fréquences d'abondance de tailles de la population totale (mâle, femelle et immatures) du barbeau d'Algérie (*L. callensis*) à Oued El-Harrach.

L'analyse de la courbe ci-dessous (Fig. 44) montre une distribution saisonnière des tailles (longueur totale) au sein de la population des barbeaux échantillonnées. On remarque que la classe de taille la plus importante qui regroupe le plus d'individus est celle de [11-13[avec un pourcentage de 13,2 % en printemps, 7,5 % en été et de 7,3 % mais en hiver la classe la plus significante est [13-15[avec 3,9 %, malgré que le printemps est la saison la plus dominantes en nombre et les intervalles de classe sont très importantes par rapport à des autres saisons, la classe [15-17[se trouve avec un taux a peut près égaux entre les différentes saisons.



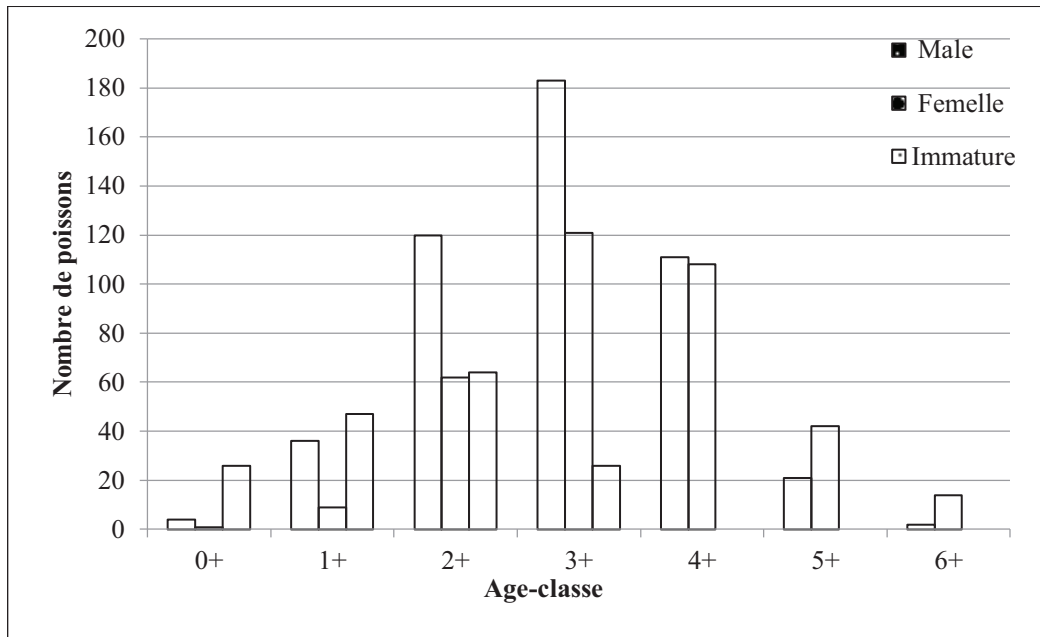
**Figure 44 :** Distribution saisonnière des tailles (longueur totale) au sein de la population des barbeaux échantillonnées (*L. callensis*) à Oued El-Harrach.

### 2.1.2 - Etude de l'âge et structure de la population

Les histogrammes de fréquence de tailles ont été établis sur 1000 individus de barbeaux échantillonnés entre juin 2013 et mai 2014 (Fig. 45, Tab. 9). A l'aide des lectures directes sur les écailles (scalimétrie) nous avons identifié sept groupes d'âge chez les deux sexes (0+ 1+, 2+, 3, 4 + 5+, et 6+).

**Tableau 9 :** Classes d'âge de la population du barbeau algérien (*L.callensis*) à Oued El-Harrach.

Age	Nombre d'individu
0+	31
1+	92
2+	246
3+	330
4+	222
5+	63
6+	16



**Figure 45 :** Classes d'âge des mâles, femelles et les immatures capturés à Oued El-Harrach.

Le nombre des immatures est plus élevé dans les classes d'âge inférieure (0+ et 1+). Les mâles dominent les classes d'âges moyennes (2+ et 3+) et les femelles sont plus élevés dans les classes d'âge supérieures (5+ et 6+). Les mâles et les femelles coexistent équitablement dans la classe d'âge 4+. La classe d'âge 3+ est considérée comme étant l'âge le plus peuplé de barbeau avec 330 spécimens (Tab. 9) dont 183 mâles, 121 femelles et 26 immatures. (Fig. 45).

Différentes mesures regroupent le terme longueur d'un poisson. Certains auteurs utilisent la longueur fourche (LF), d'autres la longueur standard (LS) ou la longueur totale (LT). La détermination de l'âge basée sur l'analyse des écailles a révélé 7 groupes d'âge (0 + à 6 + ans). Les longueurs maximales observées étaient 25,5 cm LT (23,1 cm LF) chez une femelle capturée en Octobre (2013) et 23,5 cm LT (21,5 cm LF) chez un mâle capturé en Février (2014). Les femelles étaient significativement deux fois plus longues ANOVA,  $F(1, 832) = 68,2$ ,  $p < 0,001$ ) que les mâles (moyenne chez les femelles, FL = 13,01 cm; moyenne chez les mâles, FL = 11,63 cm). La longueur de la fourche montre chez le poisson immature que FL = 8,55 cm.

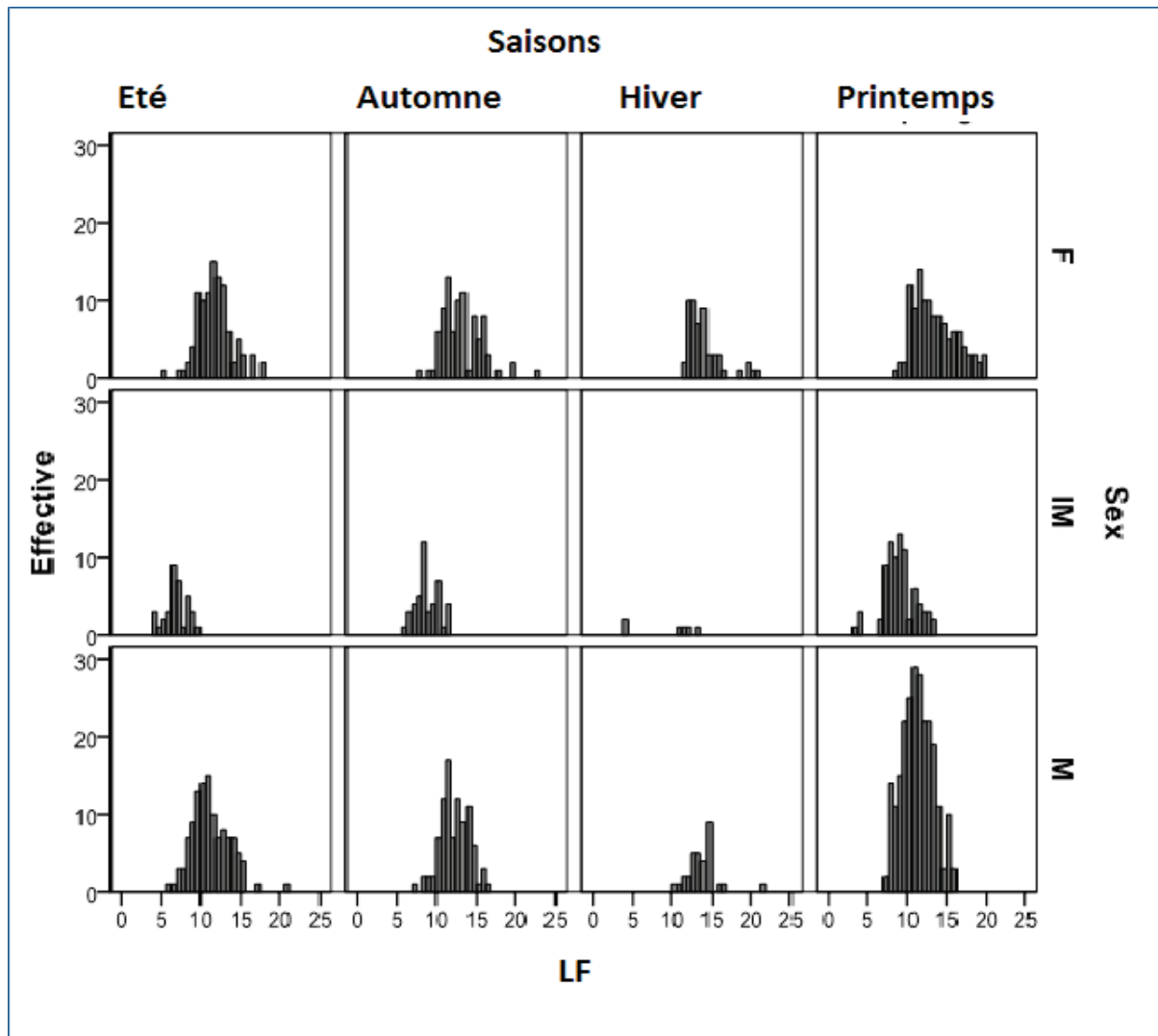
La structure de la population observée à Oued EL-Harrach a été caractérisée par la domination des classes d'âge entre 2+ et 4+ (79,8% des individus globaux) (Tab. 11). Cependant, ces structures ont montré à Oued El - Harrach sont similaires à ceux qui ont

observée dans les populations étudiées à partir de courants au Maghreb, En outre, les deux sexes ont montré faible occurrence des 5+ 6+ et en toute saison (Fig. 46, Tab. 10).

**Tableau 10 :** Groupe d'âge, longueur total (LT) et Poids total (WT) de la population du barbeau algérien (*L. callensis*) à Oued El-Harrach.

Sexe	Paramètres		Groupe d'Age						
			0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+
Population	Nombre total		31	92	246	330	222	63	16
	LT (cm)	Gamme	3.8-9.5	6.73-12.5	7.8-15.2	10-17.7	13.25-19.6	15.4-21	17.8-25.5
		Moy ±SE	6.36±1.55	9.26±1.26	10.84±1.3	13.02±1.09	15.4±1.12	17.55±1.33	21.82±1.63
	WT(g)	Gamme	0.345-8.4	3.12-20.8	4.2-29	8.17-70.5	20.19-99.6	33.14-108.4	65.5-162.1
Moy ±SE		3.02±2.04	8.46±3.59	13.72±5.33	23.25±6.97	39.26±10.64	59.03±16.35	117.73±20.19	
Mâle	Nombre total		4	36	120	183	111	21	2
	LT (cm)	Gamme	6.68-9.5	7.5-12.1	7.8-15.2	10-16.6	13.5-18	15.4-18	23-23.5
		Moy ±SE	8.4±1.3	9.77±1.17	10.93±1.28	12.94±1.1	15.35±0.98	16.7±0.84	23.25±0.35
	WT(g)	Gamme	3.5-8.4	4.7-17	5-31.7	10.1-44.7	20.19-62.2	37.8-62.3	111.1-136.1
Moy ±SE		6.07±2.23	9.51±3.26	13.84±4.86	22.57±6.09	37.89±8.44	48.62±9.05	123.6±17.67	
Femelle	Nombre total		1	9	62	121	108	42	14
	LT (cm)	Gamme	6.22-6.22	8.3-12.5	8.3-14.7	10.6-17.7	13.5-19.6	15-21	17.8-25.5
		Moy ±SE	6.221±0	10.4±1.28	11.51±1.2	13.21±1.07	15.5±1.26	17.97±1.32	21.62±1.64
	WT(g)	Gamme	2.6-2.6	7.8-20.8	5.9-35.8	13.6-70.5	24.7-99.6	33.4-108.4	65.8-162.1
Moy ±SE		2.6±0	13.51±3.98	17.17±5.72	25.11±8	40.9±12.42	65.6±16.32	116.89±21.31	
Immature	Nombre total		26	47	64	26	3	0	0
	LT (cm)	Gamme	3.8-7.542	6.73-10.5	8-12.1	10.4-15	14.2-14.7	-	-
		Moy ±SE	6.05±1.38	8.65±0.09	10.04±1	12.63±1.05	14.5±0.26	-	-
	WT(g)	Gamme	0.345-4.8	3.12-13.41	5-16.89	8.17-27.57	29.58-34.12	-	-
Moy ±SE		2.57±1.64	6.67±2.38	10.17±3.11	19.4±5.16	31.7±2.28	-	-	

(SE: erreur standard, Moy : moyenne)



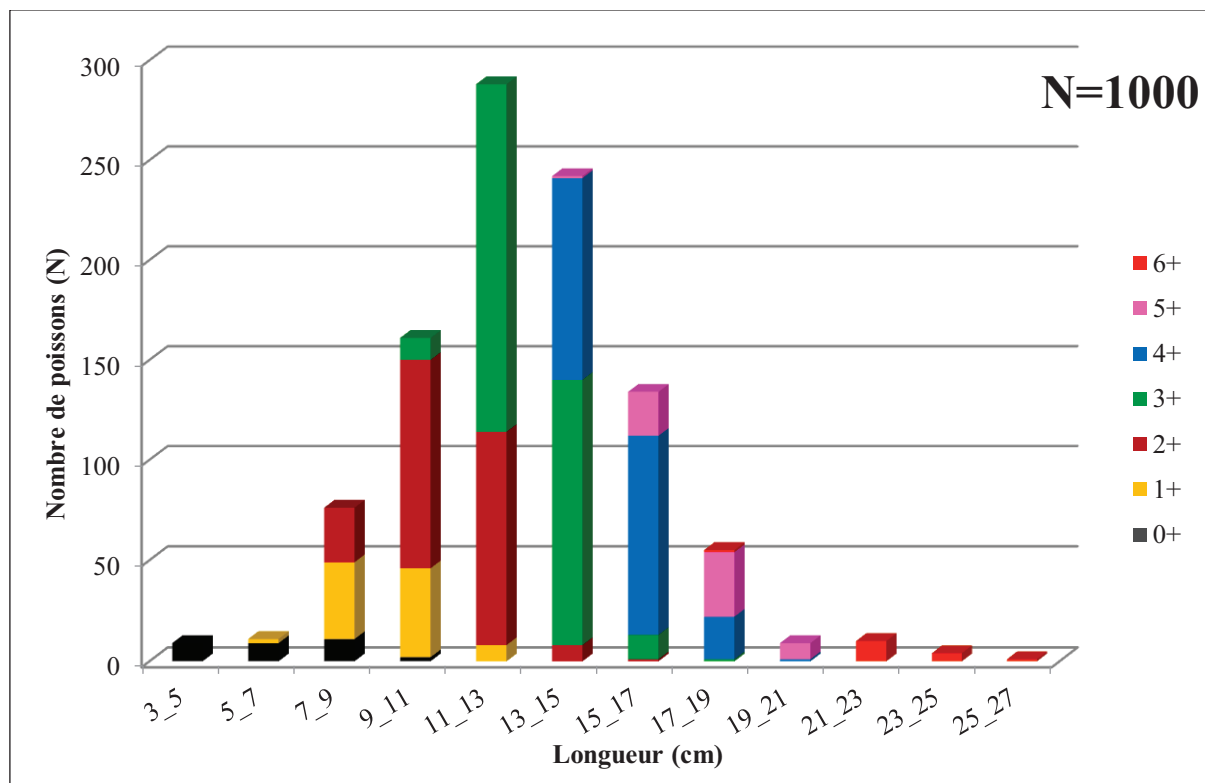
**Figure 46 :** Distribution de fréquence des longueurs a la fourche (LF) des mâles (M), femelles (F) et des immatures (Im) des spécimens du barbeau, capturés durant chaque saison dans l’Oued El-Harrach.

Nos résultats (Tab. 11) sont similaires à ceux de Kraiem *et al.*, (1986) dans l’Oued de Béja (Nord de Tunisie). Les immatures 0+ et 1+ présenter une partie importante au printemps et en été. Saisonnier approche des distributions de fréquences de longueur le long de la période de l’étude a montré une présence continue des males avec une longueur comprise entre 10,5 cm et 15,5 cm FL (Fig. 46, Tab. 10). La gamme de taille des femelles pendant la période étudiée était plus courte que celle des mâles. Le nombre d’immatures est réduit que dans les deux sexes (présence plus forte au printemps).



**Tableau 11** : Longueur total maximal et classe d'âge observé dans différentes études sur le Barbeau *L. callensis* par d'autres auteurs (m et f indiquent respectivement les mâles et les femelles).

Localisation (Région)	Longueur (cm)	class d'âge	Référence
Oued El-Harrach (NC Algérie)	25,5 (f); 25,3 (m)	6+ 6+	Présente étude
Barrage El K'sob (NE Algérie)	36 (m) 34.2 (f)	13+ 12+	Mimeche <i>et al.</i> (2013)
Barrage El Hamiz (N Algérie)	46 (m)	-	Ould Rouis <i>et al.</i> (2012)
Oued Sebaou (NE Algérie )	16,2	3+	Penzak et Molinski (1984)
Oued Béja (N Tunisie)	26	5+	Kraiem <i>et al.</i> (1986)
Barrage Sidi Salem (N Tunisie)	25	4+	Kraiem <i>et al.</i> (1986)
Barrage Joumine (N Tunisie)	30	-	Kraiem (1996)
Oued Ghezzala (N Tunisie)	32	-	M'Hadhbi et Boumaiza (2008)
Barrage Allal El Fassi (N Maroc)	22.5(m) 26.7 (f)	10+ 12+	Bouhbouh (2002)



**Figure 47** : Histogramme de fréquence de tailles en fonction de l'âge chez *L.callensis* à Oued El-Harrach.

(Les âges 0+, 1+, 2, +3, +4 +5 et+6+ sont respectivement représenté par les couleurs suivant : Noir, jaune, carmin, vert, bleu, rose et orange).

De la figure 47, on constate que les premières classes de taille de [3-5[cm à [5-7[cm sont du groupe d'âge 0+. Entre [7-9[cm et [9-11[cm présentent l'âge 1+ et l'âge 2+. L'âge 3+ se distribue dans les intervalles [11-13[cm à [13-15[cm. L'âge 4+ de [13-15[cm à [17-19[cm, l'âge 5+ de [17-19[cm à [19-21[cm et enfin l'âge 6+ caractérise les intervalles [21-23[cm jusqu'au [25-27[cm.

### 2.1.3- Croissance linéaire (modèle Von Bertalanffy)

Pour estimer les paramètres de croissance à partir de données Longueur/Âge, nous avons utilisé la méthode de Powell (1979) et celle de de Pauly (1985) pour estimer  $L_{\infty}$  et  $k$ , et la méthode de Von Bertalanffy pour estimer le  $t_0$ . L'équation de la croissance linéaire de Von Bertalanffy obtenue par la méthode directe, est la suivante : (Fig. 48, Tab.12).

$$L_t = 26.523 (1 - e^{-0.23(t-0.239)})$$

**Tableau 12** : Paramètres de de l'équation de Von Bertalanffy chez le Barbeau *L. callensis* à l'Oued El-Harrach.

Spécimens	$L_{\infty}$	$K$	$t_0$	$R^2$
Population	26.523	0.23	-0.239	0.948
Male	26.249	0.23	-0.281	0.923
Femelle	23.158	0.31	-0.213	0.929

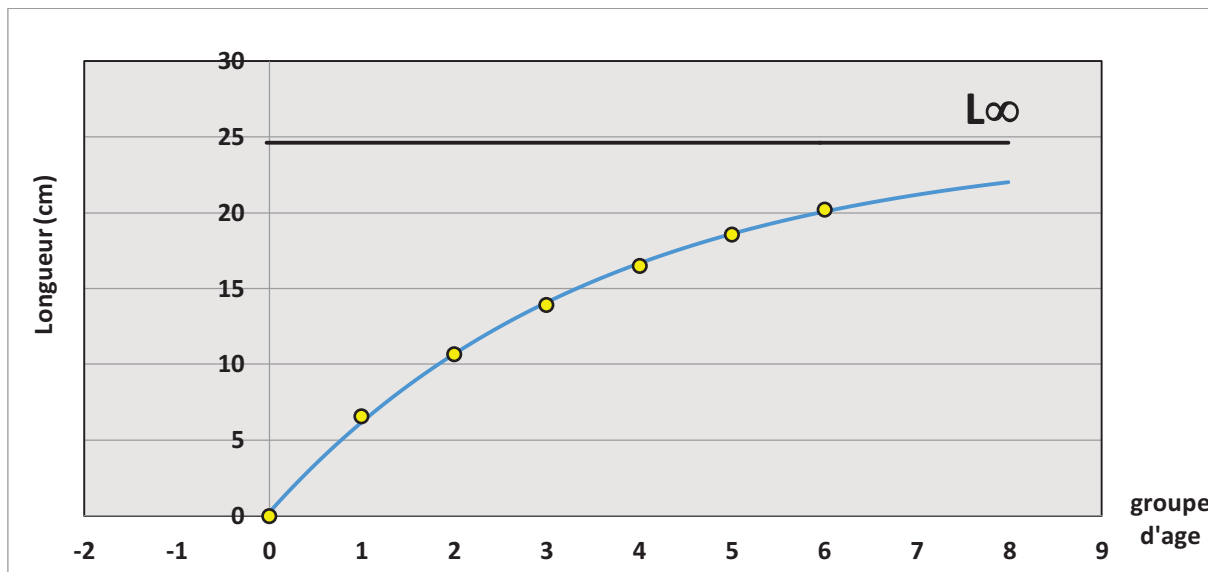
Avec :

$L_{\infty}$  : longueur asymptotique du poisson

$K$  : coefficient de croissance

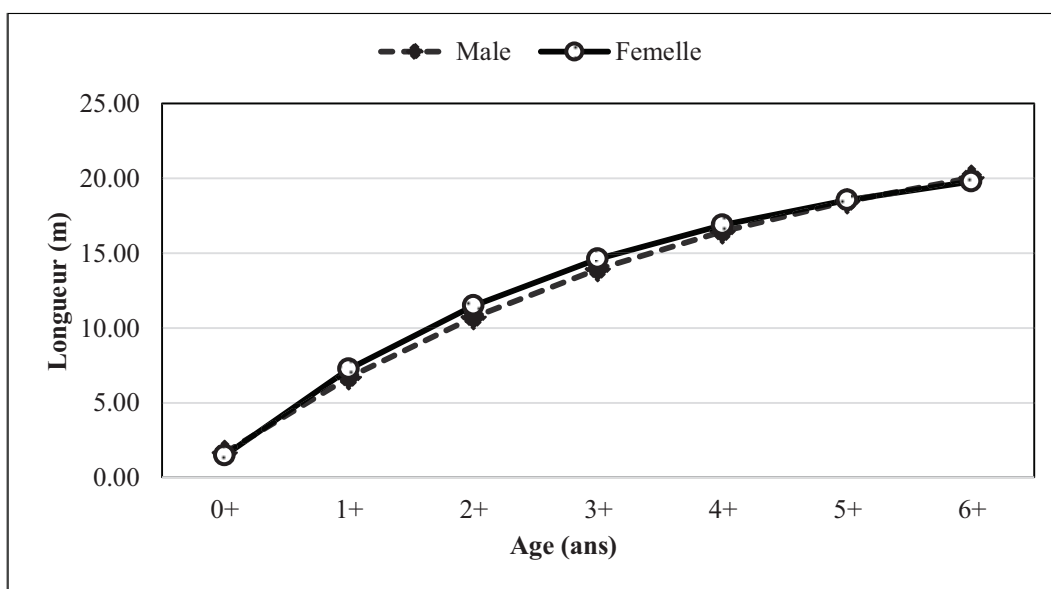
$t_0$  : âge théorique hypothétique

$R^2$  : coefficient de détermination



**Figure 48 :** Courbe de croissance linéaire en fonction de l'âge suivant le Modèle de Von Bertalanffy chez le Barbeau *L. callensis*. (VONBIT).

L'équation de Von Bertalanffy de la croissance théorique du Barbeau algérien dans la longueur est  $L_t = 26.249 (1 - e^{-0.23(t-0.281)})$  pour les mâles et  $L_t = 23.158 (1 - e^{-0.31(t-0.213)})$  pour les femelles. (Tab.12, Fig.49). Les résultats des équations de croissance de Von Bertalanffy pour les mâles et les femelles étaient, pour le paramètre  $L_\infty$  : 26,249 et 23,158 cm, respectivement. Dans le Barrage Allal El Fassi au Maroc, Bouhbouh (2002) rapporte des valeurs de 29,55 cm pour les mâles et 32,73 cm pour femelle.



**Figure 49 :** Courbe de croissance linéaire en fonction de l'âge cher les deux sexes (mâle et femelle) suivant le Modèle de Von Bertalanffy chez le Barbeau *L. callensis*. (VONBIT).

### 2.1.4- Croissance relative (taille-poids)

Chez un même individu, certaines relations entre deux grandeurs mesurables du corps peuvent être formulées en équations permettant de comparer leur croissance et de passer d'une dimension à une autre. De même, à partir de la relation taille-poids et de la croissance en longueur, il est possible d'estimer la croissance pondérale chez les poissons (Harchouche, 2006).

En ichtyologie, la corrélation entre le poids et la longueur du poisson est d'une grande importance. En pratique, elle permet d'estimer le poids du poisson à partir de sa longueur et d'en déduire par la suite la biomasse de la population. Pour le barbeau de l'Oued El-Harrach les couples taille – poids sont représentés par la figure 48. Cette relation est de type puissance. Le taux d'allométrie  $b$  exprime la façon dont le poids varie en fonction de la longueur. Sa valeur dépend de l'embonpoint des individus.

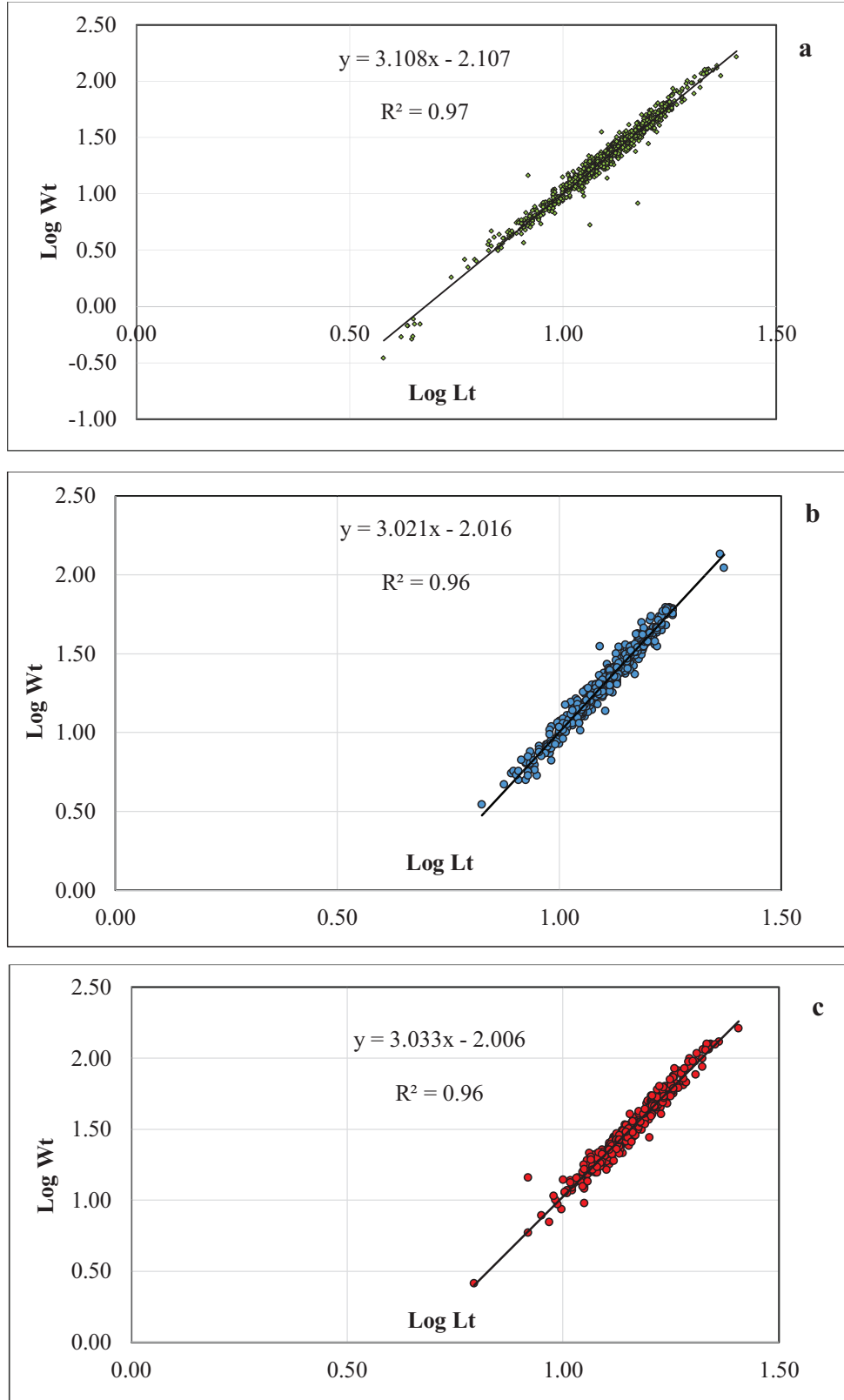
**Tableau 13 :** Croissance relative taille-poids et les valeurs des paramètres (a et b) du Barbeau *L. callensis* de l'Oued El-Harrach (populations immatures, mâles et femelles).

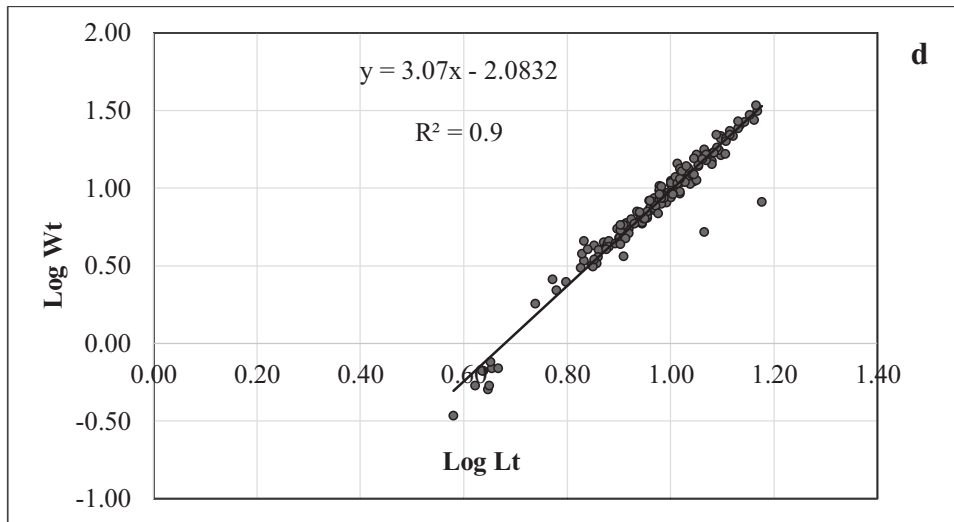
Species	N	Log a	a	SE (a)	CI 95% (a)	b	SE (b)	CI 95% (b)	$r^2$
Population	1000	-2.107	0.0078	0,018	(-2,14)-(-2,07)	3.108	0.017	3.07 – 3.14	0,972
Immature	166	-2.083	0.0083	0.053	(-2,19)-(-1,98)	3.070	0.055	2.96 – 3.18	0.950
Male	477	-2.016	0.0096	0.03	(-2,07)-(-1,96)	3.021	0.027	2.97 – 3.07	0.965
Femelle	357	-2.006	0.0099	0.037	(-2,08)-(-1,93)	3.033	0.032	2.97 - 3.10	0.961

N : effectif, SE : l'erreur standard de la pente (a, b), CI : intervalle de confiance et  $r^2$  : le coefficient de détermination.

Les relations tailles-poids ont été calculés pour les femelles, les mâles et les immatures et de toute la population (Tab. 13). Une croissance isométrique a été observée avec des pentes (valeurs  $b$ ) de la relations taille- poids qui varie de  $3,021 \pm 0,027$  pour les mâles, de  $3.070 \pm 0,055$  pour les immatures, avec des valeurs  $r^2$  étant supérieure à 0,95. Cependant, il n'y a pas de différences significatives dans longueur-poids entre les femelles, les mâles et les immatures ( $P > 0,05$ ). Penczak et Molinski (1984) à Oued Sebaou révèlent une valeur  $b = 3.207$  et  $r^2 = 0,996$ . Mimeche *et al* (2013) dans le réservoir EL K'sob, ont trouvé, une valeur inférieure de  $b = 2,53 \pm 0,11$  et  $r^2 = 0,93$ .

Dans cette étude, les valeurs de "b" sont presque isométriques relation entre la taille et le poids. Ce résultat reflète le bon environnement et de l'habitat pour *L.callensis* dans la région d'étude (amont de l'Oued El Harrach). (Fig.50).





**Figure 50 :** Courbe de croissance relative (taille-poids) chez le Barbeau *L. callensis* a l'Oued El-Harrach (a : population, b : mâle, c : femelles et d : les immatures).

### 2.1.5- Croissance pondérale

Si nous combinons l'équation de croissance de Von Bertalanffy  $L_t = L_{\infty}(1 - e^{-K(t-t_0)})$  avec la relation (taille-poids)  $W = a L^b$ , le poids asymptotique ( $W_{\infty}$ ) correspond à la longueur asymptotique  $W_{\infty} = a L_{\infty}^b$ . Nous obtenons l'équation de croissance pondérale de Von Bertalanffy :  $W_t = W_{\infty}(1 - e^{-K(t-t_0)})^b$

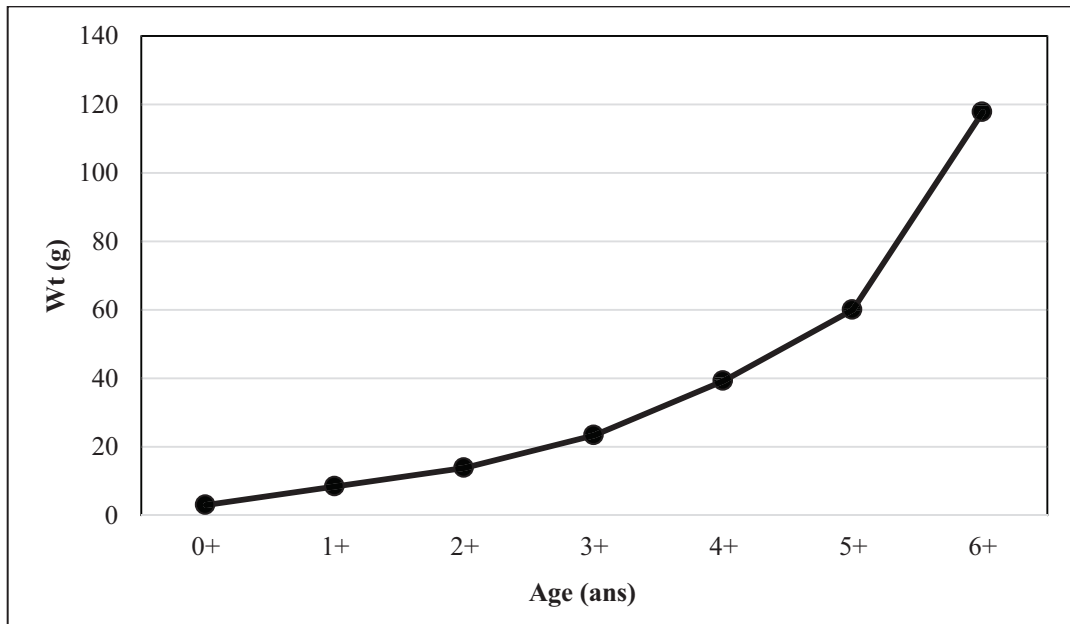
Avec a et b : coefficients de la croissance relative entre le poids et la longueur.

Les équations de croissance en poids de Von Bertalanffy s'écrivent comme suit :

Pour : la population :  $W_t = 207.62 (1 - e^{-0.23(t-0.239)})^{3.108}$  avec  $R^2 : 0.948$

Les mâles :  $W_t = 187.73 (1 - e^{-0.23(t-0.281)})^{3.021}$  avec  $R^2 : 0.923$

Les femelles :  $W_t = 237.69 (1 - e^{-0.31(t-0.213)})^{3.021}$  avec  $R^2 : 0.929$



**Figure 51 :** Courbe de croissance pondérale en fonction de l'âge de la population chez *L. callensis*.

Pour la population du Barbeau dans l'Oued El-Harrach (Fig. 51), nous remarquons que, d'année en année, le gain en poids est croissant étant donné qu'il est moyen chez les jeunes (0+ à 2+) et augmente avec l'âge. En effet, il est de 5,44 g.an<sup>-1</sup> la première année, 5,26 g.an<sup>-1</sup> vers la deuxième année et passe à 20,7 g.an<sup>-1</sup> à l'âge 4+ (du quatrième vers la cinquième année). Pour les sept classes d'âge existantes, le gain en poids le plus important se situe entre la 5+ et 6+ (57,8 g.an<sup>-1</sup>). Ces résultats montrent que l'Oued El-Harrach est un milieu peu productif.

#### 2.1.6- Le Facteur de condition (K)

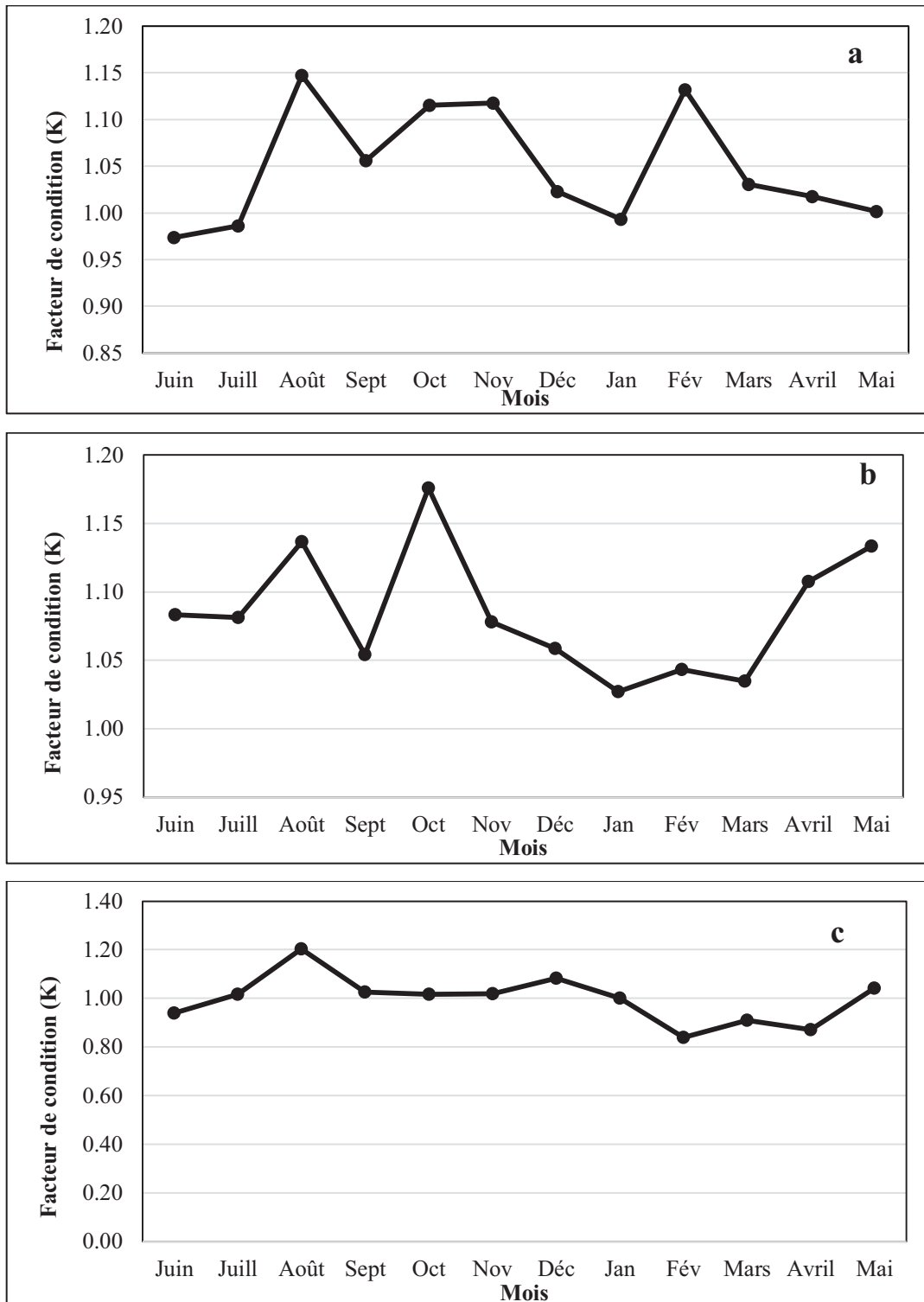
Sur les 1000 individus de Barbeau examinés (477 mâles, 357 femelles et 166 immatures), le facteur de condition minimal enregistré est de 0,24 chez les immatures (mois de mars) et 0,67 pour les mâles et les femelles (mois de juin). Le maximum enregistré est de 2,52 chez les femelles (mois d'octobre), 1,86 chez les mâles (mois de mars) et enfin pour les immatures 1,46 (mois d'août). Le K des femelles est supérieur à celui des mâles. Celle-ci est due à une différence d'embonpoint liée aux sexes (Kraïem, 1979). Les femelles sont plus pesantes que les mâles de même taille.

Le facteur de condition moyenne pour les femelles, les mâles et les immatures sont similaires, mais les différences entre les sexes ne sont pas significatives ( $P > 0,05$ ).

Le facteur K a montré une tendance similaire chez les deux sexes (Fig. 52), avec un maximum en août pour les deux sexes, octobre et mai pour les femelles et un autre maximum pour les mâles en février, juste avant le frayage. En ce qui concerne le minimum, les femelles présentent les faibles valeurs de K en juin, les mâles en juin 2013 et mai 2014. Cette période coïncide avec la fin de la reproduction. La valeur importante du facteur de condition en août coïncide avec la chute brute des précipitations dans la zone d'étude et qui à favoriser l'abondance des insectes benthiques qui entrent dans le régime alimentaire de basique de poisson. La variation temporelle dans un état somatique (facteur K) reflète les effets de la saisonnalité de l'environnement et de la reproduction cycle des espèces (Mimeche *et al* 2013).

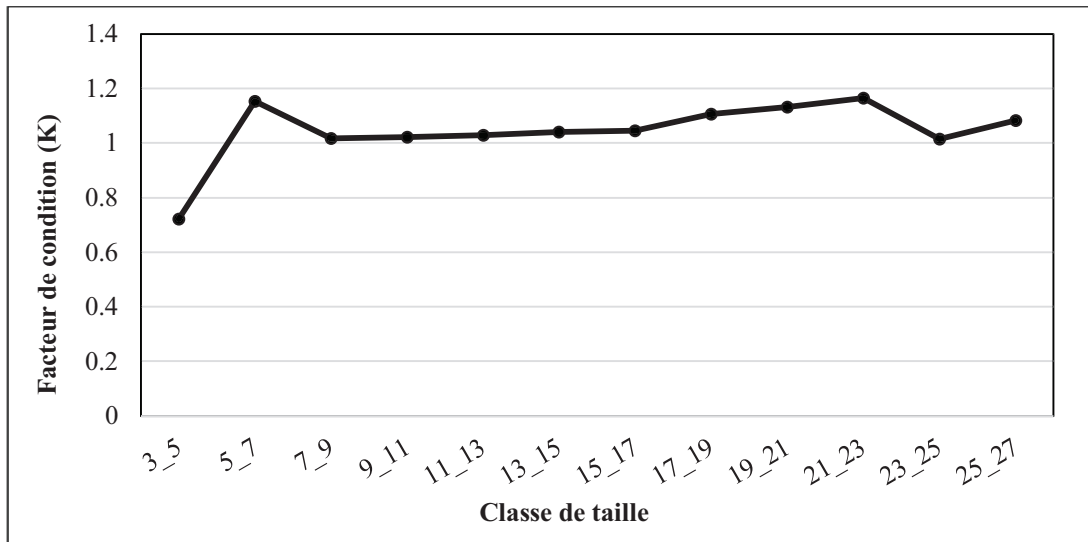
Les études sur la variation dans le facteur de condition ou d'autres indices semblables de la teneur en énergie du corps, sont généralement utilisées comme indicateurs de l'état physiologique saisonnier et le changement dans la composition corporelle du barbeau (Encina et Granado-Lorencio, 1997). Selon Berrebi *et al.*, (1995), les écosystèmes habités par les barbeaux dans le Nord-Est du Maghreb n'est pas caractérisée par une altitude bien définie par une rivière.





**Figure 52 :** Variation mensuelle de Facteur de condition (K) chez les mâles (a), les femelles (b) et les immatures (c) des spécimens de Barbeau capturés à Oued El-Harrach.

En général, chez la population étudiée, le facteur de condition augmente avec la taille. Les faibles valeurs s'observent pour la première classe de taille (3-5), alors que les valeurs élevées marquent les grandes tailles (11-19 à 21-23) (Fig.53).



**Figure 53 :** Variation de facteur de condition en fonction de classe de taille chez *L.callensis* capturés à Oued El-Harrach.

## 2.2 - Etude de la Reproduction :

L'étude de la reproduction a été réalisée sur 1000 individus de Barbeau *L. callensis* dont 834 matures avec 357 femelles et 477 mâles et les 166 immatures, qui représentent 47.7% mâles, 35.7% femelles et 16.6% immatures de la population totale.

### 2.2.1- Etude de le sex-ratio :

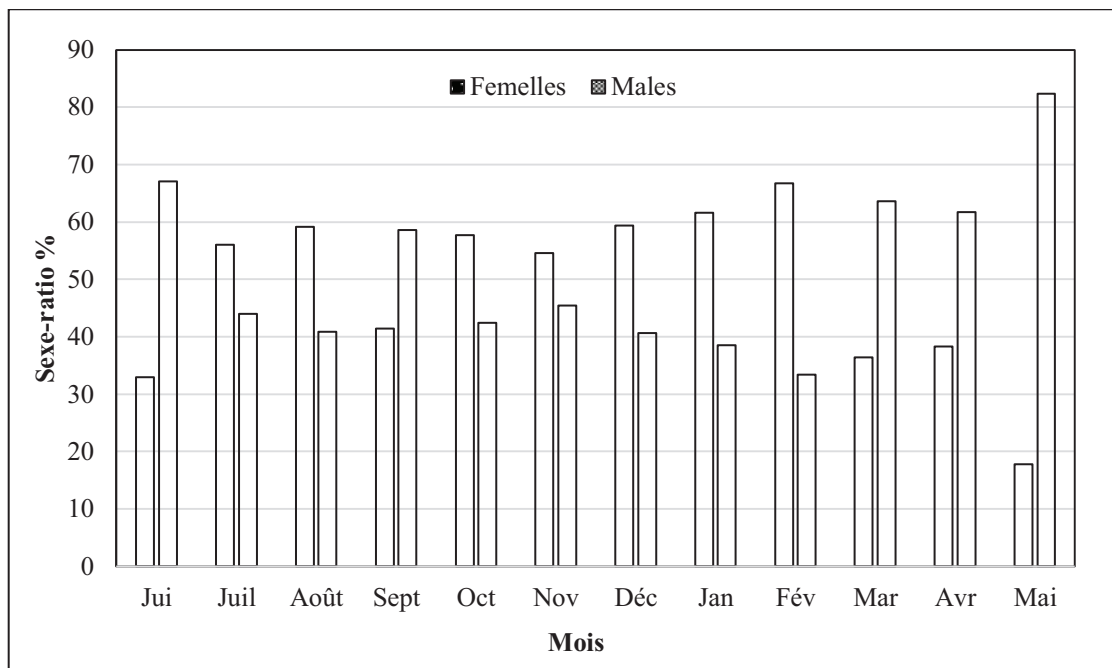
La proportion des sexes a été étudiée par le calcul du sex-ratio, ce dernier peut présenter des fluctuations suivant le temps et l'âge (Kartas et Guionard, 1984).

La population de *L. callensis* consistait à étudier 834 individus de poissons matures, dont 357 femelles et 477 mâles. La valeur de la sex-ratio est en faveur des mâles avec 57,2%, femelles avec 42,8%. Le sex-ratio global calculé est de 1 : 0,74 ( $\chi^2 X^2 = 58,59 : P < 0,01$ ). (Tab.14).

**Tableau 14 :** Sex-ratio global de *L.callensis* des individus matures récoltés dans l'Oued El-Harrach pendant la période d'étude.

Nb de mâles	Nb des femelles	Nb des matures	Nb des immatures	Population totale	Taux des masculinité	Taux des féminités	Intervalle de confiance a 95%
477	357	166	834	1000	57.2 ±3.36	42.8±3.36	3.36

- **Le sex-ratio mensuelle** : L'évolution temporelle des taux des deux sexes au cours des mois (Fig. 54) est relativement irrégulière dans le temps. Une prédominance chez les femelles dans la période hivernale, elle varie de 66,7% (Février 2014) à 17,72% (mai 2014). Chez les mâles, elle varie de 88,28% (Mai 2014) à 33,3% (Février 2014). On remarque que les deux distributions présentent une certaine périodicité et elles sont stationnaires autour d'une moyenne. D'autre part, on constate la variation opposée des deux sexes. Par contre, les taux se rapprochent en général durant la période d'été et automne, ceci est probablement dû à l'activité physique (recherche de nourriture, reproduction...etc.).

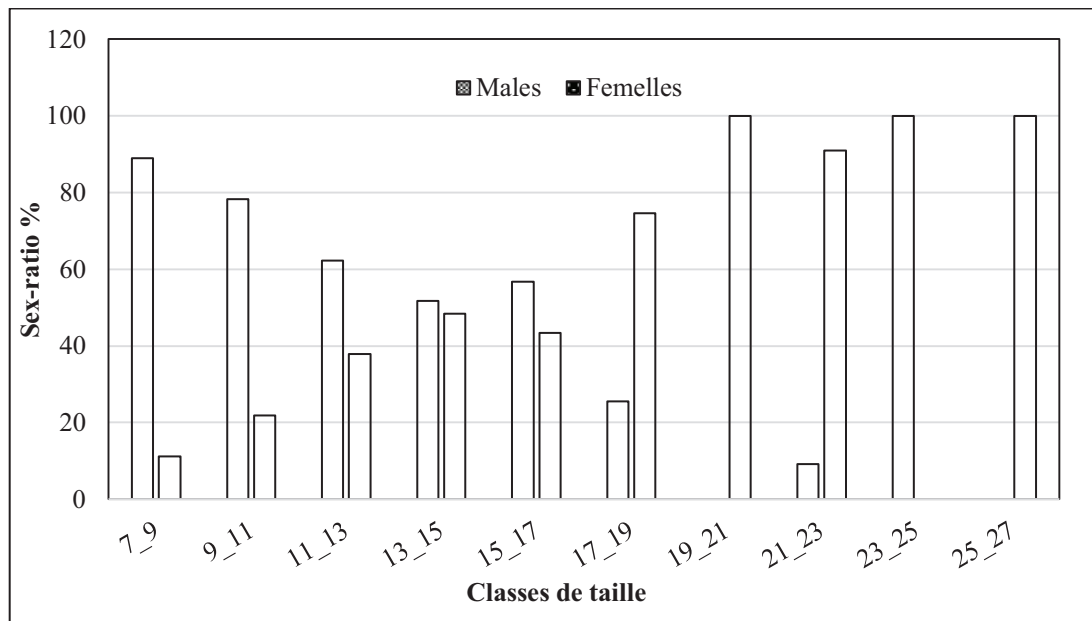


**Figure 54** : Variation mensuelle du sex-ratio chez *L. callensis* capturés à Oued El-Harrach au cours de la période d'étude (2013-2014).

Le sex-ratio en fonction des classes de taille : Chez *L.callensis* et d'après la figure 55 montre que le sex-ratio est en faveur des mâles pour les individus de classe de taille [7-17[ alors qu'il est en faveur des femelles pour les grandes classes de tailles [17-23 [ et [25-27 [, On remarque un taux de féminité et de masculinité égale dans la classe de taille [5-7 [, on remarque aussi que le taux des femelles atteint les 100% dans les classes de taille [19-21 [ et [25-27 [ sauf que pour la classe [23-25 [ qui est représenté que par des mâles (un seul mâle en vérité). En conclusion, le pourcentage des deux sexes (femelles et mâles) dans les classes moyennes [13-17 [ le plus souvent proche de 50% jusqu'à une certaine taille, à partir de laquelle il augmente en faveur des femelles pour avoisiner les 100% chez les individus âgés.

Les histogrammes permettent de conclure que les femelles ont une tendance positive avec la taille, alors que les mâles ont une tendance négative. La taille moyenne des femelles est de 14,41 cm, supérieure à celle des mâles avec 12,93 cm et les immatures 9,51 cm. On remarque une maturation plus précoce chez les femelles que chez les mâles. Chez le genre *Luciobarbus*, le taux de féminité est maximal dans les grandes classes de taille ; ce phénomène est très classique chez les poissons (Brusle, 1982). Ce processus de dominance numérique, a été attribué selon Kartas et Quignard (1984) et Zaugg (1987) à :

- Une croissance plus rapide chez la femelle.
- Une maturité plus précoce chez ces dernières.
- Une mortalité plus élevée chez les mâles.



**Figure 55 :** Variation des taux de mâles et des femelles en fonction des classes de taille *L.callensis* capturés à Oued El-Harrach au cours de la période d'étude (2013-2014).

Le sex-ratio peut d'autre part se révéler très altéré pendant certaines périodes de l'année ou localement pour certaines espèces (Marconato *et al.*, 2000). Divers facteurs environnementaux conduisent à des probabilités inégales de capture et la répartition des sexes (Zaugg, 1987 ; Baroiller *et al.* 1998). Il faut noter que ces résultats ne représentent que le sex-ratio rencontré dans nos échantillons et qu'ils peuvent différer des sex-ratios de ce qui existerait dans la nature dans la mesure où la vulnérabilité des deux sexes n'est pas la même (Harchouche, 2006). Les conditions d'échantillonnage et les engins de pêche sont

généralement incapables de capturer et surtout de retenir l'ensemble des individus appartenant à une population (Le Guen, 1972 in Djemali, 2005).

En effet, le comportement des mâles surtout en période de ponte, risque de modifier d'une manière significative leur probabilité de capture. Ils sont moins mobiles car il existe des aires de ponte spécifiques préparées et surveillées par les individus de sexe mâle. De même, le phénomène de l'hermaphrodisme peut introduire des différences entre les proportions des deux sexes (Harchouche, 2006). Dans certains cas, la proportion des sexes apparaît être infléchi par divers facteurs de l'environnement (facteurs sociaux, température...) en particulier chez les espèces qui présentent un hermaphrodisme successif (Reinboth, 1980 in Legendre et Jalabert, 1988), dans notre cas nous avons trouvé deux cas d'hermaphrodisme l'un en octobre de taille 11,5 âgé de 2+ et l'autre en décembre de taille 14,5 âgé de 4+.

### 2.2.2- Le rapport gonado-somatique (RGS)

Les variations mensuelles des valeurs du rapport gonado-somatique permettent de préciser la période de ponte et confirment ainsi les observations macroscopiques et microscopiques. En effet, la maturation des ovocytes et des spermatozoïdes s'accompagne d'une augmentation du volume des gonades, induisant les variations des valeurs du rapport gonado-somatique (RGS) (Bouhbouh, 2002).

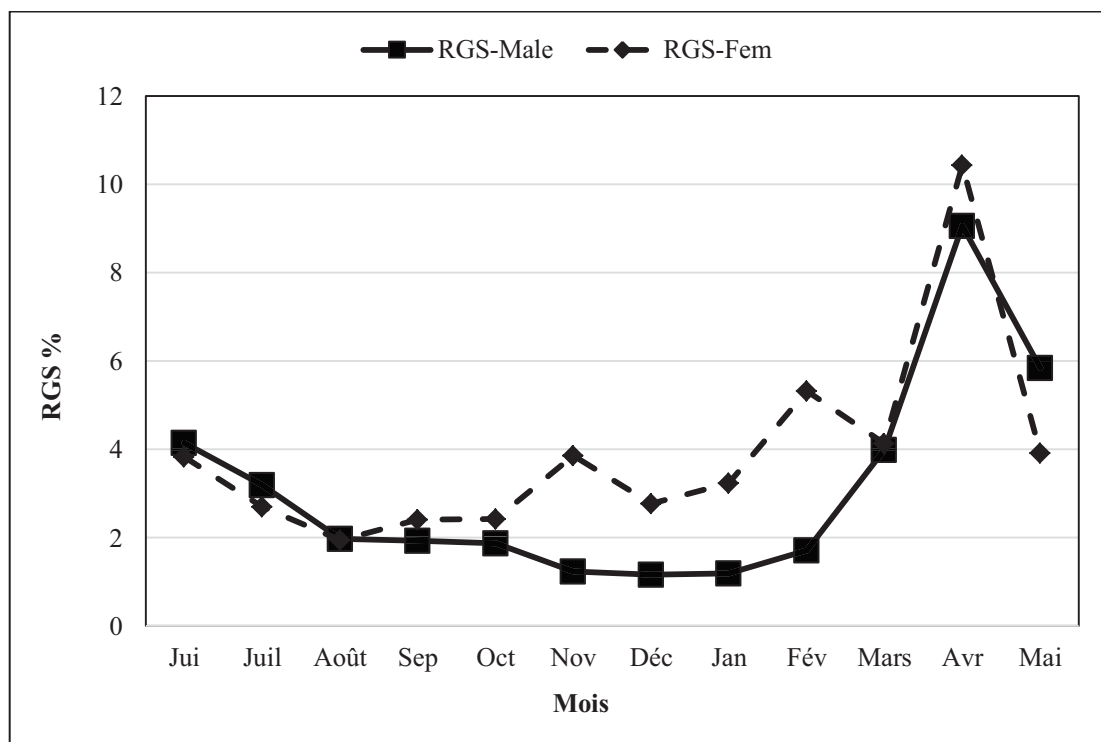
Sur les 834 individus matures (477 mâles et 357 femelles), le rapport gonado-somatique minimal enregistrée est de 0.14% chez les femelles dans le mois de décembre et âgé de 4+ et de 0,04% chez les mâles dans le même mois de Décembre et âgé de 4+. Le maximum enregistré est de 20,25% chez les femelles en mois d'Avril et âgé de 4+, il est de 12,73% chez les mâles dans le même mois et âgé de 3+.

- **Variation mensuelle du Rapport gonado-somatique**

La détermination de la saison de frai pour la population de *L.callensis* à Oued El Harrach a été calculée sur la base des valeurs rapport gonado-somatique moyen (Fig. 56). Il y avait une variation individuelle marquée dans le modèle de valeurs mensuelles. D'après ces valeurs moyennes, les valeurs les plus élevées ont été observées dans les échantillons de moi d'Avril pour les deux sexes avec 9,06% pour les mâles et 10,43% pour les femelles.

Les valeurs moyennes sont enregistrées dans les mois juin, juillet 2013 après ils ont diminué en Août pour les femelles avec 1,95% et pour les mâles ils ont diminué plus jusqu'en Décembre avec 1,16%.

La ponte a commencé en avril, ces résultats sont similaires à la population du Barbeau dans le Barrage d'El-Hamiz (Algérie) (Ould Rouis *et al.*, 2012) et entre avril et mai dans le réservoir Allal El Fassi (Maroc) (Bouhbouh 2002).



**Figure 56 :** Variation mensuelles des rapports gonado-somatiques chez les deux sexes chez *L.callensis* capturés à Oued El-Harrach au cours de la période d'étude (2013-2014).

L'augmentation du rapport gonado-somatique moyen, en avril, traduit la fin de la vitello-genèse, qui peut conduire la majorité des femelles de commencé à pondre après en Mai-Juin. Sa décroissance brutale en mai, juin et juillet, témoigne d'une émission rapide et maximale à cette période. Les valeurs du rapport gonado-somatique moyen pendant les mois de février et mars, serait la conséquence de l'état de maturation très avancée, de certaines femelles qui vont pondre, sans doute les premières. Pour les mâles, la figure montre que la maturation des testicules débute en fin février-début mars. Les mâles seront mûrs en avril où le rapport gonado-somatique atteint son amplitude maximale (9,06%). Sa décroissance rapide

en mai devient moins rapide en juin et juillet, celles-ci se traduit par une participation massive des mâles au fraie. Elle témoigne aussi une grande activité sexuelle pendant cette époque.

Les valeurs minimales rencontrées laissent présumer le repos sexuel. Ces observations, nous permettent de déduire que les deux sexes sont caractérisés par une ponte printanière rapide, qui s'amorce début printemps et s'achève en fin juillet et une reprise de maturité ovarienne au mois de novembre.

L'évolution de l'indice des gonades-somatique des femelles est important, parce que le tissu ovarien contenait beaucoup plus d'énergie que les testicules (Encina et Granado-Lorencio 1997).

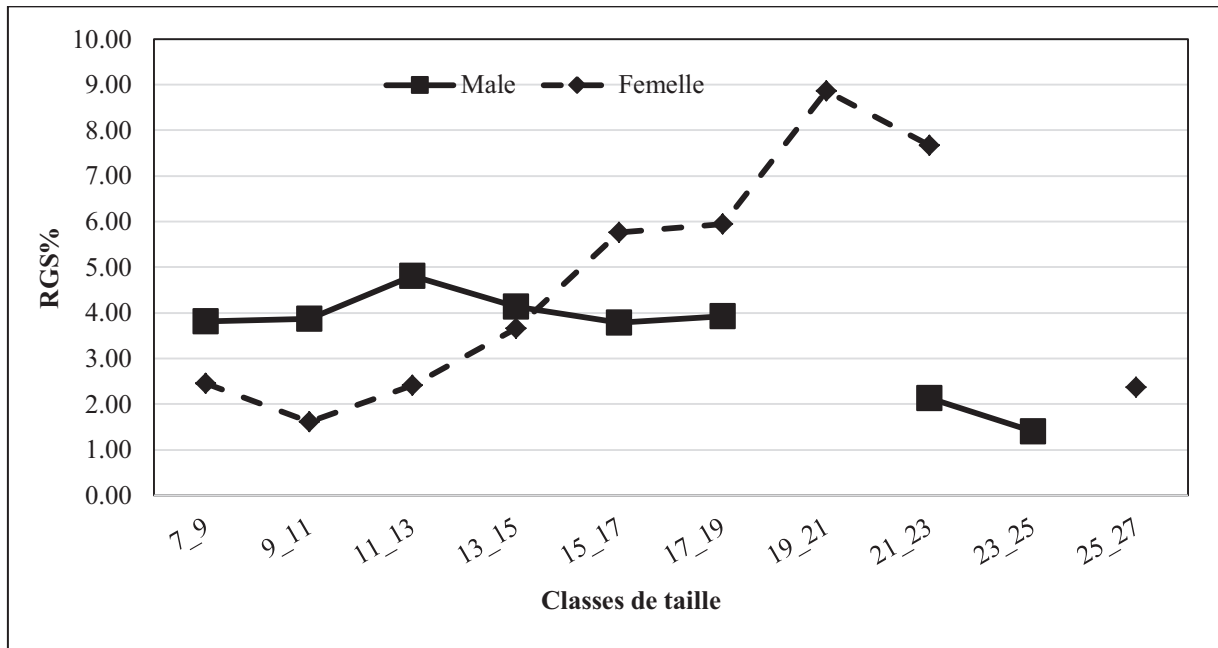
- **Le rapport gonado-somatique en fonction de la taille**

D'après la Figure 57, chez les femelles nous remarquons que le RGS moyen augmente progressivement en fonction de la taille pour atteindre un maximum de 8,86% à la classe de taille [19-21 [, puis il diminue à 2,37% à la classe de taille [25-27 [et il diminue encore pour atteindre un minimum de 1,61% à la classe [9-11 [. Pour la classe de taille [21-23 [les femelles n'ont pas des représentants. Tandis que le mâle présente un pic de 4.81% à la classe de taille [11-13 [, et pour les classes [19-21 [et [25-27 [les mâles n'ont pas des représentants de poisson.

L'évolution du rapport gonado-somatique selon la taille chez les deux sexes pourrait être en étroite relation avec la première taille de maturité sexuelle, les variations temporelles des stades sexuels, la fécondité de l'espèce et l'échantillonnage.

Dans l'ensemble, les résultats obtenus, nous permettent de conclure que le rapport gonado-somatique moyen augmente en fonction de la taille chez les femelles. Toutefois, nous remarquons une certaine variabilité concernant le rapport gonado-somatique moyen des grands individus. Par ailleurs, les petits et les grands individus présentent une amplitude de variation du rapport gonado-somatique moyen important pendant la phase d'activité sexuelle.

Selon Abba *et al.*, (2011), la comparaison des valeurs du rapport gonado-somatique entre les deux sexes montre qu'elles sont plus importantes chez les femelles que chez les mâles, cette différence est liée au poids important des ovaires par rapport aux testicules.



**Figure 57 :** Variation du rapport gonado-somatique en fonction de la taille rapports *L.callensis* capturés à Oued El-Harrach au cours de la période d'étude (2013-2014).

D'après les résultats des rapport gonado-somatique moyen des comparés des mâles et des femelles Nous constatons que :

- La maturation des testicules est moins rapide que celle des ovaires
- La maturation sexuelle est précoce chez les femelles au cours du cycle de reproduction

### 2.2.3- Le rapport hépato-somatique (RHS)

Parallèlement au rapport gonado-somatique nous avons étudié le rapport hépato-somatique, puisque toute l'énergie nécessaire pour la maturité des gonades provient des réserves lipidiques stockées au niveau du foie (Bouhbouh, 2002).

Sur les 834 individus matures (477 mâles et 357 femelles), le rapport hépato-somatique minimal enregistrée est de 0,142% chez les femelles dans le mois de mars et âgé de 2+ et de 0,046% chez les mâles dans le mois de mai et âgé de 3+. Le maximum enregistré est de 6,81% chez les femelles en mois de septembre et âgé de 3+, il est de 5,34% chez les mâles dans le mois de mars et âgé de 2+.



- **Variation mensuelle du RHS**

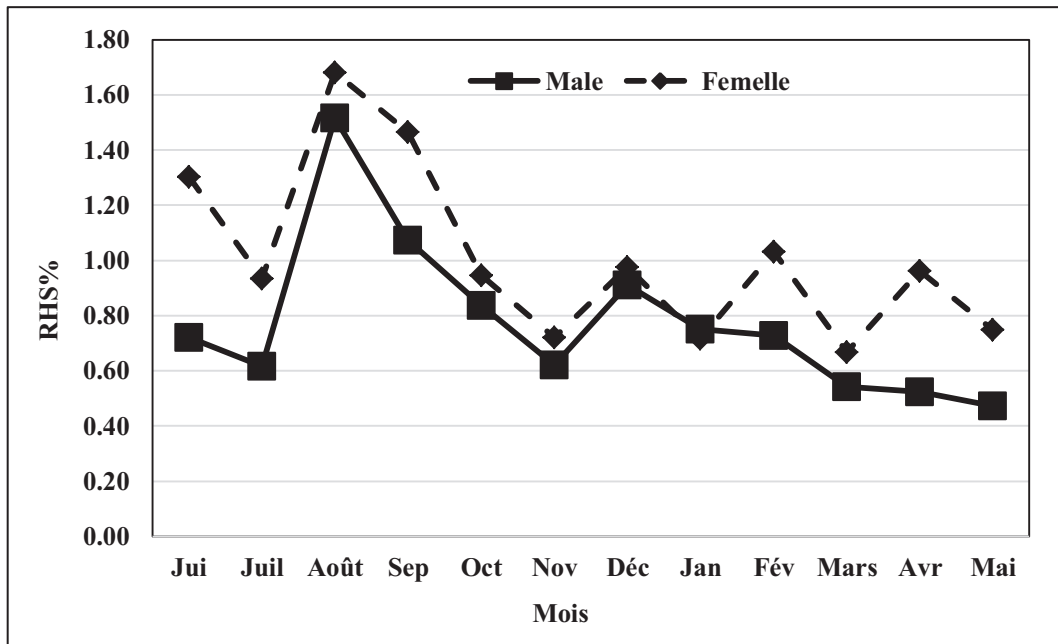
L'évolution des moyennes mensuelles du rapport hépato-somatiques (Fig. 58), permet de mettre en évidence que les maximums sont enregistrés au mois d'aout, avec 1,68% chez les femelles supérieures à celui des mâles avec 1,52%. Le minimum chez les femelles est de 0,67% enregistré en mars, il est de 0,47% chez les mâles enregistrés en mai.

Au cours de l'année, chez les femelles, le rapport hépato-somatique présente deux grands pics (juin et aout). En juillet il subit une diminution après il reprend sa croissance pour atteindre son deuxième pic en aout (1,68%). A partir du mois de septembre, il diminue graduellement jusqu'au mois de novembre (0,72%). Il reprend ensuite sa croissance en décembre avec 1% et il diminue encore en janvier. Une petite augmentation est remarquée en février mais diminue encore autre fois en mars jusqu'au le mois de mai. La décroissance et la perturbation du rapport hépato-somatique, à partir du mois de décembre jusqu'au mai, témoigne d'une utilisation probable des réserves hépatiques à la fin de la maturation des produits sexuels. Le foie vidé de ses réserves, atteint son poids minimum à la fin de la ponte.

De même, chez les mâles, le rapport hépato-somatique est caractérisé par deux pics, sauf que le deuxième est enregistré en décembre (0,91%). A partir de ce mois, il diminue graduellement jusqu'au mois de mai où il atteint un minimum de 0,47%. Cette diminution se traduit par le transfert des réserves du foie aux gonades pour être utilisées au cours de la spermatogénèse. Il reprend ensuite entre mai et juin. A partir de ce dernier, il diminue progressivement jusqu'au mois de juillet pour reprendre sa croissance progressive jusqu'en aout. On parle de période d'accumulation des réserves au niveau du foie.

Chez les poissons, l'ovogénèse comme la spermatogénèse, demande un apport d'énergie important que les espèces stockent dans le foie sous forme de lipides essentiellement (Hoar, 1957 ; Bertin, 1958 in Le Bec, 1983). La diminution du rapport hépato-somatique indique l'utilisation des réserves hépatiques à la fin de la maturation des produits sexuels et ses minimums sont observés à la fin de la ponte, sa décroissance traduit le transfert intense des réserves hépatiques vers les testicules (Le Bec, 1983 ; Tazerouti, 1993).

Les valeurs du rapport hépato-somatique moyen, légèrement plus faibles chez les mâles que les femelles, laissent présumer une intervention hépatique plus importante chez ces dernières, avant la ponte. En outre, elles permettent d'avancer que la phase finale de la vitellogénèse est un processus qui nécessite probablement beaucoup plus d'énergie que la spermatogénèse (Tazerouti, 1993).



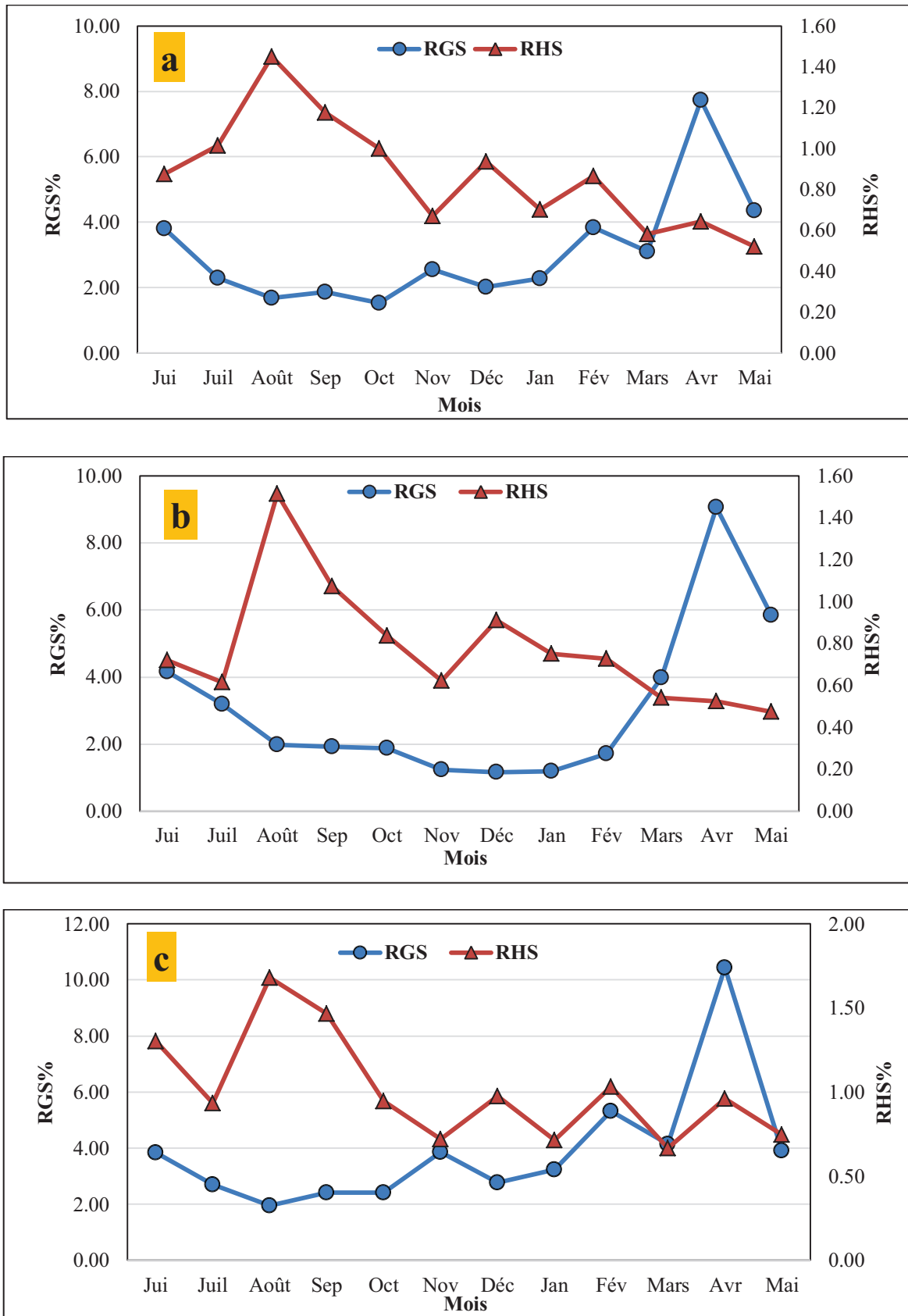
**Figure 58 :** Variation mensuelles des rapports Hépato-somatiques chez les deux sexes de *L.callensis* capturés à Oued El-Harrach au cours de la période d'étude (2013-2014).

#### 2.2.4- Relation des indices moyens RGS - RHS de la population

L'analyse est basée sur les résultats de l'évolution mensuelle du rapport gonado-somatique moyen et rapport hépato-somatique moyen de la population (Fig. 59a). La figure montre que l'augmentation du rapport gonado-somatique est précédée d'une évolution du rapport hépato-somatique (1,45% en Août) d'une part, d'autre part lorsque le rapport gonado-somatique atteint son apogée (7,73% en avril), le rapport hépato-somatique atteint son minimum (0,64% en avril et 0,52% en Mai). Ceci s'explique par des accumulations des réserves dans le foie au cours de la période de repos sexuel, pour être utilisées pour l'évolution des gonades.

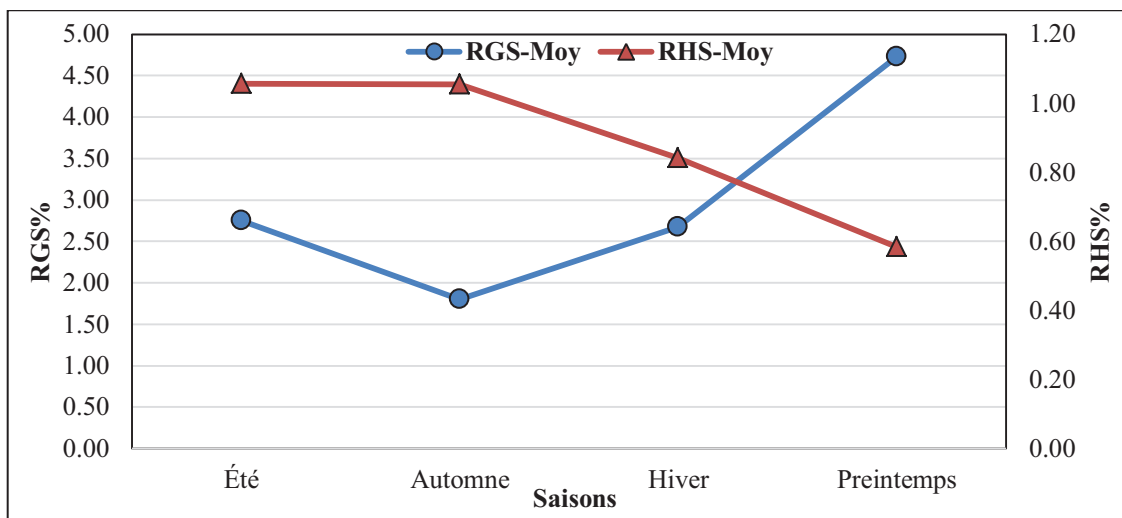
Le tracé des variations des RGS et RHS moyens des mâles (Fig. 59b), montre que le dernier pic du rapport hépato-somatique moyen (0,91%) de décembre, précède de trois mois de celui du rapport gonado-somatique (9,06%) moyen situé en avril, ce qui indique une éventuelle mobilisation des réserves hépatiques par les mâles au début de la spermatogenèse. Par ailleurs, l'accumulation des lipides dans le foie, semble être un processus assez lent qui débiterait immédiatement après la fraie, bien avant la reprise de la maturation des testicules ne soit amorcée. Par la suite, elle deviendra synchrone à l'accroissement pondérale des testicules (Tazerouti, 1993).

Le tracé des variations des rapport gonado-somatique et rapport hépato-somatique moyens des femelles (Fig. 59c), montre que les deux indices évoluent en sens inverse avant la ponte. Le pic du rapport hépato-somatique moyen obtenu en février (1,03%) précède celui du rapport gonado-somatique moyen situé en avril (10,43%). L'accroissement du rapport hépato-somatique moyen est observé au début de la maturation. Il s'abaisse rapidement au moment où l'accumulation du vitellus est intense. Le transfert des produits hépatiques vers la gonade s'effectuerait à la fin de la vitellogenèse. Après l'émission des gamètes, une décroissance des deux rapport RGS-RHS est liée à la rapidité de l'étape finale de la vitellogenèse. Pendant que, leur synchronisation à partir de la fin du mois de mai-juin (sortie de 17 mai 2014) et jusqu'à la fin du cycle sexuel, indiquerait que le stockage dans la glande hépatique des lipides et la maturation ovarienne débiterait en même temps (Tazerouti, 1993).



**Figure 59 :** Variation mensuelle des Rapport gonado-somatique -Rapport hépato-somatique moyen de la population de *L. callensis* capturés à Oued El-Harrach au cours de la période d'étude (2013-2014).  
(a : population globale, b : Mâles, c : Femelles)

Le tracé des variations saisonnières du rapport gonado-somatique moyen et du rapport hépato-somatique moyen (Fig. 60), montre que le pic du rapport hépato-somatique précède celui du rapport gonado-somatique moyen qui est situé à la saison printanière. Ce qui indique une éventuelle mobilisation des réserves hépatiques par les mâles au début de la spermatogénèse. En effet, le développement ovarien s'accompagne d'un maximum de dépense énergétique (Encina et Granado-lorencio, 1997). De même que chez la femelle, la croissance des gonades se fait au dépend de la croissance somatique ; ce phénomène n'est pas observé chez le mâle (Escot et Granado-lorencio, 1997). Durant un cycle sexuel, les valeurs des rapport gonado-somatique et rapport hépato-somatique varient en sens inverse.



**Figure 60 :** Variation saisonnières des Rapport gonado-somatique -Rapport hépato-somatique moyen de la population de *L. callensis* capturés à Oued El-Harrach au cours de la période d'étude (2013-2014).

L'élaboration des produits sexuels s'accompagne d'une dépense d'énergie et d'un transfert de réserve de nature essentiellement lipidique, emmagasinées dans différentes parties du corps de l'animal. Le stockage des graisses aurait lieu avant la maturation des glandes génitales dans le foie ou dans le muscle suivant le type de poisson (Tazerouti, 1993). Les poissons qualifiés gras accumulent les lipides dans leurs muscles ou dans leurs viscères. Par contre, les poissons maigres, les stockent dans l'organe hépatique. Ce dernier, comme les glandes, va subir au cours du cycle sexuel des variations en poids et en volume (Tazerouti, 1993).

Selon Le Bec (1983), les variations des facteurs abiotiques tels que la température, la salinité, ou des facteurs biotiques (trophiques) peuvent influencer la reproduction. Néanmoins, il faut signaler que ces variations peuvent être liées à des contraintes de pêche et à l'échantillonnage peu significatif.

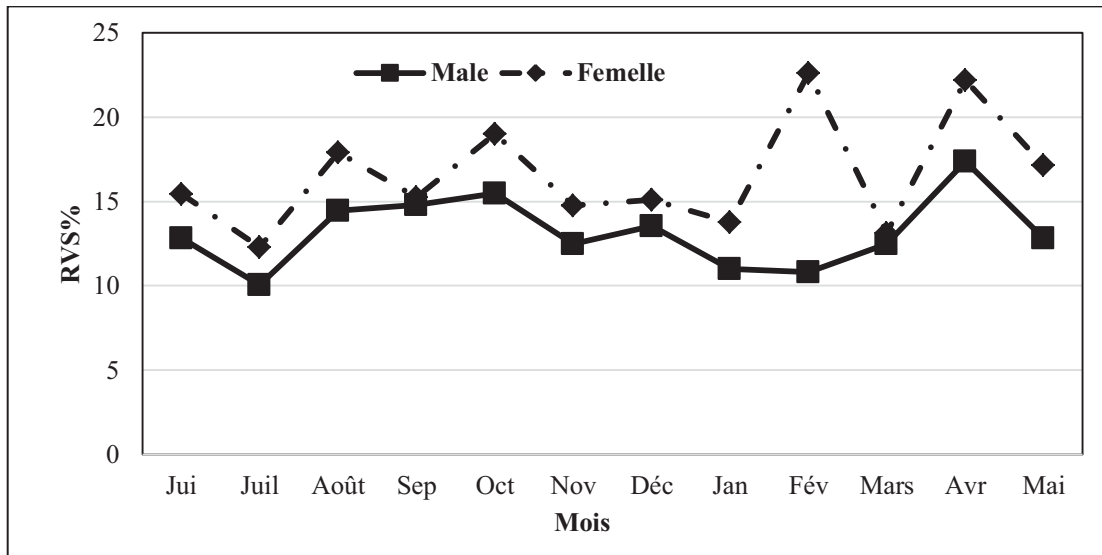
## 2.3 - Activité alimentaire

La régulation des écosystèmes est souvent interprétée comme étant le résultat de l'influence des niveaux inférieurs de la chaîne trophique sur l'ensemble des communautés qui composent l'écosystème (Northcote, 1988). L'étude des activités alimentaires (le rapport viscéro-somatique et l'indice de réplétion) du *L.callensis* a pour but d'ordre écologique, c'est-à-dire qu'on s'attachera à connaître la relation de ces indices alimentaires et la croissance et ses activité sexuel de l'animal.

### 2.3.1-Rapport viscéro-somatique (RVS)

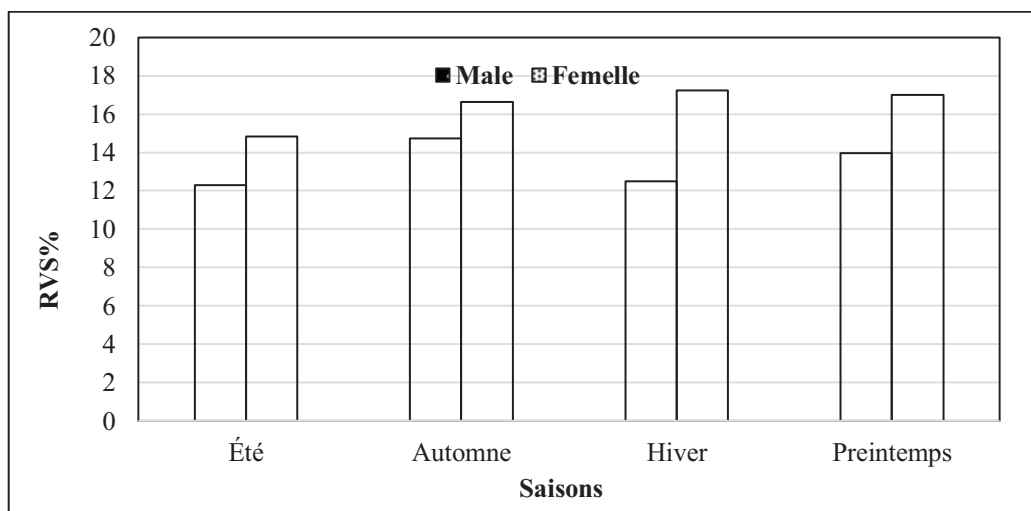
Le rapport viscéro-somatique reflète l'état nutritionnel des animaux (Roche *et al.*, 2003). Il nous permet de déterminer la période de l'activité alimentaire et l'état du milieu étudié ainsi que ses composantes. Sur les 834 individus matures (477 mâles et 357 femelles), le rapport viscéro-somatique minimal enregistré est de 3,95% chez les femelles durant le mois de juin et âgées de 2+ et de 3,1% chez les mâles durant le mois de mars et âgés de 3+. Le maximum enregistré, est de 34,6% chez les femelles au cours du mois d'avril et âgées de 5+, et il est de 30,1% chez les mâles au cours du mois d'aout et âgés de 6+.

Pour mieux visualiser le cycle annuel du rapport viscéro-somatique chez les deux sexes, nous avons établi la courbe de l'évolution des moyennes mensuelles (Fig. 61). Les résultats montrent que chez les femelles, le maximum (22,61%) est enregistré au cours du mois de février et 22,20% en avril, alors que chez les mâles, il est de 17,39% enregistré en avril. Chez les deux sexes, le minimum est marqué au mois de Juillet, il est de 12,28% pour les femelles et de 10,05% pour les mâles. Le rapport viscéro-somatique reprend son activité à partir du mois d'octobre pour les deux sexes.



**Figure 61 :** Variation des moyennes mensuelles du rapport viscère-somatique chez les deux sexes de *L. callensis* capturés à Oued El-Harrach au cours de la période d'étude (2013-2014).

L'évolution saisonnière du rapport viscère-somatique *du L.callensis* à Oued El-Harrach, montre que chez les deux sexes, les valeurs élevées sont enregistrées entre l'automne et le printemps sauf pour les mâles il y a une diminution durant la saison hivernale. Pour les femelles, il reprend son activité en automne et atteint ses maximums vers la fin de la saison hivernale ou au début du printemps. Pour les mâles il reprend son activité au printemps. Alors que les faibles valeurs sont enregistrées en été (les mâles avec 12,32% et les femelles avec 14,84%), saison liée au manque d'éléments nutritifs dans le milieu, ce qui conduit à une forte compétition au niveau de l'Oued et au refuge des individus au cours de la saison estivale (Fig. 62).



**Figure 62 :** Variation saisonnière du rapport viscère-somatique chez les deux sexes de *L.callensis* capturés à Oued El-Harrach au cours de la période d'étude (2013-2014).

Suite à ces résultats, nous constatons que :

- L'état nutritionnel des individus chez les deux sexes de *L.callensis* est pratiquement équilibré durant toute la période d'étude.
- Les faibles valeurs obtenues en été, peuvent être expliquées par la diminution des ressources trophiques et les perturbations des facteurs climatiques enregistrés.
- L'activité alimentaire est automnale et printanière, est due à la richesse du milieu en apports nutritifs durant ces saisons.

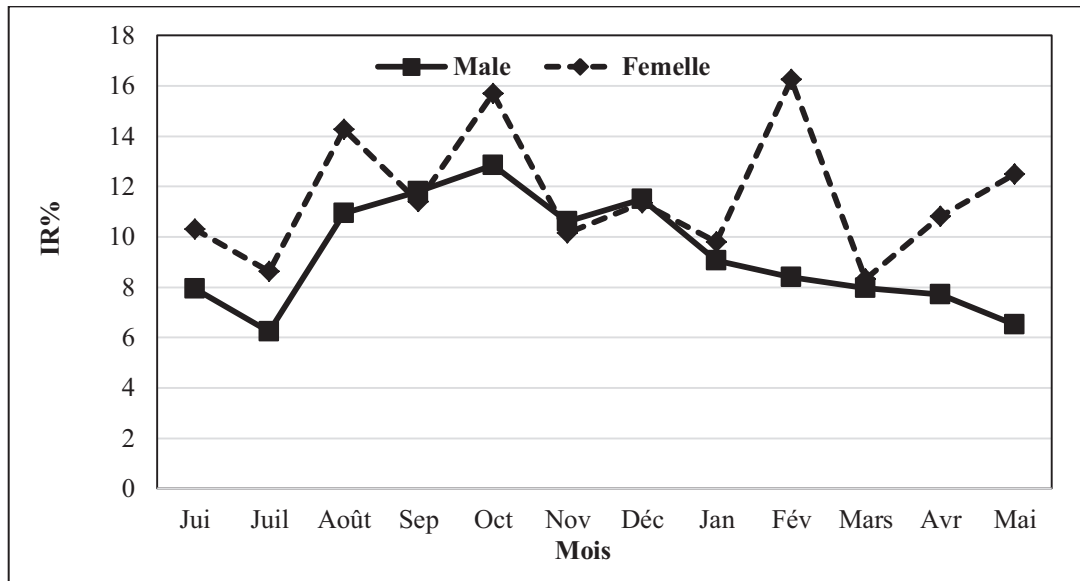
### 2.3.2-Indice de réplétion (IR)

Sur les 834 individus matures (477 mâles et 357 femelles), l'Indice de réplétion minimal enregistré est de 1,11% chez les femelles durant le mois d'octobre et âgées de 3+ et de 0,61% chez les mâles durant le mois d'avril et âgés de 2+. Le maximum enregistré est de 25,6% chez les femelles au cours du mois d'octobre et âgées de 5+, et il est de 25,9% chez les mâles au cours du mois d'aout et âgés de 6+.

Afin de pouvoir ressortir les grands traits de l'évolution de l'indice de réplétion durant une année, nous avons établi les courbes des moyennes mensuelles. Les résultats obtenus sont illustrés dans la figure 63. En général, les résultats obtenus révèlent que, pour les deux sexes étudiées l'IR présente des variabilités. L'indice de réplétion est élevé en février (16,25%) pour les femelles, tandis que pour les mâles il atteint son maximum en octobre avec 12,86%. Par ailleurs, les faibles valeurs ont été enregistrées au cours du mois de mai et juillet pour les mâles respectivement (6,51%, 6,24%) et le mois de mars et juillet pour les femelles respectivement (8,33%, 8,62).

L'augmentation de l'indice de réplétion chez les femelles en février coïncide avec la période préoviposition où le barbeau présente une activité alimentaire intense avant la période de reproduction. Alors que les faibles valeurs enregistrées sont probablement dues aux températures élevées pendant la période estivale qui rend le milieu très pauvre en ressources alimentaires (manque de nourriture).



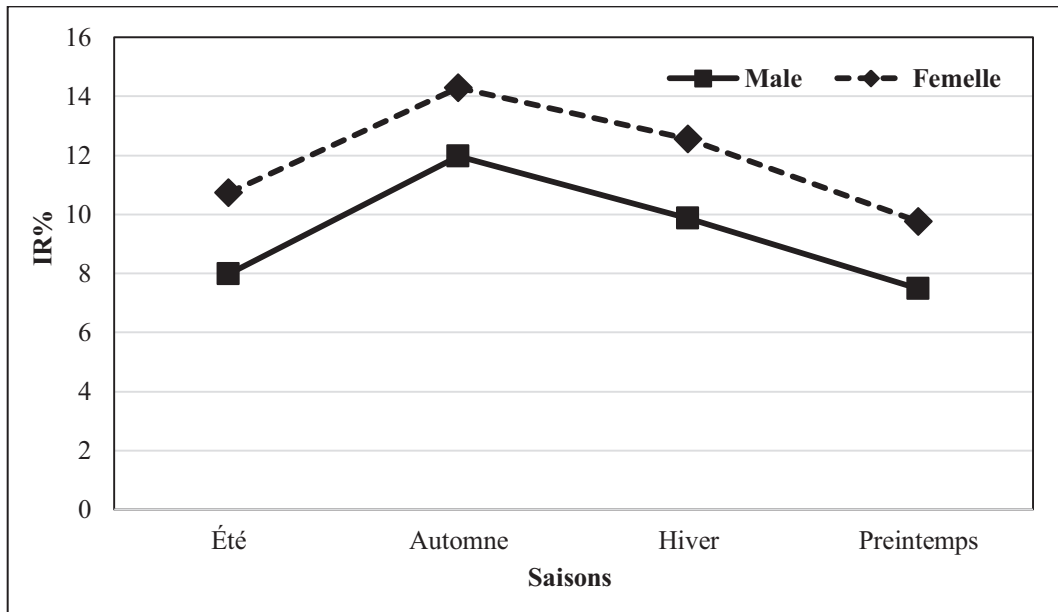


**Figure 63 :** Variation des moyennes mensuelles de l'indice de réplétion chez les deux sexes de *L. callensis* à Oued El-Harrach au cours de la période d'étude (2013-2014).

Les valeurs saisonnières de l'indice de réplétion de toute la population sont comprises entre 8,35 et 12,1%. On remarque que les valeurs enregistrées chez les deux sexes suivent les mêmes évolutions saisonnières et sont très proches. Les valeurs élevées sont notées entre l'automne et l'hiver et les faibles valeurs au printemps et en été (Fig. 64).

En fonction des sexes, l'indice de réplétion ne présente pas de grandes variations. Toutefois, chez les femelles les plus faibles valeurs sont enregistrées au printemps (9,76%) et en été (10,74%) correspondant à la période de maturation durant laquelle les individus mûres semblent diminuer leur activité trophique où le développement des gonades comprime l'estomac (Kapiris, 2004). En automne et en hiver, cet indice augmente et atteint des valeurs maximales 14,29% et 12,55% indiquant ainsi une reprise de l'activité trophique avant la période de reproduction.

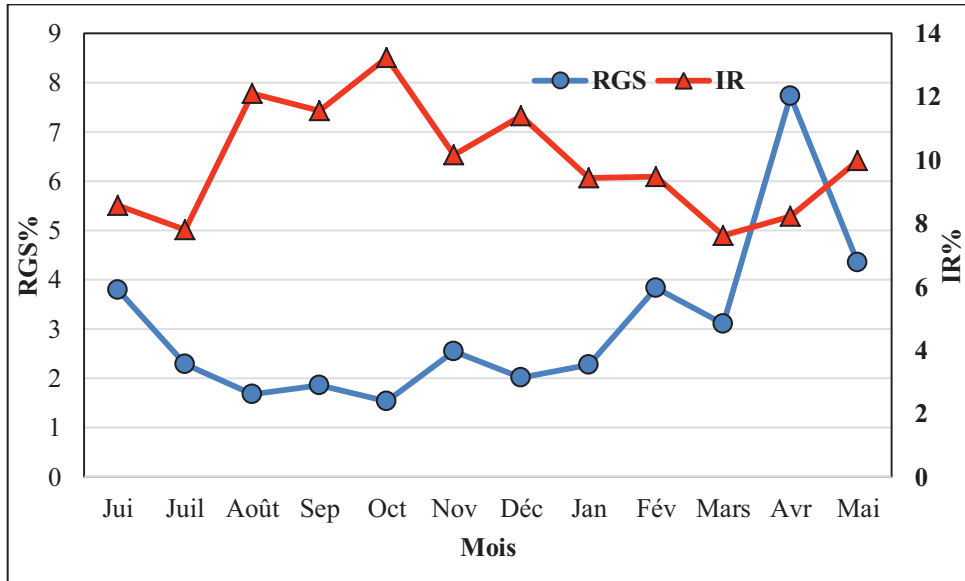
Les mêmes constatations sont relevées chez les mâles. Les valeurs minimales sont observées en été-printemps avec 7,98% et 7,49% et les valeurs maximales en automne-hiver respectivement avec 11,96% et 9,86%.



**Figure 64 :** Variation saisonnière de l'indice de réplétion chez les deux sexes de *L. callensis* capturés à Oued El-Harrach au cours de la période d'étude (2013-2014).

### 2.3.3-Relation des indices moyens RGS -IR de la population

L'analyse est basée sur les résultats de l'évolution mensuelle des rapport gonado-somatique moyen et l'indice de réplétion moyen de la population (Fig. 65). La figure montre que l'augmentation du rapport gonado-somatique est précédée d'une évolution de l'indice de réplétion (13,23% en octobre) d'une part, d'autre part lorsque le rapport gonado-somatique atteint son apogée (7,73% en avril), l'indice de réplétion chute (7,63% en mars et 8,23% en avril). Ceci s'explique qu'au printemps, correspondant à la période de maturation durant laquelle les individus mûres semblent diminuer leur activité trophique où le développement des gonades comprime l'estomac (Kapiris, 2004). L'influence de la période de reproduction printanière, le repos sexuel et les conditions sévères de la période estivale sont à l'origine de la réduction de l'activité alimentaire.



**Figure 65 :** Variation mensuelles des Rapport gonado-somatique – indice de réplétion moyen de la population chez *L. callensis* capturés à Oued El-Harrach au cours de la période d'étude (2013-2014).

# Conclusion générale

La présente étude, nous a permis d'évaluer et de suivre sur une période de 12 mois (juin 2013 - mai 2014) la dynamique et l'éco-biologie des populations du Barbeau de l'Algérie (*Luciobarbus callensis* Valenciennes, 1842) dans l'Oued El-Harrach et de ses affluents. Les données climatiques fournis par l'O.N.M, nous ont permis de situer notre cours d'eau dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver tempéré dont la période sèche s'étale de la moitié du mois de juin jusqu'à le début du mois d'octobre.

La qualité biologique globale des cours d'eau est en étroite relation avec la typologie, la nature des bassins versants, la climatologie et les impacts anthropiques : pollution chimique d'origine agricole et industrielle, pollution organique issue de l'activité agricole, pollution des agglomérations. L'étude des facteurs physico-chimiques de l'eau permet de déterminer la qualité de ce dernier et l'influence qu'elle exerce sur la biomasse qui y vie.

L'étude de la température montre que les eaux des stations étudiées dans l'amont du cours d'eau d'oued El-Harrach est caractérisé par des eaux pas trop fraîches l'hiver (9,7°C) mais par contre assez chaude en été (23°C) avec une forte évaporation et un oxygène dissous variant entre de bonne à excellente oxygénation qui est favorable à la croissance des poissons. Concernant le pH, l'eau de l'Oued d'El Harrach varie entre une neutralité approchée et une alcalinité faible à moyenne et d'une pollution insidieuse. La conductivité électrique semble être très élevée dans les eaux du cours d'eau, cela témoigne une bonne minéralisation des eaux.

Pour les bicarbonates, cette eau est considérée comme très productive à alcalinité moyenne à forte alcalinité. Les valeurs du sulfate correspondent aux eaux séléniteuses ou fortement polluées et par rapport au Phosphates les eaux des stations étudiées sont très peu productif, donc la région étudiée de l'Oued est oligotrophes.

Les résultats de l'analyse physico-chimique nous a permis de déduire que les teneurs en Calcium, Magnésium, Carbonate et Sulfates des eaux, sont liées à la nature du terrain traversé. Par contre, les éléments azotés sont dus aux développements intensifs de l'urbanisation et de l'agriculture qui est responsable de deux tiers de la pollution azotée de l'eau.

Pour ce qui est des nitrates, nitrites et l'ammonium, nous pouvons qualifier cette eau et la classer parmi les eaux à autoépuration active et parfois pollution insidieuse à situation normale. La présence des nitrates et nitrites est l'une des causes de la dégradation de l'eau et sont appauvrissement de l'oxygène.

La population du barbeau de l'Algérie *Luciobarbus callensis* vit dans un hydrosystème fluvial natif. Cette étude fournit des informations importantes sur l'âge, la croissance, le facteur de condition et l'indice des gonades-somatique de cette espèce. Ces résultats de ce présente travail, donnent beaucoup d'alternatives avec une contribution à la conservation et la protection de la faune ichtyologique dans sa région natale de la distribution. Au terme de ce travail qui a porté sur l'étude de bio-écologie de poissons du genre *Luciobarbus callensis*, nous sommes arrêtés à tirer ces principes éléments :

Un total de 1000 spécimens a été capturé au cours de la période d'étude (Juin 2013-Mai 2014) soit 477 mâles (47,7%), 357 femelles (35,7%) et 166 immatures (Indéterminé) avec 16,6 % de la population étudié.

La croissance du Barbeau est étroitement liée à la quantité et à la qualité de la nourriture disponible, bien que d'autres facteurs (espace, température, santé, etc.) jouent également un rôle. Les données sur la longueur et le poids à divers âges peuvent donner des informations très utiles lorsqu'elles sont incorporées dans des modèles mathématiques. De ce fait nous avons utilisé le modèle de Von Bertalanffy. L'équation est la suivante :

$$L_t = 26.523 (1 - e^{-0.23(t-0.281)})$$

Dans cette étude, les valeurs de "b" sont presque isométriques relation entre la taille et le poids. Ce résultat reflète le bon environnement et de l'habitat pour *L. callensis* à la région d'étude (amont d'Oued El Harrach).

La moyenne d'âge des populations de *L.callensis* dans Oued El-Harrach est de moins 7 ans (classe d'âge maximale : 6 +). La classe d'âge 3<sup>+</sup> est considéré l'âge le plus peuplé de barbeau avec 330 spécimens. La structure de la population observée à Oued EL-Harrach a été caractérisée par la domination des classes d'âge entre 2+ et 4+ (79,8% des individus globaux).

Les longueurs maximales observées étaient 25,5 cm LT (23,1 cm LF) chez les femelles et 23,5 cm LT (21,5 cm LF) chez les mâles.

La variation temporelle de conditions somatiques observées chez cette population, reflète les effets de la saisonnalité environnementale et le cycle de reproduction de cette espèce.

L'étude de la reproduction du *L.callensis* nous a permis de faire les constatations suivantes :

➤ La détermination du sexe qui ne peut se faire qu'après la dissection du poisson nous a permis de constater que l'effectif des mâles est plus important que celui des femelles et que les tailles des femelles sont plus grandes que celles des mâles.

➤ La population de *L.callensis* consistait à 834 individus de poissons mûrit, y compris 357 femelles et 477 mâles. La valeur de la sex-ratio est en faveur des mâles avec 57,2%, femelles avec 42,8%. Le sex-ratio global calculé est de 1 : 0,74 ( $\chi^2 X^2 = 58.59$ ,  $P < 0,01$ ).

➤ L'évolution mensuelle des rapports gonado-somatiques chez les deux sexes permet de conclure que la reproduction de *L.callensis* dans Oued El-Harrach s'étale entre le mois d'avril jusqu'au mois de juillet. Le cycle de ponte saisonnier, fait apparaître que les rapports gonado-somatique chez les deux sexes sont plus importants en général en printemps. La ponte et les émissions commencent à partir du printemps jusqu'à le début l'été. Elle atteint le repos à la fin de l'été et le début de l'automne. D'après les résultats des rapports gonado-somatique moyen des comparés des mâles et des femelles, nous constatons que la maturation sexuelle est précoce et plus rapide chez les femelles au cours du cycle de reproduction.

➤ L'évolution du rapport gonado-somatique selon la taille chez les deux sexes pourrait être en étroite relation avec la première taille de maturité sexuelle, les variations temporelles des stades sexuels, la fécondité de l'espèce et l'échantillonnage.

➤ La décroissance et la perturbation du rapport hépato-somatique, témoigne d'une utilisation probable des réserves hépatiques à la fin de la maturation des produits sexuels. Le foie vidé de ses réserves atteint son poids minimum à la fin de la ponte, L'indice de réplétion révèle une forte consommation en automne et hiver par rapport aux autres saisons de l'année indiquant ainsi une reprise de l'activité trophique avant la période de reproduction.

L'ichtyofaune autochtone algérienne est caractérisée par la prédominance des Cyprinidés et des barbeaux en particulier cette diversité est menacée par les introductions aveugles dans les barrages, sans étude scientifique antérieure de leurs possibles impacts sur l'ichtyofaune locale, et qui ont provoqué la disparition des espèces endémiques algériennes.

Pour adopter des mesures de conservation convenable des ressources ichtyologiques endémique il est urgent, premièrement d'actualiser les données relatives à la systématique des Barbeaux algérien, d'identifier et d'évaluer les facteurs responsables du déclin du barbeau et enfin une gestion plus équilibrée et plus durable de notre patrimoine aquatique.

Enfin, ces résultats préliminaires pourraient ouvrir de nouveaux horizons à l'étude du genre *Luciobarbus* concernant sa biogéographie, toxicologie et sa phylogénétique.



# Références bibliographiques

1. **Abba E., 2006** - Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux d'un écosystème aquatique du Moyen Atlas : Dayet Aoua. Dip. Et. Sup. Approfondies, Univ. Ibn Tofail, Kenitra- Maroc. 76p.
2. **Aberkane B. et Iguer-Ouada M., 2011** - Étude de la reproduction du Barbeau (*Barbus barbus callensis*). Éd.Univer. Européennes, France. 104 p.
3. **Addiscott T.M., Whitmor A.P. et Powlson D.S., 1991** - Farming and the nitrate problem. Cap international. 170p.
4. **Almaça C., 1967** - Estudo das populações portuguesas do Gén. *Barbus* Cuvier, 1817 (Pisces, Cyprinidae). *Ibid*, 14 (2) : 151-400.
5. **Almaça C., 1970** - Sur les barbeaux (genre et sous genre *Barbus*) de l'Afrique du Nord. Bull. Mus. Hist. Nat., Paris. 2<sup>ème</sup> édition, Ser. 42/1 :141-158.
6. **Almaça C., 1971** - Sur la spéciation des Barbeaux nord-africains. *Ibid*, 42 (5) : 853-856.
7. **Almaça C., 1976** - La spéciation chez les Cyprinidae de la Péninsule Ibérique. *Rev. Trav. Inst. Pêche marit.*40 (3 et 4) : 399-411.
8. **Amara M., 2002** - Relation taille-poids et facteur de condition de la crevette rouge *Aristens antennatus* (Risso,1816) dans la région d'Alger. Mém. Ing. USTHB., 41p.
9. **Aminot A., 1983** - Dosage de la chlorophylle et des phéopigments par spectrophotométrie (Lorenz). Manuel des analyses chimique en milieu marin, 143p.
10. **Aminot A. et Chaussepied M., 1983** - Manuel des analyses chimique du milieu marin, centre national pour l'exploitation des océans (C.N.E.X.O), 395 p.
11. **Angelier E., 2000** - Écologie des eaux courantes. Ed. Tech. et doc. Lavoisier, 199 p.
12. **Angermeier P.L., et Schlosser I. J., 1995** - Conserving aquatic biodiversity: beyond species and populations. *Am. Fish. Soc. Symp.* 17 : 402-414.
13. **Arfi R., 1991-** Qualité des eaux : hydrologie, matériel particulier et plancton. Ed. A.F.N.O.R Tome 3, 6<sup>ème</sup> Edition, 635 p.
14. **Arab A., 2004** - Recherche faunistique et écologique sur les réseaux hydrographiques du Chélif et du bassin du Mazafran. These Doct., USTHB., Alger, 174 p.
15. **Arab A. et Zebdi A.,1983** - Contribution à l'évaluation de la qualité de l'eau des oueds de la Mitidja. Mém. D.E.S., USTHB., Alger, 106 p.
16. **Arrignon J., 1976** - Aménagement écologique et piscicole des eaux douces. 3<sup>ème</sup> Ed. Bordas. Paris : 340 p.
17. **Arrignon J., 1982** - Aménagements écologiques et piscicoles des eaux douces. 3<sup>ème</sup> Ed. Gautier Villars, 125p.

18. **Arrignon J., 1991** - Aménagement écologique et piscicole des eaux douces. 4<sup>ème</sup> Ed. Gauthier Villars, 631p.
19. **Arrignon J., 1998**- Aménagement piscicole des eaux douces. 5<sup>ème</sup> Ed. Tech. et Doc. Lavoisier: 589p.
20. **Aspe C. et Point P, 1999** - L'eau en représentation, gestion de la qualité des milieux aquatiques et représentation sociale. Ed. Masson et C<sup>ie</sup>, 101 p.
21. **Azeroual A., Crivelli A.J., Yahyaoui A. et Dakki M., 2000** - L'ichtyofaune des eaux continentales du Maroc. *Cybium*, 24 (Suppl. 3) : 17–22.
22. **Ba I., 2006** - Biologie de l'anchois (*Engraulis encrasicolus*, L.) En Mauritanie. Océanographe biologiste du C.N.R.O.P, B.P.22, Nouadhibou, 21p.
23. **Bagenal T.B., 1973** - Ageing of fish. Proceeding of an international symposium. Univ. Reading. England, 234 p.
24. **Bagliniere J.L. et le Louan H., 1987** - Caractéristiques scalimétriques des principales espèces de poissons d'eau douce et de France. Bull. Fr. Pêche Piscic. pp :1-39.
25. **Bagnouls F. et Gausse H., 1953** - Saison sèche et indice xérothermique. Document pour les cartes de production végétal. Série généralité cartographie de l'unité écologique. Ed. Edward, Privat, Toulouse, 47 p.
26. **Baras E., 1997** - Environment determinants of residence area selection by *Barbus barbus* in the River Ourthe. Aquatic Living Ressources, 10 (4) :195-206.
27. **Barbe J., Lavergne E et Rofes G., 1990** - Extrait du rapport de l'étude de lac Castillon, information techniques du Cemagref. 52 p.
28. **Barbeault R., 2000** - Ecologie générale : Structure et fonctionnement de la biosphère. Ed. Masson, Paris, 269 p.
29. **Baroiller J.F., 1998**- Le déterminisme environnemental du sexe chez les poissons gonochoriques. La Pisciculture Française, 133 : 51-59p.
30. **Barroin G., Addis-coll T.M., Withmor E. AP et Powson P.S., 1996** - Farming and the nitrate, problème. CAB Internationale, 170 p.
31. **Benabid M., 1990** - Bio-écologie de deux espèces de barbeau : *Barbus barbus callensis* (Günther, 1868) et *Barbus labeobarbus fritshii* (Valenciennes, 1842) d'un cours d'eau du haut-Atlas du Maroc. Thèse Doct. Univ. Cad. Ayyas. Merrakech, Maroc, 170 p.
32. **Berne F., 1991**-Traitements des eaux : Epurations des eaux résiduaires de raffinage. Conditionnement des eaux de réfrigération. Ed. Technip.,306 p.

33. **Berrahal M., et Merouane A., 2004** - L'étude du risque d'inondation de l'Oued El Harrach. Mém. Ing. USTHB., 123 p.
34. **Berrebi P., 1981** - Contribution à l'étude du sous genre *Labeo barbus* (genre *Barbus*, poisson cyprinidé) au Maroc. Bull. Inst. Sci., Rabat, 4 :59-72.
35. **Berrebi P. et Rab P., 1998** - The *Barbus intermedius* species flock in Lake Tana (Ethiopia): cytogenetic and molecular genetic data. Italian. *J. Zool.* Vol. 65 : 15-20.
36. **Berrebi P. et Tsigenopoulos C.S., 2002** - Contribution des séquences mitochondriales à l'éclatement phylogénétique du genre polyploïde *Barbus* (téléostéens cyprinidés). Implications biogéographique. Biosystema 20 – Systématique et Biogéographie, 49-56.
37. **Berrebi P. et Valiushok D., 1998** - Genetic divergence among morphotypes of Lake Tana (Ethiopia) barbel. Biol. J. Linn. Soc., vol 64 (3): 369-384.
38. **Berrebi P., Cattaneo-Berribi G. et Le Brun N., 1993**- Natural hybridization of two species of tetraploid barbels: *Barbus meridionalis* and *Barbus barbus* (*Osteichthyes*, *Cyprinidae*) in southern France. Biol. J. Linn. SOC., vol.48, (4): 319-333.
39. **Berrebi P., Kraiem M.M., Doadrio I., EL Gharbi S. et Cattaneo berribi G., 1995** - Ecological and genetic differentiation of *Barbus callensis* population in Tunisia. J. Fish. Biol., vol 47: 850-864.
40. **Bessineton C., Simon S., Vedieu C. et Bonhomme D., 2006** - Réseaux trophiques et distribution spatiale du Bar (*Dicentrarchus labrax*) et di Flet (*Platichthys flesus*). Cellule de suivi du Littoral Normand. Programme Seine Aval. Rapport Scientifique, 68 p.
41. **Billard R., 1995** - Les carpes : biologie et élevage. Ed. INRA., 257 p
42. **Billard R., et al, 1978**- Endocrine control of the Teleost reproductive cycle and its relation Factors: Salmonoid and Cyprinid models. In : Endocrinal. Gaillard P J, Boeur H H. Elsevier Biomed Presse. Amsterdam : 37-48p.
43. **Blanchard R., 1891** - Résultats d'une excursion zoologique en Algérie. Mém. Soc. Zool. Cr. Paris IV. 208-245p.
44. **Boët P.H. et Le Louarn H.,1985** - La croissance du poisson, techniques d'étude. Gestion des lacs et retenues artificielles. Ed. INRA., Paris : 125-142.
45. **Bogardi J., et Lossen H.A., 1974** - Assainissement de la région d'oued El-Harrach. Rapport sur les enquêtes menées et les résultats obtenus dans le domaine de l'hydrologie. Consortium Kittelberger-inco, vol.1, 87p.
46. **Bontoux J., 1993** - Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. Ed. Tech. et Doc., Lavoisier, Paris. 166 p.

47. **Bouaziz A., 2007** - La sardinelle (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) des côtes algériennes : distribution, biologie et estimation des biomasses. Thèse Doct. F.S.B, USTHB (Alger), 158p.
48. **Bouchelouche D., 2010** - Bioaccumulation des Métaux lourdes par les Macro-invertébrés d'oued El-Harrach. Mem. Magist., USTHB (Alger), 125 p.
49. **Boudifa H., 1992** -Etude comparative du zooplancton de la zone littorale de deux sites de la région de Sidi bel Abbes (le lac Sidi M'Hamed Benali et barrage Sarno). Mem. Magist. F.S.B, USTHB (Alger), 185 p.
50. **Bougis P., 1976** - Océanographie biologique appliquée à l'exploitation de la vie marine. Ed. Masson, Paris, Algérie. 320 p.
51. **Bouhadad R., 1993** - Distribution des espèces du genre *Barbus* en Algérie. Cah. Etho.,113 : 185-188.
52. **Bouhadad R., 1998** - Génétique des populations du barbeau (genre *Barbus*, poisson *Cyprinidae*) des oueds algériens. Thèse Doct. Etat, USTHB (Alger), 195 p.
53. **Bouhbouh S., 2002** - Bio-ecology of *Barbus callensis* (Valenciennes 1842) and *Barbus fritschi* (Günther 1874) in Allal-el-Fassi Reservoir (Morocco). These Doct. Fac. Sci. Dhar el Mehraz, Fès, Maroc. 164 p.
54. **Boulton A.J., 1999**- An overview of river health assessment: philosophies, practice, problems and prognosis. Freshwat. Biol. 41 : 469-479.
55. **Bouziani M., 2006** - L'eau dans tous ces états. Source de vie ressource épuisable maladies hydriques pollutions chimiques Oran. Edit. Dar el Gharb, 260 p.
56. **Brusle S. et Quinard J.P., 2001** - Biologie des poissons d'eau douces européens, Ed. Tech. et Doc., Lavoisier, Paris. France.625p.
57. **Bruslé J. et Quignard J P., 2004**- Les poissons et leur environnement. Edit. Tech. et Doc., Lavoisier, Paris. France.1522p.
58. **Brusle S., 1982** - Contribution à la connaissance de la sexualité des poissons Téléostéens marins gonochoriques (Mugilidés) et hermaphrodites (Serranidés). Thèse Doct. Univ. Perpignan, France, 360p.
59. **Buckman H.O et Brady N.C., 1996**- Les sols : nature et propriété. Précis d'édaphologie. Ed International, INC., New York, 499p.
60. **Calvet L. et Dosseur H., 1974** - Projet de barrage de rocher de pigeons sur l'oued El-Harrach : Étude hydrologique. Secrétariat d'état à l'Hydraulique (Alger), 53 p.
61. **Cardot C., 2002** - Les traitements de l'eau : procédé physico-chimique et biologiques, cours et problèmes résolus, Génie de l'environnement. Edit. Ellipses. Technosup.306p.

62. **Chapiat D et Larpent J.P., 1988** - Biologie des eaux : Méthodes et Technique. Ed. Masson et C<sup>ie</sup>, France, 374 p.
63. **Chardon M. et Vandewalle P., 1997** - Evolutionary trends and possible origin of the weberian apparatus, Netherlands. J. Zool., 47 (4): 383-403.
64. **Chaumont M. et Paquin C., 1979** - Notice explicative de la carte pluviométrique de l'Algérie septentrionale. Bul. Soc Hist Nat. Afr Nord, 24p.
65. **Cherghou S., 2002** - Contribution à l'étude du régime alimentaire du barbeau (*Barbus barbuis callensis* Valenciennes, 1842) d'un cours d'eau du Moyen-Atlas (Maroc) : Oued Boufèkrane. Rev.sci.l'eau. Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science, Vol 15, n°1, 153-163 p.
66. **CNEXO., 1983**- Manuel des analyses chimiques en milieu marin. 395 p.
67. **Copin-Montégut G., 1996** - Chimie de l'eau de mer. Institut océanographique, Paris. 43 p.
68. **Court L., 1987** - Le coût économique et social de la pollution de l'eau. Association française pour l'étude des eaux .190p.
69. **Crespin L., et Berrebi P., 1994** - L'hybridation naturelle entre le barbeau commun et le barbeau méridional en France : compte rendu de dix années de recherche. Bull. Fr. Pêche Piscic., (334 p): 177-189.
70. **Crespin L., Berrebi P. et Lebreto N.J., 1999** - Asymmetrical introgression in a fresh water fish hybrid zone revealed by a morphological index of hybridization. Biol. J. Linn. Soc., vol 67 (1) : 57-72.
71. **D.E.M.R.H., 1974** - Projet de barrage de Rocher des Pigeons. Service Hydrologie. Étude n° 36, Alger, 53 p.
72. **Daget J. et Guen P., 1975** - Les critères de l'âge chez les poissons : Problèmes d'écologie : La démographie des populations de vertébrés. Ed. Mousson et C<sup>ie</sup>., Paris, 245p.
73. **Dajoz R., 1982** - Précis d'écologie. Ed. Bordas, 5<sup>ème</sup> édition. Paris, 112 p.
74. **Dajoz R., 1996** - Précis d'écologie. Ed. Dunod, 6<sup>ème</sup>, Paris, 551 p.
75. **Dajoz R., 2000**- Précis d'écologie. Ed. Dunod, 7<sup>ème</sup> édition., Paris 600 p.
76. **Daoud A., 1984** - Contribution à l'étude de la biologie de trois espèces de Cyprinidés exploitées dans le réservoir Dorkan : *Barbus grypus*, *Barbus xanthopterus* et *Barbus escocinus*. Thèse Doct. Etat, Univ. Sci. et Tech., Languedoc (France)., 275p.

77. **Dean J.C., Bosqui F. et Lanovette K.H., 1972** - Removing heavy metals from wastewater. *Environmental Science and Technology*, 6 (5): p 18-22.
78. **Delisle C.E, Schmidt J.W (1977)**-The effects of sulphur on water and aquatic life in Canada. In: Sulphur and its inorganic derivatives in the Canadian environment. Ottawa, Ontario, National Research Council of Canada (NRCC No. 15015).
79. **Depasse P., 1956** - Monographie piscicole de la province orientale. Description du milieu limnologique ; programme et réalisations en matière de pêche et de pisciculture. *Bull. Agr. Congo Belge*. 47 (4) : 959 - 1088p.
80. **Depiereux E., 1982**- Utilistation critique de l'analyse en composantes principales et du cluster analysis pour la description d'échantillons d'invertébrés benthiques en eau douce Thèse Doct, F.U.N.D.P, Namur, Belgique. 218p.
81. **Dermeche S., Chahrour F. et Boutiba Z., 2009**- Contribution à l'étude des variations des indices physiologiques (indice de réplétion- indice gonadique et sexratio) chez la population d'oursins comestibles *Paracentrotus lividus* (Lamarck ,1816) du littoral occidental algérien. Réseau de surveillance Environnementale, Département de Biologie. *European Journal of Scientific Research*, vol.30, n°1 : 153-163.
82. **Dieuzeide R., 1927** - L'oued Réghaia. *Bul. Stat. Aquac. Pêche, Castiglione (Alger)* 2, 137-144 p.
83. **Dieuzeide R. et Roland I., 1957** - Etude biométrique de *Sardina pilchardus*. Welb et de la *Sardinella aurita*. C.V. capturé dans la baie de Castiglione. *Bul. Stat. Aquac. Pêche, Castiglione (Alger)* (8) :111-216.
84. **Djemali I., 2005** - Evaluation de la biomasse piscicole dans les plans d'eau douce tunisiens : Approches analytique et acoustique. Thèse Doct. Sc. Agron., Inst. Nat. Agron. Tunisie, 218 p.
85. **Djeridane Y. et Salhi S., 1983** - Contribution à l'étude de la qualité de l'eau des oueds de la qualité de la Mitidja par application de l'écologie des macro-invertébrés. *Mém D.E.S, USTHB (Alger)*, 128 p.
86. **Doadrio I., Bouhadad R et Machordom A., 1998** - Genetic differentiation and biogeography in Saharan populations of the genus *Barbus* (Osteichthyes, Cyprinidae). *Folia Zoologica*, 47 : 7–20.
87. **Dore M., 1989** - Chimie des oxydants, traitement des eaux. Ed. Lavoisier, Paris, 505 p.
88. **Doukhandji et Haouchine N., 2005** - Eutrophisation du lac du barrage Foug El Gherza (W.Biskra). *Mém. Ing. USTHB (Alger)*, 45p.
89. **Dumont H., 1981** - Relict distribution patterns of aquatic animals: another tool in evaluating late Pleistocene climate changes in the Sahara and Sahel. *Palaecology of Africa*, vol. 14 : 1 - 24.

90. **Duncan J.R. et Lockwood J.L., 2001** - extinction in a field of bullets: a search for causes in the decline of the world's freshwater fishes. *Biol. Cons.*, n°102: 97-105.
91. **Durand J.D., Tsigenopoulos C.S., Ünlü E. et Berrebi P., 2002** - Phylogeny and biogeography of the family Cyprinidae in the Middle East inferred from cytochrome b DNA evolutionary significance of this region. *Mol. Phylogenet. Evol.*, n°22 : 91–100.
92. **Dussart B., 1966** - Limnologie d'étude des eaux continentale. Ed Gauthier-Villard, Paris, 676p.
93. **Encina L., Granado-Lorencio C., 1997** - Seasonal variations in condition and energy content of somatic and reproductive tissues of *Chondrostoma polylepis* willkommi. *Folia Zoologica*, 46 (Suppl. 1) : 123–133.
94. **Ensign W.E., Leftwich K.N., Angermeier P.L. et Dolloff C.A., 1997** - Factors influencing stream recovery following a large-scale disturbance. *Trans. Am. Fish. Soc.* 126: 895-907.
95. **Fausch K.D., Lyons J., Karr J.R. et Angermeier P.L., 1990** - Fish communities as indicators of Environmental degradation. *Am. Fish. Soc. Symp.* 8: 123-144.
96. **Fontana A., 1969** -Etude de la maturité sexuelle des sardinelles, *Sardinella eba* (Val.) et *Sardinella aurita* (C. et V.) de la région de Pointe Noire. *Cah. ORSTOM. Sér.* 21 p.
97. **Froese R., 2006**-Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology.* 25:241–253.
98. **Frontier S., Pichod-Viale D., 1998** - Dynamique des populations : Écosystème, structure, fonctionnement, évolution. Chapitre 5 : Collection d'écologie 2<sup>ème</sup> édition, 447p.
99. **Gante H.F., 2011** - Diversification of circum-Mediterranean Barbels. In: *Changing Diversity in Changing Environment*, Grillo O. et Venora G. (Eds.): 283–298p. InTech published online.
100. **Gante H.F., Alves M.J. et Dowling E.T., 2011** - Paralog-specific primers for the amplification of nuclear loci in tetraploid barbels (*Barbus*: Cypriniformes). *J. of Heredity* :102(5) :617–621.
101. **Gaujous D., 1995** - la pollution des milieux aquatiques – aide-mémoire. Éd. Tec et Doc Lavoisier Paris, 217 p.
102. **Gauthier H., 1928** - Recherche sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie. Thèse Doct. Fac. Sci. Univ. Paris, 423.



103. **Gherbi-barre A., 1983** - Biologie de *Trisopterus luscus* (L., 1758) de la baie Douarnenez, reproduction, croissance, régime alimentaire. Thèse Doct. 3ème cycle, Faculté de Biologie, 33071, Oviedo, Espagne. 92p.
104. **Goubier J., et Souchon Y., 1983** - Bulletin Français de pisciculture conseil supérieur de la pêche (France) l'union piscicole de France, Ministère de l'agriculture. 247-254p.
105. **Goujous D., 1995** - La pollution du milieu aquatique- aide-mémoire 2<sup>ème</sup> Edition. Paris, France, 217 p.
106. **Grandmottet J.P., 1983** - Principales exigences des Téléostéens dulcicoles vis-à-vis de l'habitat aquatique. Annale Scientifique Univ, Besançon, France comté Biol anim., 4-3, 16 p.
107. **Grasse P.P., 1958** - Traité de zoologie, Anatomie, Systématique Biologie Aquacole et poisson. Ed. Masson et Cie, Fasc.2, Tome XIII. Lincoln. Angleterre. 135 p.
108. **Green Wood N. et Eamshaw A., 1984** - Chemistry of the elements pergamon press, Oxford, Crystal Research and Technology. UK, 284 p.
109. **Gurney R., 1909** - On the fresh-water crustacea of Algeria and Tunisia: Journ. R. Microscop. Soc. London: 273 - 305.
110. **Guyot G., 1999** - Climatologie de l'environnement : cours et exercices corrigés. 2<sup>ème</sup> Edition Dunod. Paris, 525 p.
111. **Hadou S.G., 2013** - Etude écologique et biologique d'un poisson Cyprinidé du genre *Barbus* (*Barbus setivimensis* et *Barbus antinorii*) dans le barrage de Keddara (W. Boumerdes). Thèse Doct., USTHB (Alger), 215 p.
112. **Halimi., 1980** - L'Atlas Blidéen. Climat et étages végétaux. Ed. OPU., Alger ; 523p.
113. **Harchouche K., 2006** - Contribution à la systématique du genre *Spicara* ; écologie, biologie et exploitation de *Spicara maena* (Poisson, Téléostéen) des côtes algériennes. Thèse Doct, USTHB (Alger), 248 p.
114. **Hasler W.W., 1958** - The fecundity, sex ratio and maturity of the Sauger, *Stizostedion canadense canadense* (Smith) in Norris reservoir Tennessee. J. of the Tennessee. Academy of Sci., 33 (1) : 32-38.
115. **Hattour A., 2000** - Contribution à l'étude des poissons pélagiques des eaux Tunisiennes. Thèse. Doct., Fac.des Sc, Tunis. Tunisie, 309 p.
116. **Hattour A., 2001** - Analyse de l'indice gonado-somatique du thon rouge (Thunus thynnus) capture par les senneurs. Tunisiens. 155-163p. Contribution à l'étude des poissons pélagiques des eaux Tunisiennes. Thèse.Doct., Fac.des Sciences, Tunis, Tunisie, 309 p.

117. **Hemida F., 1987** - Contribution à l'étude de l'Anchois *Engraulis encrasicolus* (LINNE. 1785) dans la région d'Alger : biologie et exploitation. Mém.Mag. U.S.T.H.B., 133 P.
118. **Hoar T.P., 1957** - Some fundamental features of mechano-chemical attack on metals. AGARD Rep. Num 158, New York, John Wiley. 105p.
119. **Holden M.J. et Raitt F.S., 1974** - Manuel des sciences halieutiques. Deuxième Partie. Méthodes de recherches sur les ressources et leur application. FAO Fish. Tech. Rep. Rome, Italy. (Rev. 1), 115 p.
120. **Huet M., 1970** - Traité de pisciculture. 4<sup>ème</sup> Edit. Ch. de Wyngaert, Bruxelles, 718 p.
121. **Hugueny B., et Lévêque C., 1999** - Richesses en espèces des peuplements de poissons. In : Lévêque C et Paugy D. Ed. Les Poissons des Eaux continentales africaines : Diversité, Écologie et Utilisation par l'Homme. Orstom. Paris. 263-275p.
122. **Hunnan P., Milne A. et Stebbing P., 1982** - Tout l'aquarium – eau douce- eau de mer. Ed. Bordas, Madrid, 240 p.
123. **Hunt P.C. et Jones J.W., 1975** - Apopulation study of *Barbus barbus* L. in the River Severn. England. III. Growth. J. Fish. Biol., 7; 361-376.
124. **Hyne B.N., 1970** - The ecology of running waters. Univ. Of Toronto Press, 55 p.
125. **Ivan B., Anthony P. et Disier L C., 2005** - Entretien des berges de petits cours d'eau dans le bocage sud-manche : réponse de la végétation herbacée aux processus écologie et agricoles. INGENIERIES, 43. France. 55-70p.
126. **Jackson D.A., Peres-Nieto P.R. et Olden J.D., 2001** - What controls who is where in freshwater fish communities –the roles of biotic, abiotic, and spatial factors. Can. J. fish. Aquat. Sci. 58 : 157-170.
127. **Kadik B., 1987** - Contribution à l'étude de Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) en Algérie, dendrométrie, morphologie. Ed. O.P.U, Alger, 580 p.
128. **Kaloun S., 2008** - Estimation des potentialités aquacoles du système lacustre du barrage de Boukourdane. Mém. Magist., Fac.Sci.Biol. U.S.T.HB. Alger. 74p.
129. **Kapiris K., 2004** - Feeding ecology of *Parapenaeus longirostris* (Lucas,1846) (Decapoda: Penaeidae) from the Ionian Sea (Central and Eastern Mediterranean sea). Scientia marina, 68 (2): 247- 256.
130. **Kara H., 2012** - Freshwater fish diversity in Algeria with emphasis on alien species. European J. of Wildlife Research, 58 (1) : 243–253.
131. **Karr J R., K D., Fausch, P L. Angermeier, P.R. Yant et Schlosser I J., 1986**- Assessing biological integrity in running waters: a method and its rationale. Illinois Natural History Survey Special Publication, USA.5.28.

132. **Kartas F. et Quignard J.P., 1984** - La fécondité des poissons téléostéens. Ed. Masson et C<sup>ie</sup>, France, 117 p
133. **Keckeis H., Frankiewicz P., et Schiemer F., 1996** - The importance of inshore areas for spawning nase *Chondrostoma nasus* (Cyprinidae) in a free flowing section of a large river (Danube, Austria). *Archiv für Hydrobiologie, Suppl*, 113 (1-4) : 51-64.
134. **Kelly A. et Green L., 1997** - Dissolved oxygen and temperature. *Natural Resources Facts*, University of Rhode Island, Kingstone, USA. 96 p.
135. **Kestemont P., Didier J., Depiereux E., et Micha J.C., 2000** - Selecting ichthyological metrics to assess river basin ecological quality. *Arch. hydrobiol. suppl. (monogr. stud.)* 121: 321-348.
136. **Kottelat M., et Freyhof J., 2007** - Handbook of European freshwater fishes. Kottelat, Cornol (Switzerland) et Freyhof, Berlin (Germany), 646 p.
137. **Kraïem M M., 1980** - Etude comparative de la condition physique du Barbeau (*Barbus barbus L.*) (Poisson Cyprinidae) dans deux rivières françaises ; La Rhône et l'allier. *Bull. Nat. Péc.*, Tunisie, 4 (1) : 67-81.
138. **Kraïem M M., 1986** - Contribution à l'étude hydro-biologique des trois cours de nord-ouest de la Tunisie. *Bull. Mens. Soc. Linn.*, Lyon, 55 (3) : 96-104.
139. **Kraïem M M., 1996** - The diet of *Barbus callensis* (Cyprinidae) in northern Tunisia. *Cybium*, 20 (1) : 75-85.
140. **Kraïem M M., 1997** - Chronologie de la reproduction et cycle de développement des gonades chez *Barbus callensis* Valenciennes, 1842. *Bull. Inst. Nat. Sci. Technol. Mer*, Tunis, 24 (1) : 74-88.
141. **Kraïem M.M., et Pattee E., 1980** - La tolérance a la température et au déficit en oxygène chez le Barbeau (*Barbus barbus L.*) et d'autres espèces provenant des zones piscicoles voisines. *Arch. Hydrobiol.*, 88 (2) : 250-261.
142. **Kraïem M.M. et Pattee E., 1988** - Salinity tolerance of the barbel, *Barbus callensis* Valenciennes, 1842 (Pisces, Cyprinidae) and its ecological significance. *Hydrobiologia*, 166 : 263-267.
143. **Lacaze J.C., 1996** - Eutrophisation des eaux marines et continentales : causes, manifestations, conséquences et moyen de luttés. Ed. Gauthier Villars, Paris, 191 p.
144. **Lacoste A. et Salanon R., 2001** -Elément de biogéographie et d'écologie : Une compréhension de la biosphère par l'analyse de composantes majeures de l'écosystème. Ed. Nathan. Fac. Géographie, Paris, 210 p.
145. **Lahaye J., 1979** - Les cycles sexuels chez les poissons marins. *Oceanis.*, 6 : 637-654.

146. **Lamrini A., 1983** - Les Sparidae du plateau continental saharien du Sud marocain, croissance et alimentation de *Pagellus acarne* (Risso, 1826) et *Pagellus coupel* (Dreuzeda, 1960). Thèse. Doct. 3ème cycle. Univ. Bretagne Occidentale, 291p.
147. **Lavandier P., 1979** - Cycle biologique, régime alimentaire, production d'*Arcynopteryx compacta* (Plecoptera, Perlodidae) dans un torrent de haute altitude. Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse, 115 : 140-150.
148. **Le Bec C. 1983** : Cycle sexuel et fécondité de la sole *Solea vulgaris* (Quensel, 1806) du Golfe de Gascogne. Rev. Trau. Iml. Pêches Marit. 179-189
149. **Le Cren E D., 1951** - The length – weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). J. Anim. Ecol., 20 : 210-219.
150. **Le Guen J.C. et Chevalier R., 1982** - Etude des pêcheries. Réflexions sur l'environnement et la gestion multispécifique. Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 46 (1) : 9-70.
151. **Le Moigne A., 1997** - Biologie du développement. 4ème édit Masson et Cie, Paris, 62p.
152. **Leberre M., 1985** - Faune du Sahara. Poisson, Amphibien, Reptiles. Ed. Raymond. Chabaud, le Chevallier. 332p.
153. **Lee R.M., 1920** - A review of the methods of age and growth determination in fishes by means of scales. Fishery Invest., London, Ser. 2-4, 32 p
154. **Legendre M. et Jalabert B., 1988** - Physiologie de la reproduction. Physiologie of reproduction. Aquat. Living. Ressour., 4 : 153-175.
155. **Leveque C., 1996** - Ecosystème aquatique, les fondamentaux. Ed. Hachette, Paris, 270 p.
156. **Leveque C., 2001** - Écologie de l'écosystème à la biosphère. Ed. Dunod, Paris, 502 p.
157. **Levêque C., et Paugy D., 2006**- Les poissons des eaux continentales africains, diversité, écologie et utilisation par l'homme. Ed. IRD., Paris, 527 p.
158. **Lévêque C. et Mounolou D., 2001** - Biodiversité. Dynamique biologique est conservation. Ed. Masson et Cie. Paris. France. 245p.
159. **Lounaci A., Brosse S., Ait Mouloud S., Lounaci Daoudi D et Mebarki M., 2000** - Current knowledge of benthic invertebrate diversity in Algeria stream: a species check- list of the Sabaou river bassin (Tizi-ouzou). Bull. Soc. Nat., Toulouse, 136 p.
160. **Lowe-mcconnell R H., 1987** -Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press., England, 382 p.
161. **Lucido M., 1972** -Climatologie et hydro climatologie du Hodna, (Algérie). FAO. Rome. Italie. 75p.

162. **Lyons J., 1996** - Patterns in the species composition of fish assemblages among Wisconsin streams. *Environ. biol. fish.* 45: 329-346.
163. **Machordom A., et Doadrio I., 2001** - Evolutionary history and speciation modes of cyprinid genus *Barbus*. *Proceedings of the Royal Society B*, 268: 1297–1306.
164. **Mackereth, F. J. H. 1957-** Chemical analysis in ecology illustrated from Lake District tarns and lakes 1. Chemical analysis. *Linnaean Society of London Proceedings* 167:159–164p.
165. **Magâlhaes M.F., Batalha D.C., et Collares-pereira M.J., 2002** - Gradients in stream fish assemblages across a Mediterranean landscape: contributions of environmental factors and spatial structure. *Freshwat. biol.* 47: 1015-1031.
166. **Makhoukh M., Sbaa M., Berrahou A. et Clooster M.V., 2011** - Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya (Maroc Oriental). *Larhyss Journal, Maroc, n°9* : 149-169p.
167. **Marche C., 2004** - Barrages, crues de rupture et protection civile. Ed. Presses internationales polytechniques, France, 388 p.
168. **Marconato E., Badino G. et Forneri S., 2000** -Exploitation et gestion démographique des poissons d'eau douce en Italie. *IBEX J. Mt. Ecol.* 5: 229-242p.
169. **Mason L., 1939** - Studies on the Fauna of an Algerian Hot Spring. *J. Experim. Biol.*, 16: 487-498.
170. **Mason J.C., 1985-**The fecundity of the walleye pollock, *Theragra chalcogramma* (Pallas), spawning in canadian waters. *J. fish. Biol.*, 27: 335-346.
171. **Matthews W J., 1986-** Fish faunal 'breaks' and stream order in the eastern and central united states. *Environ.biol. fish.* 17: 81-92.
172. **Matthews, W J., 1998** - Patterns in freshwater fish ecology. Ed. Chapman et hall, Second printing, Kluwer Academic Press. New York.756p.
173. **Matthews W.J., et Robison H.W., 1998** - Influence of drainage connectivity, drainage area and regional species richness on fishes of the interior highlands of Arkansas. *Am. mid. Nat.*, 139, 19 p.
174. **M<sup>c</sup>Dowall R.M., et Taylor M.J., 2000** - Environmental indicators of habitat quality in a migratory freshwater fish fauna. *Environ. Manage*, 25 : 357-374.
175. **Mebarki M., 2001-** Etude hydro biologique de trois réseaux hydrographiques de Kabylie (Parc national du Djurdjura, Oued Sébaou et Oued Boghni) : faunistique, écologique et biogéographique des macros invertébrés benthiques. *Mém Mag, Univ. Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, Algérie*, 178 p.

176. **Mellinger J., 2002** - Sexualité et reproduction des poissons. Ed. CNRS., 349 p.
177. **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.
178. **Micha J.C., 1971** - Densité de population, âge et croissance du Barbeau *Barbus barbatus* (L.) et de l'Ombre *Thymallus thymallus* (L.) dans L'Ourthe. Ann. Hydrobiol., 2(1) : 47-68.
179. **Micha J C., 2005** : Evaluation des stocks de poissons et niveau optimum d'exploitation, biologie des pêches, estimation paramètres de croissance. FUNDP. 74p.
180. **Michely P., 1997-** Le guide des poissons d'aquarium. Ed. Sélection du Reader digest , 255 p.
181. **Mimeche F., Biche M., Ruiz-Navarro A., Oliva-Paterna F. J., 2013** - The population structure, age and growth of *Luciobarbus callensis* (Cyprinidae) in a man-made lake in the Maghreb (NE Algeria). Limnetica 32 (2). Spain, 391-404p.
182. **Mimeche F., 2014** - Ecologie du barbeau de l'Algérie, *Luciobarbus callensis* (Valenciennes, 1842) (*Pisces* : *Cyprinidae*) dans le barrage d'EL K'sob (M'Sila). Thèse Doct.Sci., Ecol. Nat. Sup. Agron., Alger, 117 p.
183. **Monod G., 2001** - Le poisson : cible et révélateur de la pollution chimique. IN : Ed. L'eau dans l'espace rural : vie et milieux aquatiques. (Neveu A., Riou C., Bonhome R., Chassin P., et Papy F)., Coédit-*inra* AUPLEF-UREF, paris : 173-197.
184. **Mulhauser B. et Monnier G., 1995** - Guide de la faune et de la flore des lacs et des étangs d'Europe. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, France, 335 p.
185. **Murphy J., Riley J P., 1962** - A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters, Anal. Chem. *Acta*, 26, 31-36.
186. **Mutin G., 1977** – La Mitidja, décolonisation et espace géographique. Ed. O.P.U. Alger. 118p.
187. **Muus B.J. et Dahlstron P., 1981** - Guide des poissons d'eau douce et pêche. Ed. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel Suisse, 242 p.
188. **Muus J., 1991-** Guide des poissons d'eau douce et pêche. Ed. Masson et Cie. Paris. 223p.
189. **Naiman R J., Décamps H., Pastor J., et Johnston C A., 1988-** The potential importance of boundaries to fluvial ecosystems. Journ. North. Am. Benth. Soc., 7: 289-306.
190. **Navas S L., 1929** - Insectes Névroptères et voisins de Barbarie (Septième série). Bull de la Soc.d'Hist.Nat de l'Afrique du Nord 20:57-60p.

191. **Nelson J S., 1994** - Fishes of the world. Third edi. John Wiley & Sons, Inc., New York. 600 p.
192. **Nisbet M., et Verneaux J., 1970**-Composant chimiques des eaux courantes, discussions et propositions des classes entant que base d'interprétation des analyses chimiques. Annal. Limno., fasc 2, 161, 190 p.
193. **Northcote T.G., 1988** - Fish in the structure and function of freshwater ecosystems A «Topdown» view. Can. J. Fish. Aqua.,45 :361-379.
194. **Oberdorff T., Gilbert E., et Lucchetta J.C., 1993** - Patterns of fish species richness in the seine river basin, France. Hydrobiol., 259 : 157-167.
195. **Oberdorff T., Pont D., Hugueny B., et Chessel D., 2001** - A probabilistic model characterizing fish assemblages of French rivers: a framework for environmental assessment. Freshwater. biol., 46 : 399-415.
196. **Olivier S., 1993**- Ressource en eaux. 7<sup>ème</sup> Edition Cemargref, 166 p.
197. **Olivier S., 1997** - Mémento de pisciculture d'étang. 3<sup>ème</sup> édition Cemargref, 238 p.
198. **Ouakka K., Yahyaoui A., Fahd P., Mesfioui A. et Gourich H., 2008** -Activité alimentaire et reproduction chez *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) des Côtes Atlantiques Marocaines sud. Institut National de Recherche Halieutique (I.N.R.H), Maroc, 8p.
199. **Ould-Rouis S., Ould-Rouis A., Micha J C. et Arab A., 2012**- Biologie de la reproduction du Cyprinidae, *Barbus callensis* dans le lac de barrage Hamiz (Algérie). Tropicultura, 30, 2: 88–93.
200. **Paller M H., Reichert M J M., Dean J M., et Seigle J C., 2000**- use of fish community data to evaluate restoration success of a riparian stream. *Ecol. eng.* 15: 171-187.
201. **Parinet., Alhot., Legubem et Gborgue 2000**-Étude analytique et statistique d'un écosystème lacustre soumis à divers processus d'Eutrophisation. Rev.Sc.de l'eau. Vol. 1313 : 237 - 267.
202. **Pauly D., 1985**- Quelques méthodes simples pour l'estimation des stocks de poissons tropicaux. FAO Doc. Tech. Pêches (234), Rome, Italie. 56 p.
203. **Péguy., 1970**- Précis de climatologie. Ed. Masson et C<sup>ie</sup>, Paris, France, 468 p.
204. **Pellegrin J., 1939**- Les barbeaux de l'Afrique du nord française. Description d'une espèce nouvelle. Bull. Soc. Sci. Nat., Maroc. 1 :1-10.
205. **Pesson P., 1976**- la pollution des eaux continentale : incidence sur les biocénoses aquatiques. Ed. Bordas, Paris, 285 p.

206. **Pesson P., Leynaud G., Riviere J., Cabridence R., Bovard P., G. Tuffry G., P. Vivier P., Laurent P., Angely N., Descy J P., Wattez J R. et Verneaux J., 1976** - la pollution des eaux continentales. Incidence sur les biocénoses aquatiques. Ed. Gauthier-Villars. Paris. 285p.
207. **Phillipart J C., 1971** - Age et croissance de la vandroise, *Leuciscus leuciscus* (L) dans l'Outre et la Berwine. Ann Soc. Roy. Zool., Belgique. Fasc 1-2, 101(1-2): 77-140p.
208. **Philippart J C., 1975** - Dynamique des populations de poissons d'eau douce non exploitées. In **Lamotte M. et Bourlière F.**- Problèmes d'écologie : la démographie des populations de vertébrés. Ed. Masson et C<sup>ie</sup>, Paris, : 291-394
209. **Philippart J C., 1977**- Contribution à l'hydrobiologie de l'Ourthe. Dynamique des populations et production de quatre espèces de poissons Cyprinidae: *Barbus barbus* (L.), *Leuciscus cephalus* (L.), *Chondrostoma nasus* (L.) et *Leuciscus leuciscus* (L.). These Doct. Sc., Univ Liège, Belgique. 217 p.
210. **Philippart J C., 1991** - Elément autoécologie des poissons d'eau douces. Dynamique des populations de poissons et pisciculture expérimentale. Cours pédagogique, Univ Liège, Belgique, 35p.
211. **Philippart J.C., et Vranken M., 1983** - Atlas des poissons de Wallonie. Distribution, écologie, éthologie, pêche, conservation. Cah. Etho.Appl, vol. 3 (Supl. 1-2) : 395 p.
212. **Plemont J., 1993**- Bactéries et environnement. Adaptations physiologiques. Ed : Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble. France. 899p.
213. **Poncin P., 1994** - Four years' research on the reproductive behavior and Hybridization of *barbus barbus* (L, 1758) au *Barbus meridionalis* (Risso, 1826). Bull. fr. Peche Piscic., n°334 : 169-176.
214. **Poncin P., 1996** - Reproduction chez nos poissons. Le pêcheur belge. Ed. FSPF de Belgique. 80 p.
215. **Poncin P., Melard CH., et 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.
216. **Poncin P., Jeandarme J., et Berrebi P., 1994** - A behavioural study of hybridization between *Barbus barbus* and *Barbus meridionalis*. J. Fish. Biol., vol 45, (3) : 447-451.
217. **Pourriot R et Meybeck M., 1995** - Limnologie générale. Ed. Masson et C<sup>ie</sup>, Paris.493p.
218. **Rahel, F.J. et W.A. hubert, 1991**. Fish assemblage and habitat gradients in a rocky mountain-great plains stream: biotic zonation and additive patterns of community change. Trans. Am. Fish. Soc. ,120 : 319-332.



219. **Ramade F., 1984** – Elément d'écologie (Ecologie fondamentale). Ed. Dunod, 2<sup>ème</sup> édition, 579p.
220. **Ramade F., 1993** - Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Ediscience international. Paris, 822p.
221. **Ramade F., 2002**-Dictionnaire Encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Ed. Masson et C<sup>ie</sup>, 1075 p.
222. **Ramade F., 2003**- Eléments d'écologie, Ecologie fondamentale. Ed. Masson et C<sup>ie</sup>., 3<sup>ème</sup> Paris, 690p.
223. **Ramade F., 2005** - Élément d'écologie : Écologie fondamentale. 2ème Edition. Ediscience international. Paris, 579 p.
224. **Ramade F., 2005** - Eléments d'écologie. Ecologie appliquée. Ed. Dunod, 6<sup>ème</sup> Edition., 864 p.
225. **Remini B., 2005** - Problématique de l'eau en Algérie. Collection Hydraulique et transport solide, 182p.
226. **Renard., 2006** - Détection et prise en compte d'éventuels impacts du changement climatique sur les extrêmes hydrologiques en France. Thèse. Doc., Inst. Nat. Polytech., Grenoble, France, 293 p.
227. **Ricker W.E., 1971** -Methods for assessment of fish production in fresh waters. 2nd Edit. I.B.P. Handbook n°3. Blackwell Sci. Public. Oxford, 348 p.
228. **Roche H., Buet A. et Ramade F., 2003** - Caractéristique éco-physiologiques d'une population d'anguilles de Camargue exposée à une population clandestine par des polluants organiques persistants. Rev. Ecol. (Terre Vie), Vol. 58p.
229. **Rodier J., 1984** - L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Ed. Dunod, 7<sup>ème</sup> Edition, 1365 p.
230. **Rodier J., 1996**-l'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, L'eau de mer : Chimie, physico-chimie, Bactériologie. Éd. Dunod, 1383 p.
231. **Rodier J., 2005** - L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires et eau de mer. Ed. Dunod, 8<sup>ème</sup> Edit., Paris, 1530 p.
232. **Rodier J., Bazin C., Broutin J-P., Chombon P. et Rodi L., 1996** - L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eau résiduaires, Eau de mer. Ed. Dunod, 8<sup>ème</sup> Ed., Paris. France, 1384 p.
233. **Roland B., 1997** - Les encyclopédies du naturaliste : les poissons d'eau douce des rivières du France. Ed. Mus. Nat. Hist. Nat., 192 p.
234. **Rosenblatt R., 2001** - Le règne animal. Dorling Kindersley, Londres. 623 p.

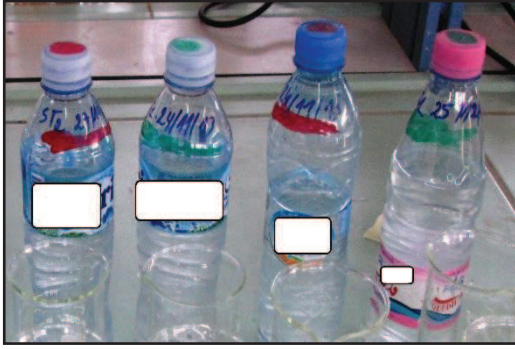
235. **Sacchi C F et Testard P., 1971** - Ecologie animale : Organismes et milieu. Ed. Doin, 480 p.
236. **Savary P., 2003** - Guide des analyses de la qualité de l'eau. Ed. Tech. Cite, 270 p.
237. **Schlosser I.J., 1982** - Fish community structure and function along two habitat gradients in a headwater stream. Ecol. monogr., 52 : 395-414.
238. **Schlosser, I.J., 1987-** A conceptual framework for fish communities in small warm water streams. In: **Matthews W J., et. Heins D C.,** (eds). Evolutionary ecology of American stream fishes. Oklahoma university press. Norman, Oklahoma, USA: 17-26.
239. **Schmit Z C., et Krippel Y., 2007** - Mise en place d'un plan de gestion transfrontalier des ressources en eau de la Haute-Sure Belge-Luxembourgeois, rapport, 134 p.
240. **Scholler., 1988**-Hydrologie des régions aride progrès récent (UNESCO 1959). 362p.
241. **Schwartz D., 1983**-Méthodes statistique à l'usage des médecins et des biologistes. Ed. Flammarion. 3ème Edition, 139 p.
242. **Scott M.C., et Hall L.W., 1997-** fish assemblages as indicators of environmental degradation in Maryland coastal plain streams. Trans. am. fish. soc. 126 : 349-360.
243. **Seltzer T., 1946** - Le climat de l'Algérie. Trav. Tnst. Météo. Glob. Univ. d'Alger. 219 p.
244. **Sigg L., Behra P et Stumm W., 2000**-chimie des milieux aquatiques. Chimie des eaux naturelles et des interphases de l'environnement. Ed. Dunod, 3<sup>ème</sup> édition 567 p.
245. **Simoneau M., 2004** - Qualités des eaux du lac Menphrémagog, 1996-2003- Québec, Ministère de l'environnement, direction, suivie de l'état de l'environnement, environ doc N° : ENV/2004-2005. Rapport N° QE/P.149.17p.
246. **Smith K., et Lavis M. E., 1975** - Environmental influences on the temperature of a small upland stream. Oikos, 26: 228-236.
247. **Soto-galera E., Diaz-Pardo E., Lopez-lopez E. et Lyons J., 1998** - Fish as indicators of environmental quality in the Rio Lerma Basin, Mexico. Aquat. Ecosys. Health Manage, .1: 267-276.
248. **Statzner B., et Highler B., 1986-** Stream hydraulics as a major determinant of benthic invertebrate zonation patterns. Freshwat. Biol., Vol 16, 127-139p.
249. **Stequert B., 1976** - Etude de la maturité sexuelle de la ponte et de la fécondité du Listao (*Katsuwonus pelamis*) de la côte Nord- Ouest de Madagascar. Cah. Orstom. (Ser.océanogr),14 (3) :227-247.

250. **Tazerouti F., 1993-** Contribution à l'étude de la biologie de la reproduction d'un poisson Téléostéen, cyprinidé d'eau douce *Barbus callensis*. (Valenciennes, 1842). Mem. Magist. USTHB., Alger. 135 p.
251. **Tesch F.W., 1971** - Age and growth. In: Fish production in fresh water. Blackwell1. Scient. Pub. Oxford, 2ème Edition: 98-130p.
252. **Thomas A.G.B., 1998** - A provisocial check list of the mayflies of North Africa (ephemeroptera). Bull. Soc. Hist, nat. Toulouse, France: 143P.
253. **Tsigenopoulos C.S., Durand J.D., Ünlü E., et Berrebi, P., 2003** - Rapid radiation of the Mediterranean *Luciobarbus* species (Cyprinidae) after the Messinian salinitycrisis of the Mediterranean Sea, inferred from mitochondrial phylogenetic analysis. Biol. J. Linn. Soc. 80 : 207–222.
254. **Tsigenopoulos C.S., et Berrebi P., 2000-** Molecular phylogeny of North Mediterranean freshwater barbs (genus *Barbus*: Cyprinidae) inferred from cytochrome b sequences: biogeographic and systematic implications. Mol. Phylogenet. Evol.14, 165–179.
255. **Vannote R.L., Minshall G.W., Cummins K.W., Sedell J.R., et Cushing C.E., 1980** - the river continuum concept. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 37: 130-137.
256. **Varadi L., Hidas A., Varkonyi E., et Horvath L., 1993-** Intersting phenomena in hybridization of carp (*Cyprinus carpio*) and rosy barb (*Barbus conchoni*us). Aaquaculture, vol, 129 (1-4) : 211-214.
257. **Veilleneuve V., Légaré S., Painchaud J., Warwick V., 2006-** Dynamics and modeling of dissolved oxygen in rivers. Journal of Water Science, 19 : 259-274 p.
258. **Vilagines R., 2003** - Eau et environnement et santé publique, Introduction à l'hydrologie, édition : TEC et DOC, 198p.
259. **Vu B., 2008** - Récupérer les eaux de pluie. Edition Eyrolles, France, 88p.
260. **W.H.O., 1987-** Global pollution and health results of related environmental monitoring. Global Environment Monitoring System, WHO, UNEP. 35p.
261. **Ward J., 1985** - Thermal characteristics of running water. Hydrobiologia, 125: 31.46.
262. **Wetherall J.A., 1986-** A new method for estimating growth and mortality parameters from length-frequency data. Fish lyte 4(1):12-14.
263. **Wichert GA. et Rapport D.J., 1998** - Fish community structure as a measure of degradation and rehabilitation of riparian systems in an agricultural drainage basin. Environ. Manage, 22: 425-443.
264. **Wooton R.J., 1991** - Ecology of teleost fishes. Chapman et hall, New York. 404p.

265. **Yelle, Paule E, Propre- Propre et Salle., 2003** - Qualité de l'eau d'irrigation. Agri-Vision 2003. Mapaq- St-Remi, 10 p.
266. **Yon V., 2004-** Mesure en continue de l'oxygène dissous dans le lac du Bourget (Savoie). Relation avec la production phytoplanctonique. Laboratoire de géochimie des eaux, Paris, 50 p.
267. **Zaugg B., 1987** : Quelques aspects de dynamique des populations, de biologie générale et de biométrie du gardon (*Rutilus rutilus*, L.) dans 4 lacs du plateau suisse. Thèse. Doc., Neuchâtel, 126p.
268. **Zouakh D., 1995-** Etude des macros invertébrées et des poissons de l'oued El-Harrach et de ces affluents appliqués à l'évolution de la qualité des eaux. Mém. Mag. F.S.B, USTHB (Alger), 65p.

# Annexe 1

## Photos du matériel



**Fig1** : Bouteilles de prélèvement



**Fig2** : Piluliers étiqueté



**Fig3** : Tube à essai



**Fig4** : Appareil Multi paramètres



**Fig5** : Pied à coulisse électronique



**Fig6** : ichthyomètre



**Fig7** : Balance électronique ordinaire



**Fig8** : Balance électronique a précision



**Fig9** : Turbidimètre



**Fig10** : Spectrophotomètre à UV



**Fig11** : Dessiccateur



**Fig12** : Etuve



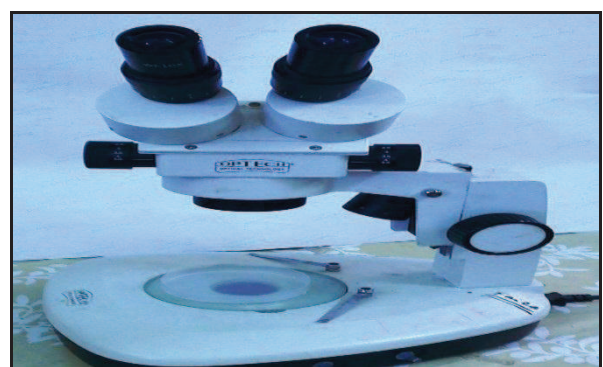
**Fig13** : Agitateur



**Fig14** : Réactifs



**Fig15** : Epuisette



**Fig16** : Loupe binoculaire



**Fig17** : Appareil de titrage (Dosimètre)



**Fig18** : Matériels biologique



**Fig19** : Le filet de pêche à la senne fixe



Annexe 2

Classification et  
normes physico-  
chimique

**1- Tableau des Classes proposées pour le pH (Nisbet et Verneaux, 1970) :**

Composant	Classe	Situation
pH < 5	1	Acidité forte, cours d'eau à substrat acide
5 < pH < 6	2	Acidité moyenne, cours d'eau à substrat acide
6 < pH < 7	3	Acidité faible, cours d'eau à substrat acide
7 < pH < 7.5	4	Neutralité approchée, majorité des eaux piscicoles régions calcaires
7.5 < pH < 8	5	Faible alcalinité
8 < pH < 9	6	Alcalinité moyenne, eau closes
pH > 9	7	Alcalinité forte, eaux peu piscicoles ou valeurs passagères

**2- Tableau des Classes proposées pour la conductivité électrique (Nisbet et Verneaux, 1970) :**

Conductivité électrique (µs / cm)	Classe	Minéralisation
C < 100	1	Très faible
100 < C < 200	2	Faible
200 < C < 333	3	Moyenne
333 < C < 666	4	Moyenne accentuée
666 < C < 1000	5	Importante
C > 1000	6	Elevée

**3- Tableau des Classes proposées pour le pourcentage de saturation en oxygène (Nisbet et Verneaux, 1970) :**

% de saturation en oxygène	Classe	Appréciation
Sat ≥ 90	1	Bonne
70 ≤ Sat < 90	2	Satisfaisante
50 ≤ Sat < 70	3	Douteuse
30 ≤ Sat < 50	4	Critique
10 ≤ Sat < 30	5	Très dangereuse
Sat < 10	6	Létal

**4- Tableau des Classes proposées pour les matières en suspension (Nisbet et Verneaux, 1970) :**

Composant en mg/l	Classe	Situation
MES < 10	1	Très bonne situation
10 < MES < 25	2	Situation normale
25 < MES < 50	3	Bonne situation
50 < MES < 75	4	Bonne situation
75 < MES < 150	5	Situation moyenne
150 < MES < 300	6	Situation médiocre, eaux polluées
300 < MES < 500	7	Rare à l'état naturel. Cour d'eau particulière et zone très polluée. Situation anormale. Productivité piscicole très faible
MES > 500		

**5- Tableau des Classes proposées pour les Chlorures (Nisbet et Verneaux, 1970) :**

Composant (mg/l)	Classe	Situation
Cl <sup>-</sup> < 2	1	Eaux exempte de pollution dans l'ordre du degré croissant de minéralisation
2 < Cl <sup>-</sup> < 5	2	
5 < Cl <sup>-</sup> < 10	3	
10 < Cl <sup>-</sup> < 20	4	Région calcaire
20 < Cl <sup>-</sup> < 50	5	Cours d'eau particulière, teneurs locales et eaux plus ou moins polluées
50 < Cl <sup>-</sup> < 100	6	

**6- Tableau des classes proposées pour l'alcalinité totale (Nisbet et Verneaux, 1970) :**

Composant {T : HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> } (mg/l)	Classe	Situation
T < 25	1	Région à substrat acide, alcalinité excessivement faible, eaux très peu productives
25 < T < 50	2	Substrat acide, alcalinité très faible, eaux douces peu productives
50 < T < 100	3	Alcalinité faible, bordures des massifs cristallins
100 < T < 150	4	Alcalinité moyenne, eaux très productives, régions calcaires
150 < T < 250	5	
250 < T < 350	6	Forte alcalinité, eaux polluées
T > 350	7	Très forte alcalinité, eaux polluées

**7- Tableau des classes proposées pour les Nitrites (Nisbet et Verneaux, 1970) :**

Composant {NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> } (mg/l)	Classe	Situation
{NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> } < 1/100	1	Eaux pures ou auto-épuration active
{NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> } < 1/10	2	Pollution insidieuse, perturbation du cycle de nitrite
qq. {NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> } > 1/10	3	Pollution sensible
{NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> } > 1	4	Etat de pollution critique

**8- Tableau des classes proposées pour les phosphates (Nisbet et Verneaux, 1970) in Arrignon 1982 :**

Composant $\{PO_4^-\}$ en ( $\mu g/l$ )	Classe	Appréciation
$\{PO_4^-\} < 10$	1	Eaux très peu productives, lacs oligotrophes
$10 < \{PO_4^-\} < 50$	2	Eaux peu productives
$50 < \{PO_4^-\} < 150$	3	Productivité moyenne
$150 < \{PO_4^-\} < 300$	4	Forte productivité
$300 < \{PO_4^-\} < 500$	5	Cours d'eau polluées
$\{PO_4^-\} > 500$	6	Eaux notamment polluées ou très eutrophes

**9- Tableau des Classes proposées pour les sulfates (Nisbet et Verneaux, 1970) :**

Composant $\{SO_4^{2-}\}$ ( $mg/l$ )	Classes	Situation
$\{SO_4^{2-}\} < 10$	1	Situation normale
$10 < \{SO_4^{2-}\} < 20$	2	
$20 < \{SO_4^{2-}\} < 40$	3	Situation particulière : Eaux polluées ou séléniteuses
$40 < \{SO_4^{2-}\} < 60$	4	
$60 < \{SO_4^{2-}\} < 120$	5	
$120 < \{SO_4^{2-}\} < 250$	6	Limite de potabilité, eaux très séléniteuses ou fortement polluées

**العنوان:** إيكولوجية سمك البني الجزائري (*Luciobarbus callensis* (Valenciennes, 1842) (الشبوطيات) في واد الحراش وفي روافده (شمال الجزائر).

**الملخص:** دراسة السن والنمو سمك البني الجزائري (*Luciobarbus callensis* (Valenciennes, 1842) في واد الحراش (شمال الجزائر) مع العينات التي تم الحصول عليها بين جوان 2013 وماي 2014. الطول الأقصى المسجل (الطول الكلي) 25.5 سم بالنسبة للإناث و 23.5 سم بالنسبة للذكور. من بين عينات 1000 الأسماك المدروسة فإنها تمثل 7 فئات عمرية (من 0 إلى +6)، والطبقات سن 2+ و 4+ كانت السائدة والتي تمثل نسبة (79.8%) من العدد الكلي. فصيلة *L. callensis* تتكون من 834 أفراد ناضجة (357 إناث و 477 ذكور). نسبة الجنس العامة المحسوبة 1 : 0,74 ( $\chi^2 X^2 = 58.59, P < 0,01$ ). تم احتساب النمو النسبي (علاقة الطول بالوزن) للإناث، ذكور والأسماك الغير الناضجة. وقد لوحظ ان هناك نمو متساوي القياس لكل من الجنسين وكذلك للأسماك الغير الناضجة (القيم ب) تراوحت من 3.021  $\pm$  0.027 (الذكور) إلى 3.070  $\pm$  0.055 (الأسماك الغير الناضجة). المعادلة النظرية فان بارتالانفي للنمو الخطي: للذكور  $Lt = 26,249 [1-e-0,23 (t-0,281)]$  للإناث  $Lt = 23,158 [1-e-0,31 (t-0,213)]$ .

**الكلمات العنوان:** سمك البني الجزائري، تاريخ الحياة، الأنظمة البيئية للواديان، علاقة الطول والوزن، نموذج فان بارتالانفي، مؤشر الغدد التناسلية بالصوما.

**Titre :** Ecologie du barbeau de l'Algérie, *Luciobarbus callensis* (Valenciennes, 1842) (Cyprinidae) dans Oued El-Harrach et de ses affluents (nord de l'Algérie).

**Résumé :** L'âge et la croissance du barbeau algérien, *Luciobarbus callensis* (Valenciennes, 1842), à Oued El-Harrach (Nord de l'Algérie) ont été étudiés avec des échantillons obtenus entre Juin 2013 et mai 2014. La longueur maximale enregistré était de 25,5 cm ( $L_t$  - longueur totale) chez les femelles et de 23,5 cm chez les mâles. Parmi les 1000 spécimens de poissons étudié représentent 7 classes d'âge (à partir de 0+ à 6+), les classes d'âge de 2+ et 4+ était dominante (79,8%). La population de *L. callensis* se compose de 834 individus matures (357 femelles et 477 mâles). Le sex-ratio global calculé est de 1 : 0,74 ( $\chi^2 X^2 = 58.59, P < 0,01$ ). La croissance relative (relations taille-poids) a été calculés pour les femelles, les mâles et les immatures. Une croissance isométrique a été observée pour les deux sexe et les immature avec des pentes (valeurs b) variait de 3.021  $\pm$  0.027 (mâles) à 3.070  $\pm$  0,055 (immatures). L'équation théorique de Von Bertalanffy de la croissance linéaire était :  $L_t = 26,249 [1-e-0,23 (t-0,281)]$  pour les mâles et  $L_t = 23,158 [1-e-0,31 (t-0,213)]$  pour les femelles.

**Mots clés :** Barbeau Algérien, Histoire de la vie, écosystèmes des oueds, relation taille-poids, modèle Von Bertalanffy, le rapport gonado-somatique.

**Title:** Ecology of the Algerian barbel, *Luciobarbus callensis* (Valenciennes, 1842) (Cyprinidae) in El-Harrach River and its effluents (North of Algeria).

**Summary:** The age and growth of Algerian barbel, *Luciobarbus callensis* (Valenciennes, 1842), in El-Harrach River (North of Algeria) were studied in samples taken from catches of local fishermen obtained between June 2013 and May 2014. The maximum length was 25.5 cm (TL - total length) in females and 23.5 cm in males. Among 1000 specimens representing 7 age classes (from 0+ to 6+), fishes of 2+ and 4+ was dominant (79.8 %). The population of *L. callensis* consists of 834 individuals matures (357 females and 477 males). The calculated overall sex ratio is 1:0.74 ( $\chi^2 X^2 = 58.59, P < 0.01$ ). Length-weight relations were calculated for females, males, immature and all specimens. Isometric growth was observed for the both sex and immature with slopes (b values) of the length-weight relationships ranged from 3.021 $\pm$ 0.027 (males) to 3.070 $\pm$ 0.055 (immature). The Von Bertalanffy equation for the theoretical growth in length was:  $L_t = 26.249[1-e-0.23(t-0.281)]$  for males and  $L_t = 23.158[1-e-0.31(t-0.213)]$  for females.

**Key Words:** Algerian barbel, life-history styles, stream ecosystems, length-weight relationship, Von Bertalanffy model, gonad-somatic index.