

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة - الحراش - الجزائر

Ecole Nationale Supérieure Agronomique – EL- Harrach Alger

## THESE

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

**Ecologie du barbeau de l'Algérie, *Luciobarbus callensis*  
(Valenciennes, 1842) (Pisces : Cyprinidae) dans le barrage  
d'EL K'sob (M'Sila).**

**Présenté par : Fateh MIMECHE**

**Soutenue le : 21 Mai 2014**

**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>Co-Directeur de thèse :</b>	<b>M. OLIVA-PATERNA FJ.</b>	<b>Professeur (Univ. Murcia - Espagne)</b>
<b>Examineurs :</b>	<b>M. BELHAMRA M.</b>	<b>Professeur (Univ. Biskra)</b>
	<b>M. SI BACHIR A.</b>	<b>Professeur (Univ. Batna)</b>

**Année Universitaire : 2013-2014**

*A ma femme*

*A mon père*

*A la mémoire de ma mère*

## Avant propos

En terminant ce travail, il m'est un agréable devoir de saluer et de remercier sincèrement tous ceux qui, de près ou de loin, ont permis sa réalisation en apportant une contribution sous une forme ou une autre.

Je voudrais remercier en premier lieu Monsieur Biche Mohamed Professeur au département de Zoologie Agricole et Forestière de l'École Nationale Supérieure Agronomique, pour avoir voulu accepter de diriger ce travail. Sa disponibilité constante associée à son esprit critique, ont largement contribué à l'orientation et à la réalisation du contenu de ce manuscrit. Je lui en garde une profonde gratitude.

Je tiens à remercier Monsieur le Professeur Francisco J. Oliva-Paterna (département de Zoologie et Anthropologie, Université de Murcia, Murcia, l'Espagne) pour m'avoir accepté et accueilli dans son laboratoire. Pour son encadrement de grande qualité, tous les conseils scientifiques, ses compétences en écologie aquatique et surtout pour son soutien et sa confiance de tous les jours. Je lui suis redevable de tout ce qu'il m'a appris pendant mes années de thèse.

J'exprime toute ma profonde gratitude à Monsieur le Professeur Doumandji Salaheddine, du département de Zoologie Agricole et Forestière de l'École Nationale Supérieure Agronomique de m'avoir fait l'honneur de présider le jury de ma thèse. Qu'il me soit permis de lui exprimer ma plus haute considération.

Un remerciement particulier à Messieurs le Professeur Belhamra Mohamed du département d'Agronomie à l'Université de Biskra, le Professeur Si Bachir Abdelkrim du département de Biologie à l'Université de Batna, qui ont bien voulu accepter d'être membres de mon jury et de juger mon travail.

Je voudrais également remercier le Docteur Ana Ruiz-Navarro, chercheur au département de Zoologie et Anthropologie, Université de Murcia, Murcia, Espagne, qui n'a épargné aucun effort pour m'aider à finaliser ce travail. Je la remercie vivement et je lui exprime ma reconnaissance.

Je remercie également le Professeur María del Mar Torralva-Forero, le Professeur Eulalia Clemente-Espinosa et le Dr David Verdiell-Cubedo (département de Zoologie et anthropologie, Université de Murcia)

Je remercie particulièrement Madame le Professeur N. Balkis et Monsieur le Professeur H. Balkis de la Faculté des Sciences, département de Biologie, Université d'Istanbul (Turquie) pour leurs aides scientifiques au niveau du laboratoire d'hydrobiologie (section invertébrés).

Ma profonde gratitude va au Professeur Daoud Youcef pour son soutien moral durant ma formation.

J'adresse aussi mes remerciements à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à ce travail que ce soit par leur participation ou leur encouragement. Merci à Monsieur Sellami M, Monsieur Siafa A, Monsieur Ghelem M. Monsieur Saharaoui L. et Monsieur Mimeche N. Un grand merci pour tous ceux qui ont participé à la réalisation de ce travail.

Je ne saurais oublier de présenter mes remerciements au personnel du Barrage El K'sob (M'Sila): Monsieur L. Ben Athmane, Monsieur A. Zaoui et Monsieur F. Ameur et tous les autres, pour leur amabilité et leur gentillesse.

*Fateh Mimeche*

# SOMMAIRE

	Pages
Introduction .....	1
<b>Chapitre I : Description de <i>Luciobarbus callensis</i></b>	
1-Systématique .....	3
2- Description et morphologie.....	4
3- Régime alimentaire.....	5
4- Reproduction.....	5
5- Répartition.....	6
6- Ecologie.....	6
7- Habitat .....	7
8- Statut juridique .....	7
<b>Chapitre II : Description du barrage El k'sob -M'Sila</b>	
1-Présentation du bassin versant de Oued El k'sob.....	8
1.1- Situation géographique de bassin versant.....	8
1.2- Caractéristiques physiques du bassin versant de Oued El k'sob.....	10
1.3- Réseau hydrographique.....	11
1.4- Topographie.....	11
1.4.1- Relief.....	11
1.4.2- Pente.....	12
1.5- Géologie.....	13
1.6- Géomorphologie.....	13
1.7- Pédologie.....	14
1.8- Végétation de bassin versant de Oued El k'sob.....	15
2- Régime hydrologique.....	16
3- Flore et faune de Oued El K'sob.....	18
3-1- la flore.....	18
3-2-La faune.....	19
<b>Chapitre III : Matériels et méthodes</b>	
I - Etude la qualité des eaux du barrage.....	20
1.1 - Echantillonnage.....	20
1.2 - Mesure physico-chimique de l'eau du barrage.....	20
▪ Mesures in situ .....	20
1.2.1 - Température.....	20
1.2.2 - Le potentiel hydrogène de l'eau (pH).....	21
1.2.3 - La conductivité électrique .....	21

1.2.4 - La salinité.....	21
1.2.5 - L'oxygène.....	21
▪ Au laboratoire.....	21
1.2.6 - Les phosphates (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ).....	21
1.2.7 - Les sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ).....	21
1.2.8 - Les carbonates (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ) .....	21
1.2.9 - Les formes azotées : Nitrite (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ), Nitrate (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), Ammonium total (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	21
1.2.10 - Calcium (Ca <sup>++</sup> ), Magnésium (Mg <sup>++</sup> ), Sodium (Na <sup>+</sup> ) et Chlorure (Cl <sup>-</sup> ).....	21
II - Inventaire du peuplement piscicole.....	21
2.1- Echantillonnage des poissons.....	21
2.2- Indices de diversité.....	22
2.2.1 - Richesse spécifique.....	22
2.2.2 - Abondance relative des espèces.....	22
2.2.3 - Indice de diversité de Schannon H' .....	22
2.3-Indices de structure (Equitabilité de Piélou, 1969).....	23
III - Etude la structure de la population et la croissance.....	24
3.1 - Abondance et sex-ratio de <i>Luciobarbus callensis</i> .....	24
3.2 - Age et structure de la population.....	25
3.3 - Croissance et condition somatique.....	26
IV - Etude du régime alimentaire.....	27
4.1 - Benthos.....	27
4.2 - Analyse de régime alimentaire.....	27
4.3 - Méthodes d'analyse des contenus stomacaux.....	27
4.3.1 - Coefficient de vacuité (CV) .....	27
4.3.2 - Abondance relative (Ar) .....	28
4.3.3 - Coefficient d'occurrence (CO).....	28
4.3.4 - Coefficient volumétrique (IV) .....	28
4.3.5 - Intensité de prédation (IP).....	28
4.3.6 - Indice alimentaire (IA).....	29

## Chapitre IV : Résultats et discussions

I - Qualité des eaux du barrage.....	30
▪ Mesures in situ .....	30
1.1 - Les températures.....	30
1.2 - Le potentiel hydrogène de l'eau (pH).....	32
1.3 - La conductivité électrique.....	32
1.4 - La salinité.....	33
1.5 - L'oxygène .....	34
▪ Au laboratoire.....	35
1.6 - Les phosphates (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ).....	35
1.7 - Les sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ).....	35
1.8 - Les carbonates (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ) .....	36
1.9 - Les formes azotées: Nitrite (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ), Nitrate (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), Ammonium total (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	37

1.10 - Calcium (Ca <sup>++</sup> ), Magnésium (Mg <sup>++</sup> ), Sodium (Na <sup>+</sup> ) et Chlorure (Cl <sup>-</sup> ).....	
II - Le peuplement piscicole.....	38
2.1 - Inventaire de poissons.....	39
2.2 - Indices de diversité.....	39
III - Structure de la population et la croissance.....	39
3.1 - L'abondance et le sex-ratio de <i>Luciobarbus callensis</i> .....	41
3.2 - Age et structure de la population.....	41
3.3 - Croissance et condition somatique .....	44
3.3.1- Croissance saisonnière et annuelle.....	48
3.3.2 - Condition somatique.....	48
IV - Régime alimentaire.....	52
4.1 - Analyse qualitative.....	54
4.2 - Analyse quantitative.....	55
4.2.1 - Activité alimentaire.....	55
4.2.1.1 - Variations de la vacuité en fonction des saisons.....	56
4.2.1.2 - Variations de la vacuité en fonction de la taille.....	56
4.2.2.- Etude du spectre alimentaire.....	57
4.2.2.1 – Abondance relative en nombre .....	58
4.2.2.2 - Coefficient d'occurrence.....	58
4.2.3 – Coefficient volumétrique.....	59
4.2.3.1- suivant les saisons.....	60
4.2.3.2 - suivant la taille.....	60
4.2.4 – Intensité de prédation.....	61
4.2.4.1 - suivant les saisons.....	62
4.2.4.2 - suivant la taille.....	62
4.2.5 - Importance des proies dans le régime alimentaire.....	63
	64
Conclusion générale... ..	
Références bibliographiques .....	67
	70

## Liste des tableaux

	Pages
<b>Tableau 1 :</b> Les caractéristiques physiques du bassin versant de Oued El k'sob .....	11
<b>Tableau 2 :</b> Distribution des pentes du bassin versant de Oued El k'sob.....	13
<b>Tableau 3 :</b> Répartition spatiale de couverture végétale du bassin versant de Oued El k'sob.....	16
<b>Tableau 4 :</b> Liste des espèces de poissons capturés au barrage El K'sob .....	39
<b>Tableau 5 :</b> Richesse totale (S), diversité maximale (H' max), Indice de diversité de Shannon (H') et l'équitabilité de Piélou appliqués aux espèces des poissons capturées au niveau du barrage El K'sob.....	41
<b>Tableau 6 :</b> La structure d'âge (pourcentage dans chaque classe d'âge) dans l'échantillonnage saisonnier de la population étudiée. Longueur à la fourche pour les captures totales dans chaque classe d'âge est incorporé (n est le nombre de poissons avec une lecture de l'échelle claire, m et f indiquent les mâles et les femelles, respectivement; LF est longueur à la fourche (moyenne $\pm$ 95% CL dans les échantillons de plus de 3 spécimens).....	46
<b>Tableau 7 :</b> Longueur total maximum et classe d'âge observé dans des études sur <i>Luciobarbus callensis</i> par d'autres auteurs (* données en longueur à la fourche; m et f indiquent respectivement les mâles et les femelles).....	47
<b>Tableau 8 :</b> Le rythme de croissance saisonnière et annuelle en (%) de la longueur à la fourche (CLF) et poids éviscéré (CPE) de plusieurs cohortes établies pour la population étudiée. Seuls les taux de croissance avec des différences significatives dans les valeurs moyennes ( $p < 0,05$ ) entre les saisons de la même cohorte et entre cohortes sont présentées (ns est des différences non significatives du taux de croissance).....	50
<b>Tableau 9:</b> Les différentes proies identifiées dans les contenus stomacaux du Barbeau.....	55
<b>Tableau 10 :</b> Coefficient d'occurrence globale et saisonnière des proies ingérées par le Barbeau.....	59
<b>Tableau 11 :</b> Indice alimentaire chez <i>Luciobarbus callensis</i> .....	65

## Liste des figures

	Pages
<b>Figure 1 :</b> <i>Luciobarbus callensis</i> , adulte.....	4
<b>Figure 2 :</b> Barrage El k'sob (M'Sila).....	9
<b>Figure 3:</b> Carte de bassin versant de Oued El k'sob.....	10
<b>Figure 4 :</b> Carte de pente du bassin versant de Oued El k'sob .....	12
<b>Figure 5 :</b> Carte pédologique de bassin versant de Oued El k'sob .....	15
<b>Figure 6 :</b> Variation mensuel de précipitation et de volume de l'eau du barrage d'El K'sob entre Septembre 2010 et Aout 2011.....	17
<b>Figure 7 :</b> Bilan hydrologique mensuel du barrage d'El K'sob entre Septembre 2010 et Aout 2011....	18
<b>Figure 8a:</b> Mensurations réalisées sur l'écaille .....	25
<b>Figure 8b:</b> Schéma d'écaille et leur strie d'ornementation de <i>L. callensis</i> .....	25
<b>Figure 9 :</b> Température de l'air et de l'eau dans le barrage El K'sob entre septembre 2010 et aout 2011.....	31
<b>Figure 10 :</b> Relevés du pH de l'eau dans le barrage El K'sob entre septembre 2010 et aout 2011.....	32
<b>Figure 11 :</b> Fluctuations de la conductivité électrique de l'eau dans le barrage El K'sob entre septembre 2010 et aout 2011.....	33
<b>Figure 12 :</b> Fluctuations de la salinité de l'eau dans le barrage entre septembre 2010 et aout 2011.....	33
<b>Figure 13 :</b> Variations de l'oxygène de l'eau dans le barrage entre septembre 2010 et aout 2011.....	34
<b>Figure 14 :</b> Variations des phosphates de l'eau dans le barrage entre septembre 2010 et aout 2011.....	35
<b>Figure 15 :</b> Variations des sulfates de l'eau dans le barrage entre septembre 2010 et aout 2011.....	36
<b>Figure 16 :</b> Fluctuations des carbonates de l'eau dans le barrage entre septembre 2010 et aout 2011...	37
<b>Figure 17 :</b> Fluctuations de nitrite, nitrate et ammonium total de l'eau dans le barrage entre septembre 2010 et aout 2011.....	37
<b>Figure 18 :</b> Variations des Calcium, Magnésium, Sodium et Chlorure de l'eau dans le barrage entre septembre 2010 et aout 2011.....	38
<b>Figure 19 :</b> Abondances relatives en nombre des espèces capturées au niveau du barrage El K'sob....	40
<b>Figure 20 :</b> Capture par unité d'effort (CPUE) de <i>Luciobarbus callensis</i> dans le barrage d'El K'sob. Capture par mois (a) et les saisons (b) avec l'ensemble de données des sex-ratios mâles: femelles entre parenthèses (Chi statistiques carrés inclus).....	43
<b>Figure 21 :</b> Classes d'âge des mâles (barres blanches) et les femelles (barres noires) capturés dans le barrage El K'sob pendant la période d'étude. ....	45
<b>Figure 22 :</b> Distributions de fréquence des longueurs (LF) des mâles et des femelles des spécimens capturés dans chaque saison dans le barrage El K'sob pendant la période d'étude.....	48
<b>Figure 23 :</b> Les variations temporels de condition somatique de la population <i>Luciobarbus callensis</i> situé dans le barrage El K'sob. Les valeurs des données pour les échantillons de cinq ou plus de poissons (moyenne $\pm$ 95% CL), les mâles de carrés blancs et les femelles en noir. Sépare des phases établies dans le cycle annuel par des barres : phase I (barres noires), la phase II (barres grises) et de phase III (barres blanches).....	53
<b>Figure 24 :</b> Variations du coefficient de vacuité en fonction des saisons chez le Barbeau .....	56
<b>Figure 25 :</b> Variations du coefficient de vacuité en fonction de la taille chez le Barbeau.....	57
<b>Figure 26:</b> Abondances relatives globales des différentes proies ingérées par <i>L.callensis</i> .....	58
<b>Figure 27a :</b> Variations de Coefficient volumétrique en fonction des saisons chez <i>L.callensis</i> .....	61
<b>Figure 27b:</b> Variations de Coefficient volumétrique en fonction de la taille chez <i>L.callensis</i> .....	62
<b>Figure 28a :</b> Intensité de prédation en fonction des saisons chez <i>L.callensis</i> .....	63
<b>Figure 28b:</b> Intensité de prédation en fonction de la taille chez <i>L. callensis</i> .....	64

## Introduction

L'information de base sur la stratégie de la vie est essentielle pour l'étude et l'analyse de la performance de la population de poissons et donc à la fois l'écologie théorique et la gestion des pêches (Wootton, 1998).

Par ailleurs, l'étude des traits biologiques est une dimension importante de la description de l'espèce qui est essentielle pour apprécier le rôle de la biodiversité dans le fonctionnement des écosystèmes (Boero, 2011).

Dans le cas des poissons indigènes, il existe un besoin général d'accroître la connaissance de leurs caractéristiques biologiques comme un outil indispensable pour les programmes de conservation (Cooke *et al.*, 2012). En l'absence de ces informations, ce qui est très commun dans des domaines tels que l'Afrique du Nord, il est très difficile d'évaluer avec précision l'état des espèces, et de prendre des décisions de gestions appropriées.

En terme biogéographique, l'écorégion de Maghreb a une affinité plus étroite avec la partie méditerranéenne du royaume Paléarctique qu'avec le reste de l'Afrique (Lévêque *et al.*, 2008). Il est principalement caractérisé par une faible richesse de poissons d'eau douce, mais abrite une intéressante diversité des espèces de cyprinidés.

En outre, les cyprinidés est la famille la plus grande avec un nombre d'espèces bien utilisées dans cette écorégion, y compris les espèces endémiques où 50% au moins sont connus pour être de valeur socio-économique (Juffe-Bignoli et Darwall, 2012). Les barbeaux sont le groupe le plus commun dans la région qui représente plus de 20% du nombre total des poissons et environ 60% du total des espèces endémiques (Doadrio *et al.*, 1994; Azeroual *et al.*, 2000; Lévêque *et al.*, 2008; García *et al.*, 2010; Kara, 2012).

Un exemple est l'espèce cible, le barbeau de l'Algérie, qui est un endémisme communément présent dans les systèmes aquatiques en provenance de Tunisie et de l'Algérie (Bacha et Amara, 2007; Djemali *et al.*, 2009; Kara, 2012; Ould-Rouis *et al.*, 2012), où, bien que n'étant pas une source primaire de nourriture, il représente une source importante de protéines pour les populations des communautés rurales.

La répartition de *Barbus* sensu stricto dans la région circum-méditerranéenne 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.

Malgré la grande distribution et de la valeur pour le genre de barbeau de l'Algérie, il n'y a que peu de travaux sur ses relations phylogénétiques, le cycle de reproduction et de plusieurs caractéristiques écologiques (Kraïem et Pattee, 1988; Berrebi *et al.*, 1995; Kraïem, 1996 et 1997; Doadrio *et al.*, 1998; Aberkane et Iguer-Ouada 2011 et Ould-Rouis *et al.*, 2012). Peu de données sur l'âge et la croissance de cette espèce ont été disponibles (Kraïem *et al.*, 1986; Bouhbouh, 2002 et Ould-Rouis *et al.*, 2012) et l'information sur la biologie de la population est actuellement rare.

Nous avons supposé que la population de *Luciobarbus callensis* pourrait utiliser ce nouveau système créé par l'homme (lac artificiel), moyennant une adaptation biologique dans les systèmes limniques, la compréhension de la biologie de ce système aquatique peut fournir des outils importants pour les programmes de conservation.

Les objectifs de l'étude est de fournir des informations sur l'écologie de cette espèce, de réaliser une analyse biométrique (structure d'âge, taille, croissance, condition somatique...), d'étudier le régime alimentaire entre les périodes saisonnières, ainsi que d'estimer l'effet de l'environnement sur le trait de croissance dans un lac artificiel (barrage El K'sob) située dans une région au sud de son aire de répartition habituelle avec une variation annuelle importante de la température de l'eau et du volume.

# Chapitre I : Description de *Luciobarbus callensis*

## 1 - Systématique

Le genre de *Luciobarbus* a été considéré pendant longtemps comme un sous-genre des barbeaux paléarctique occidentaux distinctes du sous-genre *Luciobarbus*, qui se produit dans la péninsule ibérique, le sud de la Grèce et l'Afrique du Nord-Ouest (le Maghreb) (Machordom et Doadrio, 2001, Berrebi et Tsigenopoulos, 2002 et Gante, 2011).

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, basé 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 (Fig.1) est la suivante :

Phylum	: Cordés
Classe	: Ostéichthyens
Sous classe	: Actinoptérygiens
Infra classe	: Téléostéens
Ordre	: Cypriniformes
Sous ordre	: Cyprinoidés
Famille	: Cyprinidés
Genre	: <i>Luciobarbus</i>
Espèce	: <i>Luciobarbus callensis</i> (Valenciennes, 1842)



**Figure 1 :** *Luciobarbus callensis*, adulte

## **2 - Description et morphologie**

La biologie entre les genres *Barbus* et *Luciobarbus* n'est pas claire (Gante 2011). Ils sont en accord avec des signes morphologiques précédents (Doadrio, 1990).

*Luciobarbus callensis*, est une espèce à quatre barbillons, de forme très effilées et un museau assez allongée. Au dessus du front, nous observons une dépression caractéristique (Kraïem, 1994).

La dorsale commence au milieu de la distance occiput-caudal. Son bord supérieur est droit ou convexe. Les pectorales débutent juste sous le premier rayon de la dorsale et n'atteignent pas le ventre. La caudale est fourchue avec des lobes égaux et pointus, la partie dorsale est colorée en brun ou gris (Le Berre, 1989).

Les dents pharyngiennes sont courtes et grosses. Les écailles, à stries concentriques, sont au nombre de 40-46 sur la longueur et de 13 sur la hauteur. La couleur du corps est brun-jaunâtre à éclat métallique et le ventre argenté (Kraïem, 1994).

### **3 - Régime alimentaire**

Le barbeau est un poisson benthique, il possède une bouche en position ventrale et deux paires de barbillons qui sont des organes sensoriels tactiles et gustatifs, utilisés pour la recherche de la nourriture au fond des cours d'eau ou des lacs et lacs réservoirs (Kraïem, 1980).

Le régime alimentaire du barbeau est varié à tendance planctophage et micro-benthophage au stade juvénile et benthophage et omnivore à l'état adulte. Il peut s'alimenter à tous les niveaux trophiques (débris végétaux, algues, vers, mollusques, larves d'insectes, voire œufs et alevins d'autres poissons) bien que la composante essentielle de son alimentation soit constituée de larves d'insectes (Kraïem, 1980).

Le mode de préhension de la nourriture des barbeaux dans les espaces aquatiques est le ramassage et le raclage (Grandmottet, 1983).

### **4 - Reproduction**

En général, le barbeau acquiert sa maturité à la 3<sup>ème</sup> année. Selon Philippart (1977), cette maturité est précoce chez le mâle, de l'ordre de deux ans alors qu'elle est beaucoup plus tardive chez la femelle (en moyenne 7-8 ans).

Les sites de reproduction sont essentiellement des plages de graviers peu profondes de moins de 30 cm (Keckeis *et al.*, 1996).

La reproduction a lieu en mai-juin. Elle commence par une parade nuptiale assez complexe comportant une phase préparatoire où mâles et femelles effectuent des nages par paires ; puis par un accolement aux flancs des femelles lors de la libération des ovules. Pour cela, la femelle creuse sous les graviers, se redresse et introduit sa papille génitale pour enfouir ses œufs. Les mâles émettent alors leur sperme 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). En 1993, Baras *et al.*, ont observé un frayage extrêmement précoce (28-30 avril) chez les barbeaux de l'Ourthe (Belgique) sans doute, en raison des conditions météorologiques exceptionnelles.

La ponte d'une femelle correspond à l'émission de plusieurs milliers d'œufs. La survie des alevins de cette espèce qui n'apporte de soins ni aux œufs ni aux alevins, dépend principalement du choix du site et de la période de ponte (Lepichon, 2006).

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).

## **5 - Répartition**

Le barbeau d'Algérie vit dans les eaux douces, tel que les lacs, les oueds, les barrages et les gueltas. C'est une espèce caractéristique de l'Afrique du nord où elle est très bien représentée aussi bien en Algérie, au Maroc qu'en Tunisie. Son nom provient de l'origine du premier spécimen décrit, à savoir le lac Calle (El-Tarf, Algérie) (Djemali, 2005). Cette espèce colonise aussi bien les retenues de barrage que les cours d'eaux.

## **6 - Ecologie**

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). Il se déplace généralement dans le fond où il trouve abris et nourriture. Il a un comportement à tendance grégaire. 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).

## **7 - Habitat**

Les individus âgés montrent des patrons journaliers d'activités corrélés avec l'utilisation d'habitat de repos pendant la journée et habitat d'alimentation à l'aurore et au crépuscule (Baras, 1992 et 1997). Les alevins utilisent l'habitat quotidien de manière semblable pendant la première année.

## **8 - Statut juridique**

*L.callensis* est abondamment présent dans les barrages 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 mesurées 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.

## **Chapitre II : Description du barrage**

### **El k'sob -M'Sila**

Le barrage du EL k'sob (Fig.2) fait partie du territoire de la wilaya de M'Sila, il est localisé dans la partie Sud du bassin versant de Oued El K'sob, à 15 km au Nord de la ville de M'Sila et à 40 km au Sud de ville de Bordj Bou Arreridj - au lieu dit Hammam entre les monts de Kef El Ouerad et Djebel El Groun.

Le barrage d'El k'sob est inscrit au registre mondial des grands barrages (Mimoune, 1995) et est actuellement envasé à 70% suite à l'érosion intense dans le bassin versant (Remini et Hallouche, 2005). Le barrage desservait par l'intermédiaire d'une canalisation à ciel ouvert un périmètre de 13000 ha, d'une capacité de 30 hm<sup>3</sup> et une profondeur de 47 m.

Les caractéristiques techniques du barrage sont les suivantes:

- Barrage à voûtes multiples en béton armé ;
- Début des travaux 1933, achèvement 1939 ;
- Hauteur au dessus du talweg : 32 mètres ;
- Longueur du couronnement : 254 mètres ;
- 2 galeries d'évacuation des crues.

En 1975; les travaux de surélévation du barrage ont commencé une quinzaine de mètres et permettra au barrage de retrouver les dimensions initiales prévues (Mimoune, 1995).

#### **1 - Présentation du bassin versant de Oued El K'sob**

##### **1.1 - Situation géographique de bassin versant**

Le bassin versant de Oued El k'sob (Fig.3) situe aux confins Nord de grand bassin de Hodna. Il constitue la partie Ouest des hautes plaines constantinoises ; représentant un trait d'union entre le Telle et les monts du Hodna.

- Au Nord, sa limite est constituée par la ligne des partages des eaux entre le bassin du Soummam et le Chotte d'El-Hodna jusqu'au Djebel Mourissane puis jusqu'au sommet de Teniet Ben Azrag sur le Djebel Tarchett. Cette limite continue vers le Nord-Ouest jusqu'au sommet de Djebel Manssorah.

- Au Sud est constituée par les monts de Honda matérialisés par la ligne de crête Ouest-Est de Djebel Maàdid.
- A l'Est, s'étend de Djebel Safiet El Hamra jusqu'à L'Elalleche en prenant la direction Nord-Ouest à Dràa Ouled Dehleb, passant par Bir Aissa.
- A l'Ouest sa limite est Nord -Sud de Djebel Manssorah jusqu'au niveau du barrage d'El k'sob.

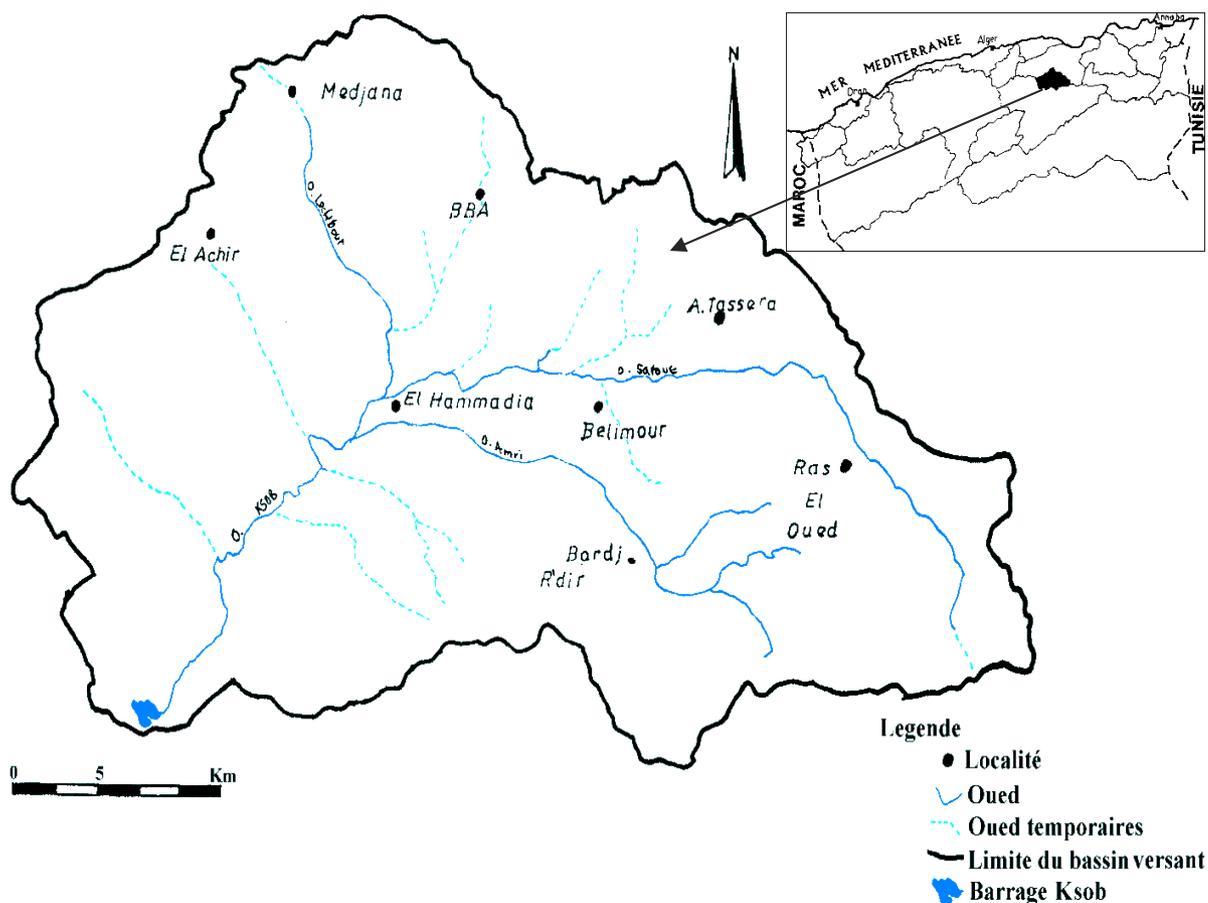
Géographiquement elle est comprise :

- Entre les parallèles :  $35^{\circ} 53' 9''$  et  $35^{\circ} 58' 5''$  de latitude Nord.
- Entre les méridiens :  $4^{\circ} 35' 3''$  et  $4^{\circ} 42' 33''$  de longitude Est

Selon le découpage administratif du 04 Février 1984, le bassin versant de Oued El K'sob se situe à 97,7 % en superficie dans la wilaya de Bordj Bou Arréridj (B.B.Arréridj, Medjana, Hasnaoua, El K'sob, El Euch, Rabta, Hammadia, Belimour, Bordj Ghdid, Ras El Oued, El Annasser, Ouled Braham) et à 1,3 % et 1 % en superficie, respectivement dans les wilayas de Sétif (Ain Oulmène) et M'Sila.



**Figure 2** : Barrage El k'sob (M'Sila)



Nemouchi, 2001

**Figure 3 :** Carte de bassin versant de Oued El k'sob

Le bassin est subdivisé en 8 sous bassins dont les plus hiérarchisés sont ceux des Oueds de Ras El Oued, Bordj El R'dir, Soulit et Rabta. Les sous bassins restants ne reçoivent que les affluents non hiérarchisés surtout entre Medjez et le barrage El K'sob.

Le bassin versant de Oued El K'sob est situé sur les versants Sud des monts du Hodna et ses eaux s'écoulent vers le Chott Hodna qui est un lac endoréique, c'est-à-dire dépourvu d'exutoire. En raison de la présence des villes de Sétif et Bou Arreridj sur leur territoire, l'accès de ces deux bassins versants est facilité par les autoroutes N5, N28 et N45.

## 1.2 - Caractéristiques physiques du bassin versant de Oued El k'sob

Les caractéristiques physiques du bassin versant sont tirées de la monographie des grands barrages (Tab.1):

**Tableau 1** : Les caractéristiques physiques du bassin versant de Oued El k'sob.

<b>Caractéristiques</b>	<b>valeur donnée</b>
Surface de BV	1494,5 km <sup>2</sup>
Périmètre de BV	180 km
Longueur de Talweg principal	83 km
Coefficient de compacité de graveleuse	1,3
Altitude maximale	1585 m
Altitude minimale	590 m
Altitude moyenne	1070 m
L'altitude de sommet principal; Djebel Nechar	1885 m
L'altitude de sommet principal; Safiet El Hamra	1789 m

BV : bassin versant

Source: (Benkadja et al., 2012).

### **1.3 - Réseau hydrographique**

L'Oued El K'sob résulte de la jonction de deux cours d'eau qui sont Oued Soulite et Oued Beyata prend d'abord une direction Nord-Est / Sud-Ouest jusqu'au barrage d'El k'sob, le lit d'Oued est large de 15 m en moyenne et le régime d'écoulement de Oued El K'sob est endoréique (Fig.2). Les principaux affluents sont :

- Oued Toubou venant de la partie Nord-Ouest.
- Oued Rabta venant de la partie Sud-Est.
- Oued Rhafistane du Sud-Est.
- Oued Mezroug du Nord-Ouest.

Oued El K'sob avant l'entrée dans le barrage à une abondance annuelle moyenne de 60 millions de m<sup>3</sup> soit un débit spécifique de 1,51/s/km<sup>2</sup> soit un coefficient d'écoulement moyen de 11%. La densité moyenne du réseau hydrographique y est extrêmement forte (5,45 km/km<sup>2</sup>), cette zone est située surtout près du barrage (Tatar, 1985).

### **1.4 - Topographie**

#### **1.4.1 - Relief**

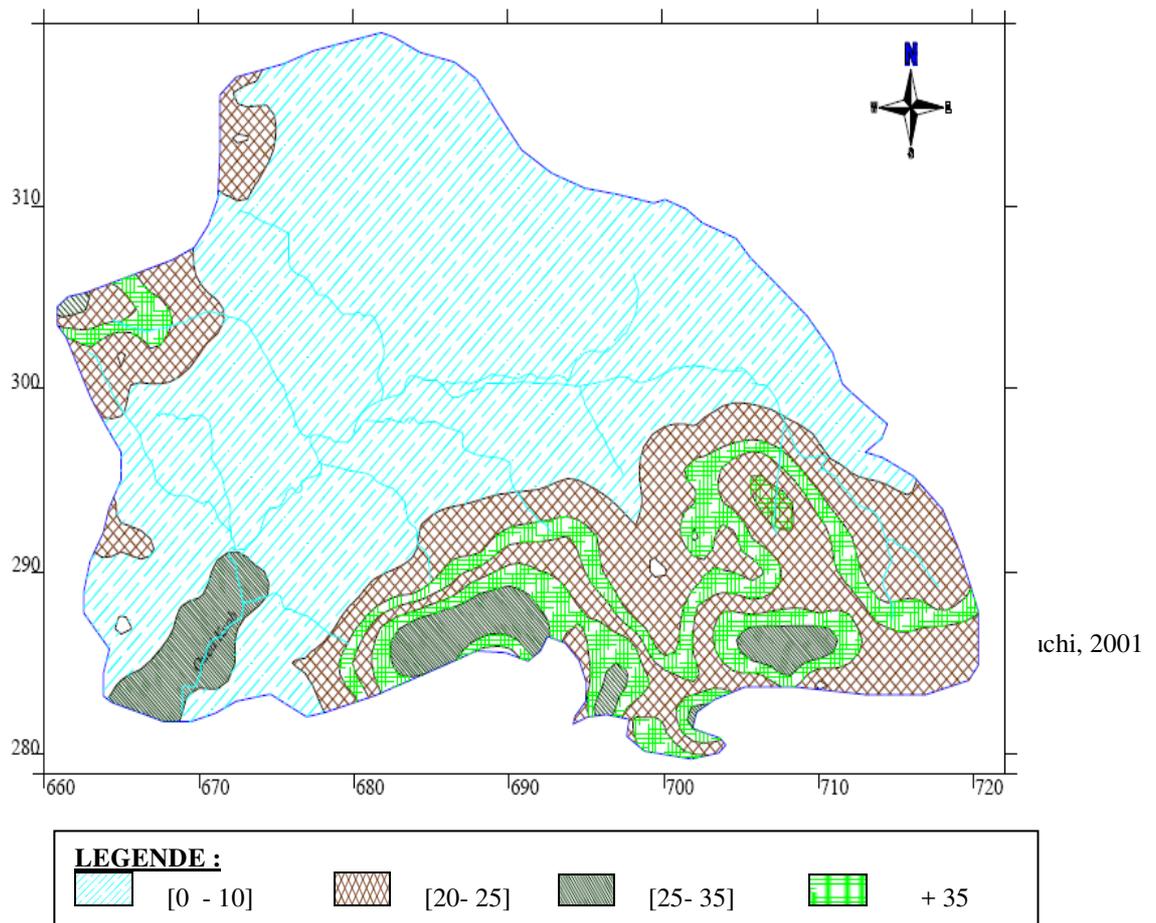
La région d'étude est composée de deux ensembles structuraux bien distincts:

- La chaîne montagneuse du Hodna au Sud.
- Les plaines et plateaux au Nord.

Cette structure est plissée au Sud, faillée au Nord. Le point culminant dans notre zone d'étude est 800 m au Zrazria, et le plus bas est 613 m au niveau de barrage El K'sob (Tatar, 1985).

### 1.4.2 - Pente

La figure 4 et le tableau 2, montrent que 51,4% des terres dans le bassin versant ont une pente faible à modérée (0 - 10 %), et 34,4 % des zones ont des pentes élevées (10 à 20%). La pente moyenne du bassin versant de Oued El K'sob est de 14% (Nemouchi, 2001, Benkadja *et al.*, 2012). Longueur du cours d'eau principal du bassin versant est de l'ordre 83 km.



**Figure 4:** Carte de pente du bassin versant de Oued El k'sob.

**Tableau 2 :** Distribution des pentes du bassin versant de Oued El k'sob

<b>Classe de pente %</b>	<b>Surface en Km<sup>2</sup></b>	<b>Surface en %</b>
<b>0-5</b>	491	33,2
<b>5-10</b>	270	18,2
<b>10-15</b>	241	16,2
<b>15-25</b>	261	17,6
<b>&gt; 25</b>	220	14,8

### **1.5 - Géologie**

D'après Benkadja *et al.*, (2012) l'analyse de la distribution géologique présente deux zones:

- La zone 1 est formée par des formations lithologiques, qui sont Continué soumis à l'érosion mécanique. Cette zone est localise au Nord et au centre du bassin (alluvions quaternaires et terrasses, les argiles, marnes et de grès du Miocène).
- La zone 2 est une zone formée par les formations dures (calcaire et dolomie) et est situé dans la partie sud du bassin.

### **1.6 - Géomorphologie**

Le bassin versant de l'Oued El K'sob se présente sous forme de cuvette à demi fermé, encadré par une ligne de relief relativement élevée, constituée au Nord par les monts de Medjana à l'Ouest par les massif de Djebel Mansoura et au Sud par les monts du Hodna (Tatar, 1985). Ces reliefs sont composés de:

- **Les plaines** : occupant (31%) situées dans sa partie centre Est et Sud Est. (comprise entre 800 à 1000m).
- **Les piémonts** : occupant (28%) ce sont des glacis qui forment le record entre la pleine et le relief (100 à 1200m). Avec une pente de 3 à 12,5%
- **Les plateaux**: occupant (22%) ce sont des plates formes, situées en contre bas et en bordure des montagnes.
- **Les montagnes** : moyennes montagne occupent 6 % situé à l'Ouest de bassin versant, altitude (1000 à 1400 m)
- **Hautes montagnes** : occupent 13 %, située au sud de bassin versant et correspond au Mont de Hodna (altitude 1500 à 1885 m) avec une pente de plus de 45%

## 1.7 - Pédologie

Suivant la classification des sols fournie par l'agence nationale des ressources hydrauliques (A.N.R.H) in Tatar (1985), les sols de notre région d'étude ont été divisés en deux classes fondamentales (Fig.5).

### **Première classe :**

Ce sont des sols peu évoluée, sous-classe des sols d'origine climatique, groupe des sols gris subdésertique. Ces sols sont caractérisés par :

- Un profil du type AC.
- Une teneur en matière organique très légère.
- Une structure granuleuse ou polyédrique.
- Une conductivité inférieure à  $4\mu\text{s}/\text{cm}$  dans l'ensemble du profil.
- Abondance de carbone et de calcium le long du profil.

### **Deuxième classe :**

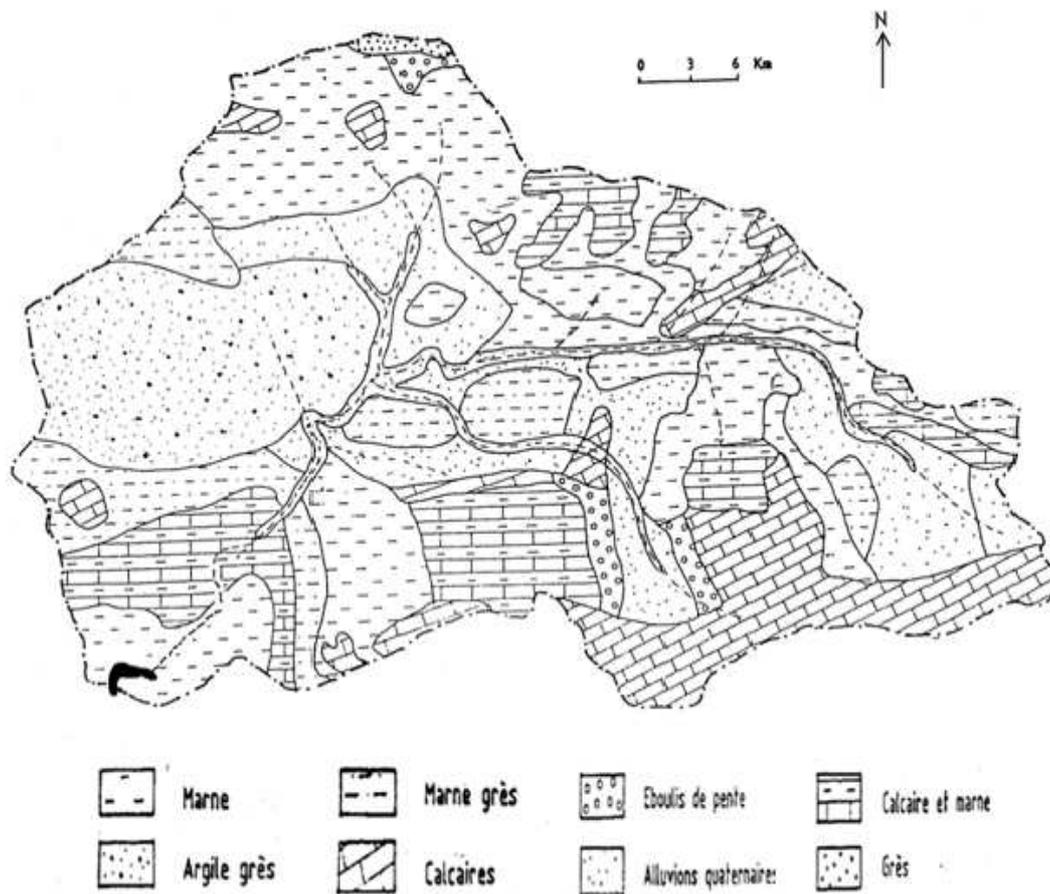
Ce sont des sols halomorphes, sous-classe des sols à structure non dégradée. Ces sols sont caractérisés par :

- Un profil peu évoluée, du type AC.
- Une structure généralement polyédrique.
- Une conductivité supérieure à  $4\mu\text{s}/\text{cm}$ .
- Une quantité de carbone de calcium.
- Un pH autour de 8 et souvent plus élevée.

Ces sols généralement de grand intérêt agricole jouent un rôle économique important. Leur régime hydraulique très particulier à leurs confère des propriétés spéciales. La composition du matériau transporté est excrément variable, suivant les conditions géomorphologiques et géologique des régions transverses.

Ces sols sont formés au dépend d'un matériau apporté par l'eau. Il présente en général une nappe phréatique à forte oxydation. Ils sont caractérisés par une structure massive, une texture hétérogène, une grande porosité, une bonne aération superficielle et d'importante quantité de matière organique. Les sols alluviaux peuvent être calcaires ou acides, sableux, vice caillouteux; limoneux ou encore argileux. Sur un niveau plus élevé,

nous avons, le long du réseau hydrique des terrasses plus ou moins encroûtées, leur étendue dépend de l'activité passé et actuelle des Oueds.



Nemouchi, 2001 (Modifiée)

**Figure 5 :** Carte pédologique de bassin versant de Oued El k'sob

### 1.8 - Végétation de bassin versant de Oued El k'sob

D'après Martinez *et al.*, (2011 in Benkadja *et al.*, 2012), l'utilisation des terres du bassin de Oued El K'sob selon l'image satellite Landsat de 2006, montre que la végétation se compose principalement de céréales saisonniers, qui occupent presque tout le bassin (55%). Les terres agricoles réservées aux céréales s'étendent principalement sur les plaines de Ras El Oued, Bordj Ghdir, Bordj Bou Arreridj, El Achir, et Medjana (Tab. 3).

Les forêts représentent environ 10 % et sont localisées principalement sur certains terrains et la plus massive dans la partie sud du bassin. Plusieurs programmes de reboisement sont mis en œuvre dans le cadre de la restauration et de la protection du sol du périmètre du barrage El K'sob.

Les surfaces nues ou des zones mal protégées ne représentent qu'environ 20 % car les parcours sont très limités et les conditions de pédoclimatiques (pente et l'épaisseur du sol, les précipitations et les températures) sont toujours favorables aux cultures céréalières traditionnelles.

**Tableau 3 :** Répartition spatiale de couverture végétale du bassin versant de Oued El k'sob

Type de végétation	Superficies Km <sup>2</sup>	%
Surfaces incomplètement protégées (Céréales, Arboriculture).	724	55
Surfaces bien protégées (Forets).	131	10
Surfaces mal protégées (terrains nus).	262	20

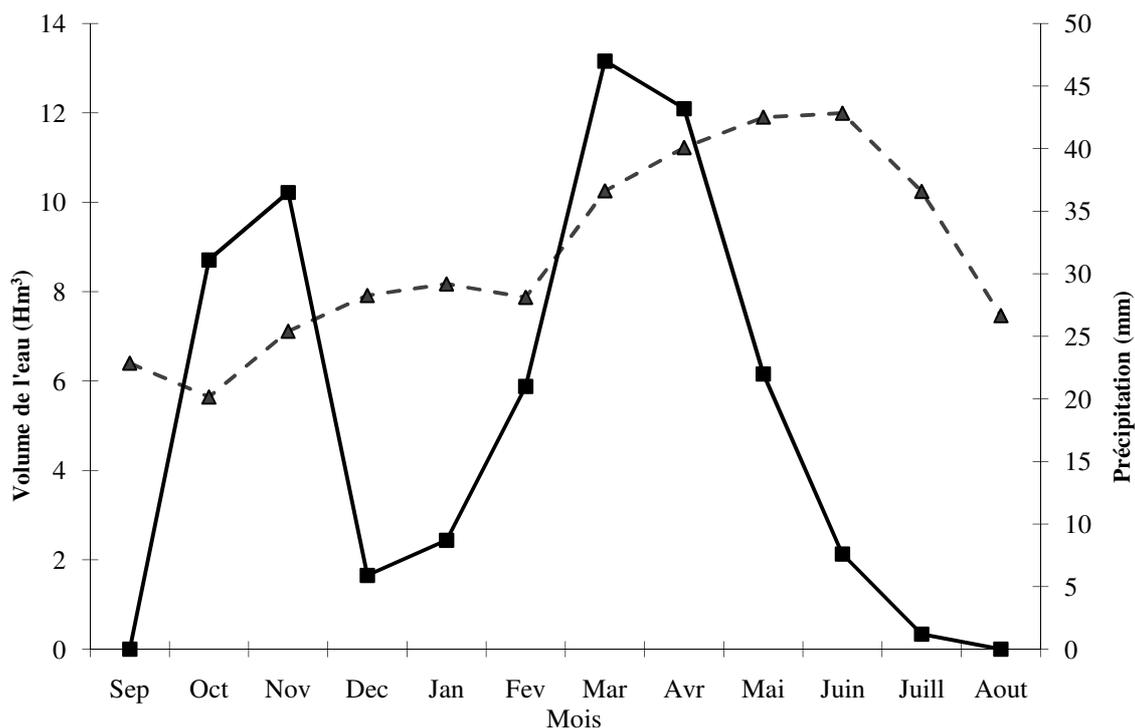
## 2 - Régime hydrologique

Les régimes hydrologiques des systèmes fluviaux du bassin versant Oued El K'sob sont caractérisées par une grande variabilité spatiale et temporelle. Oued El K'sob, qui est le chargeur et le pivot de l'activité agricole dans la région (Bahlouli *et al.*, 2012).

L'envasement progressif du réservoir est un phénomène problématique en raison de la diminution résultant en sa qualité de l'eau pose la question de l'efficacité. La capacité maximale du réservoir permet actuellement moins de 25 hm<sup>3</sup> du volume d'eau régularisés (surface 230 ha) (Benkadja *et al.*, 2012).

L'analyse de la courbe des variations de précipitations, sur une période de 12 mois, montre que le mois le plus pluvieux est le mois de mars (47 mm) (Fig. 6), alors que les mois les plus sec sont le mois de septembre 2010 et aout 2011, avec une absence totale de précipitation.

La pluviométrie moyenne annuelle est d'environ 340 mm (période 1973-2010) (Benkadja *et al.*, 2012).



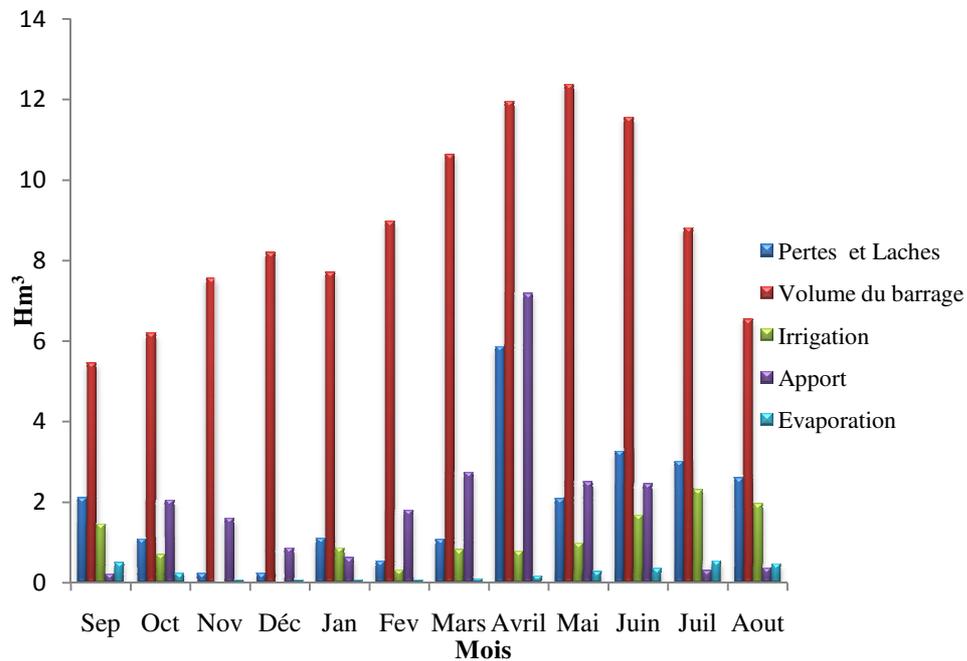
**Figure 6:** Variation mensuelle de précipitation et de volume de l'eau du barrage d'El K'sob entre Septembre 2010 et Aout 2011 (— Précipitation, - - - volume de l'eau)

L'Oued El K'sob avant l'entrée dans le barrage à une abondance annuelle moyenne de 60 millions de  $m^3$  soit un débit spécifique de  $1,51/s/km^2$  soit un coefficient d'écoulement moyen de 11%. La densité moyenne du réseau hydrographique y est extrêmement forte ( $5,45 km/km^2$ ), cette zone située surtout près du barrage (Tatar, 1985). Benkadja *et al.*, (2012) ont noté une décharge d'eau annuelle moyenne de  $0,89 m^3/s$ , enregistrés pour la période 1973-2010.

Les résultats repris dans la figure 7 montrent que plus de 50 % des apports sont concentrés entre le mois de mars et celui de juin. Le volume stocké dans la retenue a enregistré une rapide augmentation au mois de mai 2011, liée à une bonne pluviométrie au cours de cette période, puis une diminution progressive, passant de  $12,373 Hm^3$  à  $6,546 Hm^3$  en aout 2011, cette réduction en volume liée au trois facteurs :

- l'irrigation avec un taux total de  $11,851 Hm^3$  durant la période d'étude, et le maximum enregistré au mois de juillet ( $2,307 Hm^3$ );
- L'évaporation durant la période estivale dépasse les  $1,87 Hm^3$ ;

- Les pertes et lâches présentent un taux dépassent les 40% au mois d'avril



**Figure 7 :** Bilan hydrologique mensuel du barrage d'El K'sob entre Septembre 2010 et Aout 2011

### 3 - Flore et faune de Oued El K'sob

#### 3.1 - la flore

Les plantes aquatiques jouent un rôle important dans l'écosystème de l'Oued El K'sob. Elles oxygènent l'eau et procurent la nourriture et l'abri à toutes sortes d'animaux. L'inventaire de la flore d'Oued El K'sob à différents stations compte environ 77 espèces, appartiennent à 40 familles, 40% de ces espèces sont aquatiques, qui explique que l'Oued est modérément diversifiée sur ce plan floristique. (Tatar, 1985).

Les bordures de l'Oued El K'sob, comportent tout le long une végétation arborée et arbustive éparses. La végétation arborée est présentée par : *Populus alba* Linnaeus 1753, *P. nigra* Linnaeus 1753 et *Eucalyptus sp.* La végétation arbustive remarquable est constituée d'un groupement plus ou moins homogène, à *Tamarix gallica* Linnaeus 1753 et *Nerium oleander* Linnaeus 1753. Cette ripisylve colonise la majeure partie de l'Oued El K'sob et possède un cortège floristique relativement varié. Une troisième formation, composée de plantes immergées et sub-immersées caractérisée surtout de ; *Veronica anagallis-aquatica*

Linnaeus 1753, *Rumex sp*, *Cotula coronopifolia* Linnaeus 1753, *Carex sp* et *Phragmites communis* (Cav.) Trin. Ex Steud 1841. Les plantes aquatiques se développent surtout dans les sites où le fond de l'Oued présent une pente très graduelle. On observe, aussi une plus grande diversité de plantes dans les endroits où le débit de l'eau est lent (Tatar, 1985).

### **3.2 - La faune**

La diversité de milieux implique la présence de nombreuses espèces animales. Sur un tronçon de l'Oued le long d'une dizaine de kilomètres et au fonctionnement relativement préservé, il est ainsi possible de rencontrer : des Mammifères, des Oiseaux aquatiques (Bensaci *et al.*, 2010), des Batraciens (Annexe 1).

## Chapitre III : Matériels et méthodes

### I - Etude la qualité des eaux du barrage

La qualité de l'eau peut être mieux déterminée par une analyse physico-chimique in situ et dans le laboratoire.

#### 1.1 - Echantillonnage

Les techniques de prélèvement sont celles décrites par Rodier *et al.*, (1996) le flacon 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.

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.

Les échantillons d'eau nécessaire aux analyses physico-chimique ont été prélevés aux mêmes dates que les récoltes des poissons. Douze prélèvements mensuels ont été effectués entre septembre 2010 et aout 2011.

#### 1.2 - Mesures physico-chimique de l'eau du barrage

##### ▪ Mesures in situ

Les paramètres physico-chimiques (température, pH, salinité, conductivité électrique et oxygène dissous) ont été mesurés in situ, immédiatement après le prélèvement de l'échantillon à l'aide d'une valise multi-paramètre de terrain de marque (Constor C535) durant la période de septembre 2010 jusqu'à aout 2011

**1.2.1 - Température :** La température de l'air et de l'eau de surface (1 mètre de profondeur) a été relevée à l'aide d'un thermomètre menu d'une sonde de Constor C535 aux heures de plein éclaircissement.

**1.2.2 - Le potentiel hydrogène de l'eau (pH):** Mesuré directement à l'aide d'un pH-mètre (Constor C535)

**1.2.3 - La conductivité électrique :** Mesurée directement à l'aide d'un conductimètre (Constor C535)

**1.2.4 - La salinité :** Mesurée directement par l'appareil Constor C535.

**1.2.5 - L'oxygène :** Mesuré par un oxymètre (Constor C535)

▪ **Au laboratoire**

**1.2.6 - Les phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ):** Ce sont les phosphates qui sont dosés par la méthode colorimétrique en présence de molybdate d'ammonium en milieu acide (Rodier *et al.*, 1996).

**1.2.7 - Les sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ):** Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum en présence de  $\text{BaCl}_2$  (Rodier *et al.*, 1996). Les sulfates sont dosés par la méthode néphélométrique (Rodier *et al.*, 2009).

**1.2.8 - Les carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ):** Le dosage des carbonates peut être réalisé très simplement par la détermination de l'alcalinité et plus précisément de Titre Alcalimétrique simple (TA) et le Titre Alcalimétrique Complet (TAC) (Rodier *et al.*, 2009).

**1.2.9 - Les formes azotées : Nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ), Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ), Ammonium total ( $\text{NH}_4^+$ ):** Tous sont mesurés à l'aide d'un ionomètre.

**1.2.10 - Calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ), Magnesium ( $\text{Mg}^{++}$ ), Sodium ( $\text{Na}^+$ ) et Chlorure ( $\text{Cl}^-$ ):** Tous sont mesurés à l'aide d'un ionomètre.

## **II – Etude de l'inventaire du peuplement piscicole**

### **2.1 - Echantillonnage des poissons**

L'échantillonnage de poissons est mensuel entre septembre 2010 et août 2011. Nous avons eu recours aux pêcheurs artisanaux (agriculteurs) sur place. Ces derniers utilisent des filets maillants dans leurs activités. Ce sont des outils de capture statique, constitués d'une nappe de filet en nylon monofilament montée entre une ralingue supérieure, munie généralement de flotteurs, et au pied de fil plombé.

Les instruments de pêche utilisés par les pêcheurs étaient de deux entraves (chacune d'environ 50 m de long). Les filets sont placés s'étendant transversalement à partir du bord de réservoir et d'échantillonnage commencé entre 14 h et 15 h et terminé le matin, résultant en un temps de trempage minimal de 18 à 20 heures.

## **2.2 - Indices de diversité**

La mesure de la richesse spécifique, la diversité de Shannon et l'équitabilité sont utiles pour la caractérisation d'un peuplement, la comparaison globale des peuplements différents ou de l'état d'un même peuplement étudié à des moments différents (Barbault, 1995).

Afin de connaître l'importance de chaque espèce au sein du réservoir, les indices suivants ont été utilisés.

### **2.2.1 - Richesse spécifique**

Cet indice correspond au nombre de taxons présents dans chaque prélèvement (Boulinier *et al.*, 1998 ; Ramade, 2003).

### **2.2.2 - Abondance relative des espèces**

L'abondance est un paramètre important pour la description d'un peuplement. Il représente le nombre d'individus du taxon (i) présent par unité de surface ou de volume (Ramade, 2003). Il est variable aussi bien dans l'espace que dans le temps.

$$P_i = n_i / N$$

$n_i$  = nombre d'individus de l'espèce i

$N$  = nombre total d'individus

### **2.2.3 - Indice de diversité de Shannon H'**

De tous les indices, la formule de Shannon est l'indice le plus utilisé, il exprime le mieux la diversité des peuplements (Shannon et Weaver, 1963). Il présente l'avantage de n'être subordonné à aucune hypothèse préalable sur la distribution des espèces et des individus (Blondel, 1979 ; Legendre et Legendre, 1979 ; Barbault, 1981).

L'indice de Shannon convient bien à l'étude comparative des peuplements. Il est indépendant de la taille de l'échantillon et prend compte à la fois de la richesse spécifique et de l'abondance relative de chaque espèce, permettant ainsi de caractériser l'équilibre du peuplement d'un écosystème.

Il a pour expression :

$$H' = - \sum (n_i / N) \log_2 (n_i / N)$$

$n_i$  = nombre d'individus de l'espèce de rang  $i$

$N$  = nombre total d'individus

Cet indice a pour unité le 'Bit', sa valeur dépend du nombre d'espèces présentes, de leurs proportions relatives et de la base logarithmique.

### **2.3 - Indices de structure (Equitabilité de Pielou, 1969)**

Sachant que plus un peuplement est équilibré (pas de taxon largement dominant), plus il est stable et proche du climax et qu'à l'inverse, toute pullulation est le signe d'un déséquilibre dû à une cause naturelle ou anthropique.

L'indice d'équitabilité a été mis au point pour rendre compte de l'abondance relative de chaque taxon. Cet indice est dérivé de celui de Shannon.

On peut calculer l'équitabilité à partir de l'équirépartition ou diversité maximale ( $H'_{\max}$ ), laquelle correspond au cas où toutes les espèces seraient représentées par le même nombre d'individu. Dans ce cas :

$$H'_{\max} = \log_2 S$$

Parallèlement à l'indice de Shannon, nous utilisons l'équitabilité comme le rapport :

$$E = H' / H'_{\max} = H' / \log_2 S$$

$H'$  = indice de Shannon

$S$  = Richesse spécifique

L'équitabilité varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce, et tend vers 1 lors que chacune des espèces est représentée par un nombre semblable d'individus.

### **III - Etude de la structure de la population et de la croissance**

Les spécimens capturés de *Luciobarbus callensis* ont été conservés dans une solution de formol neutralisé (7%) et transportés au laboratoire. Les poissons destinés à l'étude de la croissance ont subi les mensurations suivantes : longueur totale (LT;  $\pm 0,1$  mm), longueur à la fourche (LF;  $\pm 0,1$  mm), longueur standard (LS;  $\pm 0,1$  mm) et le poids total (PT;  $\pm 0,1$  g) ont été enregistrés. Tous les spécimens ont été disséqués pour obtenir le poids éviscéré (PE;  $\pm 0,1$  g) à l'aide d'une balance électronique.

#### **3.1 - Abondance et sex-ratio de *Luciobarbus callensis***

Le sex-ratio où indice de reproduction de répartition numérique des sexes désigne la proportion des individus de chaque sexe d'une population donnée (Lamrini, 1988).

Le dénombrement du nombre des femelles et des mâles est réalisé mensuellement pour chaque prélèvement par observation directe des gonades. Le cycle de reproduction annuel a été principalement interprété selon des études antérieures sur les espèces (Kraïem, 1997; Aberkane et Iguer-Ouada, 2011) complétant les observations directes des gonades.

La CPUE (capture par unité d'effort) considère comme indice d'abondance de la population pour une espèce dont les individus forment des bancs ; la CPUE est proportionnelle au nombre de poissons N, dans le stock présent dans un secteur (Paloheimo et Dickie, 1964).

Le nombre total d'individus capturés a été compté et exprimé en CPUE. Une unité étant un trémail passif en place pour 24 h. Pour les comparaisons statistiques transformation logarithmique des données a été réalisée.

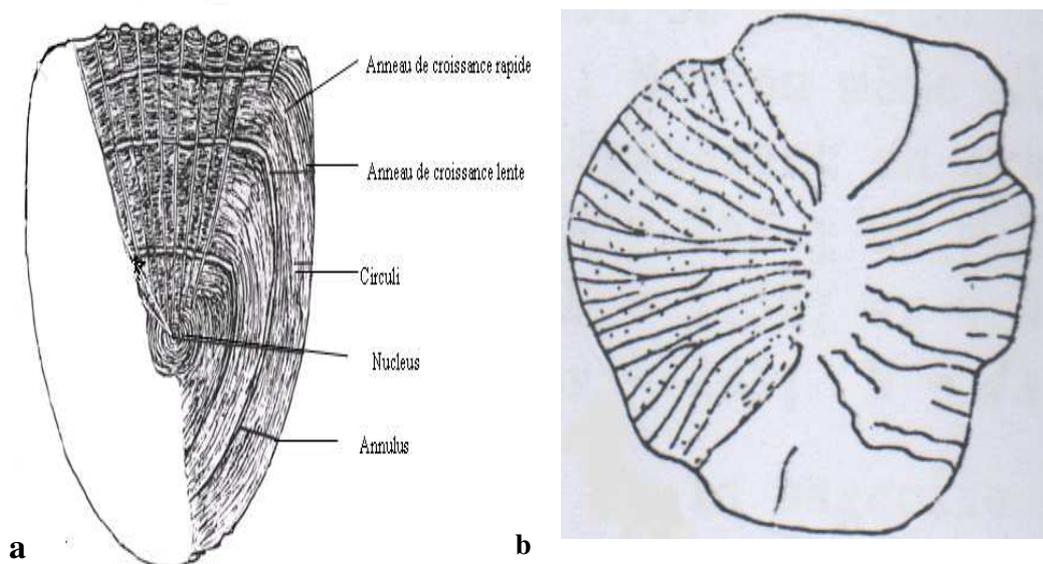
$$\text{CPUE} = \text{nombre de poissons} / \text{surface de filet trémail (150 m}^2\text{)}$$

Les différences mensuelle et saisonnière et la taille de sex-ratio ont été analysées en utilisant le test du chi<sup>2</sup>. Le degré d'importance des résultats obtenus a été créé par  $p \leq 0,05$ .

### 3.2 - Age et structure de la population

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

L'âge des barbeaux a été déterminé à partir de leurs écailles. Elles ont été prélevées au-dessus de la ligne latérale, au niveau de la nageoire dorsale, les barbeaux sont caractérisés par des stries d'ornementations rayonnées et nombreuses (Berrebi, 1981) (Fig. 8). Elles ont été nettoyées à l'aide NaOH à 8% et utilisés pour la détermination de l'âge par une lecture directe.



**Figure 8: a)** Mensurations réalisées sur l'écaille

**b)** Schéma d'écaille et leur strie d'ornementation de *L. callensis*  
(Berrebi, 1981)

L'âge et la structure de la population ont été menés à l'aide de deux méthodes basées sur des structures osseuses (écailles) et des distributions de fréquences de longueurs.

La distribution de fréquence des longueurs des échantillons a été étudiée sur de courtes périodes de temps (périodes mensuelles et saisonnières) séparément afin de réduire les

effets de la croissance saisonnière.

### 3.3 - Croissance et condition somatique

Sur une période de temps définie, le taux de croissance spécifique (g) (Wootton, 1998) a été calculé comme suit:

$$c_L = (\log_e L_{Ff} L_{Fi}^{-1}) t^{-1} \quad \text{et} \quad c_{PE} = (\log_e P_{Ef} P_{Ei}^{-1}) t^{-1}$$

Où  $L_{Ff}$  et  $P_{Ef}$  sont respectivement longueur fourche finale et le poids éviscère finale,  $L_{Fi}$  et  $P_{Ei}$  sont longueur fourche initiale et le poids éviscère initiale, et  $t$  est l'intervalle de temps.

Le taux de croissance spécifique est exprimé en pourcentage par unité de temps, c'est à dire:

$$CLF = 100 c_L \quad \text{et} \quad CPE = 100 c_{PE}.$$

CLF : croissance de longueur de fourche

CPE : croissance poids éviscère

Les relations (transformation logarithmique) entre la longueur (LF, LS) et le poids (PT, PE) ont été calculées pour tous les échantillons, et pour les mâles et les femelles séparément. L'existence de différences significatives entre les relations a été vérifiée par analyse de covariance (ANCOVA).

La condition somatique (indice Kr) a été analysé par des valeurs résiduelles obtenues à partir de la relation LF-PE (transformation logarithmique), en supprimant ainsi les effets de la longueur du corps (Sutton *et al.*, 2000). Le cycle de l'état somatique et sa variation en fonction de la taille des poissons ont été répertoriées par les résidus de ces régressions. Les analyses statistiques ont été réalisées avec logiciel SPSS (SPSS, Chicago, IL, USA).

## **IV - Etude du régime alimentaire**

### **4.1 - Benthos**

À l'appui de données sur la composition du régime alimentaire de barbeau, les disponibilités alimentaires ont été évaluées dans les mêmes sites d'échantillonnage de poissons par échantillonnage des communautés de macro et micro invertébrés benthiques. L'échantillon composite a été placé dans un flacon en plastique étiquetés et fixé in situ en utilisant 4% de formaldéhyde. En laboratoire, les échantillons ont été lavés, tamisés, triés et identifiés au plus bas taxon reconnaissable, habituellement la famille, par une faible puissance stéréo-microscope et plus tard attribués à commander niveau en fonction des données d'utilisation des ressources (par exemple, analyse du régime alimentaire) (Santos *et al.*, 2013).

### **4.2 - Analyse de régime alimentaire**

Au laboratoire, les individus sont disséqués et le contenu du tractus gastro-intestinal est enlevé (Santos *et al.*, 2013 et Kraïem, 1979) et conservé dans une solution de formaldéhyde à 5% neutralisée avec du carbonate de calcium pour arrêter la digestion post mortem (Bouhbouh, 2002).

Les éléments du régime alimentaire ont été initialement identifiés au plus bas taxon facilement reconnaissable, généralement famille, sous à une loupe binoculaire.

### **4.3 - Méthodes d'analyse des contenus stomacaux.**

Les méthodes utilisées pour l'analyse des contenus stomacaux sont celles décrites par Hynes (1950 in Lauzane, 1976):

#### **4.3.1 - Coefficient de vacuité (CV)**

C'est le rapport en pourcentage entre le nombre d'estomacs vides (E.V) et le nombre d'estomacs examinés (E.E)

$$C.V = (E.V * 100) / E.E$$

#### **4.3.2 - Abondance relative (Ar)**

C'est le nombre d'une proie donnée (N.P) par rapport au nombre total des proies (T.P) en pourcentage.

$$\mathbf{Ar = (N.P * 100) / T.P}$$

Pour tester les différences significatives dans l'abondance (Ai) des catégories d'aliments entre les saisons et en fonction des paramètres abiotiques, un test de Kruskal-Wallis non paramétrique a été utilisé.

#### **4.3.3 - Coefficient d'occurrence (CO)**

C'est le nombre d'estomacs dans lesquels une proie ou catégorie de proie est présente (E.P) par rapport aux estomacs examinés (E.E)

$$\mathbf{C.O = (E.P * 100) / E.E}$$

#### **4.3.4 - Coefficient volumétrique (CV)**

C'est le rapport en pourcentage du volume d'une catégorie de proie (V.P) sur le volume total des proies consommées (V.T).

$$\mathbf{C.V = (V.P * 100) / V.T}$$

Le volume V.P est estimé par la différence de niveau d'une colonne d'eau distillée placée dans une seringue graduée

#### **4.3.5 - Intensité de prédation (IP)**

C'est le nombre total des individus de chaque catégorie de proies par rapport au nombre total d'estomacs examinés

$$\text{Intensité de prédation (IP) = } \frac{\text{Nombre total des individus de chaque Catégorie de proies}}{\text{Nombre total d'estomacs examinés}}$$

#### **4.3.6 - Indice alimentaire (IA)**

Afin de pouvoir comparer l'importance prise par une catégorie de proie dans le régime alimentaire, l'indice alimentaire de Lauzane (1975) a été utilisé.

$$\mathbf{IA = (C.O \times C.V) / 100}$$

## **Chapitre IV : Résultats et discussions**

### **I - Qualité des eaux du barrage**

Les propriétés physico-chimiques de l'eau 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). Ainsi ces paramètres sont des facteurs explicatifs de la structure d'un écosystème lacustre. Gregoire (1982 in Cherbi, 1984), précise que la nature géologique d'un bassin versant conditionne le degré de minéralisation et la valeur du pH de l'eau.

Il paraît indispensable de déterminer les différents paramètres abiotiques du site d'étude afin de comprendre l'évolution de leur ichtyofaune. Les données physico-chimiques des paramètres étudiés ainsi que leurs variations mensuelles sont consignées dans l'annexe 2.

- **Mesures in situ**

#### **1.1- Les températures**

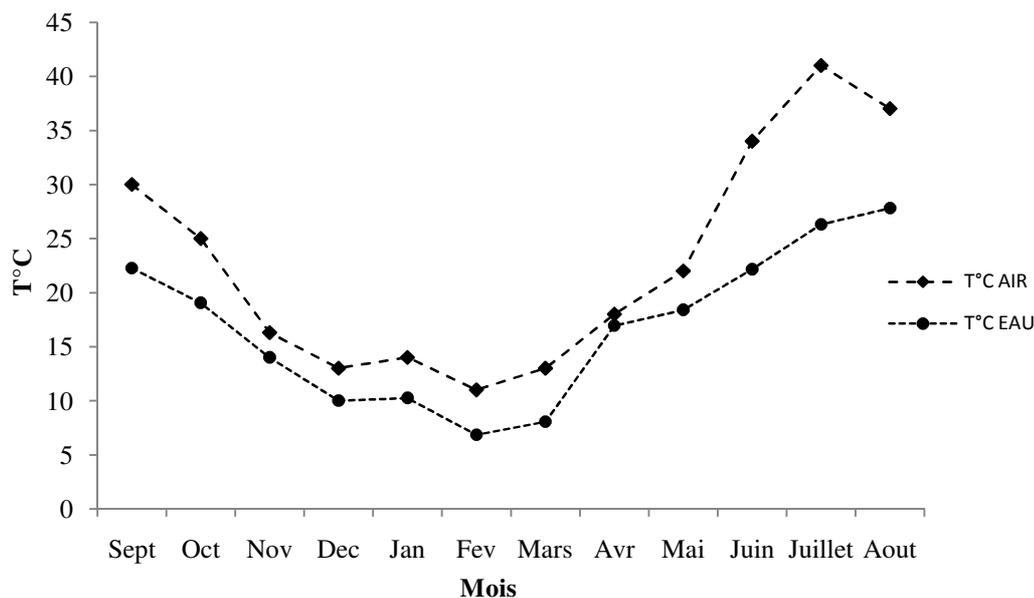
La température de l'eau est fortement liée aux conditions météorologiques locales notamment la température de l'air et l'ensoleillement (Smith et Lavis, 1975 ; Ward, 1985).

La température d'air maximale observée au mois de juillet avec 41°C et le minimale au mois de février avec 11°C. La température de l'air influe directement sur l'eau du barrage et l'environnement, l'évolution mensuelle de la température de l'eau au niveau du barrage varie entre 6,8°C enregistrée au mois de février et 27,8°C enregistrée au mois d'aout (Fig. 9).

L'écart de température entre l'eau et l'air est très important surtout durant le mois de juillet où l'amplitude thermique dépasse 14,7°C.

Selon la classification des lacs de Dussart (1966 in Cherbi, 1984), ce lac peut être considéré comme un lac monomictique chaud. En effet, la température de l'eau est toujours comprise entre 6°C et 29°C. Quelque soit la profondeur ; elle ne descend jamais au dessous de 4°C. De ce fait, ce lac à une période de stratification directe en saison chaude.

Philippart et Vranken (1983), ont classés les espèces de poissons selon leurs exigences thermiques et leurs degrés de sensibilité.



**Figure 9 :** Température de l'air et de l'eau dans le barrage El K'sob entre septembre 2010 et aout 2011

Ainsi, nos poissons peuvent être classés comme des espèces thermophiles, eurhythmes et tolérantes au réchauffement puisque la température létale est supérieure à 34°C ; la température optimale de croissance est comprise entre 20 et 28°C et la température de reproduction est supérieure à 15°C.

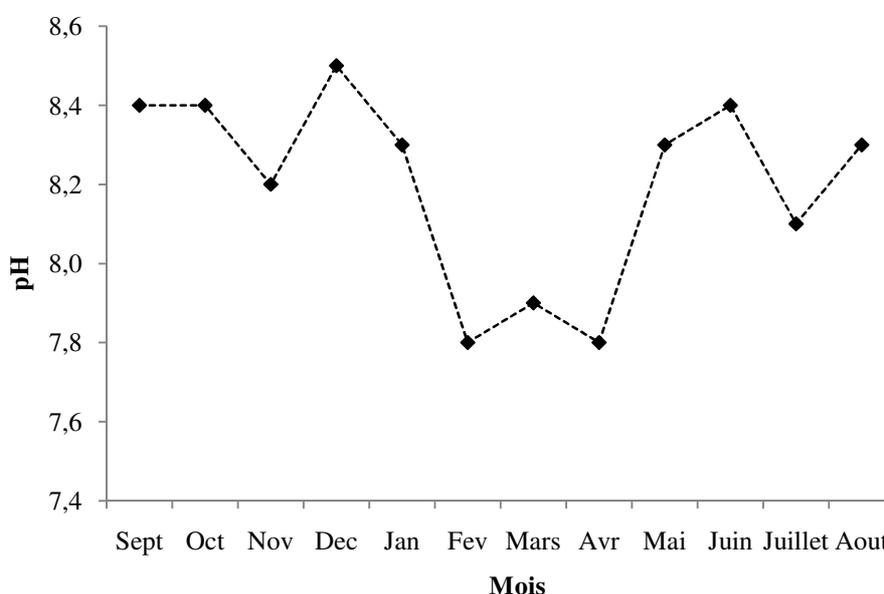
D'après les travaux de Mason en 1939 sur le *L.callensis* dans l'Oued Chedakra et l'Oued Bouhammdan (Hamma Dbaghe Guelma), la température maximum supportée par ce poisson est de 37°C. De même, Castenholz et Wickstrom (1975) mentionnent que le genre *Barbus* et *Notropis lutrensis* résistent même à 40°C dans le Nord d'Amérique.

Le volume d'eau mobilisée dans les barrages de l'écorégion du Maghreb est important (Benkadja *et al*, 2012. Kara, 2012). De ce fait, les anciens systèmes lotiques ont progressivement disparus laissant place aux nouveaux systèmes lenticques. Ce changement a de nombreuses implications pour les poissons d'eau douce, dont la stratégie de vie a de tout temps était adaptée aux systèmes de cours d'eau (flux) méditerranéens dont les caractéristiques écologiques sont diamétralement opposés à ceux créés par l'homme (Granado-Lorenzo, 2000). Quand un barrage est construit, l'écosystème lotique est remplacé par un autre écosystème avec des caractéristiques complètement différentes ; par exemple, les gradients thermiques et l'anoxie qui y règnent rendent les ressources alimentaires non disponible pour les poissons des cours d'eau (Encina *et al.*, 2006).

## 1.2 - Le potentiel hydrogène de l'eau (pH)

Les valeurs du pH font apparaître des variations faibles comprises entre 7,8 et 8,5 (Fig. 10). Elles montrent bien que l'eau du barrage est franchement alcaline.

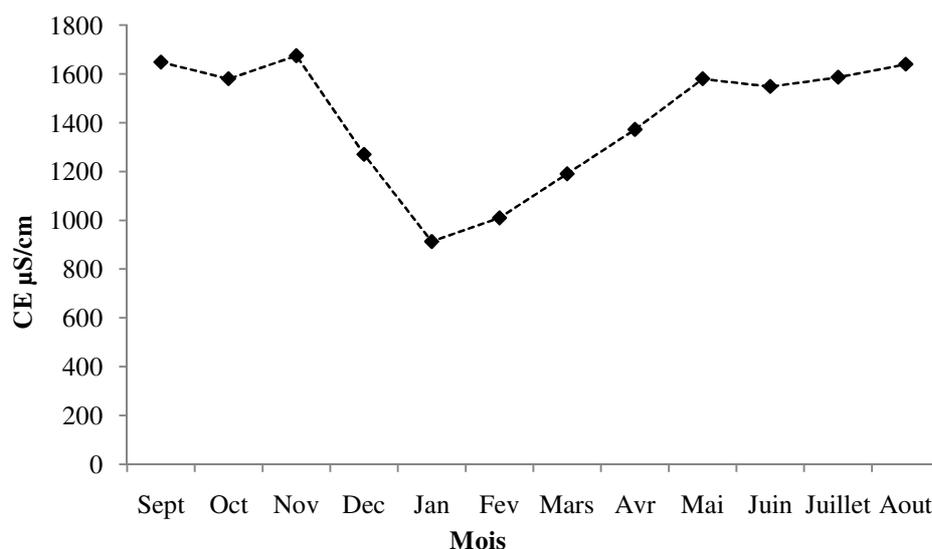
Le pH d'une solution exprime sa concentration en ions hydrogènes. Il revêt une grande importance dans les processus biologique et enzymatique des organismes, ces valeurs permettent d'assurer la protection et la survie des poissons des eaux douces. La croissance des poissons d'eau douce est meilleure en eau neutre ou alcaline qu'en eau acide (Bruslé et Quignard, 2004).



**Figure 10 :** Relevés du pH de l'eau dans le barrage El K'sob entre septembre 2010 et aout 2011

## 1.3- La conductivité électrique

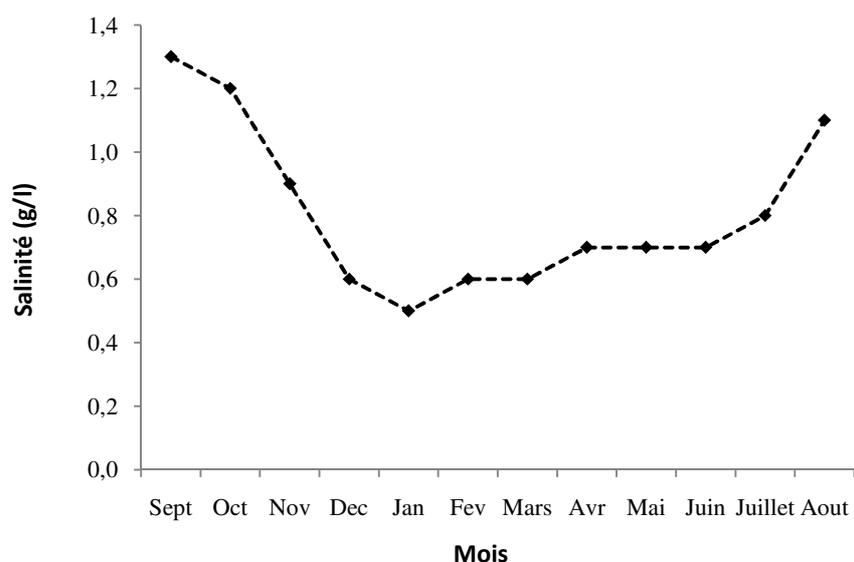
La conductivité électrique reflète la teneur totale en ions et exprime donc la salinité (Philippart, 1991). Elle est proportionnelle à la quantité des sels ionisables dissous. Elle constitue une bonne indication du degré de minéralisation des eaux. Les conductivités les plus élevées sont observées au courant du mois de septembre et novembre respectivement de l'ordre de 1649  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 1675  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et le plus bas au mois de janvier à 912,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Fig. 11).



**Figure 11:** Fluctuations de la conductivité électrique de l'eau dans le barrage El K'sob entre septembre 2010 et aout 2011

#### 1.4- La salinité

La salinité c'est la quantité des sels dans l'eau. Elle est très importante pour les poissons. Les analyses font ressortir des résultats très variables (Fig. 12). Ces derniers sont plus élevés durant le mois de septembre et octobre avec respectivement 1,3 g/l et 1,2 g/l due à la température élevée d'été et l'évaporation. Au mois de janvier on remarque une diminution de la salinité (0,5 g/l) due au remplissage du barrage par l'eau des pluies.



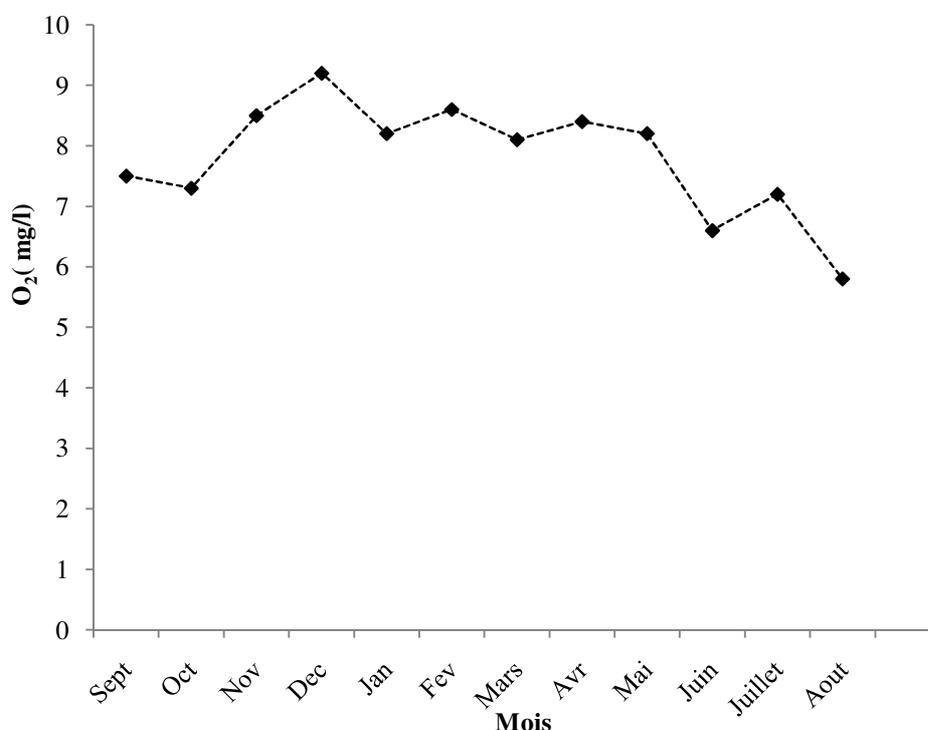
**Figure 12:** Fluctuations de la salinité de l'eau dans le barrage entre septembre 2010 et aout 2011

la salinité exercent un large spectre d'action sur la prise alimentaire, l'activité locomotrice, le métabolisme, la croissance et la survie des poissons (Azaza et Kraïem, 2005 ; Das *et al.*, 2005 ; Perry *et al.*, 2005 ; Mora et Maya, 2006)

D'une façon générale, nous pouvons dire que la teneur de salinité de l'eau du barrage est acceptable. En se basant sur la classification de Philippart (1991), les poissons de ce barrage peuvent être classés comme des espèces strictement dulçaquicoles (sténo-oligohalines). En conséquence, ils ne peuvent vivre dans les eaux saumâtres et encore moins dans les eaux marines. Cette même classification nous autorise donc à dire que l'eau du barrage est classée comme eau douce.

### 1.5- L'oxygène

Les résultats du taux d'oxygène obtenus montrent que la valeur minimale s'observe au mois d'août avec 5,8 mg/l et un maximum de 9,2 mg/l atteint au mois décembre. Diminution observée à partir d'avril est surtout liée à l'augmentation des températures et également à l'augmentation de la salinité dans l'eau (Fig. 13). D'après Bruslé et Quignard (2004), l'oxygène dans l'eau dépend principalement de la salinité et de la température. Il reste un facteur primordial pour la vie du poisson.



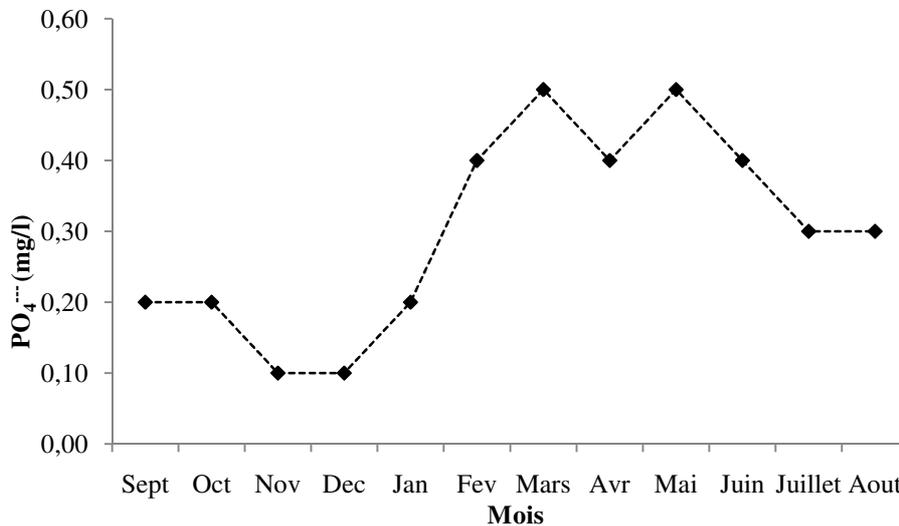
**Figure 13:** Variations de l'oxygène de l'eau dans le barrage entre septembre 2010 et aout 2011

▪ **Au laboratoire**

**1.6 - Les phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )**

Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol ; leur présence naturelle dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique. Des teneurs supérieures à 0,5 mg/l doivent constituer un indice de pollution de milieu aquatique par le phénomène d'eutrophisation.

La concentration des phosphates varie d'un mois à l'autre (Fig.14). Les valeurs minimales des phosphates sont enregistrées durant le mois de novembre et décembre avec 0,1mg/l. Les valeurs maximales sont observées entre le mois de mars et mai avec un taux de 0,5mg/l. Malgré ces valeurs importantes, aucun phénomène d'eutrophisation n'a été signalé pendant cette période (Bruslé et Quignard, 2001). Ces valeurs peuvent s'expliquer par le lessivage des engrais des cultures des céréales qui entoure oued El K'sob, ainsi cette période coïncide avec la période de vidange des bassins (Bruslé et Quignard, 2001). Cette augmentation des phosphates peut également être favorisée par la concentration importante du calcium dans le milieu (Bruslé et Quignard, 2001).



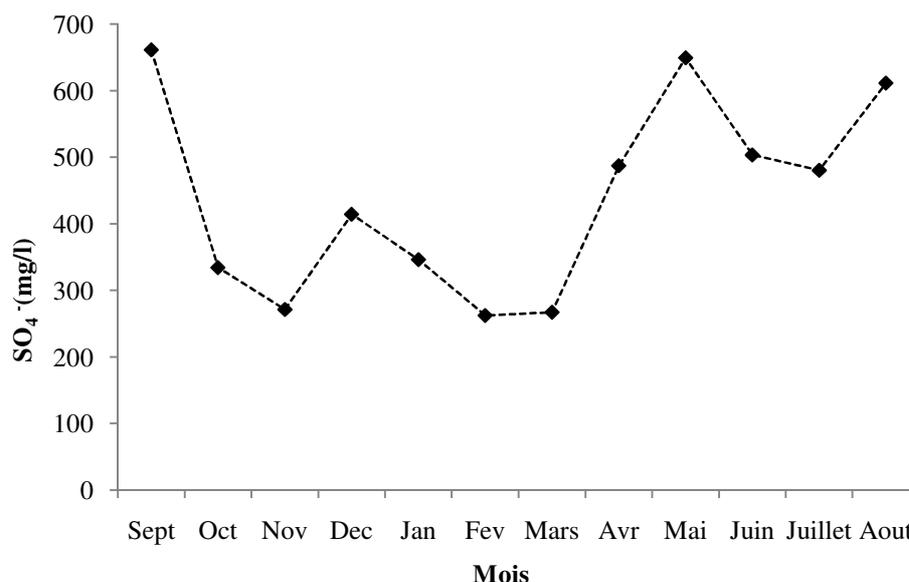
**Figure 14:** Variations des phosphates de l'eau dans le barrage entre septembre 2010 et aout 2011

**1.7 - Les sulfates ( $\text{SO}_4^-$ )**

La figure 15 montre les variations des sulfates. Les concentrations sont très élevées et sont comprises entre 262 mg/l enregistrés au mois de septembre et 661mg/l

enregistrés au mois de janvier. Les plus faibles quantités des sulfates sont observées en période de précipitations (novembre – mars) due probablement au fait d'une dilution de cet élément par l'eau de pluie en excès.

Les concentrations des sulfates témoignent la présence des roches salifères ou formations gypseuses (Abba, 2006) et d'après Cherbi (1984) La forte teneur en soufre existe probablement sous forme de sulfate du sodium.

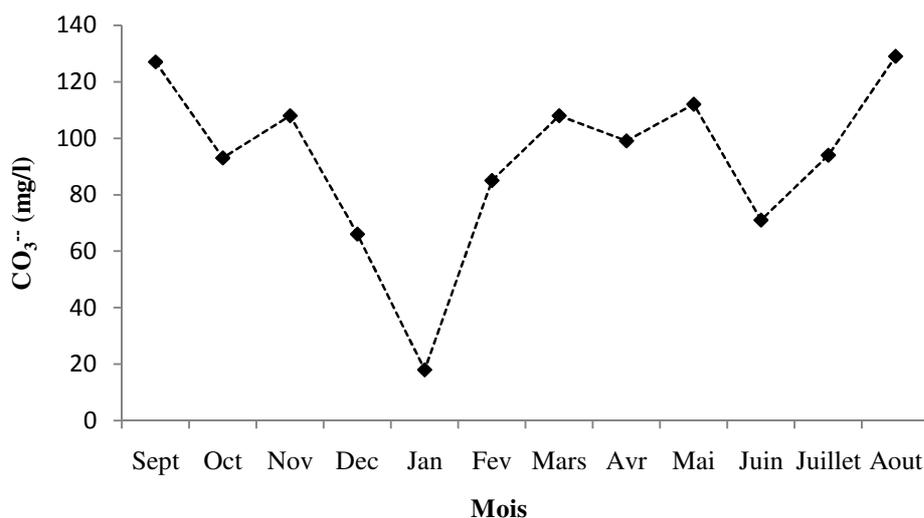


**Figure 15:** Variations des sulfates de l'eau dans le barrage entre septembre 2010 et aout 2011

### 1.8 - Les carbonates (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>)

Les concentrations des carbonates des eaux du barrage (Fig.16) connaissent une diminution progressive du mois de septembre 2010 jusqu'au mois de janvier 2011. Ainsi au cours de cette période des valeurs minimales ont été enregistrées, puis elles augmentent jusqu'à la fin du cycle d'étude.

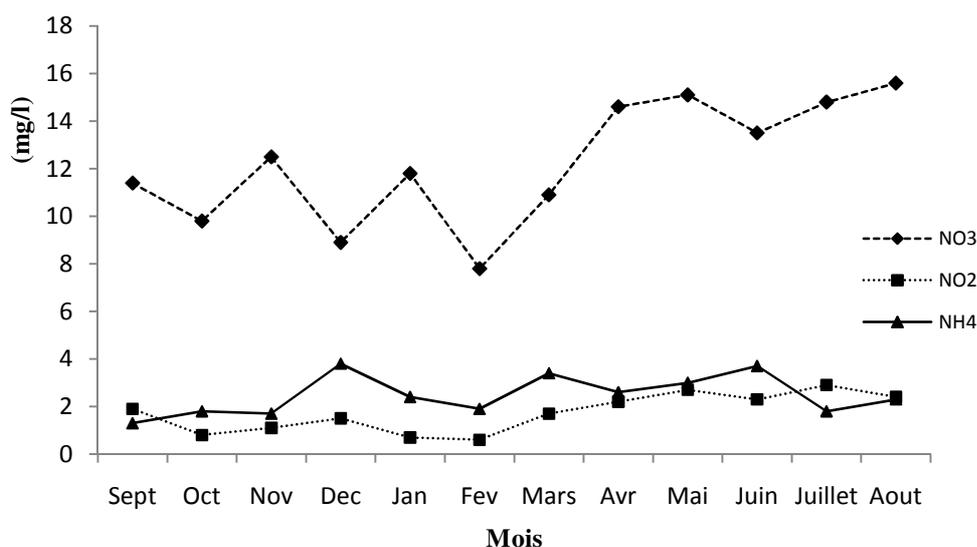
La diminution des carbonates entre le mois de septembre et le mois de janvier s'expliquent bien par une diminution de la température (diminution de dégagement de CO<sub>2</sub>) ainsi qu'à une diminution de l'activité photosynthétique responsable de l'absorption de CO<sub>2</sub> fournit généralement par les échanges avec l'atmosphère et la respiration des organismes aquatiques. Les variations des concentrations de CO<sub>2</sub> sont responsables des variations des équilibres calco-carboniques du milieu aquatique.



**Figure 16:** Fluctuations des carbonates de l'eau dans le barrage entre septembre 2010 et aout 2011

### 1.9- Les formes azotées : Nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), Nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), Ammonium total (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

L'azote nitreux (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) constitue la forme intermédiaire entre l'azote ammoniacal et l'azote nitrique (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Le passage vers les deux formes dépend des conditions du milieu aquatique. Dans les conditions naturelles, la forme nitrite disparaît rapidement dans le milieu. La valeur minimale de nitrite a été enregistrée au cours de l'échantillonnage du mois de février (0,6 mg/l) par contre la valeur maximale a été enregistrée au cours du mois de juillet (2,9 mg/l) (Fig.17). Le minimal noté des nitrates (Fig.17) a été observée au mois de février avec 7,8mg/l et le maximal a été observée au mois de d'aout avec 15,6mg/l.



**Figure 17:** Fluctuations de nitrite, nitrate et ammonium total de l'eau dans le barrage entre septembre 2010 et aout 2011

Concernant l'Ammonium total la valeur minimale a été enregistrée au mois de septembre avec 1,3mg/l et la valeur maximale a été enregistrée au mois de décembre avec 3,8 mg/l.

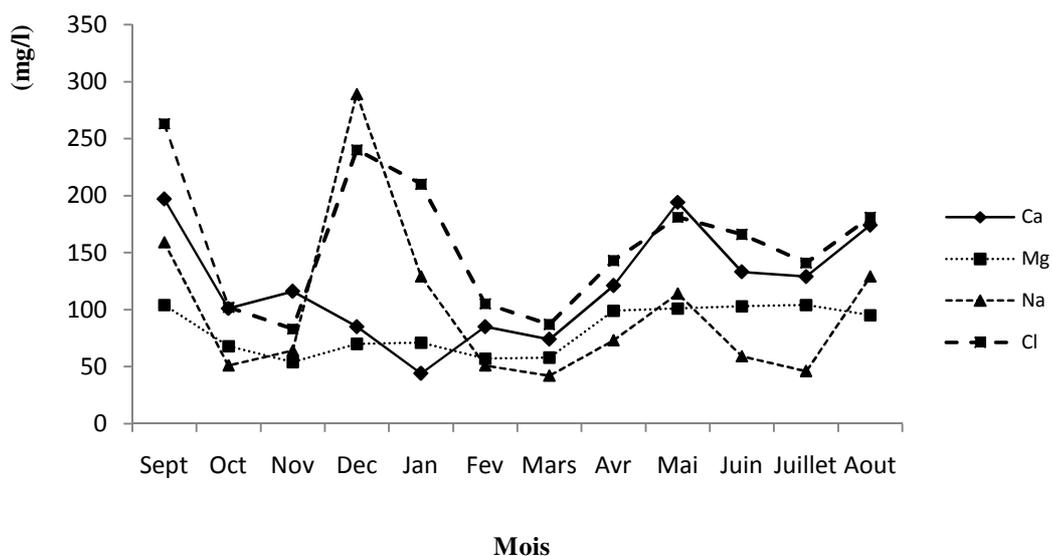
Les fortes valeurs des nitrates dans l'eau du barrage sont d'origine urbaine ou agricole (Bruslé et Quignard, 2004). La réaction du nitrate  $[\text{NO}_3^-]$  dans l'eau douce peut provoquer un appauvrissement en oxygène.

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).

### 1.10 - Calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ), Magnésium ( $\text{Mg}^{++}$ ), Sodium ( $\text{Na}^+$ ) et Chlorure ( $\text{Cl}^-$ )

Le calcium, le magnésium, le sodium et les chlorures sont des sels très répandus dans le barrage avec des taux élevés (Fig.18) à cause des apports du bassin versant et l'évaporation de l'eau du barrage.

Les teneurs élevées en  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  peuvent s'expliquer par la nature du terrain du bassin versant qui repose sur les sols à minéraux brut et des sols à encroûtement calcaire, alliée à une forte évaporation estivale.



**Figure 18:** Variations des Calcium, Magnésium, Sodium et Chlorure de l'eau dans le barrage entre septembre 2010 et aout 2011

Selon Vivier (1959), une intense évaporation est caractéristique des sols de barrage de type méditerranéen. Elle fait varier la concentration parfois du simple ou triple. La forte teneur en soufre existe probablement sous forme de sulfate du sodium (Cherbi, 1984).

## II - Le peuplement piscicole

### 2.1 - Inventaire de poissons

Les résultats des captures dans le barrage El K'sob ont permis d'inventorier une seule espèce de poissons indigènes : *Luciobarbus callensis* et coexiste avec six espèces de poissons exotiques appartenant à trois familles (Tab. 4) (Annexe 3).

**Tableau 4 :** Liste des espèces de poissons capturés au barrage El K'sob

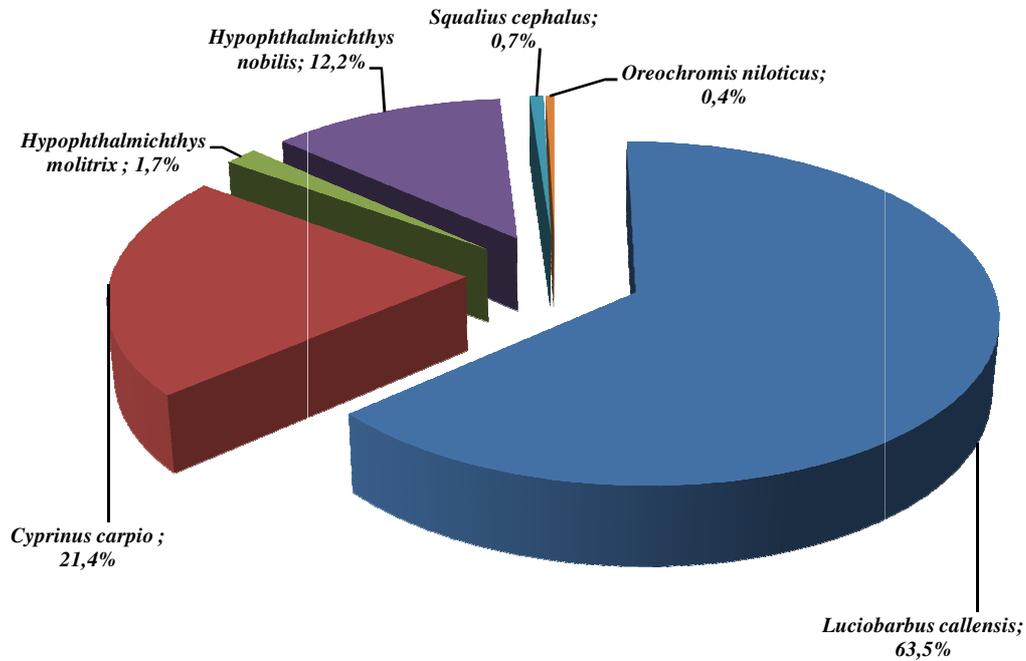
Famille	Nom scientifique	Nom commun
Cyprinidae	<i>Luciobarbus callensis</i> (Valenciennes, 1842)	Barbeau de l'Algérie
	<i>Cyprinus carpio</i> var <i>specularis</i> Linnaeus, 1758	Carpe royale
	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)	Carpe argentée
	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i> (Richardson, 1845)	Carpe grand bouche
	<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	Chevaine
Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	Tilapia de Nil
Poecilidae	<i>Gambusia holbrooki</i> Girard, 1859	Gambusie

### 2.2 - Indices de diversité

Dans ce barrage, *Luciobarbus callensis* est l'espèce la plus abondante avec un taux de 63,5% des captures au cours de la période de l'étude. Elle est suivie par *Cyprinus carpio* (21,4%), *Hypophthalmichthys nobilis* (12,2%) et *Hypophthalmichthys molitrix* (1,7%). *Squalius cephalus* et *Oreochromis niloticus* sont faiblement représentés dans le barrage avec un taux respectivement de 0,7% et 0,4% (Fig.19). *Gambusia holbrooki* présente une grande abondance dans les zones peu profondes.

La capacité envahissante élevée des espèces exotiques est due à sa tolérance des conditions environnementales extrêmes (basse température, taux élevé de pollution, eau nuageuse avec un bas pourcentage de l'oxygène), à sa fertilité élevée et à son régime alimentaire large (Ford et Beiting., 2005). La raréfaction ou la disparition de certaines espèces ; comme *S. cephalus*, *O.niloticus* et *H.molitrix*, qui ont pratiquement disparus est

due principalement aux importantes perturbations surtout d'ordre hydrologique, l'envasement, qualité des déversoirs, la mauvaise gestion de l'ouverture et de la fermeture des canaux de distribution de l'eau (Ramdani *et al.*, 2001 et Kraïem *et al.*, 2003).



**Figure 19 :** Abondances relatives en nombre des espèces capturées au niveau du barrage El K'sob

La richesse spécifique ou le nombre du taxon des poissons capturées au niveau du barrage El K'sob est six (6).

La valeur de l'indice de diversité de Shannon ( $H'$ ) appliquées aux espèces est de 1.44 bits. La diversité maximale est de 2,59 bits. L'indice de structure ou d'équitabilité de Piélou ( $E$ ) est de 0,56 (Tab.5). La diversité des peuplements piscicoles dans le barrage El K'sob est moyenne avec cependant une bonne représentation de quelques taxons.

D'une façon générale  $H'$  et  $E$  augmentent d'une part, avec le nombre d'espèces et, d'autre part, avec la régularité de leur distribution d'abondance, autrement dit, un indice faible est une conséquence d'un faible nombre de taxons et/ou de la dominance de quelques espèces.

**Tableau 5 :** Richesse totale (S), diversité maximale (H' max), Indice de diversité de Shannon (H') et l'équitabilité de Pielou appliqués aux espèces des poissons capturées au niveau du barrage El K'sob

	<b>Barrage El K'sob</b>
S	6
H' max	2,59 Bits
H'	1,44 Bits
E	0,56

Dans le barrage d'El K'sob, *L. callensis* est connue pour être l'une des espèces les plus abondantes et celles qui montrent un certain degré de stabilité dans ses densités saisonnières.

Certain barbeaux dans la zone du bassin méditerranéens ont des styles de vie qui sont a priori adaptés à la vie dans des milieux où règnent des conditions stressantes et de ce fait ils sont capables de coloniser de nouveaux environnements artificiels tels que les réservoirs de barrages (Encina *et al.*, 2006 ; Hladik *et al.*, 2008).

Cependant, seules les espèces qui ont la capacité de créer de nouveaux peuplements dans les barrages par l'exploitation de nouvelles ressources trophiques s'établiront et persisteront dans ces milieux (Encina *et al.*, 2004), ou celles qui sont capables de maintenir leur effectif (recrutement) et compléter leur cycle de vie dans les barrages ou par le maintien des effectifs répartis entre les barrages et les cours d'eau se jetant dans ces derniers (Rodríguez - Ruiz et Granado - Lorenzo, 1992).

### III- Structure de la population et la croissance

#### 3.1- L'abondance et le sex-ratio de *L. callensis*

Un total de N= 438 spécimens a été capturé au cours de la période d'étude, soit n=290 mâles (66,2%) et n=148 femelles (33,8%). Le sex ratio est en faveur des mâles (sex-ratio 1:0,51 ; test du  $\chi^2$   $X^2 = 45,39$  ;  $P < 0,001$ ).

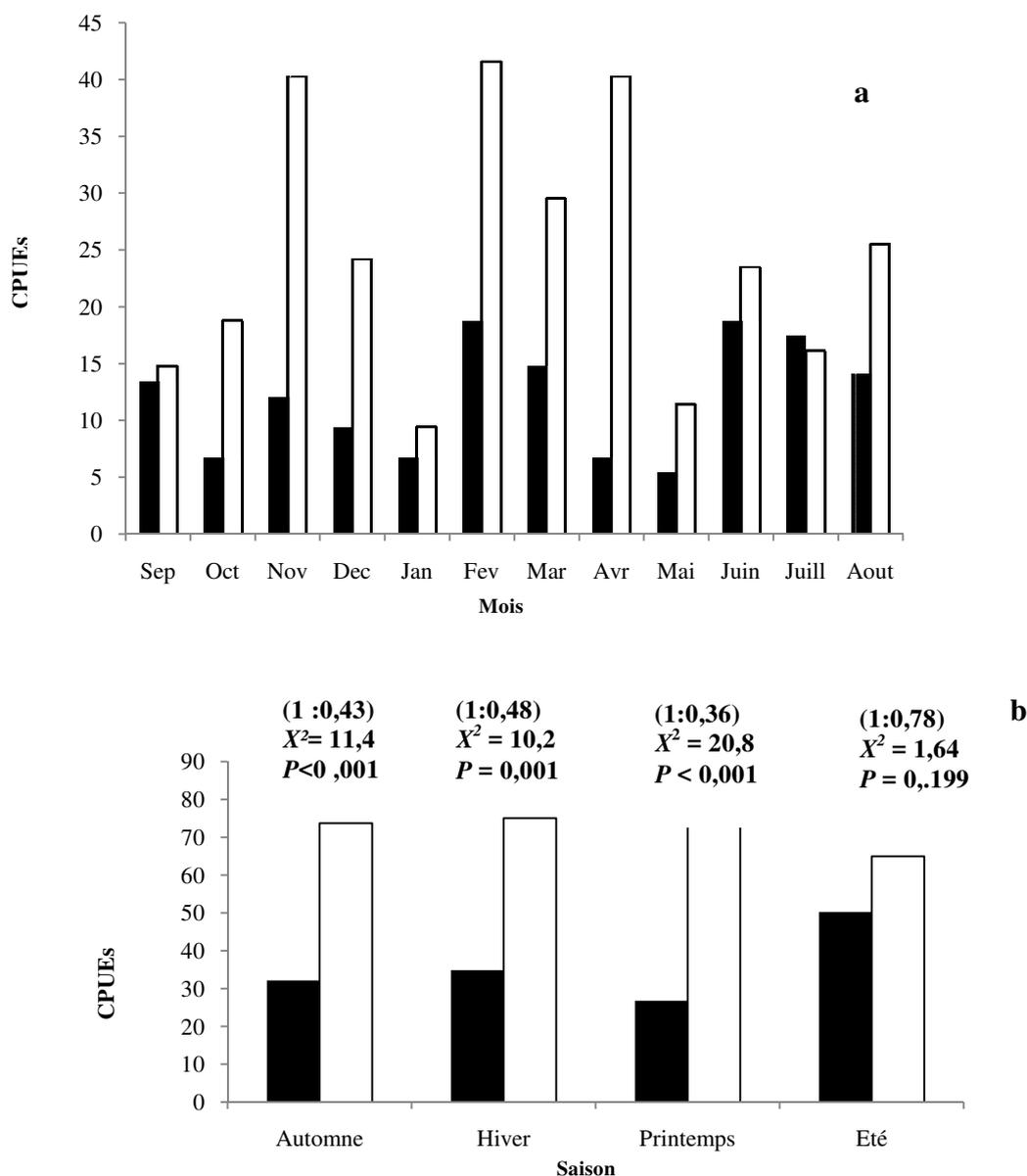
La structure temporelle des estimations de CPUE pour *L. callensis* a montré une variation mensuelle importante. Cependant, aucun changement saisonnier significatif n'a été obtenu dans l'abondance totale (Kruskal-Wallis,  $H = 0,167$  ;  $P = 0,98$ ) (Fig. 20a). CPUE maximale est apparue dans l'échantillon de février (CPUE totale = 60,3) et les

valeurs minima en janvier (16,1 CPUE) et en mai (16,7 CPUE). L'abondance des mâles a montré une corrélation significative avec les données de l'abondance totale (coefficient de corrélation de Pearson,  $r = 0,94$  ;  $P < 0,001$ ) montrant leur maximum également en février (41,5 CPUE) et a présenté des valeurs plus faibles au cours de la saison estivale (Fig.20b). En revanche, les femelles ont montré des valeurs élevées de l'abondance en été, avec un maxima en juin (18,7 CPUE).

Le suivi des effectifs par la méthode des CPUE ne donne pas une bonne estimation de la densité absolue des poissons. Tout juste fournit-il des informations sur les changements relatifs dans les populations de poissons. En l'absence de meilleurs indicateurs, l'effort de capture saisonnière standardisée pourrait refléter adéquatement les variations de l'abondance des poissons au niveau du site. L'abondance relative de la population étudiée a montré une claire variation mensuelle. Le rythme de l'alimentation saisonnier de l'espèce (Kraïem, 1996) pourrait affecter les captures de poissons, par ailleurs le barrage d'El K'sob présente une hétérogénéité des habitats et présente un modèle fonctionnel qui détermine la répartition spatio-temporelle des espèces, c'est ce qu'a été observé dans les lacs artificiels du Maghreb par Djemali *et al.*, (2010). Cette abondance et l'occupation de l'espace sont contrôlées en grande partie par des facteurs environnementaux déterminés par le cycle limnologique et la gestion de la masse d'eau. Nous n'avons pas trouvé de relation significative entre les variables environnementales et l'abondance des espèces sauf pour la corrélation entre précipitations et l'abondance relative des femelles. Probablement, ceci est le résultat du mode d'échantillonnage observée ou à la complexité des interactions écologiques qui ont dissimulé les relations entre variables.

L'abondance totale ainsi que le sex-ratio étaient similaires durant l'automne 2010 jusqu'au printemps 2011 et les mâles étaient nettement dominant au cours de ces saisons (Fig.20b). En été, la plus forte abondance totale (115.2 CPUE) a été notée et la présence de femelles a montré une augmentation importante puisque le sex-ratio ne présente aucune différence significative à 1:1 (Fig.20b). En fait, le sex-ratio a montré des différences significatives entre les saisons (test du  $\chi^2$   $X^2 = 8,27$  ;  $df = 3$  ;  $P = 0,041$ ) en raison de l'augmentation de la proportion de femelles en été.

Pendant la période d'étude, une seule relation bidimensionnelle a été détectée entre les variables environnementales et les données d'abondance, c'est l'abondance des



**Figure 20.** Capture par unité d'effort (CPUE) de *Luciobarbus callensis* dans le barrage d'El K'sob. Capture par mois (a) et les saisons (b) avec l'ensemble de données des sex-ratios mâles: femelles entre parenthèses (Chi statistiques carrés inclus). Mâles dans les colonnes blanches et les femelles dans les colonnes noires.

femelles qui ont montré une corrélation positive significative avec les précipitations (coefficient de corrélation de Pearson,  $r = 0,73$  ;  $P = 0,007$ ).

Pour notre échantillon de poisson, il a été montré des changements saisonniers importants en rapport avec la taille et le sex ratio qui pourraient être régi aussi bien par des tendances temporelles intrinsèques que par des facteurs écologiques. Une caractéristique importante des cyprinidés, bien connue d'ailleurs pour les genres *Barbus* et *Luciobarbus* dans les systèmes méditerranéens (Rodríguez - Ruiz et Granado -Lorencio, 1992) est celle

relative aux traits de croissance de *L.callensis* dans le bassin versant de Oued El K'sob. Son cycle de reproduction ; est probablement, par migration, partagé entre les cours d'eau et le barrage d'El K'sob. Des études limitées ont confirmé que l'espèce fraie dans les eaux du ruisseau en amont du barrage d'El K'sob. Il a été noté également que cette espèce peut aussi se reproduire dans les barrages (Ould - Rouis *et al.*, 2012), elle montre des préférences spécifiques à utiliser les endroits à fort courant d'eaux comme habitat de reproduction (Berrebi *et al.*, 1995) .

Etant une espèce qui fraie sur les sédiments, les barbeaux préfèrent les endroits bien oxygénés de la rivière avec des substrats de gravier (Kottelat et Freyhof, 2007). Bouhbouh (2002) a trouvé une corrélation entre l'abondance relative et le cycle de reproduction de *L. callensis* dans le réservoir Allal El Fassi.

### **3.2- Age et structure de la population**

Le nombre de femelles était plus élevé dans les classes d'âge supérieures, 17 mâles à 28 femelles chez les individus âgés de plus de 7 ans et plus ; et aucune différence dans le nombre entre sexes dans la classe d'âge 7 + (Fig. 21). Cependant, la domination des mâles était significative dans les jeunes spécimens.

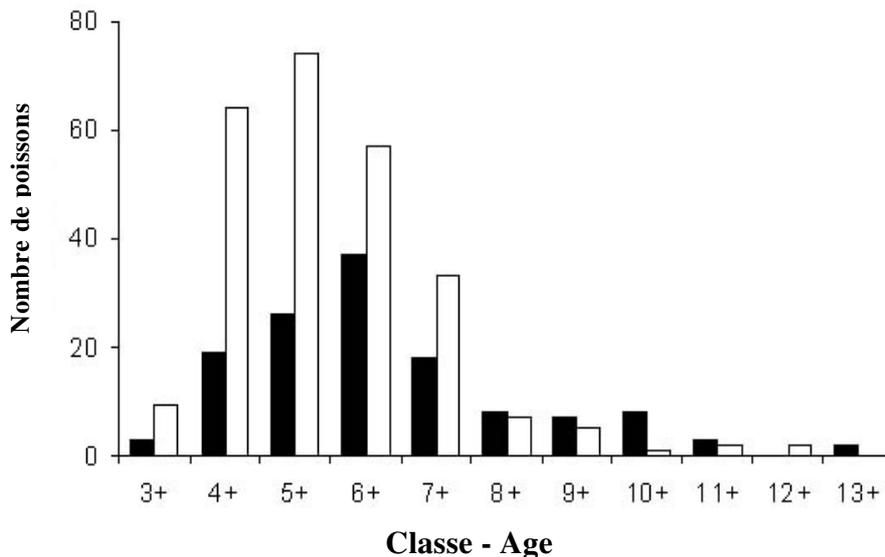
En raison de l'apparition de faux anneaux des écailles et parce que ceux-ci prennent plusieurs mois pour prendre forme, il était difficile de déterminer les catégories d'âge pour tous les échantillons, sauf pour 385 (n=438) soit 87,8% du total des captures qui n'ont pas cette anomalie.

La détermination de l'âge basée sur l'analyse des écailles a révélé 11 groupes d'âge (3 + à 13 + ans) chez les femelles et 10 groupes d'âge (3 + à 12 + ans) chez les mâles (Tab. 6). Les longueurs maximales observées étaient 37 cm LT (34,6 cm LF) chez une femelle capturée en Novembre (2010) et 34,2 cm LT (31,9 cm LF) chez un mâle capturé en Juillet (2011). L'absence de spécimens à faible taille a été imposée par le matériel de l'échantillonnage (filet trémail), la taille minimale est de 15,6 cm LF chez les femelles et 15,5 cm LF chez les mâles. Aussi bien les mâles que les femelles sont dans leurs quatrième année de vie (3 +). Les femelles étaient significativement plus longue que les mâles (moyenne chez les femelles, LF = 23,6 ± 0,3 cm ; moyennes chez les mâles, LF = 21,8 ± 0,2 cm) (ANOVA à deux voies, F (1, 383) = 28,711 ; P <0,001).

La moyenne d'âge des populations de poissons dans le barrage El K'sob est de moins 14 ans (classe d'âge maximale : 13 +). Bien que nous n'avons pas pris des spécimens jeunes de 3 + au niveau du site d'échantillonnage, leur présence dans le barrage a été confirmée par les pêcheurs locaux fondée sur les captures occasionnelles d'individus de petite taille. En revanche, les petits individus de l'espèce sont communes dans la partie amont de l'Oued El K'sob, où les pêcheurs locaux ont souvent attrapés. La durée de vie longue de la population du réservoir et la survenue d'échantillons plus jeunes essentiellement dans les cours d'eau sont en accord avec les tendances observées dans plusieurs populations de cyprinidés déjà étudié dans les systèmes des bassins versants dans toute la région méditerranéenne (Encina *et al.*, 2006).

Les barbeaux migrent en amont du cours d'eau au printemps pour se reproduire et exploiter les ressources trophiques avec une efficacité maximale. Cette espèce maintient le cycle migratoire après qu'elle ait colonisé le barrage (Encina et Rodríguez-Ruiz, 2002).

La prédominance des poissons de taille moyenne dans nos captures, en accord avec celle trouvée dans le barrage de Hamiz ( Ould – Rouis *et al.*, 2012 ), peut également être mise en corrélation avec la proximité de ces populations et leur affinité à un affluent majeur et facilitée par l'affinité de l'espèce avec des conditions des flux des cours d'eau (Kraïem , 1989).



**Figure 21.** Classes d'âge des mâles (barres blanches) et les femelles (barres noires) capturés dans le barrage El K'sob pendant la période d'étude.

La structure de la taille de la population observée dans le barrage El K'sob a été caractérisée par la dominance des classes d'âge entre 4+ et 7+ (85,2% de la population générale) (Tab.6, Fig.21). En outre, les deux sexes ont montré une faible occurrence de 3 + et 4 + à l'automne et en été, ce qui pourrait probablement être lié aux mouvements de poissons entre le barrage et Oued du El K'sob.

Dans la présente étude, le potentiel de capture des spécimens de moins de 15 cm LF a été nulle (Fig. 22), cependant, les captures de petits individus par les pêcheurs locaux dans les eaux du barrage n'a pas elle aussi était possible, malgré qu'ils utilisaient de moyens de pêches différents du nôtre.

**Tableau 6 .** La structure d'âge (pourcentage dans chaque classe d'âge) dans l'échantillonnage saisonnier de la population étudiée. Longueur à la fourche pour les captures totales dans chaque classe d'âge est incorporé (n est le nombre de poissons avec une lecture de l'échelle claire, m et f indiquent les mâles et les femelles, respectivement ; LF est longueur à la fourche (moyenne  $\pm$  95% CL dans les échantillons de plus de 3 spécimens).

Age	Automne		Hiver		Printemps		Été		Totale	LF (cm)	
	m	f	m	f	m	f	m	f		m	f
3+	-	-	9,5	6,4	4,3	4,2	-	-	3,1	16,0 $\pm$ 0,4	16,3 $\pm$ 1,6
4+	7,3	-	46,0	48,4	43,5	8,3	-	3,8	21,6	17,4 $\pm$ 0,3	17,6 $\pm$ 0,3
5+	36,4	20,8	23,8	22,6	29,0	20,8	28,8	17,3	26,0	19,4 $\pm$ 0,3	19,9 $\pm$ 0,6
6+	34,5	51,2	14,3	6,4	8,7	37,5	31,8	25,0	24,4	21,0 $\pm$ 0,2	21,4 $\pm$ 0,2
7+	18,2	16,7	4,8	6,4	10,1	8,3	19,7	19,2	13,2	22,7 $\pm$ 0,5	22,9 $\pm$ 0,3
8+	1,8	-	-	3,2	1,4	12,5	7,6	7,7	3,9	24,8 $\pm$ 0,8	24,3 $\pm$ 1,9
9+	1,8	-	1,6	3,2	-	4,2	4,5	9,6	3,1	27,1 $\pm$ 1,0	26,9 $\pm$ 2,3
10+	-	4,2	-	3,2	-	4,2	1,5	9,6	2,3	29,3	29,6 $\pm$ 0,8
11+	-	-	-	-	-	-	3,0	5,8	1,3	30,7	31,0 $\pm$ 0,3
12+	-	-	-	-	-	-	3,0	-	0,5	31,7	-
13+	-	4,2	-	-	-	-	-	1,9	0,5	-	33,8
<i>n</i>	55	24	63	31	69	24	66	52	385	254	131

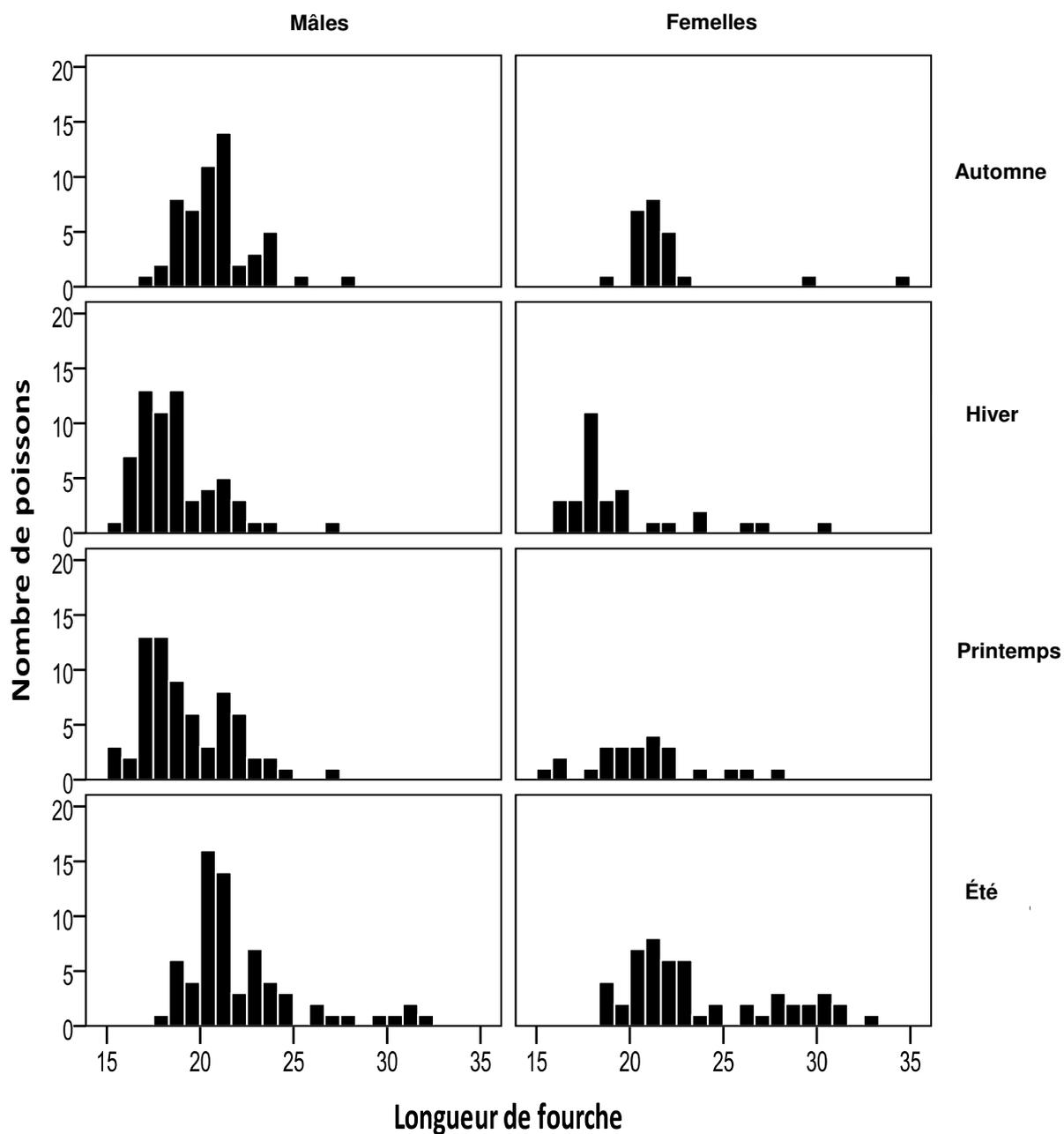
Les distributions saisonnières des fréquences des longueurs durant la période de l'étude a montré une présence continue des mâles avec une longueur comprise entre 17,4 cm et 24,2 cm LF (Fig. 22) (LF moyenne de 4 + =  $18,9 \pm 0,2$  cm ; LF de moyenne 7 + =  $24,6 \pm 0,1$  cm). La gamme de taille des femelles pendant la période étudiée était plus courte et plus rares que chez les mâles (automne comme le premier exemple), et les deux sexes ont montré une variabilité de spécimens de plus de 25 cm LF (Fig. 22).

La structure d'âge de *L. callensis* collecté dans le barrage d'El K'sob diffère légèrement de celle observée dans le barrage de Allal El Fassi ( Bouhbouh , 2002) , et la taille maximale des poissons capturés est également similaire à celles des barrage de Sidi Salem et Joumine (Kraïem, 1996 ; M'Hadhbi et Boumaiza , 2008) et légèrement inférieure à celle du barrage de Hamiz ( Ould - Rouis *et al.*, 2012) .

Toutes ces localités sont plus au nord que l'emplacement de l'actuelle étude. Cependant, la structure d'âge des spécimens du barrage El K'sob diffère considérablement de celle des populations déjà étudiées qui peuplaient les rivières, avec un groupe à faible moyenne d'âge et une taille maximale inférieure (Tab.7). Plusieurs études de populations de cyprinidés dans les réservoirs indiquent que des changements ont eu lieu dans la biologie de ces poissons (Encina *et al.*, 2006). Par exemple, les différences dans les caractères de croissance ont été notées : les poissons vivant dans un réservoir atteignent une taille plus grande que ceux qui habitent les rivières et vivent plus longtemps.

**Tableau 7 :** Longueur total maximum et classe d'âge observé dans des études sur *Luciobarbus callensis* par d'autres auteurs (\* données en longueur à la fourche ; m et f indiquent respectivement les mâles et les femelles).

Localisation (région)	Longueur en (cm)	Classe d'âge	Référence
Barrage El K'sob (NE Algérie)	36 (m)	13+	Cette étude
	34,1 (f)	12+	
Barrage El Hamiz (N Algérie)	46 (f)	--	Ould-Rouis <i>et al.</i> , (2012)
Oued Sebaou (N Algérie)	16,2	3+	Penczak et Molinski (1984)
Oued Béja (N Tunisie)	26	5+	Kraïem <i>et al.</i> , (1986)
Oued Ghezalla (N Tunisie)	25	4+	Kraïem <i>et al.</i> , (1986)
Barrage Sidi Salem (N Tunisie)	30	--	Kraïem (1996)
Barrage Joumine (N Tunisie)	32	--	M'Hadhbi et Boumaiza (2008)
réservoir Allal El Fassi (N Maroc)	22,5 (m)*	10+	Bouhbouh (2002)
	26,7 (f) *	12+	



**Figure 22.** Distributions de fréquence des longueurs (LF) des mâles et des femelles des spécimens capturés dans chaque saison dans le barrage El K'sob pendant la période d'étude.

### 3.3 - Croissance et condition somatique

#### 3.3.1- Croissance saisonnière et annuelle

La progression modale de chaque cohorte et de la structure des fréquences de taille ont été examinés mensuellement et saisonnièrement pendant la période d'étude. Sur la base des données obtenues à partir des échelles de lecture, l'anneau a commencé à

apparaître en février et continue de croître jusqu'à mars. C'est pour cette raison que la majorité des individus capturés en mars avaient déjà l'anneau formé, le passage de l'hiver au printemps (de février à mars) a été considéré comme un mois de naissance.

Le taux de croissance annuel et saisonnier a été déterminé en utilisant la longueur moyenne (LF) et le poids éviscéré (PE) des différentes cohortes (groupes d'âge) capturés au cours de la période d'étude. Cette analyse a été limitée aux poissons de classe d'âge de 4+, 5+, 6+ et 7+, parce que celles-ci ont des LFS et PES moyennes estimées, elles ont été obtenues à partir d'un échantillon significatif supérieur à 10 spécimens pour chaque groupe d'âge.

Il y avait peu de différence dans les taux de croissance entre les saisons (Tab. 8). Les taux de croissance non significative n'ont été pas observés de l'automne à l'hiver et du printemps à l'été. Après l'hiver, la période de croissance est courte (2-3 mois) durant le printemps, avec une suggestion d'une longue période de non-croissance pendant le reste du cycle annuel. Il y avait une tendance vers une réduction des taux de croissance de saison avec l'âge, beaucoup plus réduite dans la classe d'âge de 6+ et 7+ (cohortes 2004 et 2005 ; Tab. 8).

Parmi les classes âges les plus abondantes dans la population étudiée, la croissance annuelle de longueur durant la période de l'automne 2010 à l'été 2011 a été plus élevée chez les plus jeunes particulièrement chez la classe d'âge 4+ à cause du passage vers la classe d'âge 5+ (cohorte 2006 ; mâles CLF = 11,01%, femelles CLF = 12,13%) (Tab.8), bien que le taux de croissance en poids éviscéré était également plus élevé dans la transition de 5+ à 6+ (cohorte 2005, les mâles CPE = 24,55%, les femelles CPE = 23,15%) (Tab.8) pourrait refléter un changement qualitatif dans l'état corporel. Il y avait aussi une diminution des taux de croissance annuels avec l'âge (Tab. 8).

Dans la population étudiée, les anneaux de croissance se forment au début du printemps (février-mars). Ce résultat est similaire, à celui obtenu pour les populations de barbeaux étudié à des latitudes similaires dans la zone méditerranéenne. Toutefois, la période de la formation des anneaux de croissance pour le barbeau du Sud ibérique *Luciobarbus sclateri* (Günther), situé à une latitude un peu plus nord de notre site d'étude,



En effet, la croissance annuelle pour les classes d'âge moyennes (de 4+ jusqu'à 7+) dans la population du El K'sob n'était pas très élevée ; elle diminue avec les classes d'âge supérieures, la diminution de la croissance annuelle observée avec l'âge a également été observée dans le modèle de la croissance saisonnière.

Le modèle de croissance annuel correspond à une courbe sinusoïde, avec une seule période de croissance survenant à la fin de l'hiver et au printemps juste avant la période de reproduction après que la croissance cesse quasiment pendant le reste de l'année.

La population de l'étude se trouve à une latitude où la température la plus probable permet la croissance et la reproduction pendant plus de trois mois par an, comme cela a été observée chez plusieurs cyprinidés ibériques (Herrera et Fernández- Delgado, 1992 ; Torralva et Fernández- Delgado, 1997). Néanmoins, les conditions écologiques prévalentes dans l'Oued et le barrage d'El K'sob pourraient être un facteur limitant sur la période de croissance.

Le cycle hydrologique de l'Oued d'El K'sob est typique de la région méditerranéenne où l'écoulement cesse l'été et le réseau hydrographique est constitué principalement de petites poches d'eau isolées. Durant cette période, les poissons ont deux possibilités pour survivre, soit, se concentrer dans les habitats des cours d'eau ou à retourner vers le barrage, car les conditions à la fin de l'été sont drastiques.

Les résultats dans le barrage du Hamiz (Ould - Rouis *et al.*, 2012) et nos données ont montré que probablement une fraction quasi substantielle des adultes retournent dans le barrage. Il est concevable que le barrage d'El K'sob offre un environnement plus stable par rapport aux cours d'eaux qui représentent une variabilité élevée. Toutefois, ce barrage dont le volume est fluctuant par l'usage à des fins agricoles et son régime hydrologique irrégulier, agissent sur la population des poissons.

En outre, parce que le bassin versant est soumis à de forte dégradation des sols (Benkadja *et al.*, 2012) ; il est de ce fait affecté gravement par, l'envasement, et les sédiments en suspension sont présent dans l'eau pendant certaines saisons. Ainsi, le stress environnemental qui affecte cette population pourrait être élevé et des changements importants peuvent se produire sur les traits de stratégie de vie associés à ces conditions.

### 3.3.2- Condition somatique

Les relations entre LF et PE (variable dépendante) ont montré le meilleur ajustement entre la longueur et le poids (analyse de régression  $P < 0,05$ ) et ont été estimés séparément pour la totalité des spécimens, mâles et femelles. Cependant, il n'y avait pas de différences significatives entre les sexes (analyse de covariance  $F(1, 380) = 0,003$  ;  $P = 0,958$  dans la pente) et aucun groupe n'a présenté des différences temporelles de ces relations (saison comme un facteur ; spécimens totale covariance  $F(3, 380) = 1,353$  ;  $P = 0,257$  dans la pente). Par conséquent, la relation LF-PE a été utilisée pour tous les individus conjointement ( $b = 2,53 \pm 0,11$ , IC 95%:  $r^2 = 0,93$ ) pour obtenir les résidus standardisés.

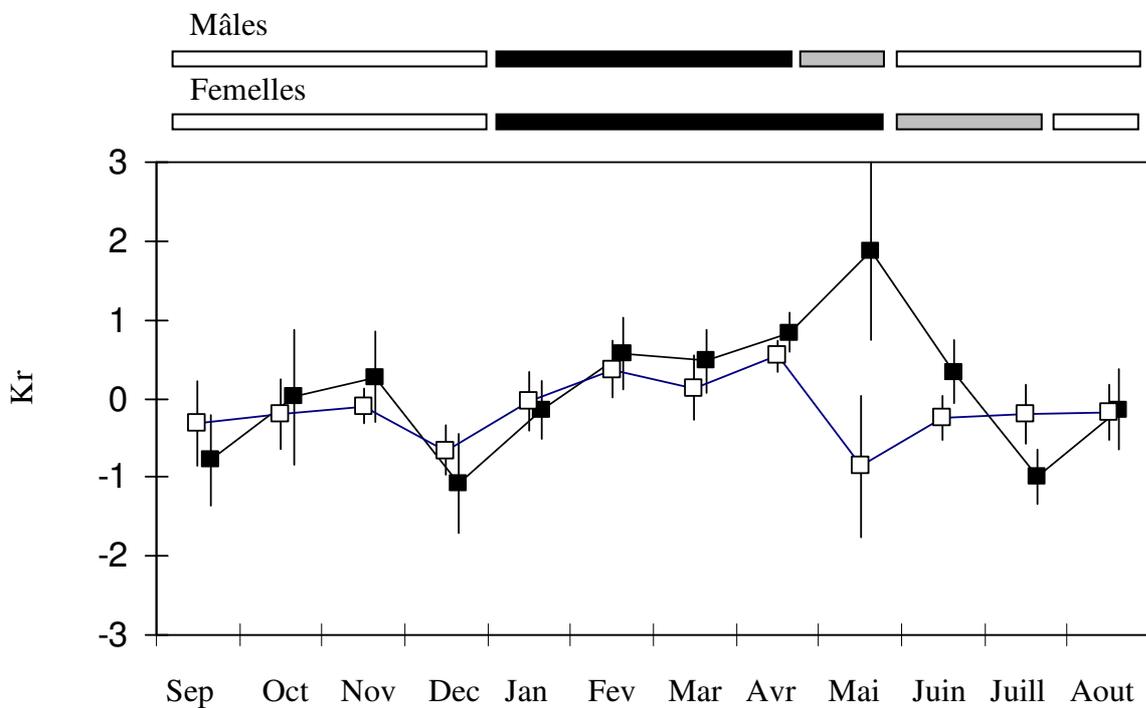
Des changements significatifs ont été obtenus dans la variation temporelle de l'état somatique (Kr) pour les mâles (test de Kruskal-Wallis,  $H = 43,49$ ,  $df = 11$ ,  $P < 0,001$ ) et les femelles ( $H = 57,07$ ,  $df = 11$ ,  $P < 0,001$ ). Un cycle similaire a été observé chez les deux sexes, même si une différence significative entre les sexes, avec les valeurs les plus basses pour les mâles et les plus élevées pour les femelles, a été observée dans les valeurs du mois de mai (Fig. 23).

Trois phases peuvent être identifiées dans le cycle de condition somatique. La phase I (augmentation de haute valeur du Kr) a eu lieu de janvier à avril chez les mâles, et un mois plus chez les femelles (de janvier à mai) (Fig. 23), coïncidant principalement avec le printemps et elles atteignent des valeurs maximales juste à la fin de cette phase (dans l'échantillon d'avril pour les mâles,  $Kr = 0,54 \pm 0,19$  ; dans l'échantillon de mai pour les femelles,  $Kr = 1,85 \pm 0,98$ ). La phase II (diminution des valeurs Kr) a eu lieu de façon drastique au cours de la fin du printemps chez les mâles et diminution drastique moins prononcée dans le Kr entre le mois de mai à juillet chez les femelles, ce qui coïncide avec une période de frai de l'espèce dans cette zone.

Enfin, dans la troisième phase (phase III, l'entretien des valeurs Kr), au cours de l'été et de l'automne, les espèces ont maintenu leurs valeurs d'état avec une faible reprise jusqu'à moi de décembre.

Aucune relation entre l'âge et l'état somatique n'a été obtenue chez les deux sexes (coefficient de corrélation de Spearman dans les valeurs Kr, les mâles  $p = 0.331$  ; les femelles  $P = 0.293$ ). Toute variation importante liée à l'âge ont été obtenus dans les valeurs Kr pour les mâles (Kruskal-Wallis,  $H = 6,19$ ,  $dl = 7$ ,  $P = 0,52$ ) et les femelles ( $H = 7,99$ ,  $dl = 7$ ,  $P = 0,33$ ).

En effet, un taux de croissance élevé au cours des premières années de la vie a été suivi par une diminution, après cette phase une seule période de croissance saisonnière courte par an peut être adaptée pour améliorer la condition physique du poisson.



**Figure 23.** Les variations temporelles de condition somatique de la population *Luciobarbus callensis* situé dans le barrage El K'sob. Les valeurs des données pour les échantillons de cinq ou plus de poissons (moyenne  $\pm$  95% CL), les mâles de carrés blancs et les femelles en noir. Sépare des phases établies dans le cycle annuel par des barres : phase I (barres noires), la phase II (barres grises) et de phase III (barres blanches).

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, 1997a).

À notre avis, la variation temporelle de conditions somatiques observées dans cette étude, reflète les effets de la saisonnalité environnementale et le cycle de reproduction de cette espèce, comme ce fut le cas dans l'étude précédente dans le barrage de Hamiz ( Ould - Rouis *et al.*, 2012). A la fin de printemps (mai), lorsque la ponte commence (Aberkane et Iguer-Ouada, 2011), les variations de conditions somatiques ont été observées. Il est possible que celles-ci étaient liées au transfert de l'énergie des gonades. Ce modèle est similaire à ceux observés chez d'autres espèces de barbeaux (Rodríguez-Ruiz et Granado-Lorencio, 1992 ; Herrera et Fernández-Delgado, 1992 et Torralva et Fernández- Delgado 1997)

En outre, la diminution de condition somatique durant l'été peut être due aux graves sécheresses qui se produisent au cours de l'été dans la zone méditerranéenne. Ces sécheresses créent des conditions défavorables pour la survie des poissons en provoquant un appauvrissement de l'énergie stockée. Cet épuisement est également associé aux phases finales de l'activité de ponte, aggravé par les besoins métaboliques élevés survenant au cours de cette période (Encina et Granado-Lorencio, 1997a et Oliva-Paterna *et al.* , 2003).

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. En conséquence, l'ensemble du bassin peut être considéré comme un écosystème pour le barbeau, dans le fait, la grande capacité de l'espèce à habiter deux systèmes artificiels et naturels et à s'adapter à une grande variété de conditions environnementales a été noté précédemment (Kraïem et Pattee, 1988; Kraïem , 1996) .

#### **IV - Régime alimentaire :**

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

L'étude des régimes alimentaires des poissons s'avère d'un grand intérêt ; elle permet d'estimer l'impact des populations piscicoles sur la structure des communautés benthiques.

L'analyse des contenus stomacaux a été pratiquée sur 379 individus (n=438) soit 86,2% du total des captures. En parallèle, nous avons déterminé la faune du milieu (Annexe 4).

#### 4.1- Analyse qualitative

Cette étude a permis de déterminer le régime alimentaire qualitatif du barbeau de l'Algérie au niveau du barrage El' K'sob. Les résultats obtenus sont répertoriés dans le tableau 9. La nourriture du barbeau est variée et englobe plusieurs taxons du règne animal, des composantes végétales (grains de céréales, fragments de feuilles et de bois et les algues filamenteuses) et substrat meuble.

Le comportement ichtyophage des adultes sur les juvéniles n'a pas été observé au cours de la période d'étude par comparaison avec le barbeau Tunisien (Kraïem, 1994), ni cannibalisme comme le cas du barbeau du Rhône (Kraïem, 1980). Nous avons constaté que le barbeau du barrage El K'sob a un régime alimentaire omnivore.

**Tableau 9 :** Les différentes proies identifiées dans les contenus stomacaux du barbeau.

Les proies	
<b>Insecta:</b>  <b>Ephemeroptera</b> Baetiscidae Heptageniidae <b>Coleoptera</b> Hydrophilidae Dryopidae <b>Diptera</b> Simuliidae Chironomidae <b>Odonata</b> Libellulidae <b>Trichoptera</b> <b>Hyménoptera</b>	<b>Nematoda</b>
	<b>Annelida</b> Oligochaeta
	<b>Mollusca : Gasteropoda</b> Physidae Lymnaeidae
	<b>Zooplancton :</b> Copepoda Cladocera
	<b>Substrat meuble</b> vase
	<b>Composantes végétales</b> algues filamenteuses débris végétaux

#### 4.2- Analyse quantitative

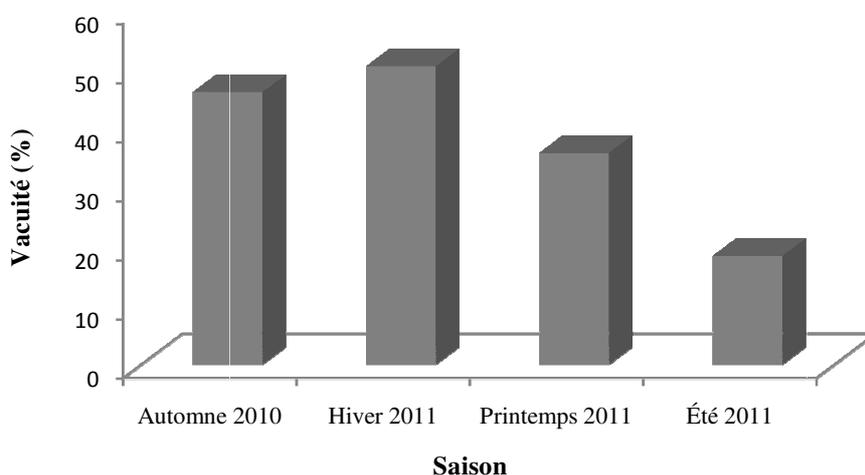
Cette analyse était basée sur la fréquence numérique des proies ingérées et l'importance du volume qu'elles occupent dans le contenu stomacal.

## 4.2 .1- Activité alimentaire

Le pourcentage de tubes digestifs vides montre une variation saisonnière de l'activité alimentaire de la population (Hyslop, 1980). Chez *L.callensis*, sur les 379 estomacs examinés, 138 étaient vides, soit un pourcentage de vacuité de 36,41%. Ce coefficient varie avec la taille et avec les saisons.

### 4.2.1.1- Variations de la vacuité en fonction des saisons

Le pourcentage le plus élevé d'estomacs vides était observé à l'hiver avec 50,53% et le plus faible était observé en été avec 18,42% (Fig.24).



**Figure 24:** Variations du coefficient de vacuité en fonction des saisons chez le barbeau

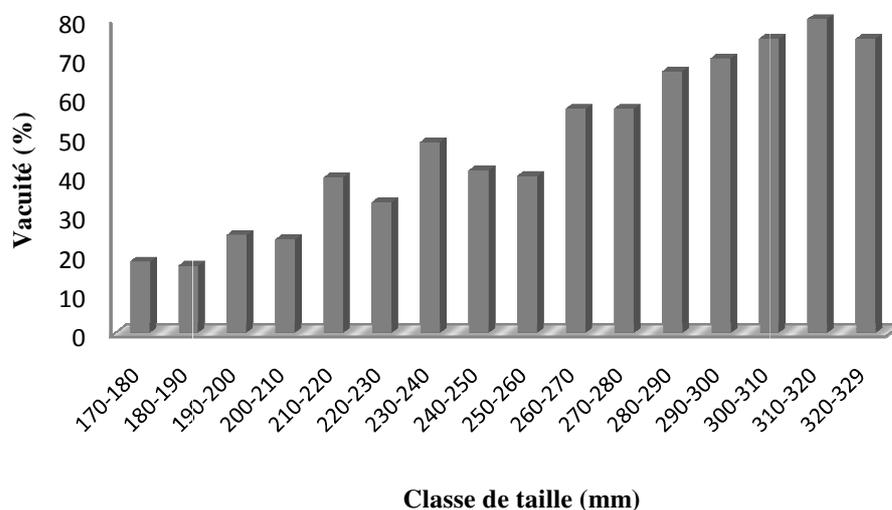
Étant un être poïkilotherme, l'activité alimentaire du *L.callensis* est réduite par la diminution des températures durant l'hiver et l'automne (Elliott, 1975). Cette diminution est amplifiée par la réduction du potentiel trophique (Cherghou *et al.*, 2002).

En Printemps, le coefficient de vacuité a diminué par rapport à l'hiver à cause de la disponibilité des macro-invertébrés et micro-invertébrés qui coïncident avec l'augmentation des températures qui favorisent l'augmentation du poids des gonades durant le printemps, peut comprimer le tube digestif et réduire le bol alimentaire (Boët, 1980).

En été, la croissance de la vitesse du transit gastrique suite à l'élévation de la température de l'eau et le niveau accru de l'intensité de prédation du poisson, d'où la réduction de la vacuité observée chez les barbeaux au cours de cette saison.

#### 4.2.1.2- Variations de la vacuité en fonction de la taille

La mise en évidence des tendances alimentaires de barbeau en fonction de la taille des spécimens a été faite en découpant l'échantillon en différentes classes selon la règle de Sturge (Scherrer, 1984 in Dietoa, 2007), et nous avons calculé le coefficient de vacuité pour chaque classe de taille (Fig.25).



**Figure 25** : Variations du coefficient de vacuité en fonction de la taille chez le barbeau.

Les variations de la vacuité en fonction de la taille (Fig.25) montrent une augmentation du nombre d'estomacs vides avec l'âge du poisson.

Les mêmes observations ont été enregistrées par Cherghou *et al.*, (2002), Bouhbouh (2002) et Reyes-Marchant *et al.*,(1992). Ceci est probablement dû au fait que :

- Les jeunes individus sont plus agiles que les adultes ;
- Les adultes se nourrissent peu ou pas en période de fraie (Kraïem 1994) ;
- Avec l'âge le barbeau pourrait développer une sélectivité dans le choix de la nourriture (Khalaf, 1985 ; Benabid, 1990).

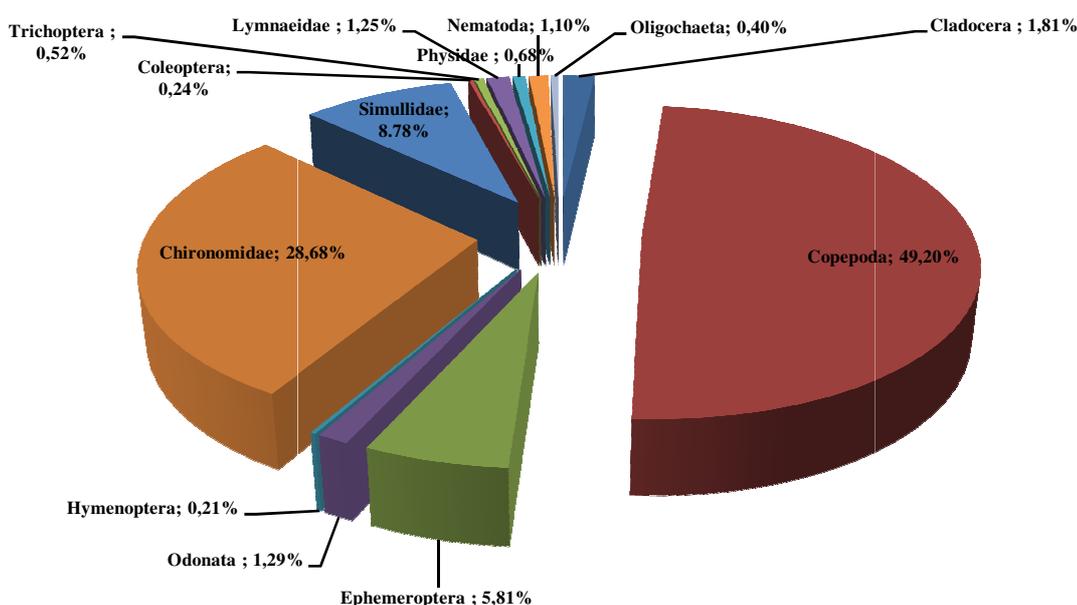
## 4.2.2 – Etude du spectre alimentaire

### 4.2.2.1 – Abondance relative

Les composantes végétales et le substrat meuble (vase) ne figurent pas dans l'abondance puisqu'ils ne sont pas dénombrables.

Nous avons remarqué que le dénombrement des proies présentes l'inconvénient de favoriser les proies de petites tailles (zooplancton) et de sous-estimer celles de tailles plus importantes (Bouhbouh, 2002).

Les résultats relatifs aux analyses globales des contenus stomacaux (Fig. 26) nous ont permis de distinguer chez les micro-invertébrés une dominance totale des Copépodes (49,20%) et chez les macro-invertébrés, les larves des Chironomes sont les plus abondantes (28,68%). Les larves des Simulies et les larves des Ephéméroptères, présentent des abondances relatives respectivement de : 8,78% et 5,81%.



**Figure 26** : Abondances relatives globales des différentes proies ingérées par *L.callensis*

En fonction des facteurs abiotiques (la température, le potentiel hydrogène, la conductivité électrique et l'oxygène) et l'abondance saisonnière des proies, il existe une relation significative dans la composition du régime alimentaire chez *L.callensis*, comme indiqué le test Kruskal-Wallis test  $H=31,54$  ;  $P < 0,05$ ).

La diversité de mode d'alimentation dépend de la variété et de l'abondance des potentielles des espèces proies dans le biotope (Adamek et Obrdlik, 1977 ; Lobon-Cervia & De Diego, 1988).

#### 4.2.2.2 - Coefficient d'occurrence

Le coefficient d'occurrence des proies globale du *L.callensis* révèle quelques proies préférentielles rencontrées dans les estomacs analysés (Tab.10). Il s'agit des zooplanctons représentés par les Copépodes et des Cladocères avec un taux respectivement de 38,26% et 10,29%, les insectes sont dominés par les Diptères avec 34,56% des Chironomes et 21,11% des Simulies. Les Ephéméroptères occupent une place dans les proies des barbeaux avec un taux de 21,11%. Le substrat meuble (vase) occupe 31,13% et les composantes végétales occupent 10,03%.

**Tableau 10:** Coefficient d'occurrence globale et saisonnière des proies ingérées par le barbeau

Proies	CO % Globale	CO % Automne 2010	CO % Hiver 2011	CO % Printemps 2011	CO % Été 2011
Cladocera	10,29	6,41	8,42	17,39	8,77
Copepoda	38,26	37,18	28,42	33,70	50,88
Ephemeroptera	21,11	21,79	11,58	20,65	28,95
Odonata	8,97	14,10	-	14,13	8,77
Hymenoptera	3,96	3,85	2,11	-	8,77
Chironomidae	34,56	30,77	25,26	36,96	42,98
Simullidae	21,11	28,21	8,42	18,48	28,95
Coleoptera	3,69	-	-	9,78	4,39
Trichoptera	5,80	11,54	8,42	1,09	3,51
Lymnaeidae	9,23	16,67	5,26	7,61	8,77
Physidae	6,07	14,10	5,26	3,26	3,51
Nematoda	3,69	2,56	2,11	5,43	4,39
Oligochaeta	8,44	5,13	2,11	16,30	9,65
Composante végétale	10,03	6,41	7,37	3,26	4,39
Vase	31,13	19,23	23,16	13,04	8,77

L'étude des variations saisonnières du spectre alimentaire du *L.callensis* montre que la nature et l'importance en nombre des proies ingérées varient en fonction des saisons (Tab. 10), avec toujours une prédominance relative importante pour les Copépodes, les Diptères et les Ephéméroptères au cours de toutes les saisons à l'exception de l'automne on observe la présence des Gastéropodes et des Trichoptères.

Les Diptères est un ordre qui est d'une grande importance pour les poissons en raison de son contenu calorique élevé et une faible mobilité qui facilite sa capture (Easton et Orth, 1992).

Les Copépodes et les Cladocères sont représentés par des espèces pérennes dans les lacs artificiels semi aride et aride algérienne (Cherbi *et al.*, 2008). Dans ce barrage, les Copépodes forment l'essentiel du zooplancton. Le développement de ces Copépodes est lié en général aux conditions du milieu. C'est ainsi que Maier (1989) a mentionné que la durée de développement des œufs, des larves et des stades copépodites est inversement proportionnelle à la température, d'où l'importance de ce facteur, qui est déterminant pour la distribution temporelle dans la région à étage bioclimatique semi aride et aride.

De même, on peut diviser les différents taxons en deux groupes. Un premier groupe de proies qui est toujours présent dans les contenus stomacaux au cours de toutes les saisons et dont l'abondance relative est généralement importante, et un deuxième groupe dont la présence dans les contenus stomacaux est limitée ou faible à quelques saisons.

Le composant végétal est important dans le mode d'alimentation de *L. callensis* ; son importance croît avec l'âge des poissons (Encina *et al.*, 1999, Santos *et al.*, 2013).

La présence de sable et la vase dans le contenu de l'estomac semble être étroitement liée au mode de prise de la nourriture (le ramassage et le raclage) (Grandmottet, 1983) et au comportement benthique des poissons (Lobon-Cervia et De Diego, 1988) qui se nourrissent de la partie inférieure de la rivière et du barrage (phénomène d'envasement). Le sable pourrait jouer un rôle dans la fragmentation de proie (Kraïem, 1996).

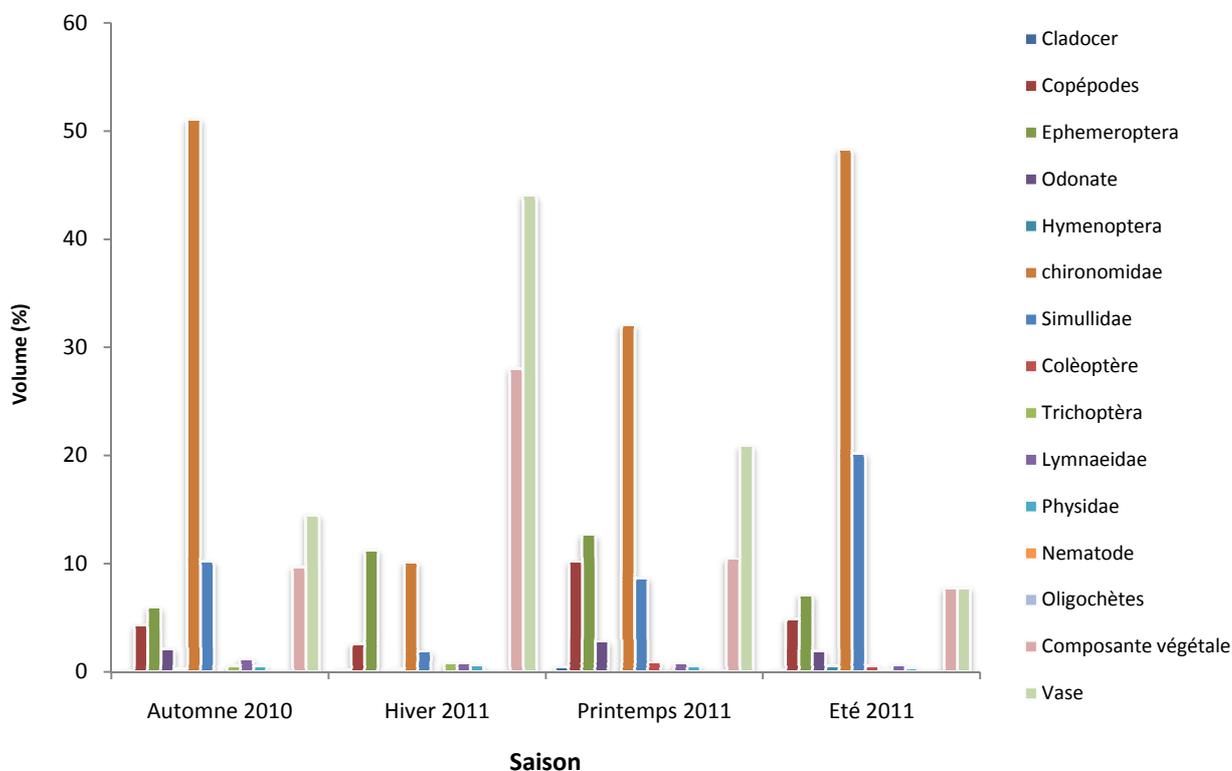
#### **4. 2. 3 – Coefficient volumétrique**

##### **4. 2. 3 .1- suivant les saisons**

Les analyses volumétriques fournissent des résultats plus fidèles du spectre alimentaire que les analyses numériques (Perrin, 1980).

Chez *L. callensis* (Fig. 27a), Les Chironomes représente la plus grande fraction du spectre alimentaire avec 51,03% en automne et 10,07% en hiver suivi par la vase (substrat

meuble) avec 43,96% en hiver et 7,70% en Été. Les composantes végétales sont bien observées en hiver (27,97%).

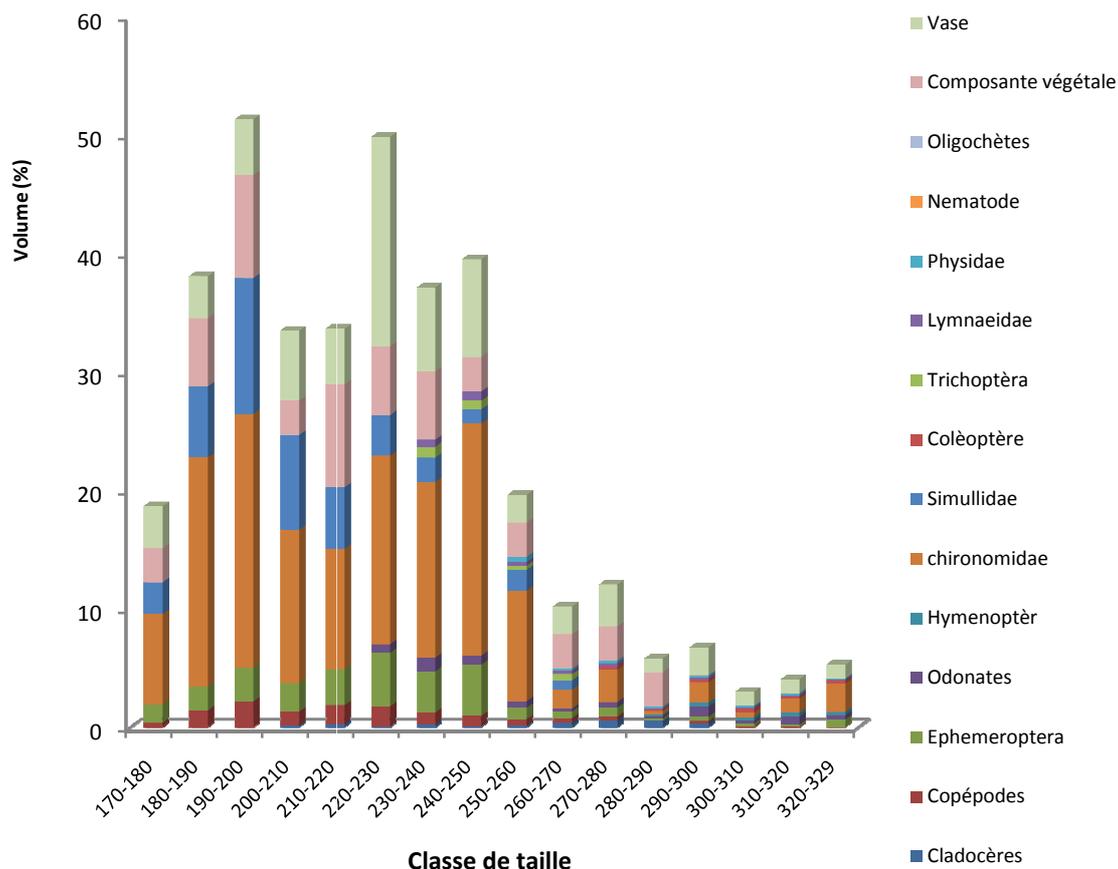


**Figure 27a** : Variations de coefficient volumétrique en fonction des saisons chez *L. callensis*

#### 4.2.3.2 - suivant la taille

Pour les classes de taille comprise entre 170 et 260 mm (Fig. 27b), le coefficient volumétrique change ; la part prise par les Diptères et le substrat meuble devient importante et constitue les proies constantes du *L. callensis*. Les débris végétaux et zooplancton sont des proies d'importance non négligeable.

Au delà de 260 mm, le *L. callensis* adopte une alimentation moins diversifiée à base des insectes et du substrat meuble.



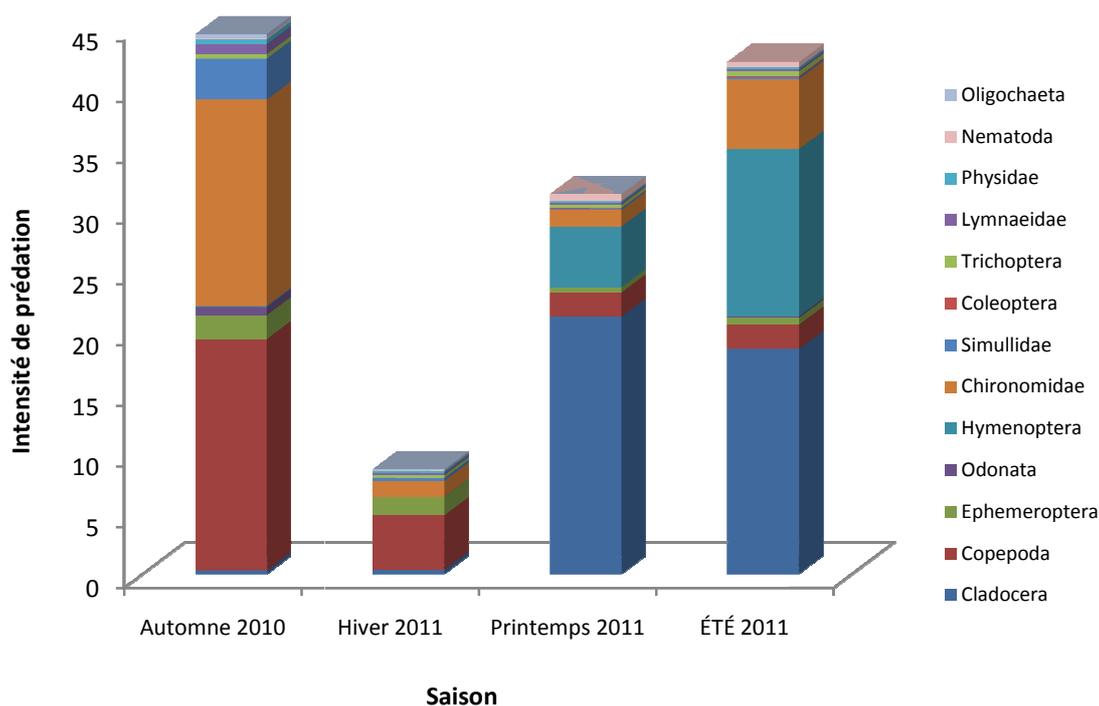
**Figure 27b :** Variations de coefficient volumétrique en fonction de la du taille chez *L. callensis*

#### 4.2.4 – Intensité de prédation

##### 4.2.4.1- suivant les saisons

La prédation chez *L.callensis* est maximale en automne, basée surtout sur les zooplanctons (Copépodes) et les Chironomes. L’automne correspond à la période de brassage des eaux des réservoirs et à l’augmentation de l’abondance des Copépodes et Cladocères (Jabari, 1998).

La prédation est très faible a l’hiver (Fig.28a), due à la diminution de la température qui faire réduire la production primaire du chaine alimentaire. Ces variations saisonnières dans la consommation alimentaire sont probablement liées à des fluctuations saisonnières de l’abondance des macro-invertébrés (Ribeiro *et al.*, 2007 et Santos *et al.*, 2013).



**Figure 28a :** Intensité de prédation en fonction des saisons chez *L.callensis*

En Printemps et en Été la prédation augmenté est basée sur les zooplanctons (Cladocères) et les Hyménoptères, cette période coïncide avec les changements physiologiques liés à la reproduction chez *L.callensis* qui favorise l'accélération du bol alimentaire (Kraïem, 1994 ; Boët, 1980) qui transférait en énergie, Cette énergie peut être utilisée au cours de la maturation des gonades et la reproduction (Encina et Granado-Lorenzo, 1997b)

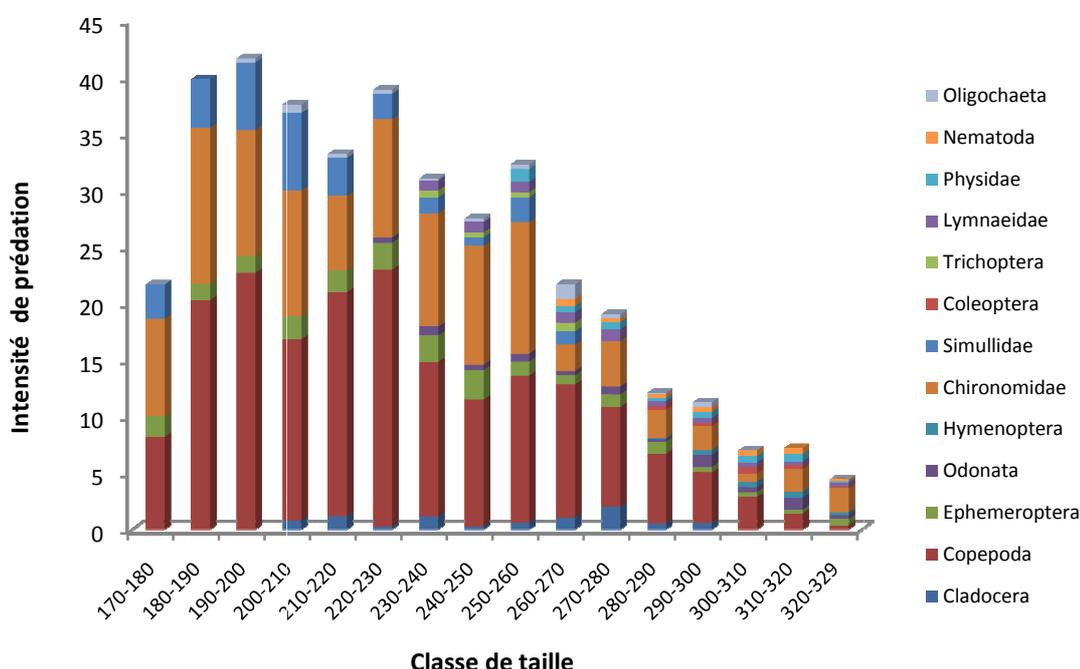
#### 4.2.4.2- suivant la taille

Chez *L.callensis* la prédation est maximale chez les adultes de tailles 170 à 250 mm, la prédation diminue au-delà de ces tailles (Fig. 28b).

La prédation chez le barbeau se progresse avec l'âge (la taille), elle est surtout exercée sur les Copépodes et les proies les plus grosses comme les Diptères et les Epheméroptères sont les préférées car elles sont plus énergétiques. les ressources trophiques sont utilisés pour le stockage de l'énergie somatique (Encina & Granado - Lorenzo , 1997a ).

La taille du zooplancton n'est pas le seul critère de prédation, il y a d'autres facteurs tels que la pigmentation, le type de locomotion et la capacité d'échappement (Dubois *et al.*, 1994). La présence annuelle des Diptères dans le bol alimentaire du barbeau due à la faible mobilité qui facilite sa capture (Easton et Orth, 1992).

A partir de la taille 250 mm l'intensité de prédation est commencée la diminution, la prédation diminue avec l'âge et très diversifiée. La taille des proies ingérées semble changer dans le régime alimentaire du barbeau au cours de la croissance (Kraïem, 1980).



**Figure 28b :** Intensité de prédation en fonction de la taille chez *L.callensis*

#### 4.2.5 - Importance des proies dans le régime alimentaire

L'importance des proies dans le régime alimentaire a été étudiée par l'indice alimentaire de Lauzane (IA), qui tient compte à la fois du pourcentage d'occurrence et du pourcentage volumétrique. Il peut varier de 0 à 100 (Lauzane, 1975 et 1976) :

IA < 10 :	<u>proie secondaire</u>
10 < IA < 25	<u>proie d'importance non négligeable</u>
25 < IA < 50	<u>proie essentielle</u>
IA > 50	<u>proie largement dominante</u>

**Tableau 11** : Indice alimentaire chez *Luciobarbus callensis*

<b>Proies</b>	<b>Indice alimentaire</b>	<b>Types de proies</b>
Copepoda	10,14	Importante
Chironomidae	12,17	Importante
Ephemeroptera	1,26	secondaire
Simullidae	1,90	secondaire
Composante végétale	0,58	secondaire
Vase	2,31	secondaire

Dans les nouveaux écosystèmes, l'alimentation du barbeau sur une grande diversité de produits alimentaires et de montrer la plus grande amplitude dans leur niche trophique (Encina *et al.*, 2004).

L'importance des Chironomes dans le régime alimentaire du barbeau et due à la domination dans le barrage du El K'sob . Salman *et al.*, (2009) Ils ont été signalé que les réservoirs peu profonds de ce type pourraient fournir des habitats diversifiés pour de nombreux des Chironomes et autres macrobenthoses parce que la richesse et la densité plus élevée de macrofaune benthique dans les endroits riches en végétation aquatique. Chironomes peut aussi habiter dans une grande variété des lieux, mais sont caractéristiques des milieux de barrage (Growth et Growth, 2001 ; Ahmadi *et al.*, 2012)

Les Copépodes sont également un élément important dans leur alimentation. Les Copépodes sont une ressource alimentaire importante dans le réservoir toute l'année (Encina *et al.*, 2004) et due a la présence pérennes dans le barrage (Cherbi *et al.*, 2008).

Au niveau du barrage d'El K'sob, *L.callensis* présente un régime alimentaire omnivore à tendance zoo-benthophage (Tab. 11). Par contre, au niveau du barrage Allal El Fassi (Maroc), Bouhbouh (2002) annonce un régime alimentaire omnivore à tendance zoophage et omnivore à tendance phytophage au niveau de l'Oued Boufekrane (Maroc) (Cherghou *et al.*, 2002). Au Nord de la Tunisie (plusieurs stations) pour la même espèce, Kraïem (1996) indique que leur régime est micro-zoo-benthophage à l'état jeune et devient benthophage en vieillissant.

Le changement de tendance alimentaire en fonction du milieu témoigne de l'opportunisme du barbeau et sa grande capacité d'adaptation aux conditions trophiques. Cette plasticité permet aux barbeaux d'habiter les endroits aux différents environnements de

n'importe quel écosystème où il vit. D'après Yalçin *et al.*, (2001) la température est un facteur écologique essentiel dans le régime alimentaire des poissons.

Au terme de cette étude, il est important de signaler l'impact du barbeau sur la structure et le fonctionnement du barrage. En effet, de part leur régime alimentaire, l'espèce peut participer à la libération du phosphore soluble et d'azote, surtout lorsque les poissons sont jeunes. De même, la consommation de sédiment accélère la libération de phosphore directement assimilable par les algues (Braband *et al.*, 1990).

## Conclusion générale

Les travaux entrepris dans le cadre de ce travail, nous ont permis d'apporter quelques précisions quant à la caractérisation du barrage d'El k'sob en tant que milieu écologique où vit le barbeau, et à l'étude des paramètres biotiques de ce poisson en relation avec un certain nombre de travaux réalisés dans des milieux similaires. Cette façon de faire nous a permis d'exprimer certaines données de base, propres au barrage d'El k'sob, jusque là peu traitées et de faire la lumière sur cette espèce d'eau douce pour une exploitation rigoureuse et durable à l'avenir.

L'analyse des conditions physico-chimiques dans ce barrage s'est réalisée par les résultats suivants :

- L'étude de la température, du pH et de la salinité ont révélés que le barrage est monomictique chaud, alcalins et strictement dulçaquicoles (sténo-oligohalines).
- Les valeurs de l'oxygène dans l'eau sont favorables à la croissance des poissons.
- Les fortes valeurs des nitrates dans l'eau du barrage sont d'origine urbaine ou agricole et la réaction du ce dernier dans l'eau douce peut provoquer un appauvrissement en oxygène.
- Les teneurs des éléments minéraux sont élevés à cause des apports du bassin versant et l'évaporation de l'eau du barrage.

L'étude du comportement de *Luciobarbus callensis* nous a permis de faire les constatations suivantes :

- *Luciobarbus callensis* est connue pour être l'une des espèces les plus abondantes et celles qui montrent un certain degré de stabilité dans ses densités saisonnières
- Notre espèce a été montrée des changements saisonniers importants en rapport avec la taille et le sex ratio qui pourraient être régi aussi bien par des tendances temporelles intrinsèques que par des facteurs écologiques.

- La moyenne d'âge des populations de *Luciobarbus callensis* dans le barrage El K'sob est de moins 14 ans (classe d'âge maximale : 13 +).
- Les anneaux de croissance se forment au début du printemps (février-mars).
- *Luciobarbus callensis* dans la population de l'étude croît rapidement au cours des trois premières années de vie, et atteint 50% environ de sa longueur maximale (femelles 3 + LT =  $17,9 \pm 0,4$  cm ; mâles 3 + LT =  $17,5 \pm 0,3$  cm).
- La croissance annuelle pour les classes d'âge moyennes (de 4 + de croissance à 7+) dans la population d'El K'sob n'était pas très élevée
- 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 du régime alimentaire du *Luciobarbus callensis* du barrage El K'sob a démontré, que ce poisson présente un rythme saisonnier de son activité alimentaire.

- L'été est la saison où le barbeau développe une activité alimentaire importante; période correspondant à l'abondance et à la disponibilité des benthos et insectes, d'où les faibles valeurs de la vacuité observée.
- Augmentation du nombre des vacuités vide en période d'automne et l'hiver.
- Le spectre alimentaire est composé de zooplancton (Copépodes) et les larves des Diptères.
- L'intensité de prédation diminue avec l'âge. Elle est importante en automne et faible en hiver.
- Le régime alimentaire de *Luciobarbus callensis* est omnivore à tendance zoo-benthophage.

Les traits de croissance de la population étudiée sera fortement affectée par les régimes hydrologiques naturelles du bassin versant de Oued El K'sob, qui sont caractérisés par une forte variabilité spatiale et temporelle.

Parmi les espèces indigènes du Maghreb qui ont pu coloniser les écosystèmes lentiques (Barrages), nous considérons *Luciobarbus callensis* comme l'une des espèces les plus réussies dans ce milieu. La plasticité de vie de cette espèce peut être la raison de son succès. Néanmoins, les espèces envahissantes et la surpêche pourraient constituer des menaces sérieuses sur cette espèce en influant sur son statut doivent par conséquent être étudiées.

## Références bibliographiques

- Abba E., 2006** - Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux d'un écosystème aquatique du Moyen Atlas : Dayet Aoua. Diplôme d'Etudes Supérieures Approfondies. Université Ibn Tofail -Kenitra- Maroc. 76p.
- Aberkane B. et Iguer-Ouada M., 2011-** Étude de la reproduction du Barbeau (*Barbus barbus callensis*). Éditions Universitaires Européennes, France. 104 p.
- Adamek Z. et Obrdlik P., 1977** - Food of important Cyprinid species in the warmed barbone zone of the Oslava River. *Folia Zoologica*, 26 (2): 177-182.
- Ahmadi R., Aliyev A., Seidgar M., Bayramov A. et Ganji S., 2012-** Macroinvertebrate Communities Differences on Riverine Parts and Reservoirs of Zarrineh River. *Am. J. Agri. and Biol. Sci.* 7 (1): 71-75.
- Almaça C., 1967** - Estudo das populações portuguesas do Gén. *Barbus* Cuvier, 1817 (*Pisces, Cyprinidae*). *Ibid*, 14 (2) : 151-400.
- Almaça C., 1971** - Sur la spéciation des Barbeaux nord-africains. *Ibid*, 42 (5): 853-856.
- Azaza M.S. et Kraïem M.M.2005-** Effet de la température sur la croissance chez le Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* (L., 1758). *Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer.*, . Actes des 7èmes Journées Tunisiennes des Sciences de la Mer, n° spécial (9): 159-162.
- Azeroual A., Crivelli A.J., Yahyaoui A. et Dakki M., 2000** - L'ichtyofaune des eaux continentales du Maroc. *Cybium*, 24 (Suppl. 3) : 17-22.
- Bacha M. et Amara R., 2007-** Les poissons des eaux continentales d'Algérie. Étude de l'ichtyofaune de la Soummam. *Cybium*, 31(3): 351-358.
- Bahlouli, F., Amroune A., Tellache S., Tiaiba A., Zedam A. et Slamani A., 2012-** Agro-ecological study of the plain of M'Sila, Western Northern zone of the basin Hodna, Wilaya of M'Sila, Algeria. *Agricultural J.*, 7(1):10-16.
- Baras E., 1992** - Etude des stratégies d'occupation du temps et de l'espace chez le barbeau fluviatile, *Barbus barbus* (L.). *Cah. Ethol. Univ de Liège (Belgique)*, 12 (2-3): 125-442.
- Baras E., 1997** - Environment determinants of residence area selection by *Barbus barbus* in the River Ourthe. *Aquatic Living Resources*, 10 (4) :195-206.
- Baras E., Poncin P. et Philippart J.C., 1993** - Le comportement reproducteur des poissons de nos rivières. Le barbeau fluviatile *Barbus barbus*. *Le Pêcheur belge*, 9 : 40-42.
- Barbault R., 1981-** Ecologie des populations et des peuplements. Des théories aux faits. Masson éd., Paris . 208p

- Barbault R., 1995-** Ecologie des peuplements. Structure et dynamique de la biodiversité. 2<sup>ème</sup> Ed. Masson et Cie, 2<sup>ème</sup> édition Paris (France), 15-19 p.
- Benabid M., 1990-** Bioécologie de deux espèces du barbeau (*Barbus barbus callensis* (Gthr.) et *Barbus Labeobarbus fritschi* (Val.)) d'un cours d'eau du Haut-Atlas du Maroc. Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle, Fac. Sci. Marrakech (Maroc). 170p.
- Benkadja R., Hattab A., Mahdaoui N. et Zehar C., 2012-** Assessment of soil losses and siltation of the K'sob hydrological system (semi-arid area-East Algeria). *Arabian J. of Geo-science*. doi 10.1007/s12517-012-0653-z.
- Bensaci E., Nouidjem Y., Cherief A., Bouteria N., Ladgham Chikouch A., Bouzegag A., Saheb M. et Houhamdi M., 2010-** Inventaire et statut de l'avifaune de la région du Chott El Hodna( Hautes plaines centrales). Séminaire International sur la Préservation et la Mise en Valeur de l'Ecosystème Steppique. Le 14, 15 et 16 mars 2010. Université de M'Sila. Algérie.
- Berrebi P., 1981-** Contribution à l'étude du sous genre *Labeobarbus* (genre *Barbus*, poissons Cyprinidés) au Maroc. *Bull. Inst. Sci. Rabat*, 5: 59-72.
- Berrebi P., Cattaneo-Berrebi 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.*, 48: 319-333.
- Berrebi P., 1995-** Speciation of the genus *Barbus* in the north Mediterranean basin : recent advances from biochemical genetics. *Biological Conservation*, 72: 237-249.
- Berrebi P. et Rab P., 1998-** The *Barbus intermedius* species flock in lake Tana (éthiopia): cytogenetic and molecular genetic data. *Italian. J Zool* . vol 65: 15-20.
- 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.
- Berrebi P. et Valiushok D., 1998-** Genetic divergence among morphotypes of barbel.in lake Tana (Ethiopia) *Biol. J. Limn. Soc.*, vol 64 (3) : 369-384.
- Berrebi P., Kraïem M. M., Doadrio I., ElGharbi S. et Cattaneo-Berrebi G., 1995 -** Ecological and genetic differentiation of *Barbus callensis* populations in Tunisia. *J. of Fish Biology*, 47 : 850–864.
- Blondel J., 1979-** Biogéographie et écologie. Ed. Masson et C<sup>ie</sup>. Paris. 173p.
- Boero F. 2011 -** What is venid a species' name?. *Italian J. of Zoology*, 78(4): 409.
- Boët P.H., 1980-** L'alimentation du poisson-chat (*Ictalurus melas* Raf.) dans le lac de Créteil. *Ann. limnol*, 16 (3) : 255-270.

- Bouhbouh S., 2002** - Bio-ecology of *Barbus callensis* (Valenciennes 1842) and *Barbus fritschi* (Günther 1874) in Allal-el-Fassi Reservoir (Morocco). Thèse doct.. Fac. Sci. Dhar el Mehraz, Fès, Maroc. 164p.
- Boulinier T, James D. Nichols, John R. Sauer, James E. Hines, and K. H. Pollock., 1998**-Estimating species richness: the importance of heterogeneity in species detectability. *Ecological Soc. America- Ecology*. 79 (3) : 1018-1028.
- Braband A., Faafeng B.A. et Nilssen J.P.M., 1990** - Relative importance of phosphorus supply to phytoplankton production: fish excretion versus external loading. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47 : 364 – 372.
- Bruslé J. et Quignard J-P., 2001** - Biologie des Poissons d'eau douce européens, Éditions Tec & Doc, Lavoisier, Paris. 625p.
- Bruslé J. et Quignard J-P., 2004** - Les poissons et leur environnement. Éditions Tec & Doc, Lavoisier, Paris. 1522p.
- Dubois C., Richeux C., Tourenq J. N. et Le Jolivet C., 1994** - Régime et comportement alimentaire du gardon (*Rutilus rutilus* L.) et de la perche (*Perca fluviatilis* L.) de la retenue de Pareloup-I. Les alevins. *Hydroécol. Appl.* Tome 6, vol 1-2 : 227-242.
- Castenholz R.W. et Wickstrom C.E., 1975** - Thermal streams. In B.A. Whitton (ed.) *River ecology*. Blackwell Scientific Publ., Oxford. 264-285 p.
- Cherbi M., 1984** - Contribution à l'étude du peuplement zooplanctonique de trios laets de Barrage Hamiz, Ghrib et Boughzoul. Thèse de Doct. 3<sup>ème</sup> Cycle. U.S.T.H.B. (Algérie). 132p.
- Cherbi M., Lek-Ang S., Lek S. et Arab A., 2008** - Distribution du zooplancton dans les lacs à climat méditerranéen. *C. R. Biologies* 331 : 692–702.
- Cherghou S., Khodari M., Yaâkoubi F., Benabid M. et Badri A., 2002** - Contribution à l'étude du régime alimentaire du barbeau (*Barbus barbus callensis* Valenciennes, 1842) d'un cours d'eau du Moyen-Atlas (Maroc): Oued Boufekrane. *Rev. Sci. Eau*, vol. 15 (1) :153-163.
- Cooke S.J., Paukert C. et Z. Hogan., 2012**- Endangered river fish: factors hindering conservation and restoration. *Endangered Species Research*, 17: 179–191.
- Crespin L. et Berrebi P., 1994**- L'hybridation naturelle entre le barbeau commun et le barbeau meridional en France : compte rend u de dix années de recherche. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* (334) : 177-189.
- Crespin L., Berrebi P. et Lebreto N J., 1999** - Asymmetrical introgression in a fresh water fish hybrid zone revealed by a morpho logical index of hybridization. *Biol. J. Linn. Soc.*, vol 67 (1) : 57-72.
- Daget J. et Le Guen J. C., 1975** - Les critères d'âge chez les poissons. In Lamotte M. et Bourlière F.- Problèmes d'écologie : la démographie des populations de vertébrés. Ed. Masson et Cie. Paris. 253-289 p.

- Das T., Pal A.K., Chakraborty S.K., Manush S.M., Sahu N.P. et Mukherjee S.C., 2005** - Thermal tolerance, growth and oxygen consumption of *Labeo rohita* fry (Hamilton, 1822) acclimated to four temperatures. *J. Ther. Biol.*, 30: 378-383.
- Dietoa Y.M., Gourene G. et Ouattara A., 2007** - Habitudes alimentaires de *Brycinus longipinnis* dans le complexe fluvio-lacustre de la Bia, Côte d'Ivoire. *Belg. J. Zool.*, 137 (1) : 3-9.
- Djemali I., 2005** - Evaluation de la biomasse piscicole dans les plans d'eau douce tunisiens : Approches analytique et acoustique. Thèse de Doct. Sc. agron., Inst. Nat. Agron. Tunisie. 218p.
- Djemali I., Lahouar H. et Toujani R., 2010** - Distribution patterns of fish biomass by acoustic survey in three Tunisian man-made lakes. *J. Appl. Ichth.*, 26: 390–396.
- Djemali I., Toujani R. et Guillard J., 2009** - Hydroacoustic fish biomass assessment in man-made lakes in Tunisia: horizontal beaming importance and diel effect. *Aquatic Ecology*, 43(4): 1121–1131.
- Doadrio I., 1990** - Phylogenetic relationships and classification of western palearctic species of the genus *Barbus* (Osteichthys, Cyprinidae). *Aqua. Liv. Res.*, 3: 265-282.
- Doadrio I., 1994**- Freshwater fish fauna of North Africa and its biogeography in Tengels. *Ann. Mus. Afr. Centr. Zool.* 275: 21-34.
- 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.
- Do-Chi T., 1977**- Détermination statistique de l'âge : Quelques méthodes de décomposition d'un échantillon en composantes Gaussiennes. *Océanis, V., fac* 10: 503-530.
- 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.* 22 : 91–100.
- Easton R S., et Orth D. J., 1992**- Ontogenetic diet shifts of age-0 smallmouth bass (*Micropterus dolomieu* Lacepède) in the New River, West Virginia, USA. *Ecology of Freshwater Fish*, 1: 86–98.
- Elliott J.M., 1975**- Number of meals in a day, maximum weight of food consumed in a day and maximum rate of feeding for brown trout, *Salmo trutta* L. *Freshwat Biol.*, 5 : 287-303.
- Encina L. et Granado-Lorencio C., 1997a**- Seasonal variations in condition and energy content of somatic and reproductive tissues of *Chondrostoma polylepis* willkommi. *Folia Zoologica*, 46 (Suppl. 1) : 123–133.
- Encina L. et Granado-Lorencio C., 1997b**- Seasonal changes in condition, nutrition, gonad maturation and energy content in barbel, *Barbus sclateri*, inhabiting a fluctuating river. *Environmental Biology of Fishes*, 50: 75–84.

- Encina L., Castaño V., García B. et Gil M., 1999** - Ecología trófica del barbo (*Barbus sclateri*) en cuatro embalses del Sur de España. *Limnetica*, 17: 95–105.
- Encina L. et Rodríguez-Ruiz A., 2002** - Patterns of seasonal distribution of the fish assemblage in a reservoir of recent construction. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 28: 641–650.
- Encina L., Rodríguez-Ruiz A. et Granado-Lorencio C., 2004** - Trophic habits of the fish assemblage in new freshwater ecosystems: The Joaquin Costa reservoir. *Folia Zoologica*, 53(4):437–449.
- Encina L., Rodríguez-Ruiz A. et Granado-Lorencio C., 2006**- The Iberian ichthyofauna: Ecological contributions. *Limnetica*, 25(1-2): 349–368.
- Ford T. et Beitinger T.L., 2005** - Temperature tolerance in the goldfish, *Carassius auratus*. *J. of Thermal Biology*, 30, 147-152.
- 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
- 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.
- García N., Cuttelod A. et Abdul malak D., 2010**- The status and distribution of fresh-water biodiversity in northern Africa. *IUCN*, Gland (Switzerland), Cambridge (UK) et Malaga (Spain). 141p
- Granado-Lorencio C., 2000** - Ecología de Comunidades. El paradigma de los peces de agua dulce. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla, Sevilla (Spain). 289p
- Grandmottet J.P., 1983** - Principales exigences des Téléostéens dulcicoles vis-à-vis de l'habitat aquatique. *Ann Sci Univ France comté, Besançon, Biol anim.*, 4: 3-16.
- Growns I.O. et Growns J.E., 2001** - Ecological effects of flow regulation on macroinvertebrate and periphytic diatom assemblages in the Hawkesbury–Nepean River, *Australia. Regul. Rivers Res. Manag.*, Chichester, 17: 275-293.
- Herrera M., et Fernández-Delgado C., 1992**- The life-history patterns of *Barbus bocagei sclateri* (Günther, 1868) in a tributary stream of the Guadalquivir River basin, southern Spain. *Ecology of Freshwater Fish*, 1: 42–51.
- Hladik M., Kubecka J., Mrkvicka T., Cech M., Drast V., Frouzov J., Ho-Hausov E., Matena J., Matenov V., Kratochv M., Peterka J., Prchalov M. et Vaek M., 2008** - Effects of the construction of a reservoir on the fish assemblage in an inflow river. *Czech J. of Animal Science*, 53: 537–547.

- Hunt P.C. et Jones J.W., 1975** – A population study of *Barbus barbus* L. in the river Severn. England. *J. Fish. Biol.*, 7 (3); 361-376.
- Hyslop E.J., 1980** -. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. *J. Fish Biol.* 17 : 411-429.
- Jabari E.A., 1998**- Structure et dynamique des populations zooplanctoniques de la retenue de barrage Allal El Fassi. Thèse Doct. 3<sup>ème</sup> cycle, *Fac. Sci.* Dhar el Mehraz, Fès Maroc. 191p.
- Juffe-Bignoli D. et Darwall W.R.T., 2012**- Assessment of the socio-economic value of freshwater species for the northern African region. Gland, Switzerland and Málaga, Spain: IUCN. IV + 84p.
- Journal Officiel de la République Algérienne., 2004 – date, n° 18** : 3-4.
- Kara H. M., 2012**- Freshwater fish diversity in Algeria with emphasis on alien species. *European J. of Wildlife Research*, 58(1): 243–253.
- 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.
- Khalaf G., 1985** - Etude de quelques aspects du régime alimentaire de *Capoeta damascina* (Cyprinidae) dans les cours d'eau Libanais. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* vol 22 : 2631-2635.
- Kottelat M., et Freyhof J., 2007** - Handbook of European freshwater fishes. Kottelat, Cornol (Switzerland) et Freyhof, Berlin (Germany). 646p.
- Kraïem M. M., 1979**- Ecologie du barbeau fluviatile *Barbus barbus* (L., 1758), (poisson, Cyprinidae) dans le haut Rhône français. Thèse Doct. 3<sup>ème</sup> Cycle, Univ . Lyon I . 69p.
- Kraïem M. M., 1980** - Structure et fonctionnement des écosystèmes du Haut-Rhône français. XXI. Contribution à l'étude du régime alimentaire de *Barbus barbus* (L. 1758) (Poissons, Cyprinidae). *Bull. Fr. Piscic.*, 278: 1-10.
- Kraïem M. M., 1989**- Étude comparée de la croissance de différentes populations de *Barbus callensis* Valenciennes 1842 (Pisces, Cyprinidae) de Tunisie. *Cybium*,13(4): 365–374.
- Kraïem M. M., 1994**- Systématique, biogéographie et bio-écologie de *Barbus callensis* Valenciennes, 1842 (poisson, Cyprinidés) de Tunisie. Thèse Doct. es Sci., Fac. Sci. Tunisie . 227 p.
- Kraïem M. M., 1996** - The diet of *Barbus callensis* (Cyprinidae) in northern Tunisia. *Cybium*, 20(1): 75–85.
- Kraïem M. M., 1997**- Chronologie de la reproduction et cycle de développement des gonades chez *Barbus callensis* Valenciennes, 1842 (Pisces, Cyprinidae) de Tunisie. *Bull. Inst. Nat. Sci. Technol. Mer*, 24 (1): 74–88.

- Kraïem M. M., Bouvet Y., Pattee E. et Persat H., 1986** - Étude des populations de barbeaux, *Barbus callensis* Valenciennes 1842, dans trois cours d'eau du nord-ouest de la Tunisie. *Arch.Hydrobiol.*, 107(3): 411–422.
- 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.
- Kraïem M. M., Ramdani M., Fathi A. A., Abdelzaher H.M.A. et Flower R., 2003** - Analyse de la biodiversité et de la production ichtyques dans trois lacs nord Africains : Merja Zerga (Maroc), Garâat Ichkeul (Tunisie) et lac Edku (Egypte) *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô*, Vol. 30 : 5-13.
- Lamrini A., 1988** - Les sparidés de la côte Atlantique Marocaine. Reproduction. Croissance et exploitation de cinq espèces. Thèse de Doctorat Es Sciences Naturelles, Univ. Sci. Tech. Brest. 382 p.
- Lauzane L., 1975** - Régime alimentaire d'*Hydrocyon Forskalii* (Pisces Characidae) dans le lac Tchad et ses tributaires. *Cah. O.R.S.T.O.M., Série Hydrobiol.* vol. 9 (2) : 105-121.
- Lauzane L., 1976** - Régime alimentaire et relations trophiques des poissons du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M. série hydrobiol.* vol 10(4) : 267-310.
- Le Berre M., 1989** - Faune du Sahara 1.Poissons- Amphibiens-Reptiles. Ed R. Chabaud, Paris. 332 p
- Legendre L. et Legendre P., 1979** - Ecologie numérique. Le traitement multiple des données écologiques. 2<sup>ème</sup> Edition Masson, Paris. 206 p.
- Lepichon M.C., 2006** - Une approche «Paysage aquatique » pour une meilleure connaissance du fonctionnement des écosystèmes fluviaux et l'amélioration de la conservation des peuplements de poissons. Thèse de Doct., Univ Pierre et Marie Curie, Paris VI. 193 p
- Lévêque C., Oderdorff T., Paugy D., Stiassny M.L.J. et Tedesco P.A., 2008** - Global diversity of fish (Pisces) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 545–567.
- Lobon-Cervia J. et De Diego A., 1988** - Feeding of barbel (*Barbus bocagei* Steind) with relation to benthos composition. *Arch.Hydrobiol.*, 144(1): 83-95.
- Machordom A. et Doadrio I., 2001** - Evolutionary history and speciation modes of cyprinid genus *Barbus*. *Proceedings of the Royal Society B*, 268: 1297–1306.
- Maier G., 1989** - The effect of temperature on the development times of eggs, naupliar and copepodite stages of five species of *Cyclopoid* Copepods. *Hydrobiologia*, 184: 79-88.
- Mason L., 1939** - Studies on the Fauna of an Algerian Hot Spring. *J. Experim. Biol.*, 16: 487-498.
- M'Hadhbi L. et Boumaiza M., 2008** - Étude de la croissance relative du barbeau: *Barbus callensis* (Cyprinidae) de la retenue de barrage Joumine (Nord Tunisien). *Analele, Stiintifice ale Universitatii Al. I. Cuza Iasi, s. Biologie animală* (LIV): 245–258.

- Micha J C., 1971-** Densité de population, âge et croissance du Barbeau *Barbus barbus* (L.) et de l'Ombre *Thymallus thymallus* (L.) dans L'Ourthe. *Ann. Hydrobiol.*, 2(1) : 47-68.
- Mimeche. F, 2008 -** Recherches préliminaires écologiques sur le barbeau de Biskra, *Barbus callensis* Valenciennes, 1842 (Pisces : Cyprinidae) dans le barrage de la Fontaine des gazelles (Biskra). Mémoire de Magister, Institut National Agronomique El-Harrach – Alger, 53 p.
- Mimoune S., 1995-** Gestion des sols sales et désertique dans une cuvette endoréique d'Algérie (sud du Chott EL Hodna), Thèse doct., Univ. d'Aix Marseille I. 204p.
- Miñano P. A., Oliva-Paterna F. J., Fernández-Delgado C. et Torralva M., 2000 -** Age and growth of *Barbus graellsii* Steindachner, 1866 and *Chondrostoma miegii* Steindachner, 1866 (Pisces, Cyprinidae) in the river Cinca (Ebro river basin, NW Spain). *Miscellània Zoológica*, 23(2): 9–19.
- Mora C. et Maya M.F., 2006 -** Effect of the rate of temperature increase of the dynamic method on the heat tolerance of fishes. *J. Ther. Biol.*, 31: 337-341.
- Northcote T.G., 1988-** Fish in the structure and function of freshwater ecosystems A « Top-down» view. *Can.J. Fish. Aqua.*45:361-379.
- Nemouchi A., 2001-** Géographie hydrologique du bassin versant endoreique du Chott El Hodna., Thèse doct., Univ Constantin (Algérie). 292p.
- Oliva-Paterna F. J., Vila-Gispert A. et Torralva M., 2003 -** Condition of *Barbus sclateri* from semi-arid aquatic systems: habitat quality effects. *J. of Fish Biology*, 63: 699–709.
- Oliva-Paterna F. J., Miñano P. A., Torralva M. et Fernández-Delgado C., 2007 -** Reproductive strategies of *Barbus graellsii* and *Chondrostoma miegii* (Pisces, Cyprinidae) in the Cinca River (NE Iberian Peninsula). *Zoologica Baetica*, 18: 3–20.
- 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.
- Paloheimo J.E., et Dickie L.M., 1964 -** Abundance and fishing success. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 155: 152–163.
- Penczak T. et Molinski M., 1984-** Fish production in Oued Sebaou, a seasonal river in North Algeria. *J. Fish Biol.*, 25(6): 723–732.
- Perrin J. F., 1980-** Structure et fonctionnement des écosystèmes du Haut- Rhône Français. Etude des préférences alimentaires de la loche franche (*Noemacheilus barbatulus*) par une méthode des points modifiée. *Hydrobiol.* 71: 217-224.
- Perry G. M.L., Martyniuk C. M., Ferguson M. M. et Danzmann R.G., 2005 -** Genetic parameters for upper thermal tolerance and growth-related traits in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 250: 120– 128

- 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 Cie. Paris. 291-394 p.
- 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.). Th. Doct.Sc., Inst. Zool., Fac. Sc., Liège (Belgique). 217 p.
- Philippart J. C., 1991** - Élément autoécologie des poissons d'eau douce. Dynamique des populations de poissons et pisciculture expérimentale. Cours pédagogique, Univ Liège (Belgique). 35p
- 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.
- Pielou E. C., 1969**- An introduction to mathematical ecology. Wiley – Interscience, New-York. 286 p.
- Poncin P., 1994** - Four years research on the reproductive behaviour and Hybridization of *Barbus barbus* (L, 1758) au *Barbus meridionalis* (Risso, 1826). *Bull. Fr. Pech Piscic.* 334: 169-176.
- Poncin P., 1996** - Reproduction chez nos poissons. Le pêcheur belge. Ed. FSPF de Belgique. 80 p.
- 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.
- Ramade F., 2003**- Élément d'écologie: Ecologie fondamentale. Ed. Dunod. 3<sup>ème</sup> édition, Paris. 190 p.
- Ramdani M., Flower R.J., Elkhiaati N., Kraïem M.M., Fathi A.A., Birks H.H. et Patrick S.T., 2001**- North Africa wetland lakes : Characterization of nine sites included in the Cassarina Project. *Aquat. Ecol.*, 35, 281-302.
- Remini B. et Hallouche W., 2005**- Prévion de l'envasement dans les barrages du maghreb. *Larhyss J.*, 4, 69-80.
- Reyes-Marchant P., Cravinho A. et Laire N., 1992**- Food and feeding behaviour of roach (*Rutilus rutilus* , Linné.1758) juveniles in relation to morphological change. *J. Appl. Ichthyol.*, 8 : 77-89.
- Ribeiro F., Orjuela R L., Magalhães M F. et Collares-Pereira M J., 2007**- Variability in feeding ecology of a South American cichlid: a reason for successful invasion in mediterranean-type rivers?. *Ecology of Freshwater Fish*, 16: 559–569.
- Rodier J., Bazin C., Broutin J-P., Chombon P. et Rodi L., 1996**- L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eau résiduares, Eau de mer. Ed. Dunod, 8<sup>ème</sup> Ed., Paris. 1384 p.

- Rodier J., Legube B., Merlet N. et Brunet R., 2009** - L'analyse de l'eau. Ed. Dunod, 9<sup>ème</sup> Ed., Paris. 1579 p.
- Rodríguez-Ruiz A. et Granado -Lorencio C., 1992** - Spawning period and migration of three species of cyprinids in a stream with Mediterranean region (SW Spain). *J. of Fish Biology*, 41: 545–556.
- Salman I., Al-hami A., Azizah M.N.S., Rawi Che S.M. et Ahmad A.H., 2009**- Preliminary study of phylogenetic relationship of rice field chironomidae (Diptera) inferred from DNA sequences of mitochondrial cytochrome oxidase subunit. *Am. J. Applied Sci*, 6: 1004-1009.
- Santos J. M., Encina L., Oliveira J. M. et Teixeira A., 2013**- Feeding ecology of the Ruivaco *Achondrostoma oligolepis*, a Portuguese endemic cyprinid fish. *Limnetica*, 32 (1): 27-38.
- Shannon C. E. et Weaver W., 1963**- The mathematical theory of communication. Urbane: University of Illinois Press. 117 p.
- Smith K. et Lavis M. E., 1975** - Environmental influences on the temperature of a small upland stream. *Oikos*, 26: 228-236.
- Sumer S. et Povz M., 1998** - Age and growth of *Barbus meridionalis* (Cyprinidae) from two rivers in Slovenia. *Italian J. of Zoology*, 65: 237–239.
- Sutton S. G., Bult T. P. et Haedrich. R. L., 2000** - Relationships among Fat Weight, Body Weight, Water Weight, and Condition Factors in Wild Atlantic Salmon Parr. *Transactions of the American Fisheries Society*, 129(2): 527–538.
- Tatar H., 1985** - Les Milieux et l'Occupation du Sol dans le Bassin Versant du K'sob. Thèse Doct. 3<sup>e</sup> cycle, Université de Caen (France). 106 p.
- Torralva M., Puig M. A. et Fernández-Delgado C., 1997**- Effect of river regulation on the life-history patterns of *Barbus sclaterii* in the Segura river basin (south-east Spain). *J. of Fish Biology*, 51: 300–311.
- 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.
- Tsigenopoulos C.S., Durand J.-D., Ünlü et E., Berrebi, P., 2003** - Rapid radiation of the Mediterranean *Luciobarbus* species (Cyprinidae) after the Messinian salinity crisis of the Mediterranean Sea, inferred from mitochondrial phylogenetic analysis. *Biol. J. Linn. Soc.* 80, 207–222.
- Varadi L., Hidas A., Varkonyi E. et Horvath L., 1993**- Interesting phenomena in hybridization of carp (*Cyprinus carpio*) and rosy barb (*Barbus conchonus*). *Aquaculture* , vol,129 (1-4 ) : 211-214.
- Vasiliou A. et Economidis P. S., 2005**- On the life-history of *Barbus peloponnesius* and *Barbus cyclolepis* in Macedonia, Greece. *Folia Zoologica*, 54(3): 316–336.

- Vivier P., 1959** - Les lacs de barrage artificiel: caractères, types, exploitation piscicole. *Jour. Int.d'Etude des Eaux*. Cabadeau. Liège, 46: 180- 186.
- Ward J., 1985** - Thermal characteristics of running water. *Hydrobiologia*, 125: 31.46.
- Wootton R. J., 1998**- Ecology of Teleost Fishes. Chapman et Hall, London (UK). 404 p.
- Yalçın Ş., Akyurt I. et Solak k., 2001**- Stomach Contents of the Catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) in the River Asi (Turkey). *Turk J Zool.* 25: 461-468.

## Annexes

### Annexe 1 :

#### La liste des mammifères recensée dans le Oued et le barrage El K'sob.

Nom commun	Nom scientifique
Chat sauvage	<i>Felis silvestris lybica</i> Forster, 1770
Renard roux	<i>Vulpes vulpes</i> (Linnaeus, 1758)
Renard famélique	<i>Vulpes rueppellii</i> Schinz, 1825
Chacal doré	<i>Canis aureus</i> Linnaeus, 1758
Sanglier	<i>Sus scrofa</i> Linnaeus, 1758
Lièvre du cap	<i>Lepus capensis</i> Linnaeus, 1758
Hérisson d'Algérie	<i>Atelerix algirus</i> (Lereboullet, 1842)
Porc-épic à crête	<i>Hystrix cristata</i> Linnaeus, 1758
Hyène rayé	<i>Hyaena hyaena</i> (Linnaeus, 1758)
Rat noir	<i>Rattus rattus</i> (Linnaeus, 1758)
Rat des sables	<i>Psammomys obesus</i> Cretzschmar, 1828
Gerbille champêtre	<i>Gerbillus campestris</i> (Loche, 1867)
Gerbille pygmé	<i>Gerbillus henleyi</i> (de Winton, 1903)
Grande gerboise	<i>Jaculus orientalis</i> Erxleben, 1777
Petit gerbille à queue courte	<i>Gerbillus simoni</i> Lataste, 1881
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i> (Fischer, 1829)
Souris grise	<i>Mus musculus</i> Linnaeus, 1758
Chat sauvage	<i>Felis silvestris lybica</i> Forster, 1770
Renard roux	<i>Vulpes vulpes</i> (Linnaeus, 1758)

#### La liste des Oiseaux aquatiques recensée dans le barrage El K'sob

Nom commun	Nom scientifique
Poule d'eau	<i>Gallinula chloropus</i> (Linnaeus, 1758)
Foulque macroule	<i>Fulica atra</i> Linnaeus, 1758
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i> (Linnaeus, 1758)
Canard souchet	<i>Anas clypeata</i> Linnaeus, 1758
Canard pilet	<i>Anas acuta</i> Linnaeus, 1758
Sarcelle d'hiver	<i>Anas crecca</i> Linnaeus, 1758
Canard siffleur	<i>Anas penelope</i> Linnaeus, 1758
Tadorne de Belon	<i>Tadorna tadorna</i> (Linnaeus, 1758)
Fuligule morillon	<i>Aythya fuligula</i> (Linnaeus, 1758)
Grand corbeau	<i>Corvus corax</i> Linnaeus, 1758
Grue cendrée	<i>Grus grus</i> (Linnaeus, 1758)
Cigogne blanche	<i>Ciconia ciconia</i> (Linnaeus, 1758)
Spatule blanche	<i>Platalea leucorodia</i> Linnaeus, 1758
Grèbe huppé	<i>Podiceps cristatus</i> (Linnaeus, 1758)
Grèbe castagneux	<i>Tachybaptus ruficollis</i> (Pallas, 1764)
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i> Linnaeus, 1758
Héron garde-bœufs	<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)
Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i> (Linnaeus, 1766)

Grande aigrette	<i>Ardea alba</i> (Linnaeus, 1758)
Chevalier aboyeur	<i>Tringa nebularia</i> (Gunnerus, 1767)
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i> (Linnaeus, 1758)
Chevalier guignette	<i>Actitis hypoleucos</i> (Linnaeus, 1758)
Chevalier arlequin	<i>Tringa erythropus</i> (Pallas, 1764)
Gravelot (Pluvier) à collier interrompu	<i>Charadrius alexandrinus</i> Linnaeus, 1758
Goéland leucophée	<i>Larus michahellis</i> Naumann, 1840
Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i> (Linnaeus, 1758)
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i> (Linnaeus, 1758)

**La liste des batraciens recensée dans le barrage El K'sob**

<b>Nom scientifique</b>	<b>Nom commun</b>
Crapaud vert	<i>Bufo viridis</i> (Laurenti, 1768)
Crapaud commun	<i>Bufo bufo</i> (Linnaeus, 1758)

**Annexe 2 :**

**Les relevés mensuels des paramètres physico-chimiques de l'eau du barrage EL K'sob durant septembre 2010 et Aout 2011**

Paramètres	T°C Air	T°C Eau	pH	CE ( $\mu$ S/cm)	Salinité (g/l)	O <sub>2</sub> (mg/l)	Ca <sup>++</sup> (mg/l)	Mg <sup>++</sup> (mg/l)	Na <sup>+</sup> (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> (mg/l)
Septembre	30,0	22,2	8,4	1649,0	1,3	7,5	197,0	104,0	159,0	263,0	661,0	127,0	11,4	1,9	1,3	0,2
Octobre	25,0	19,0	8,4	1580,0	1,2	7,3	101,0	68,0	51,0	102,0	334,0	93,0	9,8	0,8	1,8	0,2
Novembre	16,3	14,0	8,2	1675,0	0,9	8,5	116,0	54,0	64,0	83,0	271,0	108,0	12,5	1,1	1,7	0,1
Décembre	13,0	10,0	8,5	1270,0	0,6	9,2	85,0	70,0	289,0	240,0	414,0	66,0	8,9	1,5	3,8	0,1
Janvier	14,0	10,2	8,3	912,5	0,5	8,2	44,0	71,0	129,0	210,0	346,0	18,0	11,8	0,7	2,4	0,2
Février	11,0	6,8	7,8	1010,0	0,6	8,6	85,0	57,0	51,0	105,0	262,0	85,0	7,8	0,6	1,9	0,4
Mars	13,0	8,0	7,9	1190,0	0,6	8,1	74,0	58,0	42,0	87,0	267,0	108,0	10,9	1,7	3,4	0,5
Avril	18,0	16,9	7,8	1372,5	0,7	8,4	121,0	99,0	73,0	143,0	487,0	99,0	14,6	2,2	2,6	0,4
Mai	22,0	18,4	8,3	1580,0	0,7	8,2	194,0	101,0	114,0	181,0	649,0	112,0	15,1	2,7	3,0	0,5
Juin	34,0	22,1	8,4	1548,5	0,7	6,6	133,0	103,0	59,0	166,0	503,0	71,0	13,5	2,3	3,7	0,4
Juillet	41,0	26,3	8,1	1586,5	0,8	7,2	129,0	104,0	46,0	141,0	480,0	94,0	14,8	2,9	1,8	0,3
Aout	37,0	27,8	8,3	1640,0	1,1	5,8	174,0	95,0	129,0	181,0	611,0	129,0	15,6	2,4	2,3	0,3

**Annexe 3 :**

**Liste des espèces de poissons capturés au barrage El K'sob (M'Sila)**



*Cyprinus carpio var specularise*



*Hypophthalmichthys nobilis*



*Oreochromis niloticus*



*Leuciscus cephalus*



*Luciobarbus callensis*



*Hypophthalmichthys molitrix*



*Gambusia holbrooki*

**Annexe 4 :****Liste de la faune benthique prélevée au niveau du barrage El k'sob**

<b>Classe</b>	<b>Ordre</b>	<b>Famille</b>
<b>Insecta</b>	Ephemeroptera	Baetiscidae
		Heptageniidae
		Tricorythidae
	Coleoptera	Hydrophilidae
		Dryopidae
		Elmidae
	Diptera	Simuliidae
		Ceratopognidae
		Chironomidae
		Diptera (fam.- indéterminé.)
		Tipulidae
	Hemiptera	Corixidae
	Odonate	Libellulidae
	Heteroptera	Heteroptera (fam.-indéterminé.)
Hymenoptera	Hyménoptera (fam.-indéterminé.)	
Trichoptera	Helicopsychidae	
	Glossosomatidae	
<b>Nematoda</b>	Nematoda	-
<b>Mollusca</b>	Gasteropoda	Physidae
		Planorbidae
		Lymnaeidae
<b>Annelida</b>	Oligochaeta	-
<b>Zooplankton</b>	Copepoda	-
	Cladocera	-
	Rotifera	-

**العنوان:** إيكولوجية سمك البني الجزائري, ( Valenciennes, 1842 ) *Luciobarbus callensis* , (أسماك: الشبوطيات), في سد القصب المسيلة

### الملخص

لمعرفة الصفات البيولوجية و الإيكولوجية للأسماك المحلية الموجودة في جميع أنحاء المغرب العربي ، فان سمك بني ، من الأنواع المستهدفة في هذه الدراسة من اجل تقييم وضعها و المحافظة عليها لحمايتها . في هذه الدراسة، تم التحقيق في السن و النمو للفصيلة في البحيرة الاصطناعية التي تظهر تغيرات زمنية في الظروف البيئية وإدارتها للأغراض الزراعية. أظهرت العينات من الفصيلة مجموعة واسعة من الأعمار و البنية العمرية التي تهيمن عليها الأفراس في منتصف العمر (4+, 7+). مقارنة مع اسماك الأودية ، و أظهرت الدراسة وجود عدد كبير من الفئات العمرية. النمو السنوي للأسماك كان في منتصف العمر ولكن ليس بالكبير و انخفض النمو مع الكبر في السن. نمط النمو موسمي، ويتألف من فترة نمو واحدة تمتد من نهاية فصل الشتاء إلى الربيع ، وذلك على الفوري قبل فترة التزاوج. أظهرت الوفرة النسبية اختلافات طفيفة بين المواسم. أعلى قيم النمو جسيمة حدثت مباشرة بعد فترة الإنجاب على الأرجح، تأثرت خصائص هذه الأسماك من التباين البيئي الموجود في السد و من التيارات المتغيرة للمياه بدرجة كبيرة التي تصب في السد. سمك بني لديه نظام غذائي نهم يميل للحشرات و الهائمات الحيوانية. نظامه يتكون من عناصر دائمة من يرقات ذوات الجناحين (الوأمثات)، الهائمات الحيوانية (مجدافيات و أنواع الكلاوسيرا) . ومع ذلك، أظهرت أسماك البني تكيفا كبيرا في وسط الانظمة البيئية الاصطناعية.

**الكلمات المفتاح :** سمك بني، الوفرة، النمو ، النظام الغذائي، السد

**Titre :** Ecologie du barbeau de l'Algérie, *Luciobarbus callensis* (Valenciennes, 1842) (Pisces : Cyprinidae) dans le barrage d'EL K'sob (M'Sila).

**Résumé :** La connaissance des caractéristiques biologique et écologique des poissons indigènes répartis dans tout le Maghreb, *Luciobarbus callensis*, espèce cible dans cette étude, est essentielle pour évaluer l'état de ces espèces pour améliorer leur conservation. Dans cette étude, les caractéristiques d'âge et de croissance d'une population dans un lac artificiel montrant les variations temporelles des conditions écologiques et gérés à des fins agricoles ont été étudiées. La population échantillonnée a montré un large éventail d'âges et d'une structure d'âge dominé par des cohortes d'âge moyen (4+ - 7+). Comparativement à la population qui habit dans le d'Oued, le stock étudié a été caractérisée par un grand nombre de groupes d'âge. La croissance annuelle de poissons d'âge moyen n'était pas grande avec une diminution de la longévité. Le schéma de croissance saisonnier, consistant en une période de croissance unique s'étendant à de la fin de l'hiver et le printemps, immédiatement avant la période de reproduction. L'abondance relative a montré de légères différences entre les saisons. Les valeurs les plus élevées de condition somatique a eu lieu immédiatement après la période de reproduction. Très probablement, les caractéristiques de l'espèce ont été affectées par la variation écologique du réservoir et par le courant fortement variable s'écoulant dans le barrage. *L. callensis* a un régime alimentaire omnivore à tendance zoo-benthophage. Son régime à une composante permanente se compose de larves de diptères (Chironomidae et Simuliidae) et de zooplancton (Copepodes et Cladocères). Cependant, *Luciobarbus callensis* a montré une grande capacité d'adaptation à ces systèmes artificiels.

**Mots clés:** *Luciobarbus callensis*, l'abondance, la croissance, la composition du régime alimentaire, barrage.

**Title :** Ecology of the Algerian barbel, *Luciobarbus callensis* (Valenciennes, 1842) (Pisces : Cyprinidae) in the K'sob reservoir (M'Sila).

**Summary :** Knowledge of the biological and ecological traits of native fishes distributed throughout the Maghreb, *Luciobarbus callensis*, the target species of this study, is essential for assessing the status of these species and for improving their conservation. In this study, the age and growth characteristics of a population in a man-made lake showing temporal variations in ecological conditions and managed for agricultural purposes were investigated. The sampled population showed a wide range of ages and an age structure dominated by middle-aged cohorts (4+ -7+). Compared with stream populations, the studied stock was characterized by a large number of age groups. The annual growth of middle-aged fish was not great and decreased with longevity. The growth pattern was seasonal, consisting of a single growth period extending from the end of winter to spring, immediately prior to the reproductive period. Relative abundance showed slight differences between seasons. The highest values of somatic condition occurred immediately following the reproductive period. Most likely, the characteristics of the species were affected by the ecological variation of the reservoir and by the highly variable stream flowing into the reservoir. *L. callensis* has an omnivorous diet a tendency zoo- benthophagous. His regime has a permanent component consists of larvae of Diptera (Chironomidae and Simuliidae) and zooplankton (Copepods and Cladocera). However, *Luciobarbus callensis* showed a high adaptability to these artificial systems.

**Key words:** *Luciobarbus callensis*, abundance, growth, diet composition, reservoir.