

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en science de la mer

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Spécialité : Biodiversité et gestion des écosystèmes

Titre :

**Modèle de distribution spatiale de l'anguille
(*Anguilla anguilla*) dans l'est algérien**

Présenté par : ROUABAH Manel

Soutenu le 25 juin 2025 devant le jury composé de :

Mme AMROUCHE Lynda, M.A.A., ENSSMAL, Présidente

Mme KAIDI-BOUDJELLAL Nawel, M.A.A., ENSSMAL, Examinatrice

M REFES Wahid, PROF., ENSSMAL, Promoteur

Année universitaire : 2024- 2025

REMERCIEMENTS

Je remercie tout d'abord Dieu, le Tout-Puissant, de m'avoir accordé la force et la volonté nécessaires pour mener à bien ce travail.

J'adresse mes remerciements les plus sincères à mon directeur de recherche, Monsieur REFES Wahid, pour ses conseils précieux, sa patience et son soutien indéfectible tout au long de ce parcours. Ses remarques pertinentes et son regard critique ont grandement contribué à l'enrichissement de ce travail et m'ont permis d'affiner mes idées.

Je tiens également à exprimer ma profonde gratitude à Mme AMROUCHE Lynda, qui m'a fait l'honneur de présider ce jury, ainsi qu'à Mme KAIDI-BOUDJELLAL Nawel, pour avoir accepté d'examiner ce mémoire.

Je remercie aussi Monsieur Rafik Baba-Ahmed pour ses conseils avisés, les pêcheurs des lacs Oubeïra et lac Mellah pour leur précieuse collaboration, ainsi que Madame Mounia du service d'hygiène de l'hôpital d'El Kala pour son aide.

Je n'oublie pas mes collègues de promotion, dont le soutien, les échanges enrichissants et la camaraderie m'ont été d'un grand réconfort dans les moments difficiles.

Je tiens aussi à remercier ma famille et mes amis pour leur soutien indéfectible, leur compréhension et leurs encouragements tout au long de ce projet. Leur soutien, tant moral que financier, a été crucial pour moi .

Enfin, je remercie tous les participants à cette étude, qui ont généreusement partagé leur temps, leurs expériences et leurs connaissances, contribuant ainsi à la richesse de cette recherche, ainsi que toutes les personnes ayant participé, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail de fin d'études.

DÉDICACES

Ce travail est dédié, avant tout, à ma mère, pilier de ma vie, dont l'amour inconditionnel, la sagesse et les innombrables sacrifices m'ont guidé à chaque étape de mon parcours.

Je rends également un hommage sincère à mon père, dont le soutien discret mais constant, les conseils judicieux et la compassion m'ont été d'une grande aide.

Mes pensées affectueuses vont à ma sœur Kamilia ainsi qu'à mes frères Yacine et Heythem, pour leur présence réconfortante et leurs encouragements.

Je n'oublie pas mes chers oncles, Karim et Mohammed, dont le soutien indéfectible, les encouragements constants et la générosité m'ont profondément marqué. Leur présence bienveillante a été pour moi une véritable source de force et de motivation. J'exprime également toute ma gratitude à ma grand-mère Fatiha et à ma tante Hadjira, dont l'amour, la tendresse et les prières m'ont toujours accompagnée et réconfortée.

À vous, Bouchra, Ouardia, Khadidja et Oumaima, dont l'amitié fidèle a été un phare dans mes nuits de doute. Vos paroles ont su calmer mes tempêtes, et votre présence m'a portée plus loin que je ne l'aurais cru.

Je tiens aussi à remercier tous mes enseignants, ainsi que toutes les personnes qui ont croisé mon chemin et marqué ma vie, de près ou de loin, sans exception.

Enfin, je dédie une pensée pleine de gratitude à tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à la concrétisation de ce projet. Que leur générosité et leur bienveillance soient à jamais gravées dans ma mémoire.

LISTE DES FIGURES

Titre	Page
Figure 1 : Schéma de l'anatomie externe de l'anguille européenne (<i>Anguilla anguilla</i>) (Thames Rivers Trust,2025)	5
Figure 2 : Pêche d'une anguille européenne dans le lac Mellah (présente étude)	6
Figure 3 : Comportement de l'anguille européenne <i>Anguilla anguilla</i> (ONEMA 2010)	9
Figure 4: Carte de localisation du lac Oubeïra ,Direction Générale des Forêts, 2003 (Fiche descriptive Ramsar)	14
Figure 5: Réseau hydrographique du bassin versant du lac Oubeïra ordre de Strahler de 1 à 3. (d'aprèsBoukli-Hacene, 2012).	15
Figure 6: Situation de lagune el Mellah dans la région d'El Kala (Ramsar, 2001)	17
Figure 7 : Photographie de la lagune El Mellah (Wikipédia).	18
Figure 8: Verveux utilisée pour la capture des anguilles (présente étude)	21
Figure9: Anguille européenne (<i>Anguilla anguilla</i>) capturée dans le lac Mellah (présente étude)	22
Figure10 : Anguilles européennes (<i>Anguilla anguilla</i>) capturées dans les lacs Oubeïra et Mellah (présente étude)	22
Figure 11: Bateau-vivier (présente étude)	23
Figure 12: Matériel requis (Flacons stériles,glacière réfrigérée et les étiquettes) (présente étude)	26
Figure13: Prélèvement de l'eau (présente étude)	27
Figure 14: Flacons étiquetés (présente étude)	27
Figure 15 : Rampe de filtration (présente étude)	28
Figure16: Les étapes de filtration sur membrane. (présente étude)	29
Figure 17 : Incubation des échantillons(présente étude)	30
Figure 18 : Relation taille-Poids des Anguilles de lac Oubeïra (courbe de tendance)	34

Figure 19 : Relation taille-Poids des Anguilles de lac Mellah (courbe de tendance)	34
Figure 20 : Boîte de gélose des <i>Streptocoques fécaux</i> isolés du lac Oubeira (présente étude)	41
Figure 21 : Boîte de gélose des <i>Streptocoques fécaux</i> isolés du lac Mellah (présente étude)	41
Figure 22 : Boîte de gélose de <i>Coliformes totaux</i> (CT) isolés du lac Oubeira (présente étude)	43
Figure23 : Boîte de gélose de <i>Coliformes totaux</i> (CT) isolés du lac Mellah (présente étude)	43
Figure24 : Boîte de gélose de <i>Coliformes thermotolérants</i> (CTT) isolés du lac Mellah (présente étude)	44
Figure25 : Réactif de Kovacs et le tube contenant le milieu de culture Schubert (présente étude)	45
Figure 26 : Pré-enrichissement avec eau peptonée alcaline (présente étude)	46
Figure 27 : Boîte de gélose de <i>Salmonella spp</i> isolés du lac Oubeira (présente étude)	46
Figure28 : Boîte de gélose de <i>Salmonella spp</i> isolés du lac Mellah (présente étude)	47
Figure 29 : Répartition des effectifs d'anguilles européennes (<i>Anguilla anguilla</i>) par classe d'âge dans les lacs Oubeira et Mellah	49

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :Les données disponibles sur la production halieutique des lacs Mellah et Oubeïra (FAO)	11
Tableau 2 :Principaux micro-organismes indicateurs de contamination de l'eau et leurs caractéristiques sanitaires adapté de Rodier et al. (2009).	28
Tableau 3 : Différences possibles entre les anguilles du lac Oubeïra et du lac Mellah	31-32
Tableau 4 : Comparaison des paramètres de la relation taille-poids des anguilles dans les deux lacs	36
Tableau 5 : Comparaison inter-sites	37
Tableau 6 : Estimation de l'âge selon les classes de taille(ICES, 2001;Tesch, 2003)	47-48
Tableau 7 : Répartition des anguilles par classe d'âge-longueur	48

SOMMAIRE

Introduction	1
CHPITRE I. GÉNÉRALITÉS	3
1. Historique et causes de la diminution des stocks d'anguilles européennes à la fin du XXe siècle	3
2. Présentation de l'anguille européenne <i>Anguilla anguilla</i>	4
3. Comportement de l'anguille européenne <i>Anguilla anguilla</i>	6
4. Historique de l'exploitation des lacs	9
CHAPITRE II. MATÉRIELS ET MÉTHODES	13
1. Présentation des zones d'études	13
2. Les caractères principaux de la population d'anguille	21
3. Croissance corporelle de la sous population étudiée : L'indice de condition k	25
4. Prélèvement et analyse de l'eau	26
5. Clé d'âge-longueur	30
CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSION	32
1. Caractérisation de la population d'anguilles capturées	32
2. Analyse de la relation taille / poids de la sous-population étudiée	33
3. Évaluation de l'indice de condition (K)	38
4. Résultats des analyses microbiologiques des eaux	41
5. Évaluation de la structure démographique à l'aide de la clé d'âge-longueur	48
CONCLUSION	52
PERSPECTIVES	53
Bibliographie	54
Résumé	60

Introduction

Introduction

L'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) est une espèce emblématique des écosystèmes aquatiques européens. Elle joue un rôle écologique essentiel en contribuant à la régulation des populations de diverses espèces aquatiques et en servant de proie à plusieurs prédateurs.

Par ailleurs, elle possède aussi une importance économique significative en raison de son exploitation halieutique, notamment pour la pêche commerciale et l'aquaculture mais pendant des dernières décennies, les populations d'anguilles ont connu un déclin marqué. Ce déclin est attribué à plusieurs facteurs, notamment la pêche excessive, la destruction des habitats, la pollution, la prolifération des barrages limitant leur migration, ainsi que les effets du changement climatique. Cette situation préoccupante a conduit à l'inscription de l'anguille européenne sur la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) en tant qu'espèce en danger critique d'extinction (Briand et al ;2008).

Dans ce cadre, l'étude de la distribution spatiale de l'anguille devient un enjeu majeur pour comprendre les dynamiques de cette espèce et proposer des stratégies de gestion et de conservation adaptées. L'Algérie, notamment dans sa région nord-est, abrite plusieurs écosystèmes lacustres favorables au développement de l'anguille, notamment le lac Mellah et le lac Oubeïra. Ces deux lacs, situés dans un contexte écologique particulier, sont influencés par des dynamiques hydrographiques complexes et divers paramètres environnementaux. Leur étude s'avère essentielle pour mieux comprendre les mécanismes de distribution spatiale de l'anguille et évaluer les effets de la variabilité environnementale sur cette espèce. (CIEM, 2006 ; ICES, 2007).

Cette étude s'inscrit dans une approche pluridisciplinaire visant à analyser la distribution spatiale de l'anguille européenne dans ces deux lacs à travers une combinaison de méthodes biologiques, statistiques donc il repose sur l'évaluation des caractéristiques biologiques des individus échantillonnés, la mise en relation de leur distribution avec les paramètres environnementaux. Cette approche permet d'avoir une vision plus précise de la dynamique des populations et d'identifier les zones de forte concentration ainsi que les facteurs influençant leur présence.(Elie & Rochard, 1994 ; Mc Cleave, 2001 ; Dekker, 2003).

Dans un premier temps, un état des connaissances sur l'anguille européenne sera présenté, en abordant son historique, les causes de la diminution de ses populations ainsi que les principaux aspects de son comportement. Cette introduction sera suivie d'une description détaillée des méthodes appliquées dans le cadre de l'étude, comprenant l'analyse de la

Introduction

relation taille-poids et l'évaluation de la croissance corporelle de la sous-population étudiée à travers le calcul de l'indice de condition k . (Tesch, 2003 ; Jacoby & Gollock, 2014).

La méthodologie repose également sur l'exploitation des données issues de prélèvement d'eau, permettant d'évaluer l'influence des paramètres abiotiques sur la répartition spatiale des individus.(Simon et Dörner, 2005 ;ICES, 2019).

La dernière partie est consacrée à la présentation des résultats obtenus et à leur interprétation, mettant en évidence les tendances observées ainsi que les perspectives en matière de gestion et de conservation de l'espèce dans les lacs Mellah et Oubeïra. Les conclusions de cette étude fourniront une base pour l'élaboration de recommandations en faveur de la préservation des populations d'anguilles.(Bureau du Plan de Gestion de l'Anguille, 2009 ; ICES, 2020).

Cette recherche contribue à l'enrichissement des connaissances relatives à la dynamique des populations d'anguilles dans cette région d'Algérie et offre des éléments pertinents pour la mise en œuvre de stratégies de conservation adaptées. L'objectif final est de favoriser une gestion durable de cette ressource biologique et d'assurer la pérennité de l'espèce dans son environnement naturel. (Dekker et Casselman,2014 ; FAO, 2020) .

CHPITRE I. GÉNÉRALITÉS

PARTIE 1: ETAT DES CONNAISSANCES

1. Historique et causes de la diminution des stocks d'anguilles européennes à la fin du XXe siècle

Les statistiques sur la pêche à l'anguille sont souvent lacunaires ou irrégulièrement collectées dans la plupart des pays, et les activités de pêche correspondantes sont souvent inexistantes.

Cependant, selon les données de la FAO disponibles dans FISHSTAT, la production mondiale annuelle d'anguille européenne a considérablement diminué depuis les années 1980. Au cours de la première moitié du 20e siècle, la production mondiale de cette espèce a dépassé à plusieurs reprises les 50 000 tonnes, pour ensuite chuter rapidement à partir de 1960. Dans les années 1980, elle se situait entre 10 000 et 13 000 tonnes, pour diminuer régulièrement jusqu'à atteindre 3 200 tonnes en 2007. Des baisses drastiques allant jusqu'à plus de 90 % ont été observées dans les captures de civelles le long des côtes européennes.

En Méditerranée, la pêche à l'anguille, principalement issue des lagunes, représente probablement une activité économique significative, mais il est actuellement très difficile d'en quantifier précisément l'ampleur. Bien que la pêche à la civelle soit normalement interdite ou peu pratiquée dans les pays riverains de la Méditerranée, on constate dans certains d'entre eux des cas de braconnage et une capture importante de juvéniles.

Les données de FISHSTAT pour la zone de la Commission Générale des Pêches pour la Méditerranée (CGPM) indiquent une production méditerranéenne en baisse.

La production méditerranéenne a suivi une tendance à la baisse, passant de 4 000 à 5 000 tonnes par an dans les années 1980 à 1 000 tonnes en 2000 et 700 tonnes en 2007. D'après les données, en excluant celles de l'Égypte, les cinq principaux pays producteurs sont l'Italie, la France, la Turquie, la Tunisie et l'Albanie, dans cet ordre. (Farrugio et Elie, 2011).

Actuellement, elle est classée comme étant en "danger critique d'extinction" sur la Liste rouge de l'UICN (Jacoby et Gollock, 2014), ce qui souligne sa situation préoccupante .

La nécessité de mesures de conservation renforcées est urgente pour l'espèce en question. De plus, elle est répertoriée dans l'Annexe II de la CITES, ce qui vise à réguler le commerce international pour éviter toute exploitation excessive. Cette classification signifie que toute transaction internationale impliquant des individus ou des parties de cette espèce nécessite une autorisation spécifique pour prévenir tout préjudice à sa survie dans son habitat naturel.

CHAPITRE I. GÉNÉRALITÉS

Ces décisions reposent sur une évaluation approfondie de la vulnérabilité de l'espèce, ainsi que sur les recommandations d'experts en conservation, notamment celles de la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES) dans leur rapport de 2006. (CITES, 2006).

Le déclin de la population d'anguilles est attribuable à plusieurs facteurs, qu'ils soient marins (changements dans les courants, diminution de la productivité océanique) ou terrestres (obstacles aux migrations, perte d'habitats, surpêche, présence de pathogènes). Cette situation reflète un déclin de la population d'anguilles, résultant probablement de la combinaison de plusieurs facteurs. Les raisons de ce déclin peuvent être liées à des aspects marins tels que les modifications des courants océaniques et la diminution de la productivité des océans, ou à des éléments affectant la partie terrestre du cycle biologique de l'espèce, comme les obstacles aux migrations et la disparition des habitats terrestres, la pêche intensive et la présence d'organismes pathogènes sont des facteurs qui contribuent à cela. (Dekker, 2009).

2. Présentation de l'anguille européenne *Anguilla anguilla*

2.1. Classification de l'anguille européenne

- **Embranchement** : Chordata
- **Sous-embranchement** : Vertebrata
- **Super-classe** : Osteichthyes
- **Classe** : Actinopterygii
- **Sous-classe** : Neopterygii
- **Infra-classe** : Teleostei
- **Super-ordre** : Elopomorpha
- **Ordre** : Anguilliformes
- **Sous-ordre** : Anguilloidei
- **Famille** : Anguillidae
- **Genre** : *Anguilla*
- **Espèce** : *Anguilla anguilla*

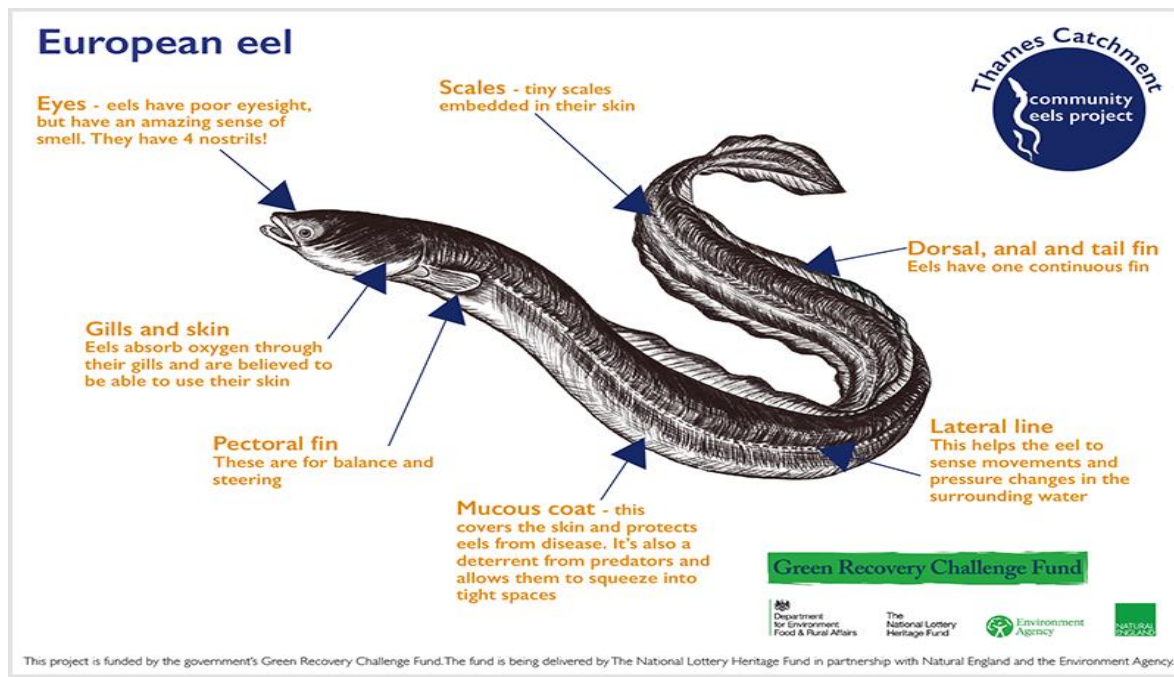


Figure 1 : Schéma de l'anatomie externe de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) (Thames Rivers Trust , 2025)

2.2. Portrait de l'anguille

C'est un poisson amphihalien thalassotoque, l'anguille présente une morphologie singulière, de type serpentiforme, avec un corps allongé, cylindrique, recouvert d'une peau épaisse dans laquelle s'insèrent de très petites écailles ovales, souvent invisibles avant l'âge de 4 à 5 ans. Les dimensions varient selon le sexe : les mâles mesurent généralement entre 20 et 50 cm pour un poids de 100 à 500 g, tandis que les femelles peuvent atteindre de 40 à 150 cm de longueur, avec un poids oscillant entre 300 g et 3 kg, voire jusqu'à 4 kg. La mâchoire est munie de nombreuses petites dents acérées, avec une mandibule inférieure légèrement plus courte que la supérieure .

La tête, quelque peu aplatie, présente des opercules percés chacun d'un petit orifice branchial. Les yeux sont de petite taille, et la bouche, largement fendue, contient une dentition fine et saillante.

L'anguille possède deux paires de narines situées à l'extrémité de son museau, soulignant l'importance de l'odorat dans son comportement. Ce poisson lucifuge vit à l'abri de la lumière, dissimulé dans les obstacles de son environnement. Il est dépourvu de nageoires pelviennes, tandis que les nageoires caudale, anale et dorsale sont fusionnées. La coloration varie selon les formes : l'anguille jaune (forme sédentaire en eau douce) a un dos brun olive et un ventre jaune, tandis que l'anguille argentée (forme migratrice) arbore un dos vert-gris aux

reflets argentés sur les flancs et le ventre. Les jeunes stades, appelés leptocéphales, possèdent une morphologie évoquant celle d'une feuille de saule (Gysin, 2004).



Figure 2 :Pêche d'une anguille européenne dans le lac Mellah (présente étude).

3. Comportement de l'anguille européenne *Anguilla anguilla*

L'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) est une espèce migratrice fascinante, c'est un poisson amphihaline thalassotoque et son cycle de vie est étroitement lié à son habitat. Le cycle de vie de l'anguille dans les lacs de la région de Oubeïra et Mellah, qui se trouvent principalement en Afrique du Nord, notamment en Algérie, peut présenter de légères variations en fonction des caractéristiques environnementales propres à chaque lac.

Voici une description détaillée du cycle de vie de l'anguille européenne, ainsi que des particularités concernant ces lacs :

3.1. Migration des anguilles adultes (Phase de reproduction)

L'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) est une espèce migratrice catadrome, ce qui signifie qu'elle passe la majorité de sa vie en eau douce ou saumâtre et effectue une migration vers la mer pour se reproduire. Leur cycle de reproduction débute dans la mer des Sargasses, une région de l'Atlantique Nord-Ouest, où les anguilles adultes se rassemblent pour frayer.

CHAPITRE I. GÉNÉRALITÉS

Phase de reproduction : Les anguilles adultes partent des lacs comme le lac de Oubeïra, et Mellah, et migrent vers l'Atlantique pour leur reproduction. Cette migration se produit généralement entre la fin de l'automne et le début de l'hiver. Les anguilles adultes ne survivent pas après avoir frayé, et leur mort marque la fin de leur cycle de vie. (Elie ,Rochard, 1994).

3.2. L'arrivée des larves dans les lacs (Stade des leptocéphales)

Après leur reproduction, les anguilles déposent leurs œufs dans l'océan Atlantique, à proximité de la mer des Sargasses. Les œufs éclosent et produisent des larves connues sous le nom de leptocéphales. Ces larves, qui possèdent une forme aplatie et translucide, sont transportées par les courants marins pendant plusieurs mois.

Migration vers les lacs : Les leptocéphales migrent lentement vers les côtes européennes, où ils remontent les rivières et entrent dans les lacs comme ceux de Oubeïra et Mellah.

Ce processus peut durer entre 6 à 12 mois selon la distance et les conditions de courant. (Bonhommeau et al, 2009).

3.3. Transformation en anguilles jeunes (Stade des élvers)

À leur arrivée dans les rivières et les lacs, les leptocéphales se métamorphosent en jeunes anguilles, connues sous le nom d'élvers. Ces élvers sont de très petites anguilles, mesurant généralement quelques centimètres. Ils commencent alors à remonter les rivières et à s'établir dans des habitats aquatiques tels que les lacs.

Installation dans les lacs : Dans des environnements comme le lac de Oubeïra, et Mellah, les élvers trouvent des zones de végétation aquatique, des fosses et des habitats protégés où ils se cachent et se nourrissent. Ils commencent à se nourrir d'invertébrés et de petits poissons dans ces lacs et à se développer en anguilles juvéniles. (Elie et Rochard, 1994).

3.4. Croissance et développement (Stade des anguilles jaunes)

Au fur et à mesure que les anguilles grandissent, elles changent de couleur et adoptent une teinte dorée ou jaune, d'où leur surnom d'anguilles jaunes. Ce stade peut durer plusieurs années (entre 6 à 20 ans, selon les conditions environnementales et la disponibilité de nourriture). Durant cette période, les anguilles se concentrent sur leur croissance en se nourrissant de divers organismes présents dans les lacs, tels que des vers, des insectes aquatiques et de petits poissons.

CHAPITRE I. GÉNÉRALITÉS

Conditions particulières dans les lacs : Dans des lacs tels que ceux d' Oubeïra et de Mellah, les anguilles ont la capacité de s'ajuster à des variations de salinité et de température, cependant, elles privilégient des milieux plutôt constants et abondants en ressources alimentaires.

Les lacs d'eau douce avec une bonne couverture végétale et un faible courant sont idéaux pour leur développement. (Moussaoui et Naneche, 2013).

3.5. Phase de maturation (Transition vers le stade argenté)

Une fois qu'elles ont atteint une taille adéquate et qu'elles sont sexuellement matures, les anguilles jaunes subissent une transformation physique pour se métamorphoser en anguilles argentées. Cette étape est cruciale, car elle signale leur élaboration à migrer vers la mer pour se reproduire.

Maturité sexuelle et préparation à la migration : Les anguilles argentées développent une couleur argentée et des yeux agrandis. Leur système digestif se modifie, et elles cessent de se nourrir, car elles se préparent à leur long voyage vers la mer des Sargasses pour frayer. Ce processus de transformation peut durer plusieurs mois. (Bourillon, 2021).

3.6. Migration vers la mer (Retour à la mer des Sargasses)

Les anguilles argentées quittent leurs habitats d'eau douce ou saumâtre, comme les lacs de Oubeïra et Mellah, pour commencer leur longue migration vers la mer des Sargasses. Ce voyage peut prendre plusieurs mois. En route, elles remontent des rivières et des ruisseaux, passant par les embouchures pour atteindre l'océan Atlantique, où elles se dirigent vers la mer des Sargasses pour leur reproduction. (Elie et Rochard, 1994).

3.7. Cycle de vie et durée totale

La durée du cycle de vie de l'anguille dans ces lacs s'étend sur plusieurs décennies, la plus grande partie de ce temps étant dédiée à sa croissance et à sa maturation dans des eaux douces ou saumâtres. En général, ce processus peut s'étendre de 10 à 20 ans, selon les conditions écologiques des lacs et des rivières, ainsi que des éléments comme la disponibilité de nourriture et la température de l'eau. (Moussaoui et Naneche, 2013).

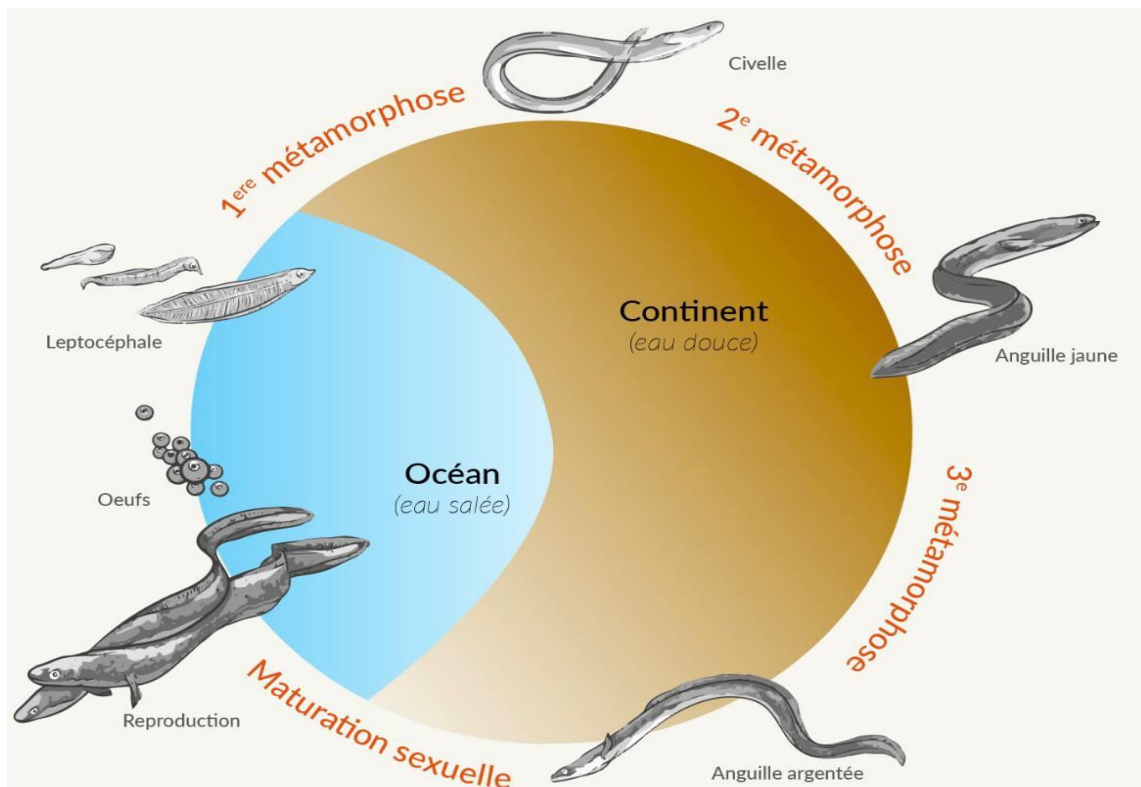


Figure 3 : Comportement de l'anguille européenne *Anguilla anguilla* (ONEMA 2010).

En résumé, l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) suit un cycle migratoire complexe, reliant les habitats continentaux d'eau douce aux vastes océans, notamment la mer des Sargasses, pour accomplir sa reproduction. Les lacs d'Oubeïra et de Mellah jouent un rôle clé en tant que zones de croissance, d'engraissement et de maturation sexuelle, contribuant ainsi au maintien des stocks naturels et à la pérennité de cette espèce catadrome. Ces milieux servent de refuges temporaires durant la phase de croissance, où les individus acquièrent les réserves énergétiques nécessaires à leur future migration transocéanique. La conservation de ces écosystèmes est donc essentielle pour soutenir les efforts de conservation de l'espèce, aujourd'hui classée en danger critique d'extinction par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN).

4. Historique de l'exploitation des lacs

L'exploitation halieutique des lacs de la région d'El-Kala existe depuis des siècles, et bien que les documents les plus anciens relatifs à la pêche dans cette région remontent à 1939, il est établi que l'exploitation du lac Mellah a débuté bien avant cela, il y a plus d'un siècle. Les lacs, principalement Mellah et Oubeïra, étaient gérés par les services hydrauliques de Annaba (anciennement Bône), qui louaient ces espaces à des particuliers avec l'accord des services d'enregistrement des domaines publics de Constantine. (Cataudella, 1982 ; FAO, 1995)

CHAPITRE I. GÉNÉRALITÉS

De 1939 à 1948, ces lacs étaient exploités par un entrepreneur d'origine maltaise. À partir de 1948, J.M. Pisanni, qui exploitait aussi les lacs de Tunis, Bizerte et Ichkeul en Tunisie, ils se sont installés sur les lacs d'El-Kala et y a réalisé les premiers aménagements significatifs, notamment à l'embouchure du lac Mellah et dans son chenal. Il est également probable qu'il ait introduit des coquillages (huîtres et moules) dans le lac. (Cataudella, 1982)

Durant cette période, la pêche au lac Oubeïra se pratiquait entre le 1er juillet et le 31 mars, avec une équipe de 25 pêcheurs utilisant cinq embarcations de 5 à 7 mètres, propulsées à voile ou à l'aviron. Les pêcheurs utilisaient principalement des filets maillants, des nasses, des sennes de plage et des palangres. Des poissons tels que les mullets, l'anguille et le loup étaient pêchés, bien que l'ablette, commune à Oubeïra, ait disparu lors des recherches menées en 1976. De 1954 à 1956, des pêches de grenouilles ont également eu lieu sur le lac Oubeïra. (FAO, 1995 ; Meddour-Bouderda, 1999).

En 1957, la gestion des lacs a brièvement été reprise par M. Azzopardi, mais après quelques mois, les lacs ont été laissés à l'abandon avant d'être repris en 1966 par une coopérative de moudjahidine, bien que cette expérience n'ait duré que quelques mois. En 1967, l'Office Algérien des Pêches (OAP) a installé une coopérative au lac Mellah, et en 1970, il a obtenu une concession des domaines publics pour gérer l'exploitation. (FAO, 1995)

De 1973 à 1979, le lac Mellah a été exploité dans le cadre d'un programme de développement de la pêche, en collaboration avec la FAO. Durant la même période, l'Office algérien de la pêche (OAP) a également mis en place un projet de fumage de poissons au lac Oubeïra (1971-1976), et la pêche de l'anguille a été exercée par une société italienne. Des premières expériences de conchyliculture ont également commencé en 1975 sur le lac Mellah. (Cataudella, 1982; FAO, 1995)

En 1980, l'OAP, devenu l'Entreprise Nationale de Pêche et de l'Aquaculture en Eau Douce et Salée (ENAPCHES), a installé une équipe d'ingénieurs pour développer l'aquaculture dans les lacs, avec des aménagements du chenal du lac Mellah et des installations d'exploitation pour la production de produits piscicoles et conchylicoles. Ce projet pilote visait à servir de base de formation pour un plan national d'aquaculture et de zone de démonstration des activités liées à l'aquaculture. (FAO, 1995 ; Meddour-Bouderda, 1999)

En 1985, l'ONDPA a succédé à l'ENAPCHES et a poursuivi les efforts pour diversifier et augmenter la production sur les lacs. Des projets comme l'introduction de la carpe au lac Oubeïra et la production de palourdes au lac Mellah ont été des réussites notables dans cette phase. (Ould Sidi Mohamed, 2016).

CHAPITRE I. GÉNÉRALITÉS

Tableau 1 : les données disponibles sur la production halieutique des lacs Mellah et Oubeïra (FAO)

Année	Lac	Espèce	Production (kg)	Source
1981	Oubeira	Mulet (<i>Mugilidae</i>)	35 578	<u>FAO, 1981</u>
1981	Oubeira	Barbeau (<i>Barbus sp.</i>)	25 064	<u>FAO, 1981</u>
1982–1990	Mellah/Oubeira	Anguille (<i>Anguilla anguilla</i>)	~80 000/an (exportée)	<u>FAO, 1995</u>
1981	Mellah	Huîtres (<i>Crassostrea gigas</i>)	2 000	<u>FAO, 1982</u>
1979	Mellah	Carpe (<i>Cyprinus carpio</i>)	7 000	<u>FAO, 1982</u>

Analyse rétrospective de l'exploitation (1985–2025) :

1985–1995 :Période marquée par la poursuite des efforts de diversification de la production halieutique, notamment avec l'introduction de la carpe au lac Oubeïra et la production de palourdes au lac Mellah. Ces initiatives ont été soutenues par l'ONDPA, successeur de l'ENAPCHES, visant à augmenter la production et à diversifier les espèces exploitées.

1995–2005 :Cette décennie a vu une stabilisation des activités aquacoles, avec une attention accrue portée à la durabilité et à la gestion des ressources. Des efforts ont été faits pour améliorer les techniques de pêche et pour surveiller l'impact environnemental des activités halieutiques.

2005–2015 :Période caractérisée par une modernisation des infrastructures et des techniques de pêche. L'introduction de technologies plus avancées a permis d'optimiser les rendements tout en minimisant l'impact sur les écosystèmes locaux.

2015–2025 :Les dernières années ont été marquées par une prise de conscience accrue de l'importance de la conservation des écosystèmes aquatiques. Des mesures ont été mises en place pour protéger les habitats naturels, réguler les activités de pêche et promouvoir des pratiques aquacoles durables.

Remarque : Le tableau fournit des données chiffrées précises et vérifiables (production en kg par espèce et par année) tirées des rapports publiés par la FAO (notamment de 1981, 1982 et 1995). Ces rapports sont disponibles en ligne et donnent des valeurs mesurées pour les années

CHAPITRE I. GÉNÉRALITÉS

jusque vers 1990. Après cette date, les sources accessibles (FAO) ne publient plus de données aussi détaillées par espèce et par lac dans les documents publics.

Bien que certains engins traditionnels (nasses, filets maillants, sennes) aient été conservés, des évolutions techniques sont intervenues :

- Modernisation des embarcations (passage de la voile/rame au moteur).
- Introduction de dispositifs plus sélectifs et réglementés.
- Développement d'équipements pour la conchyliculture et l'aquaculture intensive .
- Respect croissant de normes de durabilité et de protection des habitats.

CHAPITRE II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. Présentation des zones d'études

Dans le cadre de cette étude, il est essentiel de situer précisément le contexte géographique afin de mieux comprendre les dynamiques écologiques qui influencent la distribution spatiale de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*). À cet effet, deux zones d'étude ont été retenues en raison de leurs caractéristiques écologiques et hydrologiques distinctes, ainsi que de leur importance pour la biodiversité aquatique dans la région d'El Kala. Il s'agit du lac Oubeïra et du lac Mellah, deux plans d'eau emblématiques du Parc National d'El Kala, classé réserve de biosphère par l'UNESCO. La présentation de ces deux sites mettra en avant les caractéristiques environnementales qui pourraient affecter la distribution des populations d'anguilles.

1.1. Lac Oubeïra

Toutes les informations sur le lac Oubeïra, sont tirées de : « la Direction Générale des Forêts/Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural » (Azeroual, 2003) et selon la *Fiche descriptive Ramsar* de la Direction Générale des Forêts (2003), disponible via la Convention de Ramsar, le lac Oubeïra .

Coordonnées géographiques :

Longitude : 36°50' N ; Latitude : 08°23' E , Altitude moyenne : 25 mètres

Ces coordonnées correspondent au point central de la zone humide, bien que le lac couvre une surface étendue et imple, pour une représentation cartographique précise, la délimitation par plusieurs points périphériques. (il s'agit donc de la position centrale approximative du site et non de ses limites géographiques complètes) .

Description

C'est un lac d'eau douce d'origine naturelle occupant une superficie de 2.200 hectares de forme subcirculaire, il est situé au centre d'un bassin versant de 9.900 hectares, à 4 kilomètres à vol d'oiseau de la mer. Très important pour l'hivernage des oiseaux d'eau et c'est également le lieu d'une pêche artisanale.



Figure 4: Carte de localisation du lac Oubeïra, Direction Générale des Forêts, 2003 (Fiche descriptive Ramsar).

Justification des Critères Ramsar :

Selon la Fiche descriptive Ramsar du lac Oubeïra (Direction Générale des Forêts, 2003), le site est un vaste complexe de zones humides comprenant un lac d'eau douce endoréique et un système dunaire. Il joue un rôle essentiel dans la recharge des nappes phréatiques et abrite une riche biodiversité, dont des espèces végétales rares en Algérie telles que *Trapanatans* (mâcre nageante) et *Nuphar luteum* (nénuhar jaune). Il constitue un habitat important pour de nombreuses espèces d'oiseaux, dont certaines sont menacées à l'échelle mondiale, comme l'éristature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*), la talève sultane (*Porphyrio porphyrio*), le balbuzard pêcheur (*Pandion haliaetus*), l'oie cendrée (*Anser anser*), le cormoran (*Phalacrocorax carbo*), l'ibis falcinelle (*Plegadi sfalcinellus*) et le flamant rose (*Phoenicopterus roseus*). La loutre d'Europe (*Lutra lutra*) y est également présente. Le site est utilisé pour l'irrigation, l'approvisionnement en eau domestique, le pâturage et l'agriculture. Inscrit au Registre de Montreux en 1990, il en a été retiré en 1997, mais reste néanmoins menacé, notamment depuis l'introduction de la carpe commune (*Cyprinus carpio*) en 2017.

Caractéristiques physiques

Le lac Oubeïra présente une forme de cuvette avec un fond relativement plat, légèrement incliné vers le Nord. Il est d'origine naturelle et atteint une profondeur maximale de 4 mètres, tandis que sa profondeur moyenne est de 1,24 mètre. La première profondeur représente le

CHAPITRE II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

sommet d'une couche qui a une épaisseur moyenne de 1,30 mètre, avec une valeur maximale de 2,50 mètres. Le fond du lac constitue le véritable substrat, ayant une forme concave inclinée vers le Sud-Ouest. Le volume de sédiments dans le lac est de 30.207.685,30 m³, tandis que le volume d'eau fluctue en fonction des saisons. En période estivale, il est de 22.031.078,80 m³ avec une profondeur moyenne de 0,96m et en période hivernale un volume d'eau de 32.535.096,80 m³ avec une profondeur moyenne de 1,24 m. Direction Générale des Forêts (2003). Direction Générale des Forêts. (2003).

Le substrat est entièrement composé d'argile de Numidie datant du Tertiaire, avec la présence tout autour du lac de dépôts récents du Quaternaire. Les alluvions limoneuses du fond de vallée, datant du Quaternaire, sont localisées au Sud-Est du lac. Le lac est alimenté par quatre oueds dont le plus important : l'oued Messida au Sud-Est qui recueille les eaux de crues de l'oued El Kebir au Nord d'El Tarf. En été le système hydrologique fonctionne dans le sens inverse donnant à cet oued la particularité de couler dans les deux sens (affluent et émissaire). Les autres affluents du lac sont oued Demm et Errihana au Nord, oued Boumerchène au Nord-est, oued DeyGraa à l'Est et de petits affluents des collines avoisinantes, qui forment des ripisylves.

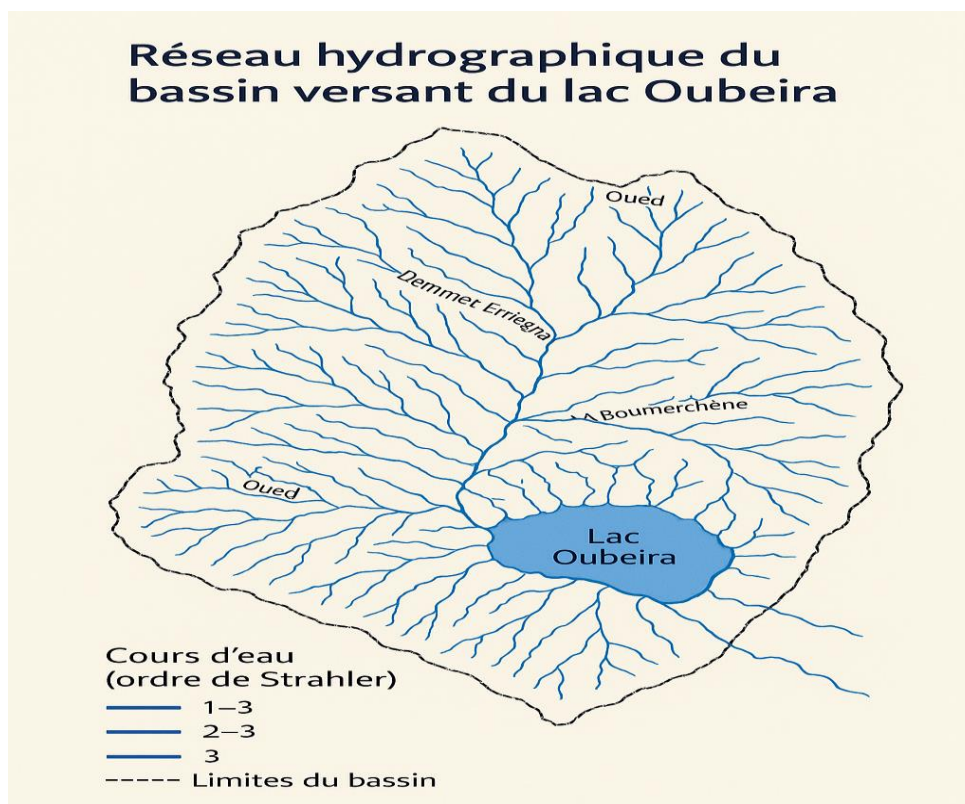


Figure 5: Réseau hydrographique du bassin versant du lac Oubeira ordre de Strahler de 1 à 3. (d'après Boukli-Hacene, 2012).

CHAPITRE II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Flore remarquable

Parmi les espèces rares et très rares figurent : la châtaigne d'eau *Trapa natans*, le nénuphar jaune *Nuphar lutea* (seule station connue en Algérie), le nénuphar blanc *Nymphaea alba*, le polygone *Polygonum senegalense*, le scirpe incliné *Scirpus inclinatus*. (Baameur et Nefsi, 2019)

Faune remarquable

Oiseaux d'eau : les sédentaires sont représentés par le Blongios nain *Ixobrychus minutus*, la Talève sultane *Porphyrio porphyrio*, la Rousserolle turdoïde *Acrocephalus arundinaceus*, le Butor étoilé *Botaurus stellaris*, le Busard des roseaux *Circus aeruginosus* et le Balbuzard pêcheur *Pandion haliaetus*. Les hivernants sont représentés par l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, la Grande Aigrette *Egretta alba*, la Spatule blanche *Platalea leucorodia*, l'Oie cendrée *Anser anser*, le Grand Cormoran *Phalacrocorax carbo*, la Grue cendrée *Grus grus* et plusieurs limicoles (*Recurvirostra avosetta*, chevaliers, bécasseaux, Bécassine des marais *Gallinago gallinago*, etc.). Les oiseaux d'eau présents toute l'année mais de façon irrégulière sont l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus* et le Flamant rose *Phoenicopterus roseus*.

Les insectes sont représentés par au moins 28 espèces d'anisoptères, parmi lesquelles *Anax imperator*, *Anax parthenope*, *Orthetrum cancellatum*, *Acisoma panorpoides ascalaphoides*, etc. (Baameur et Nefsi, 2019)

Valeurs sociales et culturelles

Le lac Oubeïra est d'un intérêt social et culturel de par la production halieutique, l'exploitation de l'eau pour l'agriculture autour du lac (il s'agit surtout de cultures spéculatives telles que la culture d'arachides consommatrice d'eau), la présence d'un site archéologique (Mégalithique) au Sud-Est du lac et l'éducation et la recherche scientifique (présence de deux postes d'observation ornithologique). (Berghiche et al., 2016)

Facteurs défavorables

L'introduction d'espèces exotiques : l'Office National de Développement et de Production Aquacole (ONDPA) a procédé à l'introduction de la carpe *Cyprinus carpio* (carpe commune ou koi) et *Hypophthalmichthys molitrix* (carpe argentée), dans le cadre d'une opération de valorisation du lac, sans étude d'impact.

1.2. Lac Mellah

Toutes les informations sur le lac Mellah, sont tirées de MPRH, 2004. Rapport d'expertise sur les lacs du complexe des zones humides d'El Kala et de la fiche descriptive Ramsar (FDR).

Longitude : 36°53'565" N ; **Latitude** : 08°19'560" E.

Le lac Mellah, également appelé lagune El Mellah, est une lagune côtière située à environ 9,5 km à l'ouest de la ville d'El Kala, dans le nord-est de l'Algérie. Ces coordonnées correspondent au point central de la zone humide, bien que le lac couvre une surface étendue et nécessite, pour une représentation cartographique précise, la délimitation par plusieurs points périphériques. Il s'agit donc de la position centrale approximative du site et non de ses limites géographiques complètes.

Cette lagune, de forme ovale, couvre une superficie de 864 hectares et possède un périmètre de 13,53 km. Sa profondeur est relativement faible, atteignant un maximum de 6,40 m, ce qui représente seulement 0,3 % de sa surface totale, tandis que la profondeur moyenne est de 2,7 m. Elle est reliée à la mer Méditerranée par un canal de 870 m de long et d'environ 15 m de large, facilitant ainsi les échanges d'eau influencés par les marées et les vagues. (MPRH, 2004).



Figure 6: Situation de lagune el Mellah dans la région d'El Kala (Ramsar, 2001).

Justification des critères Ramsar

Le lac Mellah répond aux critères Ramsar pour les zones humides d'importance internationale, notamment :

CHAPITRE II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

- Critère 2 : Il accueille une variété importante d'espèces, y compris des oiseaux marins rares ou en danger en Algérie.
- Critère 5 : Il constitue un habitat vital pour de grandes populations d'oiseaux d'eau. Sur les 30 espèces d'oiseaux marins recensées en Algérie, 11 sont observées dans la lagune (soit 37 % du total national). En y ajoutant des espèces pélagiques occasionnelles comme le Fou de Bassan, les Puffins, la Mouette mélanocéphale et le Cormoran huppé, le site héberge jusqu'à 16 espèces, représentant plus de 50 % des espèces marines algériennes.
- Critère 8 : Le site est essentiel pour le cycle de vie de nombreuses espèces halieutiques, en particulier pour les poissons et coquillages exploités localement à travers des pratiques traditionnelles (bordigues, filets, nasses, râteaux). (Ramsar Secretariat, 2018)

Caractéristiques physiques

Le lac Mellah présente une forme ovoïde avec une superficie de 864 hectares et un périmètre de 13,53 km. Il est connecté à la mer par un chenal de 900 mètres de long et 15 mètres de large, qui permet des échanges hydriques influencés par les marées et la houle marine. Sa profondeur maximale atteint 6,40 mètres (soit 0,3 % de sa surface), tandis que sa profondeur moyenne est de 2,7 mètres. La lagune est alimentée par trois oueds permanents : l'oued Reguibet (nord-ouest), l'oued Mellah (sud-ouest) et l'oued Belaroug (sud-est). Ce système hydrologique confère au lac un rôle de bassin collecteur dynamique, sensible aux variations saisonnières et aux apports marins.



Figure 7: Photographie de la lagune El Mellah (Wikipédia).

CHAPITRE II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Flore remarquable

Bien que la flore spécifique ne soit pas détaillée dans le paragraphe source, les zones humides côtières telles que le lac Mellah abritent généralement des formations halophiles et une végétation typique des milieux saumâtres, pouvant inclure des espèces de macrophytes aquatiques et des végétaux adaptés à la salinité fluctuante. Une enquête floristique complémentaire serait nécessaire pour documenter les espèces remarquables.

Faune remarquable

Le lac Mellah héberge une grande diversité d'oiseaux marins : sur les 30 espèces recensées à l'échelle nationale, 11 (soit 37 %) y sont présentes. En ajoutant des espèces occasionnelles ou pélagiques comme le Fou de Bassan, les Puffins, le Cormoran huppé ou la Mouette mélanocéphale, le site regroupe au total 16 espèces, représentant plus de 50 % de la richesse ornithologique marine algérienne. Le site est également riche en faune aquatique, avec une activité de pêche artisanale ciblant différentes espèces de poissons et coquillages, preuve de la richesse biologique du plan d'eau.

Valeurs sociales et culturelles

Le lac Mellah possède une valeur socio-économique importante. Il est utilisé pour la pêche artisanale, tant pour les poissons que pour les coquillages (palourdes, coques), à l'aide d'engins traditionnels (bordigues, filets maillants, nasses, râteaux). Ces pratiques témoignent d'un savoir-faire local transmis sur plusieurs générations et sont intégrées dans la vie économique et culturelle des populations riveraines. Le site présente également un intérêt éducatif et écotouristique potentiel, en lien avec la biodiversité et les paysages naturels de la région.

Facteurs défavorables

Le lac Mellah est exposé à plusieurs menaces potentielles. Sa position côtière et son ouverture sur la mer le rendent vulnérable aux changements du niveau marin, aux intrusions salines excessives, ainsi qu'à l'introduction d'espèces exotiques. Par ailleurs, les pressions anthropiques comme la surpêche, l'aménagement du territoire, ou les rejets d'eaux usées non traitées peuvent altérer son équilibre écologique. Une surveillance régulière et des mesures de gestion adaptées sont nécessaires pour préserver ses fonctions écologiques. (MPRH, 2004)

1.3. Réseau hydrographique

L'étude de la distribution spatiale de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) dans le Parc National d'El Kala (PNEK), situé à l'extrême nord-est de l'Algérie, nécessite une compréhension approfondie du réseau hydrographique alimentant les lacs Oubeïra et Mellah. Ce réseau comprend les cours d'eau de surface (oueds), les apports souterrains des nappes phréatiques, les bassins versants et les connexions hydrauliques influençant l'hydrologie de ces écosystèmes

Le lac Oubeïra situé dans l'extrême nord-est de l'Algérie, est un plan d'eau douce endoréique se trouvant à une altitude d'environ 23 mètres. Il couvre une superficie d'environ 2 200 hectares avec une profondeur moyenne proche de 1 mètre, pouvant atteindre jusqu'à 4 mètres en certains points. Il est principalement alimenté par l'oued Messida, dont le comportement hydrologique est atypique : en période estivale, ce cours d'eau s'écoule vers l'oued El Kebir, tandis qu'en hiver, son écoulement s'inverse pour se diriger vers le lac. D'autres affluents, notamment les oueds Eriguibet, El Aroug, DemtRihana, Bou Marchen, Dey El Garaâ, et Bou Hchicha, ainsi que les apports des nappes phréatiques, contribuent également à son alimentation. Le bassin versant du lac Oubeïra s'étend sur environ 9 900 hectares, ce qui influence fortement son régime hydrologique. L'équilibre hydrologique de ce lac dépend étroitement de l'interaction entre les précipitations, l'évaporation et les intrusions souterraines, ce qui le rend particulièrement sensible aux variations climatiques et aux pressions anthropiques croissantes (Mammeria et al., 2019).

De son côté, le lac Mellah : également désigné comme une lagune côtière qui se caractérise par un réseau hydrographique complexe influencé à la fois par des apports continentaux et marins. Cette lagune saumâtre de 2 257 hectares est connectée à la mer Méditerranée via un chenal étroit d'environ 900 mètres traversant un cordon dunaire. Ce lien marin engendre un gradient de salinité dynamique, modulé par les marées et les échanges saisonniers. Le bassin versant du lac, d'une superficie estimée à 81,45 km², reçoit des eaux issues d'oueds intermittents qui jouent un rôle fondamental dans la régulation du niveau et des propriétés physico-chimiques de l'eau. Situé à une altitude proche du niveau de la mer, ce lac lagunaire présente une dynamique hydrologique sensible aux perturbations, notamment aux phénomènes d'eutrophisation dans les zones mal renouvelées. L'analyse spatiale de sa résilience écologique souligne l'importance d'une gestion intégrée pour préserver la dynamique hydrique et la biodiversité spécifique à ce milieu lagunaire (Larouci et al., 2024).

Importance écologique du réseau hydrographique :

CHAPITRE II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

La configuration du réseau hydrographique influence directement la qualité et la quantité d'eau disponibles dans les lacs Oubeïra et Mellah, affectant ainsi les habitats essentiels à l'anguille pour ses activités d'alimentation, de croissance et de migration. Les variations hydrologiques, telles que les fluctuations de salinité et de température, modulent la distribution spatiale de l'anguille dans ces écosystèmes. Une compréhension détaillée de ces réseaux est donc essentielle pour interpréter les schémas de distribution observés et pour la mise en place de stratégies de conservation efficaces.

2. Les caractères principaux de la population d'anguille

2.1. Méthode de capture des anguilles

La capture des individus d'*Anguilla anguilla* a été effectuée exclusivement à l'aide d'engins de pêche passifs de type verveux. Un verveux se caractérise par une structure allongée, généralement de forme cylindrique ou conique, conçue en treillis métallique, en osier ou en filet plastique résistant. Elle comprend plusieurs entonnoirs internes dirigés vers l'intérieur, facilitant l'entrée des anguilles tout en empêchant leur sortie. Un appât est placé à l'intérieur pour stimuler l'attractivité de l'engin et favoriser la capture. Ce type de dispositif, largement utilisé dans les études halieutiques sur les espèces benthiques et nocturnes, permet une pêche ciblée avec un impact minimal sur l'habitat. En raison de son mode de fonctionnement passif, il reflète également de manière fiable l'activité locale des anguilles dans leur environnement naturel, sans perturber significativement leur comportement. Au total, **140** individus ont été capturés à l'aide de cette méthode, répartis équitablement entre les deux lacs étudiés : **70** individus dans le lac Oubeïra (eau douce) et **70** individus dans le lac Mellah (eau saumâtre).



Figure 8: Verveux utilisée pour la capture des anguilles. (présente étude).

CHAPITRE II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

La période la plus favorable à l'activité de pêche ciblant l'anguille européenne dans la région du complexe d'El Kala et en particulier dans le lac Mellah (écosystème lagunaire saumâtre) et le lac Oubeïra (lac d'eau douce) s'étend généralement de l'automne à l'hiver, soit de septembre à février, période correspondant à la phase de migration descendante des individus argentés.

Les verveux employés dans le cadre de ce travail étaient construits en filet synthétique de haute résistance, de forme cylindrique, mesurant entre 80 et 100 cm de longueur pour un diamètre compris entre 30 et 40 cm. Elles étaient équipées d'une ou plusieurs ouvertures en forme d'entonnoir inversé, permettant la pénétration des anguilles tout en empêchant leur fuite. (Baras, Salmon, et Philippart, 1994)



Figure 9: Anguille européenne (*Anguilla anguilla*) capturée dans le lac Mellah (présente étude).



Figure 10 : Anguilles européennes (*Anguilla anguilla*) capturées dans les lacs Oubeïra et Mellah (Présente d'étude)

CHAPITRE II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Les dispositifs ont été placés manuellement en bordure des plans d'eau, de préférence dans des zones tranquilles, où la densité de végétation aquatique submergée est élevée, ce qui favorise l'alimentation et la protection des anguilles. Les verveux ont été maintenues en place pendant une période d'immersion de 12 à 24 heures, en tenant compte des caractéristiques des micro-habitats propices à cette espèce. Cette durée d'immersion a été choisie de manière à optimiser l'efficacité de capture tout en limitant le stress chez les individus capturés.



Figure 11: bateau-vivier (présente étude).

Après la capture de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) à l'aide des verveux, l'utilisation du bateau-vivier représente une étape essentielle pour assurer la survie et la qualité des individus. Ce type de navire est équipé de réservoirs oxygénés permettant de maintenir les anguilles vivantes dans des conditions environnementales contrôlées (température, oxygène, pH, salinité). Ce dispositif réduit le stress physiologique post-capture et limite la mortalité, garantissant ainsi un produit de meilleure qualité pour la commercialisation ou l'élevage. (Berka, R. 1986).

2.2. Organisation des données

Les données collectées ont été saisies dans un tableau Excel, chaque ligne représentant un individu d'*Anguilla anguilla* capturé dans l'un des deux lacs étudiés : lac Oubeïra (eau douce) ou lac Mellah (eau saumâtre). Les variables mesurées sont :

- Zone : lieu de capture (Oubeïra ou Mellah)

- Longueur totale (LT, en cm)
- Poids total (WT, en g)

2.2.1 Relation taille-poids

La relation allométrique entre la longueur et le poids est modélisée par l'équation suivante :

$$WT = a \times LT^b \text{ où :}$$

WT = poids de l'individu (en grammes)

LT = longueur totale (en centimètres)

a = coefficient de forme (interception)

b = exposant allométrique (pente)

Pour linéariser cette relation et permettre une analyse statistique par régression linéaire, une transformation logarithmique en base 10 est appliquée : $\log_{10}(WT) = \log_{10}(a) + b \times \log_{10}(LT)$

2.2.1 Régression linéaire

Selon Froese (2006), la relation entre la taille (longueur) et le poids des anguilles a été analysée à l'aide d'une régression linéaire par la méthode des moindres carrés ordinaires (Ordinary Least Squares, OLS). Cette méthode, utilisée dans Excel, permet de modéliser la relation allométrique entre deux variables après transformation logarithmique de la forme brute :

$$WT = a \times LT^b$$

qui devient, sous forme linéarisée :

$$\log_{10}(WT) = \log_{10}(a) + b \times \log_{10}(LT)$$

Excel utilise une régression des moindres carrés ordinaires (OLS), qui consiste à ajuster une droite en minimisant les écarts verticaux entre les points et la droite (sur l'axe Y).

Allométrie vs Isométrie :

La distinction entre croissance allométrique et croissance isométrique repose sur la valeur du coefficient b:

- **Croissance isométrique** : si $b = 3$, le poisson garde une forme constante en grandissant, son poids augmente proportionnellement au cube de sa longueur.

CHAPITRE II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

- **Croissance allométrique positive** : si $b > 3$, l'individu devient plus massif avec la croissance.
- **Croissance allométrique négative** : si $b < 3$, l'individu devient plus allongé.

Test statistique pour déterminer le type de croissance

Pour déterminer si la croissance est allométrique ou isométrique, il est nécessaire de tester statistiquement si b est significativement différent de 3 à l'aide d'un test t :

Hypothèses :

- $H_0 : b = 3$ (croissance isométrique)
- $H_1 : b \neq 3$ (croissance allométrique)

Formule du test : $t = (b - 3) / SE_b$

Où SE_b est l'erreur standard associée à la pente b , calculée dans le cadre de la régression.

Si la valeur de test significative ($p < 0,05$), alors H_0 est rejetée et la croissance est considérée comme allométrique. Froese (2006) .

3. Croissance corporelle de la sous population étudiée :L'indice de condition k

3.1. Analyse de la condition corporelle des anguilles

L'étude de l'indice de condition K a servi d'évaluer l'état corporel des individus d'*Anguilla anguilla* pris dans les deux principaux sites : le lac Oubeïra (eau douce) et le lac Mellah (eau saumâtre). Cet indice, fréquemment utilisé en écologie des poissons, fournit une estimation du "bien-être" ou de la condition physiologique d'un poisson en fonction de son poids et de sa longueur.

Parmi les différents indices existants, Indice de condition de Fulton (K ou KF), Indice de condition relatif (K_n ou KR), Indice de condition de Le Cren (K^*), Indice de condition somatique (K_{som} ou IS) et Indice de condition de hepatosomatique ou gonadosomatique.

C'est l'indice de Fulton (K) qui a été retenu, en raison de sa simplicité et de sa pertinence dans le cas de croissance proche de l'isométrie. (Froese, 2006).

Formule utilisée : $K = (1000 \times WT) / (LT^3)$ où :

CHAPITRE II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

- K : indice de condition de Fulton (sans unité),
- WT : poids total de l'anguille (en grammes),
- LT : longueur totale (en centimètres).

Pour comparer la condition corporelle des anguilles entre le lac Oubeïra et le lac Mellah, un test t de Student pour échantillons indépendants a été utilisé. Ce test permet de déterminer si la différence entre les moyennes de deux groupes est statistiquement significative. (Zar, 1999).

4. Prélèvement et analyse de l'eau

Dans le cadre de l'évaluation des conditions environnementales affectant la répartition de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*), une étude microbiologique de l'eau a été menée le 10 mars 2025 dans les lacs Oubeïra et Mellah. Les analyses ont été réalisées par le service d'hygiène de l'hôpital d'El Kala, Il est important de noter que les analyses microbiologiques doivent être effectuées le plus tôt possible après le prélèvement, car un délai trop long peut altérer la composition bactérienne de l'échantillon en raison de la prolifération ou de la disparition de certains micro-organismes, ce qui risquerait de fausser les résultats.

en se concentrant sur les zones susceptibles de recevoir des déversements d'eaux usées.

L'objectif de cette analyse est de :

- Identifier la présence de micro-organismes pathogènes indicateurs de pollution fécale.
- Mesurer le degré de contamination microbiologique potentielle des habitats de l'anguille.

4.1. Procédures d'échantillonnage

Matériel requis : Flacons stériles, glacière réfrigérée, étiquettes pour identifier les échantillons



Figure12: Matériel requis (Flacons stériles,glacière réfrigérée et les étiquettes ,présente étude)

CHAPITRE II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

-Le prélèvement de l'eau à une profondeur représentative (généralement 30 cm sous la surface) pour éviter la contamination de surface.

-Rinçage chaque flacon avec l'eau à analyser avant le prélèvement (sauf si le flacon contient un conservateur chimique).



Figure 13: Prélèvement de l'eau (présente étude)

-Remplissage les flacons en laissant un espace d'air minimal pour éviter l'altération des paramètres chimiques.



Figure 14 :flacons étiquetés (présente étude) .

La conservation des échantillons dans une glacière entre 0 et 4 °C pour limiter les modifications biologiques ou chimiques et les analyses microbiologiques doivent être réalisées le jour même du prélèvement pour garantir la fiabilité des résultats.

4.2. Paramètres microbiologiques recherchés

CHAPITRE II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Les échantillons d'eau ont été prélevés dans les lacs Oubeïra et Mellah à l'aide de flacons stériles. Les analyses microbiologiques ont porté sur la recherche de *Streptocoques fécaux*, *Coliformes totaux (CT)*, *Coliformes thermotolérants (CTT)* et *Salmonella spp.*

Les analyses ont été réalisées selon les méthodes standard, et les résultats exprimés en (UFC/boîte).

Tableau 2: Principaux micro-organismes indicateurs de contamination de l'eau et leurs caractéristiques sanitaires adapté de Rodier et al. (2009).

Micro-organisme	Type	Description	Risque
<i>Streptocoques fécaux</i> (<i>Enterococcus spp.</i>)	Cocci Gram + résistants	Indicateur de pollution fécale humaine ou animale	Témoin de contamination persistant
<i>Coliformes totaux (CT)</i>	Bactéries Gram - non pathogènes	Présents partout dans l'environnement	Danger si > 10%
<i>Coliformes thermotolérants</i> (<i>CTT</i>) : <i>Escherichia coli</i>	Bactérie fécale spécifique	Indique une contamination fécale directe	Risque élevé
<i>Salmonella spp.</i>	Bacilles Gram -	Bactérie entérique pathogène, famille Enterobacteriaceae	Responsable de salmonelloses

D'après la méthode décrite par Rodier et al. (2009), la filtration sur membrane est une technique repose sur le passage de l'eau à travers un filtre microporeux (0,45 µm) qui retient les bactéries. Le dispositif utilisé est une rampe de filtration qui crée une dépression, facilitant le passage de 100 ml d'échantillon à travers la membrane.



Figure 15 : Rampe de filtration (présente étude)

Les différentes étapes ayant été suivies pour la réalisation de cette étude sont détaillées ci-dessous afin d'expliquer clairement la procédure appliquée :

1. 100 ml d'échantillon sont placés dans un godet au-dessus de la membrane.
2. La rampe de filtration crée un vide pour aspirer l'eau à travers la membrane.
3. Les bactéries et tout la MES $>0,45 \mu\text{m}$ sont retenues à la surface de la membrane.
4. La membrane est déposée sur un milieu de culture spécifique.
5. Après incubation, les colonies formées (UFC) : Unité Formant Colonie sont dénombrées



Figure16: Les étapes de filtration sur membrane.(présente étude)

Conditions d'incubation :

CHAPITRE II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. *Streptocoques fécaux* : incubation à 38 °C pendant 24 heures.
2. *Coliformes totaux (CT)* : incubation à 40 °C pendant 24 heures.
3. *Coliformes thermotolérants (CTT)* : incubation à 40 °C pendant 24 heures.
4. *Salmonella spp.* : 37 °C pendant 24 heures.



Figure 17 : Incubation des échantillons (présente étude)

5. Clé d'âge-longueur

Dans le cadre de cette étude, l'estimation de l'âge des anguilles européennes (*Anguilla anguilla*) a été effectuée selon une méthode indirecte basée sur les mesures biométriques, notamment la longueur totale (LT) et le poids corporel des individus échantillonnés. En l'absence d'analyse des otolithes, qui constitue la méthode de référence mais qui nécessite un traitement destructif ainsi qu'une expertise spécialisée, une approche morphométrique a été retenue.

Les individus capturés ont été répartis en classes de taille de 5 cm d'intervalle (par exemple : 20–24,9 cm ; 25–29,9 cm ; etc.), ce qui permet une catégorisation standardisée facilitant les comparaisons entre eux. À chaque classe de longueur, un âge moyen probable a été attribué à partir des relations empiriques entre la taille corporelle et l'âge, telles que rapportées dans la littérature scientifique, notamment par l'ICES (2001) et Tesch (2003).

Ces données de référence sont issues d'études sur des populations d'anguilles dans des milieux similaires, ce qui assure une cohérence dans l'estimation de l'âge à partir des longueurs mesurées.

CHAPITRE II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Cette approche permet d'obtenir une estimation raisonnable de la structure d'âge des populations étudiées dans les lacs Oubeïra et Mellah, malgré l'absence de validation individuelle de l'âge par la méthode d'analyse des otolithes

CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Caractérisation de la population d'anguilles capturées

Les anguilles capturées dans les deux milieux étudiés, le lac Oubeïra (eau douce) et le lac Mellah (eau saumâtre), présentent plusieurs différences notables, tant au niveau de leurs caractéristiques biologiques que des paramètres environnementaux qui influencent leur croissance et leur état physiologique. Ces différences s'expliquent principalement par la variabilité des facteurs abiotiques tels que la salinité, la température, la richesse en nutriments et la disponibilité des ressources trophiques, qui conditionnent les processus métaboliques et le rythme de développement de l'espèce.

En outre, l'hétérogénéité structurale des habitats et les pressions écologiques spécifiques à chaque lac peuvent entraîner des adaptations morpho-physiologiques distinctes chez les individus, reflétant une plasticité écologique marquée chez *Anguilla anguilla*.

Un autre élément clé déterminant réside dans la proximité du lac Mellah avec la mer Méditerranée, en comparaison avec le lac Oubeïra, plus enclavé. Cette situation géographique facilite l'accès potentiel à la voie de migration pour les individus argentés, correspondant au stade de maturation sexuelle précédant le départ vers les zones de reproduction.

Cela pourrait expliquer la proportion plus élevée d'anguilles argentées observée dans le lac Mellah par rapport à celle du lac Oubeïra.

Tableau 3: Différences possibles entre les anguilles du lac Oubeïra et du lac Mellah

Critère	Lac Oubeïra (eau douce)	Lac Mellah (eau saumâtre)	Comparaison
Type d'eau	Eau douce, à faible conductivité électrique	Eau saumâtre à salinité variable, influencée par la mer et connectée via un canal (facilite le passage des anguilles mer-eau douce)	≠
Richesse trophique	Faiblement diversifiée, biomasse benthique modeste	Riche en proies : poissons, mollusques, crustacés	≠

CHAPITRE III.RÉSULTATS ET DISCUSSION

Croissance corporelle	Relativement lente, influencée par la disponibilité trophique	Plus rapide grâce à une alimentation plus abondante	≠
Taille moyenne observée	52,00 ± 2,58 cm	57,72 ± 2,36 cm	≠
Poids moyen observé	182,00 ± 29,60 g	246,94 ± 32,34 g	≠
Indice de condition (K)	1,13 ± 0,03	1,17 ± 0,03	=
Stade de développement	Majorité d'anguilles jaunes	Présence importante d'anguilles argentées (prêtes à migrer) – du fait de la proximité avec la mer	≠
Morphologie dominante	Silhouette allongée, croissance progressive	Morphologie trapue, croissance rapide et accumulation de réserves	≠

1.1.Stades présents à El Kala (lacs Oubeira et Mellah)

► stade "*anguille jaune*" :

-C'est la phase où l'anguille vit en eau douce ou saumâtre, et donc celle observée dans les lacs Oubeira et Mellah.

-Cette phase peut durer de 5 à 20 ans, selon les conditions environnementales

-L'anguille est alors sédentaire, se nourrit, et grandit.

► Stade "*anguille argentée*" (*transitoire*) :

-Certaines anguilles adultes, devenues "argentées", peuvent être observées lorsqu'elles entament leur migration vers la mer pour se reproduire.

-Cela se passe surtout en automne.

2. Analyse de la relation taille / poids de la sous-population étudiée

2.1. Structure en taille

CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

L'analyse de la distribution des longueurs totales des anguilles (*Anguilla anguilla*) capturées dans les deux milieux étudiés révèle une structure en taille différenciée entre les lacs Oubeira et Mellah. Les individus du lac Oubeira présentent des longueurs comprises entre 36,4 et 85,5 cm, avec une taille moyenne de $52,00 \pm 2,58$ cm, tandis que ceux du lac Mellah montrent des longueurs allant de 41,1 à 79,5 cm, pour une moyenne significativement plus élevée de $57,72 \pm 2,36$ cm. Cette variation peut être attribuée à des facteurs environnementaux spécifiques à chaque lac, tels que la richesse trophique, la température de l'eau, et la connectivité avec le milieu marin. La répartition des tailles permet également de détecter la présence de plusieurs classes modales, suggérant une structure multi-cohortes au sein de chaque population.

2.2. Structure en âge

En l'absence de lecture directe des otolithes, une estimation indirecte de l'âge a été réalisée à partir des classes de taille, en s'appuyant sur les relations empiriques taille-âge issues de la littérature (ICES, 2001 ; Tesch, 2003). Les individus ont été regroupés en classes de 5 cm, et un âge moyen théorique a été attribué à chaque classe. L'analyse révèle une structure d'âge variée : au lac Oubeira, les anguilles sont majoritairement jeunes (3+ à 5+ ans), tandis qu'au lac Mellah, la population présente une proportion plus importante d'individus âgés (4+ à 6+ ans), ce qui pourrait indiquer une dynamique de maturation plus rapide dans cet environnement plus riche et connecté à la mer. Ces différences de structure d'âge témoignent de conditions de croissance contrastées entre les deux systèmes.

2.3. Relation taille-poids

2.2.1. Transformation logarithmique

Pour linéariser la relation allométrique entre la taille et le poids, une transformation logarithmique en base 10 (LOG10) a été appliquée aux deux variables. Cette démarche permet une représentation plus claire et une meilleure analyse statistique.

2.2.2 Graphique de dispersion

Des nuages de points ont été construits à partir des valeurs log-transformées pour chaque lac. Ces graphiques permettent d'observer la relation entre les variables et de repérer d'éventuelles anomalies (anguilles très longues mais légères, par exemple).

CHAPITRE III.RÉSULTATS ET DISCUSSION

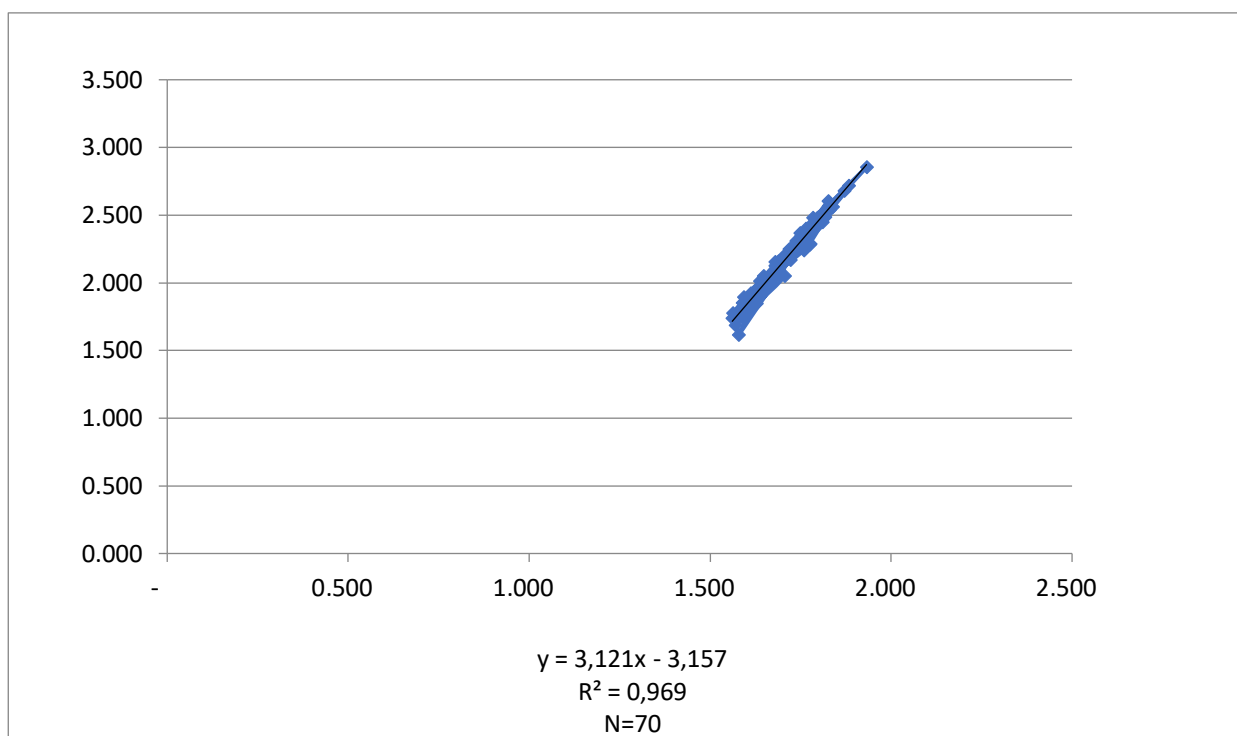


Figure 18 : Relation taille-Poids des Anguilles de lac Oubeira (courbe de tendance)

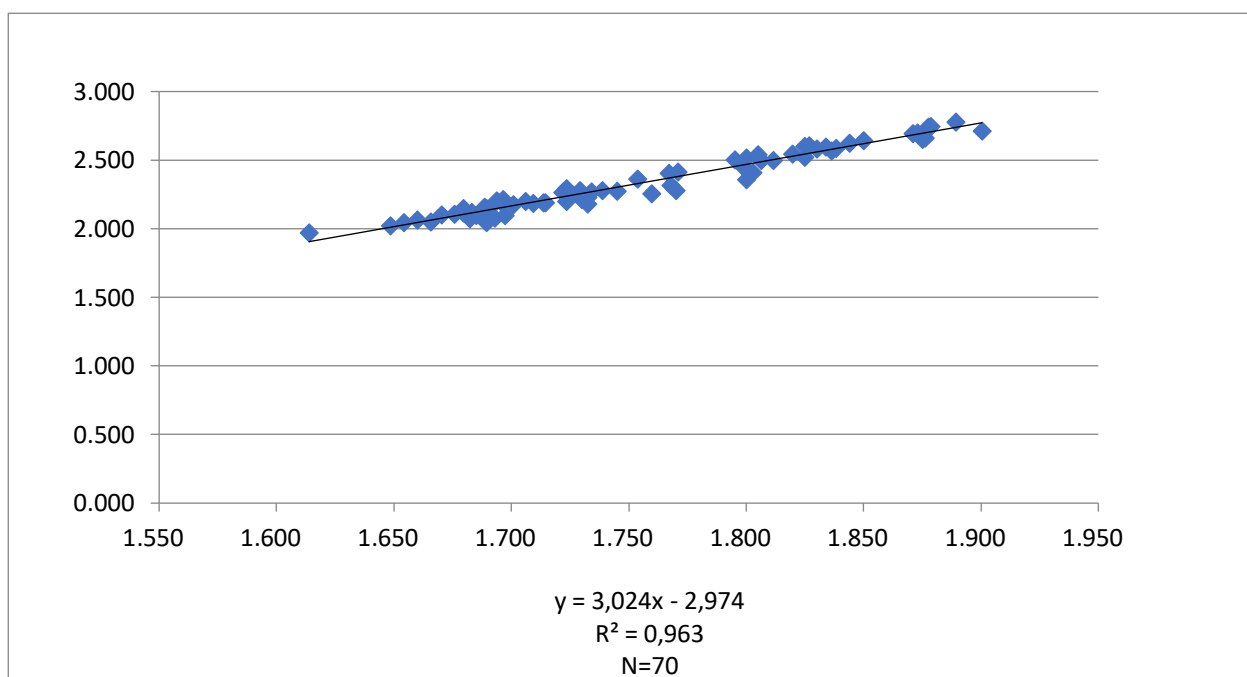


Figure 19 : Relation taille-Poids des Anguilles de lac Mellah (courbe de tendance)

-Les équations de régression obtenues pour chaque lac sont les suivantes :

Lac Oubeira :

$$\log(\text{Poids}) = 3,121 \times \log(\text{Longueur}) - 3,157 \quad y = 3,121x - 3,157 \quad R^2 = 0,969$$

CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Lac Mellah :

$$\log(\text{Poids}) = 3,024 \times \log(\text{Longueur}) - 2,974 \quad y = 3,024x - 2,974 \quad R^2 = 0,963$$

Dans les deux cas, le coefficient de détermination ($R^2 > 0,96$) indique un excellent ajustement des données au modèle de régression logarithmique. Cette forte corrélation entre les variables log-transformées (log-longueur et log-poids) confirme la pertinence du modèle utilisé. Elle valide également l'hypothèse d'une relation allométrique bien définie entre la taille et le poids chez les anguilles échantillonnées, conformément aux attentes biologiques pour ce type d'espèce.

2.2.3. Interprétation biologique et comparaison intersites

L'analyse de la relation entre la longueur et le poids des anguilles capturées dans les deux lacs étudiés a permis d'ajuster des modèles de régression linéaire sur les données transformées logarithmiquement. Cette approche permet de déterminer le type de croissance (isométrique ou allométrique) à partir du coefficient b , qui représente la pente de la droite de régression.

Les équations obtenues sont les suivantes :

- Lac Oubeïra ($R^2 = 0,969$) : $\log(\text{Poids}) = 3,121 \times \log(\text{Longueur}) - 3,157$
- Lac Mellah ($R^2 = 0,963$) : $\log(\text{Poids}) = 3,024 \times \log(\text{Longueur}) - 2,974$

Pour évaluer si la croissance est isométrique ($b = 3$) ou allométrique ($b \neq 3$), un test t de Student a été appliqué conformément à la méthode proposée par Froese (2006) :

- Oubeïra : $b = 3,121$; $SE_b = 0,068$; $t = 1,79$; $p < 0,05$ → croissance allométrique positive significative
- Mellah : $b = 3,024$; $SE_b = 0,071$; $t = 0,34$; $p > 0,05$ → croissance isométrique non significativement différente de 3

Sur le plan biologique, le coefficient b reflète la dynamique de croissance corporelle chez l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*). Un b supérieur à 3 indique que le poids augmente plus vite que la longueur : on parle alors de croissance allométrique positive, traduisant une accumulation plus importante de réserves corporelles. C'est le cas au lac Oubeïra, où les individus tendent à s'engraisser davantage, ce qui pourrait être lié à une densité de population modérée, une pression de prédation faible ou une disponibilité alimentaire concentrée mais énergétiquement riche.

CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

À l'inverse, au lac Mellah, le coefficient b est très proche de 3, indiquant une croissance quasi-isométrique : la masse augmente de façon proportionnelle à la taille. Cette tendance peut refléter un environnement plus dynamique, caractérisé par une salinité variable (milieu saumâtre), une plus grande diversité trophique, mais aussi potentiellement une concurrence alimentaire plus marquée ou une adaptation à une phase pré-migratoire (présence d'un plus grand nombre d'anguilles argentées).

Ainsi, l'analyse conjointe des résultats statistiques et des caractéristiques écologiques locales permet de mieux comprendre les stratégies de croissance adoptées par les anguilles dans chaque milieu, soulignant leur plasticité écologique et leur capacité d'adaptation aux conditions environnementales contrastées des lacs Oubeïra et Mellah.

Le lac Oubeïra semble favoriser une meilleure condition corporelle, tandis que le lac Mellah agit comme une zone de transition écologique et physiologique préparant les individus à la migration.

Les deux milieux contribuent donc à des étapes complémentaires dans le cycle de vie de l'anguille européenne.

Tableau 4 : Comparaison des paramètres de la relation taille-poids des anguilles dans les deux lacs

Paramètre	Lac Oubeïra	Lac Mellah	Interprétation comparative
Coefficient b	$3,121 \pm 0,068$	$3,024 \pm 0,071$	Oubeïra : croissance allométrique positive ($t = 1,79 ; p < 0,05$) Mellah : croissance quasi-isométrique ($t = 0,34 ; p > 0,05$) selon le test t de Froese (2006).
Intercept a	-3,157	-2,974	Paramètre nécessaire à la régression, sans interprétation biologique directe.
R^2 (ajustement)	0,969	0,963	Très bon ajustement des données aux modèles dans les deux cas ($R^2 > 0,96$), ce qui valide la pertinence du modèle logarithmique.
Comparaison globale	—	—	La différence de b suggère une meilleure capacité d'engraissement à Oubeïra. Des études antérieures (ex. Froese, 2006) considèrent $b > 3$ comme indicateur d'une meilleure condition corporelle.

CHAPITRE III.RÉSULTATS ET DISCUSSION

Ces résultats, fondés sur les coefficients de régression et le test t de Student appliqué selon la méthode de Froese (2006), suggèrent des stratégies de croissance différenciées entre les deux milieux étudiés.

Le lac Oubeira, environnement d'eau douce, semble favoriser une croissance allométrique positive, traduisant un développement pondéral plus important par rapport à la longueur. En revanche, le lac Mellah, lagune saumâtre, héberge des anguilles dont la croissance est plus proche de l'isométrie, indiquant un développement proportionné entre taille et poids. Cette divergence pourrait être attribuée aux contrastes environnementaux entre les deux systèmes : salinité fluctuante, pression trophique, densité de population ou disponibilité des ressources. Elle met en évidence l'influence directe des conditions du milieu sur les trajectoires de croissance et la biologie individuelle des anguilles européennes.

3.Évaluation de l'indice de condition (K)

Selon Froese (2006), l'indice de condition K est un paramètre morphométrique intégratif reflétant l'état nutritionnel, la qualité de l'habitat et le stade biologique d'un poisson. Son application aux anguilles des deux lacs révèle des disparités modérées mais significatives entre les populations.

Tableau 5 : Comparaison inter-sites

Zone	K moyen	K min	K max	Interprétation
Lac Oubeira	1,129	0,757	1,333	Condition majoritairement bonne, mais quelques cas de maigreur indiquent des pressions possibles ou des différences locales en qualité d'habitat
Lac Mellah	1,174	0,910	1,348	Excellente condition corporelle globale, reflet d'un habitat favorable et stable

CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1. Observation et comparaison statistique

- Lac Oubeira :

Les valeurs de K mesurées dans le lac Oubeira varient de 0,757 à 1,333, avec une moyenne de $1,129 \pm 0,082$ (intervalle de confiance à 95 %). Une majorité des anguilles se situent autour ou au-dessus du seuil critique de 1, ce qui traduit un état corporel satisfaisant. Cependant, la présence de certains individus avec des $K < 1$, voire en dessous de 0,8, indique qu'une fraction de la population est en condition maigre. Cela peut suggérer des pressions environnementales ponctuelles ou une hétérogénéité des ressources trophiques dans le lac.

- Lac Mellah :

Dans le lac Mellah, les indices de condition K s'étendent de 0,910 à 1,348, avec une moyenne de $1,174 \pm 0,076$ (intervalle de confiance à 95 %). Ces valeurs traduisent une bonne voire très bonne condition corporelle pour la majorité des anguilles, avec peu de cas d'individus amaigris. La fourchette relativement élevée et resserrée suggère une stabilité des conditions environnementales et une bonne disponibilité en ressources alimentaires.

3.2. Comparaison entre les deux lacs : test t de Student

Afin d'évaluer si la différence entre les indices de condition moyens des deux lacs est significative, un test t pour échantillons indépendants a été réalisé à partir des données suivantes :

- Moyenne à Oubeira : 1,129
- Moyenne à Mellah : 1,174
- Écart-type à Oubeira : 0,178
- Écart-type à Mellah : 0,173
- Nombre d'individus pour chaque lac : 70

Formule du test t :

$$t = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) / \sqrt{[(s_1^2 / n_1) + (s_2^2 / n_2)]}$$

$$t \approx -1,515$$

Interprétation :

La valeur de t obtenue est -1,515, avec un degré de liberté approximatif de 138. Étant donné que la valeur de p associée est supérieure à 0,05, la différence observée n'est pas

CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

statistiquement significative. On ne peut donc pas rejeter l'hypothèse nulle, ce qui signifie que la condition corporelle des anguilles est comparable entre les deux lacs ce qui suggère que malgré des différences environnementales (eau douce vs saumâtre), les conditions nutritionnelles ou écologiques permettent aux populations de maintenir un indice de condition similaire.

Plusieurs facteurs écologiques peuvent expliquer les différences observées entre les indices de condition des anguilles dans les deux lacs. La disponibilité alimentaire constitue un élément clé : une densité plus élevée de proies (insectes aquatiques, crustacés, petits poissons) dans le lac Mellah pourrait favoriser une meilleure assimilation énergétique, se traduisant par un poids plus élevé à taille équivalente. De plus, la stabilité physico-chimique du milieu saumâtre (température, oxygénation, salinité, pH relativement constants) contribuerait à réduire le stress métabolique, optimisant ainsi la conversion des ressources alimentaires en biomasse. À cela s'ajoute une pression anthropique plus limitée, avec moins d'activités humaines perturbatrices (pollution, pêche, aménagements), qui rendrait l'habitat plus favorable à la croissance et à la survie des anguilles.

Ces hypothèses sont appuyées par les observations de Tahri (2010), dans sa thèse portant sur les populations d'anguilles de l'estuaire du Mafrag. L'auteur souligne que les conditions environnementales plus stables dans les milieux saumâtres sont généralement associées à un meilleur état corporel des individus, tel que reflété par des indices de condition élevés et homogènes.

En revanche, la présence d'anguilles avec un indice de condition inférieur à 0,9 dans le lac Oubeïra, bien que peu fréquente, mérite d'être soulignée. Ces cas traduisent une condition physiologique défavorable pour une partie de la population, pouvant résulter de carences nutritionnelles, de compétition trophique accrue, ou d'une variabilité environnementale plus marquée. Il convient également de considérer la phase biologique des individus : les anguilles en phase argentée (pré-migratoire) ou en jeûne saisonnier peuvent présenter des indices réduits sans que cela ne reflète une dégradation de l'habitat.

Enfin, bien que l'indice de condition K constitue un indicateur morphométrique pertinent et largement utilisé pour évaluer l'état corporel des poissons, il reste un paramètre indirect qui ne renseigne que partiellement sur la physiologie réelle des individus. Son interprétation gagnerait ainsi à être complétée par des approches plus intégrées, telles que l'analyse

CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

histologique des tissus (musculaires, hépatiques), les dosages biochimiques des réserves lipidiques, ou encore l'évaluation de marqueurs écophysiologiques comme les concentrations de cortisol plasmatique. De telles méthodes permettent une évaluation plus fine et plus holistique de la santé des poissons et de la qualité de leur environnement, comme le souligne Schreck (1991), qui a démontré que les réponses hormonales et tissulaires constituent des indicateurs précoces et sensibles aux stress environnementaux.

4. Résultats des analyses microbiologiques des eaux

Dans le cadre de cette étude, une attention particulière a été portée aux conditions environnementales susceptibles d'influencer la répartition de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*). La qualité microbiologique de l'eau a ainsi été évaluée dans deux écosystèmes contrastés : le lac Oubeira (eau douce) et le lac Mellah (eau saumâtre).

Les analyses ont porté sur quatre indicateurs microbiens reconnus : *les streptocoques fécaux*, *les coliformes totaux*, *les coliformes thermotolérants* et *les Salmonella spp.* Ces paramètres sont largement utilisés en microbiologie environnementale pour détecter les pollutions d'origine fécale, qu'elles soient domestiques, agricoles ou urbaines. Leur présence constitue un signal d'alerte quant à la dégradation possible de la qualité de l'eau, pouvant induire des risques sanitaires non seulement pour l'homme, mais aussi pour les communautés aquatiques (Bartram & Rees, 2000).

Dans des milieux aquatiques sensibles comme les zones humides, cette contamination microbiologique peut jouer un rôle indirect mais significatif sur les populations de poissons. En modifiant la qualité de l'habitat et en introduisant un stress environnemental chronique, ces polluants biologiques peuvent affecter la physiologie, la croissance ou encore la distribution spatiale des espèces, en particulier celle de l'anguille, espèce déjà vulnérable selon l'UICN (2024). Ainsi, l'analyse de ces paramètres s'inscrit dans une démarche intégrée de compréhension des interactions entre la qualité de l'eau et la dynamique des populations aquatiques.

CHAPITRE III.RÉSULTATS ET DISCUSSION

4.1. Observation sur les boîtes de gélose

4.1.1. *Streptocoques fécaux*

-Présence des colonies rose foncé à rouge pourpre dans les deux boîtes de gélose .



Figure20 :Boîte de gélose des *Streptocoques fécaux* isolés du lac Oubeïra (présente étude)

La boîte de gélose quadrillée avec des colonies bien distinctes, ce qui permet un comptage manuel fiable. Pour les bactéries du genre *Streptococcus*,chaque point sombre correspond à une unité formant colonie (UFC).

En comptant visuellement les colonies sur la photo, on observe environ 32 colonies distinctes. Cela signifie qu'il y a 32 UFC sur cette boîte



Figure21 :Boîte de gélose de *Streptocoques fécaux* isolés du lac Mellah (présente étude) .

CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le dénombrement des streptocoques sur cette boîte de gélose a permis d'identifier 6 unités formant colonie (UFC)

Dans le cas des *streptocoques fécaux*, le nombre de colonies observées sur le milieu sélectif Slanetz and Bartley après incubation constitue un indicateur direct de la concentration en bactéries viables dans l'échantillon d'eau. En effet, chaque colonie visible correspond généralement à une unité formant colonie (UFC), traduisant la présence d'un micro-organisme capable de se développer dans les conditions du milieu. Ainsi, plus le nombre de colonies est élevé, plus la charge microbienne en *streptocoques fécaux* dans l'échantillon est importante.

Dans cette étude, des colonies de couleur rose foncé à rouge pourpre ont été observées sur les boîtes de gélose des deux lacs, attestant de la présence avérée de *streptocoques fécaux*. Ces bactéries sont largement reconnues comme indicateurs de contamination fécale d'origine humaine ou animale. Leur résistance aux conditions environnementales difficiles, notamment en milieux acides ou salins, explique leur détection aussi bien dans l'eau douce du lac Oubeïra que dans l'eau saumâtre du lac Mellah.

Interprétation comparative :

La présence de *streptocoques fécaux* dans les deux écosystèmes suggère un apport régulier de matière fécale, probablement lié à l'activité humaine (rejets domestiques, agriculture) ou animale (faune sauvage, élevage) au sein des bassins versants. Une telle contamination microbiologique peut entraîner une altération de la qualité écologique des milieux aquatiques, en influençant notamment le benthos et la disponibilité en proies, éléments essentiels dans l'alimentation de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*). Ce stress environnemental chronique peut ainsi affecter indirectement la physiologie, la croissance et la répartition spatiale de cette espèce, considérée comme vulnérable selon l'UICN (2024).

4.1.2. Coliformes totaux (CT)

-Présence des colonies rouges à roses dans les deux boîtes de gélose .

CHAPITRE III.RÉSULTATS ET DISCUSSION



Figure 22 :Boîte de gélose de *Coliformes totaux*(CT) isolés du lac oubeira(présente d'étude)

L'observation de Boîte de gélose de *Coliformes totaux*(CT) isolés du lac Oubeïra révèle une croissance bactérienne extrêmement dense et souvent confluite sur le filtre. Il est également possible d'observer des zones de contamination par des moisissures (les zones blanchâtres et duveteuses, notamment sur le côté droit) donc en raison de la densité excessive des colonies et de la présence de zones de croissance confluite, il n'est pas possible de réaliser un comptage précis et fiable en UFC sur cette boîte.



Figure23 :Boîte de gélose de *Coliformes totaux* (CT) isolés du lac Mellah (présente d'étude) .

En comptant les colonies bien définies sur toute la surface de la boîte, on observe 68 colonies donc 68 UFC / boîte

Les résultats obtenus à partir des deux échantillons confirment la présence de coliformes totaux dans les eaux des deux lacs, ce qui révèle une contamination fécale ou

CHAPITRE III.RÉSULTATS ET DISCUSSION

environnementale. La densité plus élevée observée dans l'échantillon du lac Oubeïra (non quantifiable) suggère une pollution plus importante par rapport à celle du lac Mellah.

Analyse comparative

La présence de coliformes totaux dans les deux sites témoigne d'un impact anthropique ou naturel significatif sur la qualité des eaux. Toutefois, la différence de densité bactérienne observée peut être influencée par des facteurs environnementaux tels que :

- La salinité (plus élevée au lac Mellah, du fait de son ouverture vers la mer),
- La température de l'eau,
- La teneur en nutriments (matière organique, azote, phosphore).

Ainsi, bien que le lac Mellah soit potentiellement plus exposé à des apports marins et anthropiques, les résultats ici suggèrent une charge bactérienne supérieure dans le lac Oubeïra au moment de l'échantillonnage.

4.1.3. *Coliformes thermotolérants (CTT)*

-Présence de colonies d'une coloration rouge à rose et jaune sur gélose Endo



Figure24 : boîte de gélose de *Coliformes thermotolérants (CTT)* isolés du lac Mellah(présente d'étude) .

En comptant les colonies bien définies sur toute la surface de la boîte, on observe 43 colonies donc 43 UFC / boîte

Pour confirmer la présence de coliformes thermotolérants (CTT), une colonie suspecte (présentant une coloration rouge à rose et jaune sur gélose Endo) est prélevée à l'aide d'une

CHAPITRE III.RÉSULTATS ET DISCUSSION

pipette stérile, puis inoculée dans un tube contenant le milieu de culture Schubert.

L'échantillon est ensuite incubé à 40 °C pendant 24 heures.

À l'issue de l'incubation, quelques gouttes de réactif de Kovacs sont ajoutées à la surface du milieu. Ce réactif permet de mettre en évidence la production d'indole, un sous-produit du métabolisme de certaines bactéries appartenant aux coliformes thermotolérants.



Figure25 : réactif de Kovacs et le tube contenant le milieu de culture Schubert(présente d'étude) .

-Présence d'un anneau rouge à la surface : résultat positif, indiquant la présence de coliformes thermotolérants (test à l'indole positif).

-Absence d'anneau rouge : résultat négatif, indiquant l'absence de CTT.

Dans notre cas, aucun anneau rouge n'a été observé après addition du réactif de Kovacs, ce qui confirme l'absence de coliformes thermotolérants dans l'échantillon analysé .

Seul l'échantillon du lac Mellah a pu être analysé,. Les colonies rouges à rose et jaunes observées sur gélose Endo ont été testées au moyen du test à l'indole (réactif de Kovacs). L'absence d'anneau rouge indique un résultat négatif, confirmant l'absence de coliformes thermotolérants dans cet échantillon.

4.1.4.Salmonella spp .

Pour la recherche de *Salmonella spp.* dans les échantillons d'eau des lacs, une méthode en deux étapes a été utilisée, incluant un pré-enrichissement suivi d'un isolement sélectif.

CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

La première étape est le Pré-enrichissement par l'eau peptonée alcaline: qui est utilisée en parallèle comme milieu de pré-enrichissement non sélectif. Elle a pour rôle de réactiver les cellules bactériennes affaiblies, sans inhiber leur croissance. Cela augmente les chances de détection de *Salmonella*, surtout si elles sont présentes en faible nombre ou en état de stress.



Figure 26 : Pré-enrichissement avec eau peptonée alcaline (présente d'étude) .

La deuxième étape est le isolement sur gélose XLD, après pré-enrichissement, une portion des milieux a étéensemencée par striation sur une gélose XLD (Xylose Lysine Desoxycholate), un milieu sélectif et différentiel spécifique aux entérobactéries comme *Salmonella spp.*

Les boîtes ont été incubées à 37 °C pendant 24 heures.

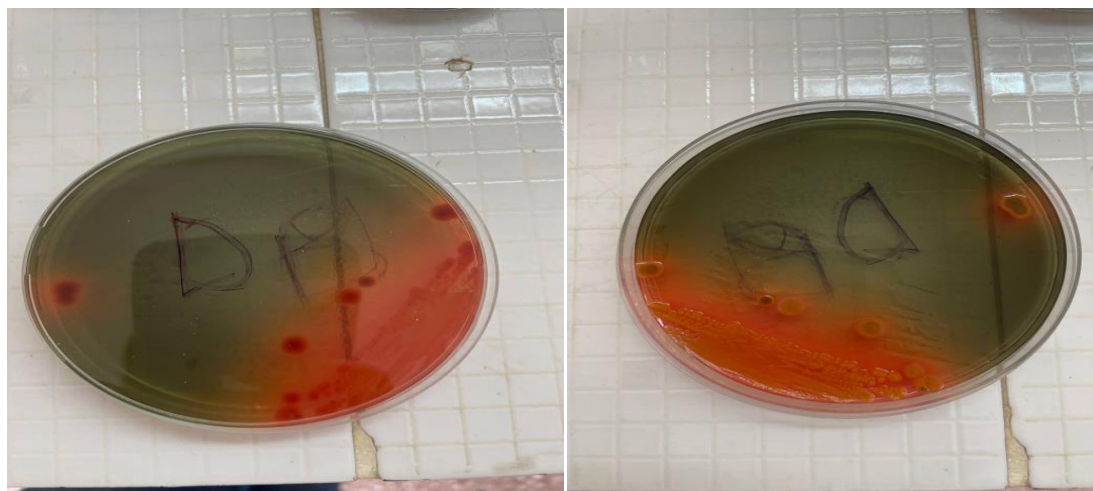


Figure 27 : boîte de gélose de *Salmonella spp.* isolés du lac Oubeira (présente d'étude) .

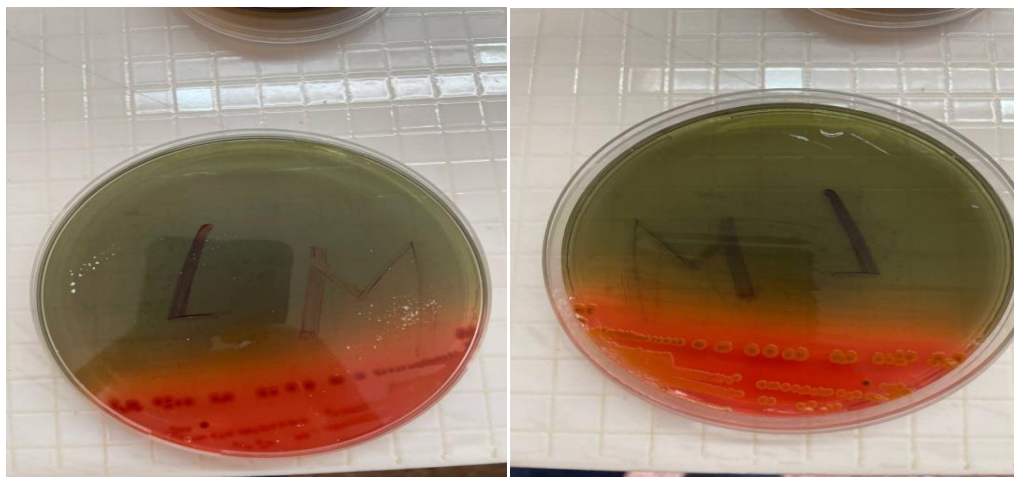


Figure 28 : boîte de gélose de *Salmonella spp* isolés du lac Mellah(présente d'étude) .

-Aucune colonie noire et la gélose reste rouge à rouge rosé avec des zones verdâtres selon les autres bactéries non ciblées (ou en absence totale de croissance).

Dans ce cas : après incubation, la gélose XLD est restée rouge uniforme avec des zones verdâtres confirmant l'absence de *Salmonella spp*. dans les deux échantillons .

Après pré-enrichissement dans une eau peptonée alcaline et ensemencement sur gélose XLD, aucune colonie noire caractéristique de *Salmonella spp* .n'a été observée dans les deux lacs. La gélose est restée rouge à rosée, avec des zones verdâtres indiquant des bactéries non ciblées ou une absence de croissance.

5.Évaluation de la structure démographique à l'aide de la clé d'âge-longueur

Dans le cadre de cette étude, l'estimation de l'âge des anguilles européennes (*Anguilla anguilla*) a été réalisée à partir des classes de taille corporelle, en s'appuyant sur des références établies (ICES, 2001 ; Tesch, 2003). Les résultats obtenus révèlent des tendances contrastées entre les lacs Oubeïra et Mellah, suggérant l'influence des conditions locales sur la structure démographique et l'état de santé des populations d'anguilles.

Tableau 6: Estimation de l'âge selon les classes de taille (ICES, 2001;Tesch, 2003)

Classe de taille (cm)	Âge estimé	Justification scientifique
20,0 – 24,9	2+ ans	Jeunes anguilles en croissance lente
25,0 – 29,9	3+ ans	Taille typique des anguilles en phase de colonisation

CHAPITRE III.RÉSULTATS ET DISCUSSION

30,0 – 34,9	3+ ans	Croissance modérée en milieu doux
35,0 – 39,9	3+ ans	Milieu enrichi mais croissance encore juvénile
40,0 – 44,9	4+ ans	Stade sub-adulte atteint dans de bonnes conditions
45,0 – 49,9	4+ ans	Croissance active en eau saumâtre ou riche
50,0 – 54,9	5+ ans	Croissance avancée vers le stade argenté
55,0 – 59,9	5+ ans	Taille atteinte en phase de maturité lente
60,0 – 64,9	6+ ans	Anguilles âgées proches de la migration
65,0 – 69,9	6+ ans	Vieilles anguilles, croissance stabilisée
70,0 – 74,9	6+ ans	Âge avancé, individus dominants

Tableau 7:Répartition des anguilles par classe d'âge-longueur

Âge estimé	Effectif – Lac Oubeïra	% – Lac Oubeïra	Effectif – Lac Mellah	% – Lac Mellah
3+ ans	23	33,82 %	2	3,13 %
4+ ans	19	27,94 %	35	54,69 %
5+ ans	21	30,88 %	15	23,44 %
6+ ans	5	7,35 %	12	18,75 %
Total	68	100 %	64	100 %

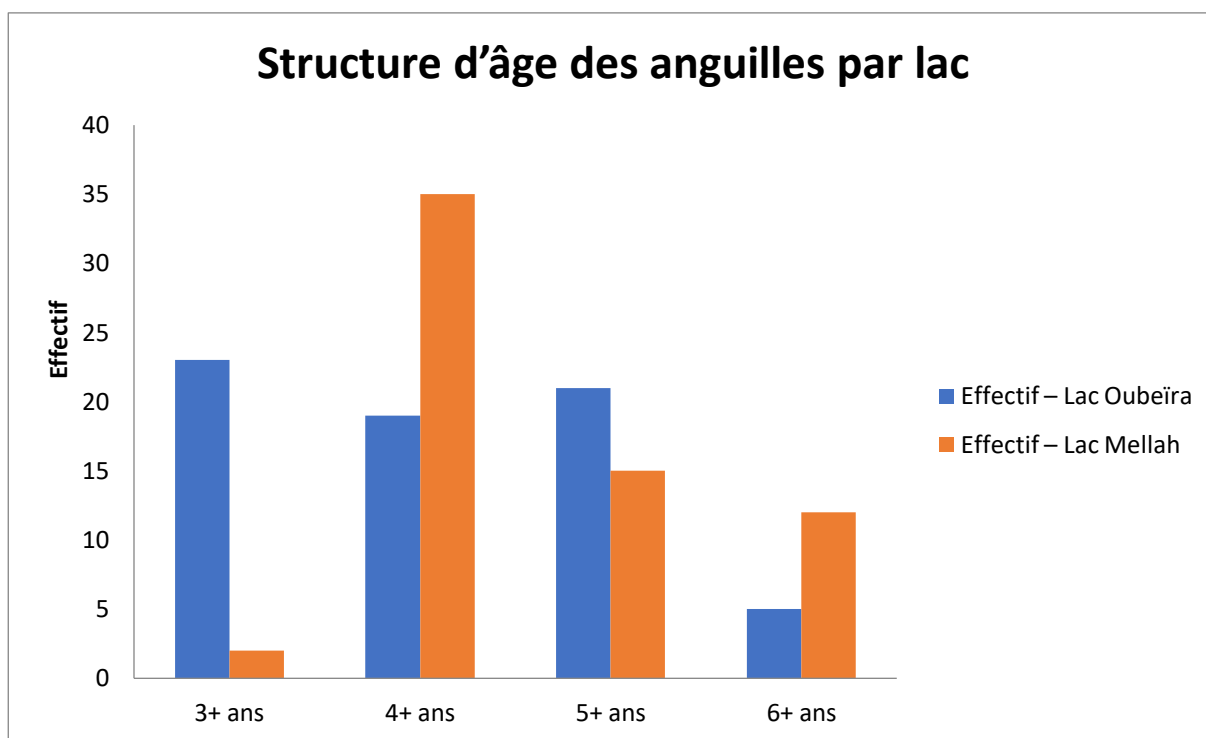


Figure 29 : Répartition des effectifs d'anguilles européennes (*Anguilla anguilla*) par classe d'âge dans les lacs Oubeïra et Mellah.

Interprétation ligne par ligne :

► Ligne 3+ ans :

- Lac Oubeïra : 33,82 % d'anguilles jeunes (3+ ans).
- Lac Mellah : très peu d'anguilles jeunes (seulement 3,13 %), ce qui indique que ce lac contient plutôt des individus plus âgés.

► Ligne 4+ ans :

- Lac Oubeïra : 27,94 %, soit un bon tiers de la population.
- Lac Mellah : majorité écrasante (54,69 %) des anguilles sont de cet âge. Cela montre que ce lac abrite une population plus mature.

► Ligne 5+ ans :

- Proportions similaires dans les deux lacs, autour de 23 à 31 %. Cela indique que les deux lacs contiennent des anguilles de taille intermédiaire.

► Ligne 6+ ans :

- Lac Oubeïra : très peu d'individus vieux (7,35 %).

CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

- Lac Mellah : présence notable d'individus plus âgés (18,75 %), confirmant que les anguilles y restent plus longtemps ou grandissent plus vite

Remarque : Pour le lac Oubeïra, seuls 68 individus ont pu être classés par âge et pour le lac Mellah, seuls 64 individus ont été inclus, cela signifie que 2 individus d'Oubeïra et 6 individus de Mellah n'ont pas pu être classés car seuls ceux dont la longueur correspond aux classes définies ont pu être inclus dans la clé d'âge.

Ces résultats révèlent une différence notable dans la structure d'âge entre les deux lacs. Le lac Oubeïra présente une population relativement plus jeune, avec une majorité d'individus âgés de 3+ à 5+ ans. En revanche, le lac Mellah montre une prépondérance d'anguilles de 4+ ans (54,69 %), suivies de celles de 5+ et 6+ ans, traduisant une structure démographique plus âgée.

Ces variations peuvent être attribuées à plusieurs facteurs environnementaux, notamment la salinité (eau douce vs eau saumâtre), la disponibilité trophique (présence de poissons et invertébrés dans le lac Mellah) soit une croissance différenciée des individus dans chaque milieu.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

CONCLUSION

Ce travail a permis d'évaluer la distribution spatiale de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) dans deux écosystèmes contrastés du nord-est algérien : le lac Oubeïra (eau douce) et le lac Mellah (eau saumâtre). À travers une approche intégrée combinant des données biologiques (longueur, poids, indice de condition, clé d'âge-longueur) et environnementales (analyse microbiologique de l'eau), il a été possible de caractériser les sous-populations locales et de mettre en évidence des différences écologiques et morpho-physiologiques notables entre les deux lacs. Cette démarche a permis de mieux cerner les facteurs influençant la croissance, la distribution, et la santé des anguilles dans des contextes hydroécologiques distincts.

Les résultats obtenus montrent que le lac Mellah abrite des individus en meilleure condition corporelle, de plus grande taille et d'âge plus avancé, traduisant une croissance potentiellement plus rapide. Cette tendance semble corrélée à une plus grande richesse trophique et à des conditions écologiques favorables, liées notamment à la nature saumâtre de ce milieu et à la mixité des apports dulçaquicoles et marins. À l'inverse, le lac Oubeïra héberge une population globalement plus jeune et de plus petite taille, ce qui pourrait s'expliquer par une croissance plus lente, une disponibilité alimentaire réduite ou encore une colonisation plus récente de ce plan d'eau par l'espèce.

L'analyse de la relation allométrique longueur-poids et le calcul de l'indice de condition (K) ont fourni des éléments pertinents pour évaluer l'état physiologique des anguilles dans chaque milieu. Malgré des conditions environnementales contrastées, les deux lacs présentent des populations dont l'état général reste satisfaisant, bien que les disparités entre les sites soulignent l'importance du contexte écologique dans la dynamique de croissance. Par ailleurs, les analyses microbiologiques n'ont révélé aucune contamination critique par des pathogènes majeurs tels que *Salmonella spp.* ou *Escherichia coli*, mais la détection de *Streptococcus fécaux* indique une pollution modérée, probablement d'origine anthropique, qui mérite une attention particulière dans une optique de gestion durable.

En somme, cette étude met en lumière l'intérêt d'une approche multidisciplinaire pour mieux comprendre les mécanismes de répartition et d'adaptation de *A. anguilla* dans des milieux continentaux. Elle souligne l'importance de considérer les caractéristiques propres à chaque écosystème dans les programmes de suivi et de conservation. Les résultats obtenus peuvent servir de base à la mise en place de stratégies de gestion différenciée, incluant la surveillance écologique à long terme, la réduction des pressions anthropiques (rejets domestiques, aménagements hydrauliques) et la préservation des corridors migratoires essentiels au cycle de vie de cette espèce menacée.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

À terme, de telles actions pourraient contribuer à renforcer les efforts internationaux de conservation de l'anguille européenne, inscrite sur la liste rouge des espèces en danger critique d'extinction par l'UICN.

PERSPECTIVES

L'ensemble des résultats met en évidence une contamination bactérienne modérée dans les deux plans d'eau étudiés, avec une prédominance des *streptocoques fécaux* et des *coliformes totaux*, deux groupes bactériens largement reconnus comme bioindicateurs fiables de pollution d'origine fécale. Bien que ces micro-organismes ne soient pas directement pathogènes pour *Anguilla anguilla*, leur présence persistante traduit une dégradation progressive de la qualité de l'habitat aquatique. Cette situation est souvent associée à une accumulation de matière organique, une réduction de l'oxygène dissous et un déséquilibre du réseau trophique, pouvant générer un stress physiologique chronique chez les espèces aquatiques sensibles.

Le lac Oubeïra, en eau douce, présente une charge bactérienne plus élevée, notamment en coliformes totaux, suggérant une pression anthropique ou naturelle plus importante sur son bassin versant. À l'inverse, le lac Mellah, caractérisé par une salinité plus élevée, semble moins favorable au développement de certaines bactéries fécales strictes, telles que les *coliformes thermotolérants*, absents dans les échantillons analysés. Ce facteur, combiné à l'influence conjointe des apports marins et continentaux, confère à ce milieu une richesse trophique potentiellement plus élevée, susceptible de soutenir une meilleure disponibilité en ressources alimentaires pour les anguilles.

Cette hypothèse est confortée par les valeurs plus élevées de l'indice de condition corporelle (K) observées chez les individus du lac Mellah, traduisant un état nutritionnel globalement plus favorable. Ainsi, malgré une pression bactérienne localisée, cet écosystème saumâtre semble offrir un environnement plus propice à la croissance et à la survie de l'anguille européenne, soulignant l'importance de considérer conjointement les facteurs microbiologiques, physico-chimiques et trophiques dans l'évaluation de la qualité écologique des habitats aquatiques.

Bibliographie

- Azeroual, A. (2003).** *Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar : Réserve Intégrale du Lac Oubeïra, Wilaya d'El Tarf* ., Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Direction Générale des Forêts.P.7.
- Baameur, M., et Nefsi, K. (2019).** *Étude écobioologique du lac Oubeira – El Kala* [Halieutique ,Blida ;Université Saad Dahlab Blida 1].
- Baras, E., Salmon, B., & Philippart, J. C. (1994).** Évaluation de l'efficacité d'une méthode d'échantillonnage par nasses des anguilles jaunes (*Anguilla anguilla* L.) en migration dans la Meuse. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 335, P.P.7–16.
- Bartram, J., et Rees, G. (Eds.). (2000).** *Monitoring bathing waters: A practical guide to the design and implementation of assessments and monitoring programmes* P.P 113–167. E & FN Spon. (*Ouvrage publié en collaboration avec l'Organisation Mondiale de la Santé*).
- Berghiche, A., Khenano, T., &Laazli, A. (2016).** *La qualité hydro-pédologique du lac Oubeira (Parc national d'El Kala)*.France ; Éditions Universitaires Européennes.P. 14.
- Berka, R. (1986).** *The transport of live fish: A review* (EIFAC Technical Paper No. 48). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Bonhommeau, S., Le Pape, O., Gascuel, D., Blanke, B., Tréguier, A.-M., Grima, N., Vermard, Y., Castonguay, M., &Rivot, E. (2009).** Estimates of the mortality and the duration of the trans-Atlantic migration of European eel *Anguilla anguilla* leptocephali using a particle tracking model. *Journal of Fish Biology*, 74(9), P.P. 1891–1914.
- Boukli-Hacene, M. (2012).** *Modélisation de la dynamique hydrologique du bassin versant du lac Oubeïra (El Tarf, Algérie)* [Halieutique ,Annaba,Université Badji Mokhtar],P. 45.
- Bourillon, B. (2021).** *Analyses biogéographiques et temporelles de la variabilité des traits de vie des anguilles argentées (Anguilla anguilla) en réponse aux changements environnementaux*
- Briand, C., Beaulaton, L., & Lambert, P. (2008).** L'anguille européenne : écologie, exploitation et statut. In C. Briand (Éd.), *Les anguilles européennes : biologie et gestion* (*Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 389–390,P.P. 7–24.

Bureau du Plan de Gestion de l'Anguille. (2009). *Plan de gestion de l'anguille – Version finale* (France). Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire, 129 p.

Cataudella, S. (1982). *Analyse et développement d'une exploitation lagunaire extensive : exemple du lac Mellah - Algérie*, p. 39. FAO.

CIEM. (2006). Report of the 2006 session of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels (Rome, Italy, 23–27 January 2006). ICES CM 2006/ACFM:16, P.352

CITES. (2006). *Implementation of CITES shark listings* (CITES AC22 Doc. 17.2, 5 p.). Retrieved February 20, 2007, [on ligne] [consulté le 12/01/2025.] disponible sur le web : <http://www.cites.org/eng/com/ac/22/E22-17-2.pdf>

Dekker, W. (2003). Did lack of spawners cause the collapse of the European eel *Anguilla anguilla* *Fisheries Management and Ecology*, 10(6), P.P 365–376.

Dekker, W. (2009). Worldwide decline of eel resources necessitates immediate action: Québec Declaration of Concern. *Fisheries*, 34(9), P.P.444–452.

Dekker, W., & Casselman, J. M. (2014). The 2003 Quebec Declaration of Concern about eels: Retrospective and prospective. *Fisheries*, 39(12), P.P. 613–614.

Elie, P., et Rochard, E. (1994). Migration des civelles d'anguilles européennes dans les estuaires : modalités du recrutement et facteurs déterminants. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 335, P.P.81–98.

FAO. (1981). *Rapport d'identification des projets pour la pêche continentale en Algérie*. Rome : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.

FAO. (1982). *Situation of aquaculture in the MEDRAP (Mediterranean Regional Aquaculture Project)*. Rome : FAO Fisheries and Aquaculture Department.

FAO. (1995). *Développement et recherche aquacoles en Afrique du Nord. MEDRAP II* P. 97. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.

FAO. (1995). Développement et recherche aquacoles en Afrique du Nord : Algérie. In Cataudella, S., Crosetti, D., & Massa, F. (Eds.), *Développement durable de l'aquaculture méditerranéenne* P.P. 47–58. Rome : FAO.

- FAO.** (2020). *Eel fisheries and aquaculture: A global perspective*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1107, P. 67.
- Farrugio, H., et Elie, P. (2011).** *État de l'exploitation de l'anguille européenne (A. anguilla L., 1758) et éléments pour l'élaboration de plans de gestion dans la zone CGPM (GFCM: SAC13/2011/Dma. 1, 49 p.)*.
- Fiche descriptive Ramsar (FDR) – Lac Mellah : Rapport d'expertise sur les lacs du complexe des zones humides d'El Kala P.P. 1–2.**
- Froese, R. (2006).** Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4), P.P.241–253.
- Gysin, H. (2004).** Biologie de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*). In *Poissons migrateurs : écologie, biologie et gestion*, Éditions Quae. P.P.132, 135, 140–142. Éditions Quae.
- ICES (International Council for the Exploration of the Sea). (2001).** *Report of the ICES/EIFAC Working Group on Eels* P.P. 20–40. Conseil international pour l'exploration de la mer.
- ICES. (2007).** *Report of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels (WGEEL), 3–7 September 2007, Bordeaux, France*. ICES CM 2007/ACFM:23, 534 P.
- ICES. (2019).** *Joint EIFAAC/ICES/GFCM Working Group on Eel (WGEEL), 4–10 November 2019, Gdańsk, Poland*. ICES Scientific Reports, 1(114), 137 p.
- ICES. (2020).** *Joint EIFAAC/ICES Working Group on Eel (WGEEL), 5–12 November 2020, online*. ICES Scientific Reports, 2(85), 138 p.
- Jacoby, D., & Gollock, M. (2014).** *Anguilla anguilla*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T60344A45833138.
- Larouci, M., Djelti, R., & Boukraa, M. (2024).** Spatial resilience of a lagoon ecosystem: The case of the El Mellah Lagoon in El Kala National Park, Algeria. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, 28(1), P.P. 332–345.

Mammeria, Z., Bouhaddada, M., Marcos, C., & Samraoui, B. (2019). Climatic changes, hydrology and trophic status of Lake Oubeira (extreme northeast of Algeria). *Romanian Journal of Biology*, 24(3), P.P.1442–1457.

McCleave, J. D. (2001). Simulation of the impact of dams and fishing on reproductive output of silver-phase American eels. *Ecological Modelling*, 140 P.P.1–21.

Meddour, A., & Meddour-Bouderda, K. (1999). Bilan d'une pisciculture extensive et parasites des poissons de la lagune Mellah et du lac Oubeira (Parc National El Kala – Algérie). *Proceedings des Journées Internationales sur les Sciences de la Mer J'NESMA99*, Commandement des Forces Navales, Tamentfoust, Alger, P.P. 657–670.

Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, République Algérienne Démocratique et Populaire. (s.d.). *Fiche descriptive Ramsar : Réserve intégrale du lac Oubeira (site n° 280)* P.P. 14–15.

Moussaoui, M., et Naneche, Z. (2013). *Contribution à l'étude de la biologie de l'anguille européenne (Anguilla anguilla, L.1758) au niveau de l'oued Soummam*

MPRH (Ministère des Ressources en Eau et de l'Halieutique). (2004). *Rapport d'expertise sur les lacs du complexe des zones humides d'El Kala et fiche descriptive Ramsar (FDR) – Lac Mellah* P.P. 4–9.

Office National de Développement des Pêches et de l'Aquaculture (ONDPA).. *État actuel des installations de pêche et des niveaux de production* P.P. 104–105. Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques, Bureau des Publications Officielles.

Office national de l'eau et des milieux aquatiques (ONEMA). (2010). *Cycle de vie de l'anguille (Anguilla anguilla).*

Ould Sidi Mohamed, E. (2016). *Évolution spatiotemporelle des lacs de la région d'El-Kala (Nord-Est Algérien)* [Mémoire de master, Université KasdiMerbah – Ouargla], 45 p.

Ramsar Secretariat. (2018). *Fiche descriptive Ramsar – Réserve Intégrale du Lac El Mellah (Site Ramsar n° 1424).* Convention de Ramsar sur les zones humides P.P. 2–5.

Ramsar. (2001). *Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar : Lac El Mellah, Algérie.*

Rodier, J., Legube, B., & Merlet, N. (2009). *L'analyse de l'eau – Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer* (9e éd.). Dunod.

Schreck, C. B. (1991). Physiological, behavioral, and performance indicators of stress. In A. D. Pickering (Ed.), *Stress and Fish* P.P. 29–37. Academic Press.

Simon, J., et Dörner, H. (2005). Growth, mortality and condition of European eels (*Anguilla anguilla*) in different types of waters. *Journal of Applied Ichthyology*, 21(4), P.P.293–299.

Tesch, F. W. (2003). *The eel* (5th ed.). Blackwell Science. 408 p.

Thames Rivers Trust. (s.d.). *European eel anatomy* [Image]. *Thames Catchment Community Eels Project*.

Zar, J. H. (1999). *Biostatistical Analysis* (4th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Site d'internet consulté

FAO. *FISHSTAT – Global Fishery and Aquaculture Production Statistics*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. [on ligne] [consulté le 2/02/2025.]disponible sur le web : <https://www.fao.org/fishery/statistics/en>

Résumé

Ce travail porte sur l'étude de la distribution spatiale de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) dans deux lacs côtiers du nord-est algérien : le lac Oubeïra (eau douce) et le lac Mellah (eau saumâtre). Au total, 140 individus ont été analysés sur la base de leurs caractéristiques morphométriques (longueur, poids, indice de condition). Une clé d'âge a été établie à partir des classes de taille, en s'appuyant sur des références scientifiques (ICES, 2001; Tesch, 2003). Les résultats montrent une différence nette entre les deux milieux : les anguilles du lac Mellah présentent une croissance plus rapide et une structure d'âge plus avancée que celles du lac Oubeïra. L'analyse microbiologique des eaux (réalisée en mars) n'a révélé aucun risque sanitaire majeur, bien que la présence de streptocoques fécaux indique une contamination modérée. Cette étude met en évidence l'influence des conditions écologiques sur la structure démographique de l'anguille et souligne l'importance d'une gestion différenciée de ces deux écosystèmes.

Mots clés : *Anguilla anguilla*, distribution spatiale, lac Oubeïra, lac Mellah, âge estimé, microbiologie de l'eau.

ABSTRACT

This study focuses on the spatial distribution of the European eel (*Anguilla anguilla*) in two coastal lakes of northeastern Algeria: Lake Oubeïra (freshwater) and Lake Mellah (brackish water). A total of 140 individuals were analyzed based on morphometric characteristics (length, weight, condition factor). An age key was constructed from size classes using scientific references (ICES, 2001; Tesch, 2003). The results show a clear distinction between the two environments: eels from Lake Mellah exhibit faster growth and a more advanced age structure than those from Lake Oubeïra. Microbiological analysis of water (conducted in March) did not indicate any major health risks, although the presence of fecal streptococci suggests moderate contamination. This study highlights the influence of ecological conditions on eel population structure and the importance of differentiated management of these two ecosystems.

Keywords: *Anguilla anguilla*, spatial distribution, Lake Oubeïra, Lake Mellah, estimated age, water microbiology.

ملخص

هذه الدراسة تهدف إلى تقييم التوزيع المكاني لسمك الأنكليس الأوروبي (*Anguilla anguilla*) في بحيرتين ساحليتين بشمال شرق الجزائر: بحيرة أوبيرة (مياه عذبة) وبحيرة الملاح (مياه معتدلة الملوحة). شملت العينة 140 فرداً تم تحليلها بناءً على الخصائص القياسية الشكلية (الطول، الوزن، معامل الحالة). تم تحديد مفتاح الأعمار اعتماداً على الفئات الحجمية بالاستناد إلى مراجع علمية (ICES, 2001 (Tesch, 2003). أظهرت النتائج تبايناً واضحاً بين البيئتين: حيث سجلت أسماك الأنكليس في بحيرة الملاح نمواً أسرع وهيكل عمري أكثر تقدماً مقارنة بنظيراتها في بحيرة أوبيرة. التحاليل الميكروبيولوجية للمياه (المجراة في مارس) لم تكشف عن مخاطر صحية جسيمة، رغم وجود مؤشرات تلوث معتدلة من خلال اكتشاف بكتيريا المكورات المعوية البرازية.

تسلط هذه الدراسة الضوء على تأثير العوامل البيئية على البنية الديموغرافية للأنكليس، وتؤكد أهمية اتباع نهج إداري متفرد لكل نظام بيئي. الكلمات المفتاحية: الأنكليس الأوروبي، التوزيع المكاني، بحيرة أوبيرة، بحيرة الملاح، تقدير الأعمار، ميكروبيولوجيا المياه.