Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Biologie des êtres vivants

MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie (SNV)
Filière : Sciences Biologique
Spécialité : Ecophysiologie animale

Thème :

Étude morphologique sur les poissons de la région de l'Ouenza

Présenté par :

Djeddai Karima Charef Rayen

Devant le jury

DJALLAB Siham	**M.C.A**	**Université de Tébessa**	**PRESIDENTE**
HANNACHI MohamedSaleh	**M.C.B**	**Université de Tébessa**	**PROMOTEUR**
BOUAZDIA Karim	**M.C.A**	**Université de Tébessa**	**EXAMINATEUR**

Année universitaire : 2024/2025

REMERCIEMENT

Je tiens a exprimer ma profonde gratitude a toutes les personnes qui ont contribue, de pres ou de loin, a la realisation de ce travail.

Tout d'abord, je remercie sincerement dr.hannachi mouhamed saleh , mon encadrant , pour sa disponibilite, ses conseils pertinents, sa patience et son accompagnement tout au long de cette recherche.

Mes remerciements s’adressent egalement a madame djellab siham et monsieur bouazdia karim pour leurs remarques constructives et leur soutien.

Je souhaite aussi remercier les membres du laboratoire / de l’institution / de l’universite pour leur accueil et leur aide precieuse lors de la collecte des donnees.

Enfin, un grand merci a toutes les personnes qui, de maniere directe ou indirecte, ont contribue a la reussite de ce travail.

Dédicace

À celui qui a été mon modèle et ma source d'inspiration,

À celui qui m'a appris la persévérance et l'amour du savoir et du travail,

À celui qui m'a soutenue en silence à chaque étape de mon parcours…

À mon cher père,

Tu es ma fierté et mon pilier dans cette vie.

À la source de tendresse,

À celle qui a veillé des nuits entières pour moi,

À celle don't les prières ont été la clé de ma réussite,

Et don't le sourire éclaire mes jours sombres…

À ma chère mère,

Je te dédie chaque réussite, car tu es la véritable raison de cet accomplissement.

À mes chers frères et sœurs,

Vous êtes mon soutien et ma compagnie fidèle dans ce chemin de vie.

Vous avez partagé avec moi chaque moment, chaque émotion.

Recevez tout mon amour et ma reconnaissance.

Je vous dédie à tous le fruit de mes efforts,

En signe d'amour, de gratitude et de reconnaissance sincère

KARIMA

Dédicace

À Mon Père

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eus pour toi. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien-être. Ce travail est le fruit des sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et maformation

Merci beaucoup pour ton aide dans la collecte des poissons.

À Ma Mère

Affable, honorable, aimable, tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement. Tu n'as jamais cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour ses enfants, en me guidant sur le bon chemin dans ma vie et mes études. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour

Et à tous la famille charef et ouchene

Et à tous mes amis.

RAYEN

Résumé

Cette étude vise à analyser les caractéristiques morphométriques et biométriques de l'espèce *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758), collectée dans un segment de l'oued Méllague à Ouenza, dans l'est algérien. Ce travail s'inscrit dans un contexte de rareté des recherches sur l'ichtyofaune locale, malgré l'importance écologique de cette région.

Un total de 126 spécimens a été examiné, dont 122 individus de *C. carassius* et 4 de Barbus . Les analyses ont porté sur plusieurs paramètres morphométriques (longueurs, hauteurs, distances) et méristiques (rayons des nageoires, écailles, branchiospines, vertèbres), en lien avec le sexe et l'environnement. L'étude statistique a révélé des corrélations significatives entre la longueur totale et de nombreuses mesures, avec une prédominance de croissance allométrique positive. Ces résultats traduisent une adaptation morphologique à un milieu semi-aride à écoulement faible.

Le dimorphisme sexuel a été confirmé par des différences significatives entre mâles et femelles pour plusieurs caractères, notamment la taille corporelle et certaines longueurs de nageoires. Ces résultats rejoignent ceux d'études similaires menées en Europe et en Asie, soulignant la plasticité morphologique élevée de *C. carassius.*

En conclusion, cette recherche constitue une première contribution à la caractérisation morphologique de cette espèce dans la région de Tébessa. Elle met en évidence l'intérêt des paramètres morphométriques comme outils bioindicateurs, et recommande l'approfondissement des recherches futures à travers des approches génétiques, écologiques et reproductives

ABSTRACT

This study aims to analyze the morphometric and biometric characteristics of *C. carassius* (Linnaeus, 1758), collected from a section of the Méllague River in the Ouenza region, eastern Algeria. The research addresses the lack of studies on local fish ecology, despite the significant environmental importance of this area.

A sample of 126 individuals was analyzed, including 122 *C. carassius* and 4 Barbus . Numerous morphometric parameters (lengths, heights, distances) and meristic traits (number of spines and rays, scales, and vertebrae) were measured, taking into account sexual differences and environmental conditions. Statistical analyses revealed strong correlations between total length and most measurements, with a clear predominance of positive allometric growth patterns, reflecting morphological adaptation to a low-flow aquatic environment and semi-arid climate.

The study also revealed marked sexual dimorphism between males and females, with significant differences in several body and fin measurements. These findings align with results from studies conducted in Europe and Asia, indicating the species' high morphological flexibility and broad environmental adaptability.

In conclusion, this study represents an initial contribution to the local characterization of the species and highlights the importance of morphometric traits as bioindicators for monitoring aquatic habitat quality. It also recommends expanding future research to include molecular analyses, dietary studies, and regular monitoring of reproductive aspects.

مـــلخـــص

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل الخصائص المورفومترية والبيومترية لنوع Carassius carassius(لينيوس، 1758)، الذي تم جمعه من جزء من وادي ملّاق بمنطقة الونزة شرق الجزائر. وتندرج هذه الدراسة في إطار سد النقص في الأبحاث حول الإيكولوجيا السمكية المحلية، رغم الأهمية البيئية الكبرى لهذه المنطقة.

تم تحليل عينة شملت 126 فردًا، منها 122 من C. carassius و4 من نوع .Barbus، حيث تم قياس العديد من المعايير المورفومترية (الأطوال، الارتفاعات، المسافات) والميرستية (عدد الأشواك والشعاعات، عدد الحراشف، وعدد الفقرات)، مع مراعاة الفروقات بين الجنسين وطبيعة الوسط. أظهرت التحاليل الإحصائية وجود علاقات ارتباط قوية بين الطول الكلي ومعظم القياسات، مع سيادة واضحة لنمط النمو الألومتري الموجب، مما يعكس تكيفًا مورفولوجيًا مع بيئة مائية ذات تدفق ضعيف ومناخ شبه جاف.

كما كشفت الدراسة عن وجود اختلاف جنسي ((dimorphisme sexuel واضح بين الذكور والإناث، تمثل في فروقات معنوية في عدة قياسات جسدية وزعنفية، وهو ما يتوافق مع نتائج دراسات أخرى أجريت في أوروبا وآسيا، مما يدل على قدرة هذا النوع على التكيف البيئي الواسع بفضل مرونته المورفولوجية العالية.

LISTE DES FIGURES

N°	Titre	Page
1.	Carte montrant la situation géographique de la région d'étude	**4**
2.	Oued méllague **(**Photo personnelle2025)	**5**
3.	photo illustre le cours de l'oued méllague à Ouenza, mettant en évidence la présence d'un couvert végétal riverain caractéristique de cet écosystème d'eau douce. **(**Photo personnelle2025)	**6**
4.	les températures moyennes mensuelles sur une période de 10ans mesurées à la station de Tébessa sur une période de 10 ans (2008-2018)	**8**
5.	la Morphologie externe de la carpe (*C. Carassius*)	**9**
6.	Distribution géographique de la carpe (*C. Carassius*)	**12**
7.	Schémas montrant la morphologie externe de Barbeau	**14**
8.	Matériel utilisé dans le laboratoire.1 : Microscope. 2 :.Compas 3 : Des épingles.4: Balance 5 :Trousse de dissection 6 : pince, ciseau fort, sande canonique. 7 :Ichtyometre . 8 :Boite de pétrie . 9 :Pack de dissection	**18**
9.	Schéma montrant paramètres métriques et méristiques	**19**
10.	Image radiographique illustrant la structure squelettique d'un poisson avec annotation des éléments nerveux et osseux	**20**
11.	Otolithe **(**Photo personnelle2025)	**22**
12.	Écaille **(**Photo personnelle2025)	**22**
13.	Photographie illustrant poisson disséqué	**23**
14.	Photographie de gonade malle	**24**
15.	Photo *C. carassius* (Linnaeus, 1758)	**29**
16.	photo barbeau	**29**
17.	Le diagramme montre une concentration des poids entre 80 et 140 g, alors que la littérature indique un poids moyen adulte d'environ 1 kg. La présence de nombreuses valeurs aberrantes vers le bas (poids < 60 g, LT < 15 cm) suggère une population dominée par des juvéniles ou des individus à croissance ralentie, probablement en raison de conditions écologiques défavorables.	**33**
18.	Coefficient d'allométrie en fonction des paramètres métriques chez les femelles les mâles et la population totale (+ : allométrie majorante, - : allométrie minorante, = : isométrie)	**35**
19.	comparaison des pourcentages moyens par utilisation du teste T de student des paramètres métriques entre les mâles et les femelles	**36**
20.	schéma représentant la relation taille-poids chez la carpe	**37**

LISTE DES TABLEAUX

N°	Titre	Page
1.	Classification scientifique détaillée de *C. carassius*	**9**
2.	Synonymes taxonomiques historiques des *C. carassius*	**10**
3.	Un tableau présentant les noms vernaculaires (noms communs) du poisson Carassius : nom scientifique *C. carassius* dans différents pays, avec indication de la langue locale.	**11**
4.	Classification du genre barbus ((Froese et Pauly, 2024)	**14**
5.	Les déférents paramètres métriques	**21**
6.	Les différents paramètres méristiques	**22**
7.	Résultats numériques chez la Carpe	**30**
8.	Résultats numériques chez la Barbeau	**30**
9.	Coefficients de corrélations, type d'allométrie, relation d'allométrie, la moyenne en fonction de la longueur total ou de la longueur céphalique chez la population totale du l'oued Méllague à Ouenza (N=122)	**32**
10.	Aleurs morphométriques et biométriques relatives des poissons Barbus du oued Méllague	**34**

Table des matières

I. INTRODUCTION	**01**
II. MATERIEL & METHODES	**03**
1. Zone d'étude	04
1.1. Localisation géographique	04
1.2. Caractéristiques hydrologiques et physico-chimiques	05
1.3. Couverture végétale	06
1.4. Géologie	07
1.5. Climat	08
2. Présentation de l'espèce	08
2.1. La carpe	09
2.1.1. Systématique	10
2.1.2. Synonymes taxonomiques et appellations vernaculaires	11
2.1.3. Distribution géographique	12
2.1.4. Ecologie et mode de vie	13
2.1.5. Reproduction	13
2.1.6. Régime alimentaire	14
2.2. Le barbeau	15
2.2.1. Systématique	15
2.2.2. Distribution géographique	16
2.2.3. Ecologie et mode de vie	16
2.2.4. Reproduction	16
2.2.5. Régime alimentaire	17
3. Matériel biologique	18
3.1. Echantillonnage	18
3.2. Traitement des échantillons	18
3.2.1. Matériel utilisé	19
3.2.2. Etude Biométrique	20
3.2.2.A. Les paramètres métriques	20
3.2.2.B. Les paramètres méristiques	21
3.2.3. Dissection	25
3.2.4. Traitement Statistique	25
3.2.4.A. Biométrie	25
3.2.4.B. Dimorphisme sexuel	26
3.2.4.C. Croissance relative ou relation taille-masse	26
III. RESULTATS	28
1. .Paramètre méristique chez la population totale	29
2. Paramètres métriques et croissance	31
1.1. Résultats numériques chez la barbeau	33
1.2. Résultats métriques chez la population totale	34
1.3. Résultats métriques chez les individus femelles	35
IV. DISCUSSION	38
V. CONCLUSION & PERSPECTIVES	41
BIBLIOGRAPHIE	

Introduction

INTRODUCTION

Les écosystèmes d'eau douce jouent un rôle fondamental dans la régulation des processus écologiques majeurs, assurant des services écosystémiques essentiels tels que l'épuration de l'eau, la régulation des crues et le soutien à la productivité primaire (Reynaud Lanzanova, 2017 ; Bullock & Acreman, 2003 ; Vörösmarty *et al.*, 2010). Ces milieux & présentent une grande variabilité physique, chimique et biologique, ce qui en fait des habitats dynamiques et complexes, abritant une biodiversité importante (Frimpong & Angermeier, Villéger *et a*l., 2010 ; Claverie & Wainwrigh, 2014 ; 2009)

Parmi les organismes vivants, les poissons occupent une place stratégique dans les réseaux trophiques aquatiques, jouant à la fois le rôle de prédateurs, de proies et de bioindicateurs sensibles aux perturbations naturelles ou anthropiques (Estes *et al.*, 2011 ; Kara, 2012 ; Fausch *et al.*, 2002). Leur diversité morphologique et leur large répartition font d'eux des indicateurs biologiques précieux pour évaluer la qualité écologique des milieux aquatiques (Baikeche *et al.*, 2022 ; Leprieur et al., 2011 ; Hugueny *et al.*, 2010). L'abondance et la diversité des poissons reflètent souvent l'équilibre écologique et le niveau de pression exercée sur ces systèmes par des facteurs tels que le changement climatique, l'urbanisation ou la pollution industrielle et agricole (Boucenna *et al.*, 2018 ; Benslimane *et al.*, 2007 ; Crivelli, .(1995

En Algérie, plusieurs études ont porté sur l'ichtyofaune de différentes régions, notamment en Kabylie (Baikeche et *al.,* 2022), dans la vallée de la Soummam (Kara, 2012 ; Benslimane et al., 2007), ou dans des zones de barrage comme Foum El Khanga (Khelifa *et al.*, 2017 ; Allalgua *et al.*, 2017 ; Boualleg et *a*l., 2017). Ces travaux ont mis en lumière une richesse spécifique notable, incluant *Luciobarbus callensis, Salaria fluviatilis et Tropidophoxinellus callensis,* ainsi que les effets négatifs des pressions anthropiques, de la pollution et des introductions d'espèces exotiques (Boucenna *et al.*, 2019 ; Doadrio, 2002 ; .(Kottelat & Freyhof, 2007

Cependant, la région d'Ouenza, située dans la wilaya de Tébessa et traversée par des cours d'eau naturels tels que l'oued Mellègue, reste peu étudiée du point de vue del'ichtyofaune et des composantes biologiques associées. Les recherches limitées dans cette zone se sont principalement concentrées sur d'autres aspects environnementaux, comme l'étude biochimique de la plante *Zizyphus lotus* selon un gradient climatique (Younes & Zerfaoui, 2022), ou l'évaluation de l'impact environnemental de l'exploitation minière à ciel

ouvert à l'aide des systèmes d'information géographique (Boukhamla & Boukouba, 2022). À ce jour, aucune étude approfondie n'a été menée sur la caractérisation de l'ichtyofaune ni sur .l'analyse morphologique des poissons dans cette région.

L'analyse morphologique des poissons constitue une méthode essentielle pour comprendre leur écologie fonctionnelle et leurs dynamiques adaptatives. Elle permet d'étudier les caractères externes comme la longueur, la hauteur et la forme, ainsi que les caractères internes tels que les organes et les structures osseuses (Kuczynski et al., 2018 ; Brind'Amour & Boisclair, 2004 ; Klingenberg, 2010). Cette approche permet aussi de détecter les anomalies de développement et d'identifier les signatures morphométriques liées aux pressions environnementales (Villéger et al., 2010 ; Jackson & Harvey, 1997 ; Elliott & Elliott, 2010). De nombreuses études récentes ont démontré son efficacité pour évaluer la santé des populations piscicoles et suivre l'impact des activités anthropiques ainsi que des changements climatiques sur les milieux aquatiques (Frimpong & Angermeier, 2009 ; Mouillot *et al.*, 2013).

Dans ce cadre, la présente étude vise à réaliser une analyse morphologique approfondie d'une espèce de poisson dans un segment de l'oued Mellègue à Ouenza, un écosystème .encore peu exploré mais potentiellement riche en biodiversité

L'objectif principal est d'évaluer les paramètres morphométriques de cette espèce dans son habitat naturel et de détecter d'éventuelles adaptations morphologiques en réponse aux conditions écologiques locales. Ce travail contribuera à enrichir les connaissances sur l'ichtyofaune régionale, à fournir une base de données précieuse pour des recherches futures, et à proposer des éléments scientifiques pour une gestion durable et une conservation efficace .des écosystèmes aquatiques en Algérie

Matériels & Méthodes

1. Zone d’étude

1.1. Localisation géographique

Cette étude a été menée dans la région d'Ouenza (Fig. 01), précisément dans la vallée de oued Méllague, un cours d’eau saisonnier situé au nord-est de l’Algérie entre les coordonnées (35°56' N, 8°07' E) et (35°52' N, 8°11' E). Le cours d’eau prend sa source dans les montagnes de la wilaya de Tébessa et traverse les plaines de Mersat avant de rejoindre l’oued Majaredda en territoire tunisien (Bekkoussa et *al*., 2016). La longueur totale du bassin de l’oued Méllague en Algérie est estimée à environ 120 km, avec une altitude variante entre 850 et 1100 mètres. Son régime d’écoulement est fortement influencé par les précipitations saisonnières.

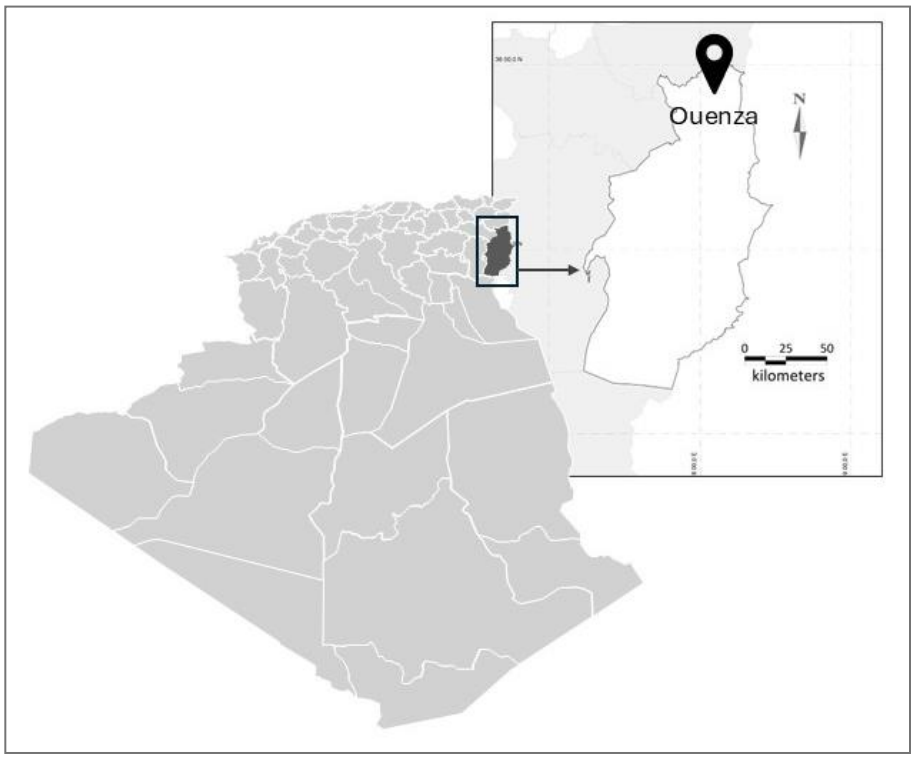


Figure 01 : Carte montrant la situation géographique de la région d’étude

1.2. Caractéristiques hydrologiques et physico-chimiques

L'oued Méllague se distingue par sa grande largeur et sa faible profondeur. Son lit est principalement composé de galets, de sable grossier, de limon et de matière organique, ce qui crée un habitat favorable pour diverses espèces de poissons capables de survivre dans des conditions difficiles. Le système hydrologique est irrégulier, avec un écoulement actif de novembre à avril. En été, il se réduit à des poches d'eau stagnante et isolée (DRE Tébessa, 2017).

Les eaux présentent une faible salinité, avec un pH compris entre 7,2 et 8,4. La température varie entre 9°C en hiver et 28°C en été. Ces caractéristiques physico-chimiques, ainsi qu'une turbidité modérée et des variations en oxygène dissous, influencent directement la distribution des espèces piscicoles. La qualité de l'eau est également affectée temporairement par les activités humaines telles que l'agriculture irriguée et l'exploitation minière (Guendouz *et al*., 2019).



Figure 02 : Oued méllague (photo personnelle 2025)

1.3. Couverture végétale

La région d'El-Ouenza présente un climat semi-aride steppique avec une couverture végétale pauvre dominée par des plantes vivaces telles que Stipa tenacissima (alfa) et Artemisia herba-alba (armoise blanche). La densité de cette végétation varie selon les précipitations annuelles, entre 100 et 400 mm (Nedjraoui et Bedrani, 2008).

Les études indiquent que la dégradation des terres steppiques, due à la désertification, aux changements climatiques et aux activités humaines, entraîne une régression significative du couvert végétal, qui dépasse rarement 20 % dans l'est algérien (Khaldi, 2014). La région présente également des caractéristiques méga-thermiques, avec une dominance d'espèces végétales adaptées à la chaleur intense et à la rareté de l'eau.



Figure 3 : photo illustre le cours de l'oued méllague à Ouenza, mettant en évidence la présence d'un couvert végétal riverain caractéristique de cet écosystème d'eau douce.

(photo personnelle 2025)

1.4. Géologie

La région est caractérisée par des formations sédimentaires datant du Trias et du Crétacé inférieur (Aptien). Elle abrite la « plate-forme carbonatée d'Ouenza », une structure sédimentaire entourée de formations marneuses actives au cours de l'Aptien supérieur. Cette plate-forme comprend des unités morphologiques comme le mont Ouenza, Mekergua, Rhamna et Mesloua, reflétant une grande diversité des environnements de dépôt (Guendouz *et al*., 2019).

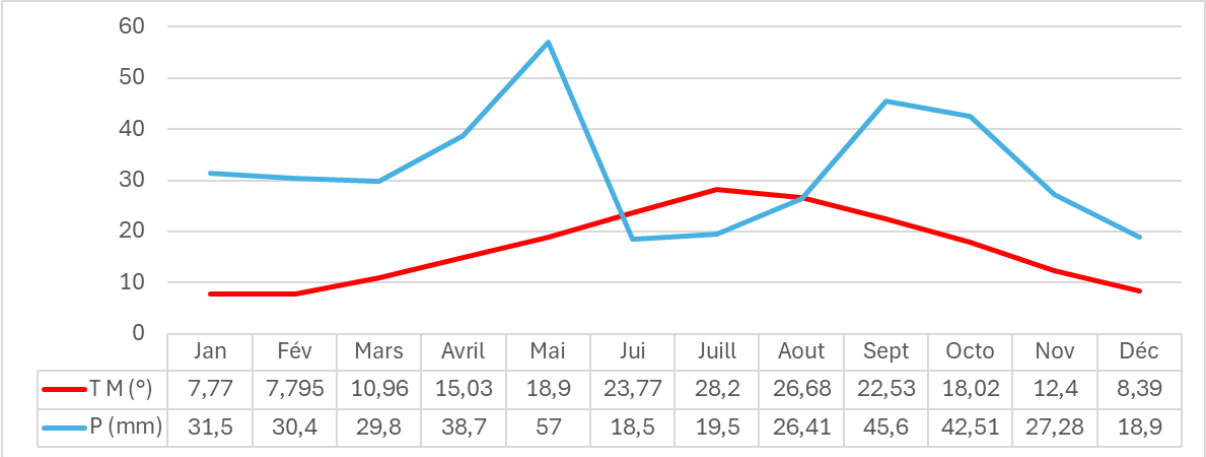
Les couches rocheuses sont principalement constituées de calcaires et de marnes. La mine de fer d'Ouenza, l'une des plus importantes du pays, contient essentiellement de l'hématite issue de l'oxydation de minéraux carbonatés primaires tels que la sidérite et l'ankerite, avec des teneurs en fer d'environ 42 % et 19 %, respectivement (DRE Tébessa, 2017).

La région connaît une activité tectonique notable, avec des plis et des failles observables, ainsi que des indices de diapirisme. Ces éléments reflètent un développement géodynamique complexe qui influence la distribution des minéraux et la structuration géologique de la région (Bekkoussa *et al*., 2016).

1.5. Climat

Ouenza bénéficie d'un climat semi-aride, avec des hivers froids et des étés modérés à chauds. En avril, la température maximale moyenne atteint environ 19,6°C, et la minimale est de 8,4°C. En été, les températures maximales varient entre 30 et 35°C, tandis qu'en hiver elles peuvent descendre en dessous de 5°C (Weather Atlas, 2025).
Les moyennes thermiques annuelles se situent entre 14,1°C et 18,6°C, justifiant le classement de la région comme zone semi-aride.

Les précipitations sont faibles et principalement hivernales. En avril, on enregistre environ 14 jours de pluie pour un total de 47 mm. Les précipitations annuelles varient entre 300 et 400 mm, avec une humidité relative atteignant 73 % en avril. Une vitesse de vent modérée contribue à atténuer les températures élevées pendant les périodes chaudes (Weather Atlas, 2025).



	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Jui	Juill	Aout	Sept	Octo	Nov	Déc
T M (°)	7,77	7,795	10,96	15,03	18,9	23,77	28,2	26,68	22,53	18,02	12,4	8,39
P (mm)	31,5	30,4	29,8	38,7	57	18,5	19,5	26,41	45,6	42,51	27,28	18,9

Figure 4 : les températures moyennes mensuelles sur une période de 10ans mesurées à la station de Tébessa sur une période de 10 ans (2008-2018)

2. Présentation de l'espèce

2.1. *Carassius Carassius* (Linnaeus, 1758)

Sur le plan morphologique, *C.carassius* se caractérise par un corps haut et latéralement comprimé, recouvert d'écailles cycloïdes rondes, dans le nombre varie entre 31 et 36 sur la ligne latérale (Kalous *et al*., 2012). La nageoire dorsale est longue et nettement convexe, composée de rayons mous non denticulés, ce qui constitue un caractère distinctif de l'espèce. La nageoire anale, plus petite, présente une structure similaire (Fig. 05). La bouche est petite, terminale et dépourvue de barbillons, ce qui permet de la distinguer facilement d'espèces proches comme *Carassius gibelio* (Yerli *et al*., 2014). Les yeux sont de taille moyenne et positionnés latéralement. Les nageoires pectorales et pelviennes jouent un rôle important dans l'équilibre et la direction, tandis que la nageoire caudale est échancrée, facilitant la nage. La coloration du corps varie entre le cuivré et d'autres teintes sombres avec des reflets métalliques, le ventre étant généralement plus clair que le dos. Ces caractéristiques rendent *C.carassius* facilement identifiable au sein de son genre (Kalous *et al*., 2012).

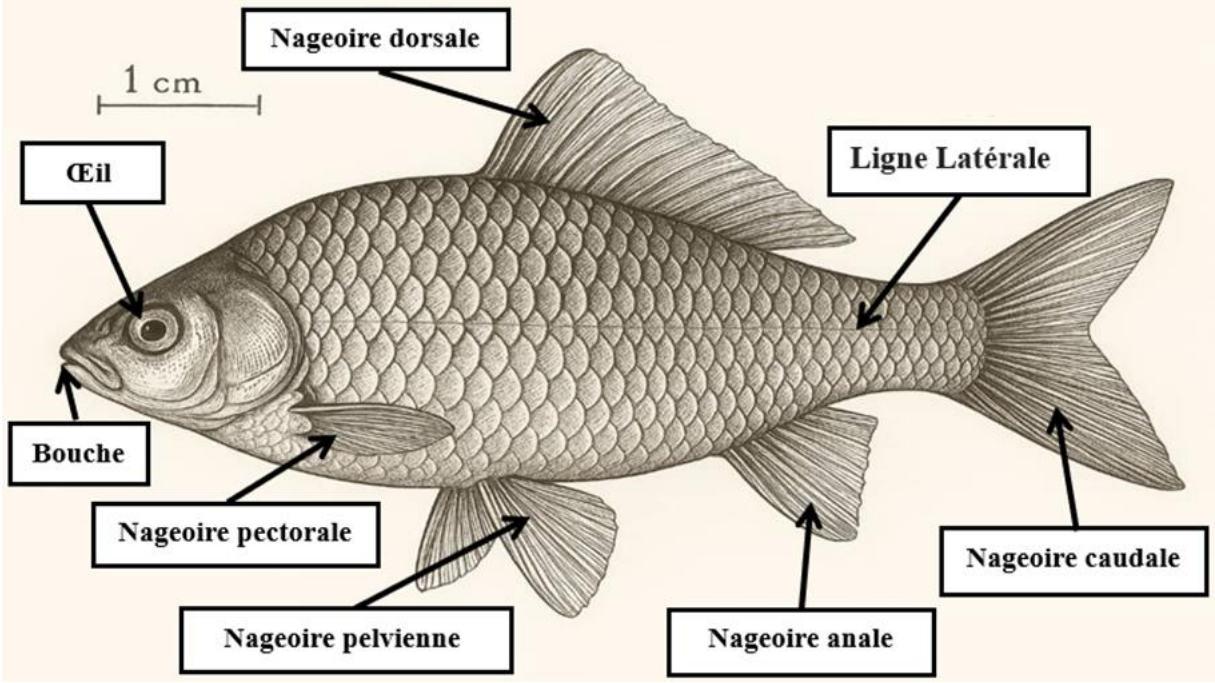


Figure 05 : la Morphologie externe de la carpe (*C. Carassius*)

2.1.1. Systématique

Tableau 01 : Classification scientifique détaillée de *C. carassius* (Kalous *et al*., 2012)

Règne	Animalia
Sous-Règne	Eumetazoa
Clade	Bilateria
Infra-Règne	Deuterostomia
Phylum	Chordata
Sous- phylum	Vertebrata
Infra- phylum	Gnathostomata
Super-Classe	Osteichthyes
Classe	Actinopterygii
Sous- classe	Neopterygii
Infra-classe	Teleostei
Ordre	Cypriniformes
Sous-ordre	Cyprinoidei
Famille	Cyprinidae
Genre	*Carassius*
Espèce	*Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)

2.1.2. Synonymes taxonomiques et appellations vernaculaires

C. carassius, communément appelé carassin européen, est une espèce indigène d'eau douce appartenant à la famille des Cyprinidae. Depuis sa description initiale par Carl von Linné en 1758 sous le nom de Cyprinus (*C.carassius*), cette espèce a été soumise à plusieurs révisions taxonomiques. Ces révisions, motivées par des différences morphologiques régionales ou des confusions avec des espèces proches, telles que Carassius gibelio ou Carassius auratus, ont conduit à la multiplication de synonymes aujourd'hui considérés comme obsolètes, mais historiquement significatifs (Kottelat *et al*., 2007; Wiki-species, 2024).

Ces synonymes apparaissent fréquemment dans la littérature ancienne ou dans les bases de données taxonomiques, et leur clarification reste cruciale dans les études modernes de biodiversité, de systématique évolutive et de conservation (Rylková *et al*., 2013). Plusieurs auteurs ont souligné l'importance de l'uniformisation de la nomenclature afin d'éviter les confusions taxonomiques dans les travaux scientifiques contemporains (FishBase, 2024 ; Kottelat *et al*., 2007).

Tableau (02) : Synonymes taxonomiques historiques des *C.carassius* selon références scientifiques et remarques

Synonyme taxonomique	**Auteur et année**	**Remarque**
Cyprinus carassius	Linnaeus, 1758	Nom original de l'espèce selon la classificatio n de Linné.
Carassius vulgaris	Heckel, 1843	Appellation ancienne utilisée régionaleme nt.
Carassius auratus carassius	Linnaeus, 1758	Classé temporairem ent comme sous-espèce du poisson rouge.
Carassius linnei	Malm, 1877	Synonyme honorifique, rencontré dans la littérature nordique.
Carassius oblongus	Heckel & Kner, 1858	Synonyme basé sur des variations morphologiq ues locales.
Carassius moles	Agassiz, 1835	Ancien synonyme, aujourd'hui considéré non valide

Appellations vernaculaires

Selon la base de données mondiale sur les poissons FishBase, les noms les plus courants pour *C.carassius* sont :

Tableau (03) : Un tableau présentant les noms vernaculaires (noms communs) du poisson *Carassius* : nom scientifique *C. carassius* dans différents pays, avec indication de la langue locale.

Pays / Région	Langue	Nom local
France	Français	Carassin, Carpe à la lune
Allemagne	Allemand	Karausche, Bauernkarpf en Espagne
Espagne	Espagnol	Carpín
Italie	Italien	Carassio
Pologne	Polonais	Karaś pospolity
Suède	Suédois	Ruda
Russie	Russe	Карась золотой
Turquie	Turc	Havuz balığı
Éthiopie	Amharique	Bilcha
Éthiopie	Oromo	Bilcaa
Algérie (ex. Tébessa)	Arabe	الشبوط, الكارب

2.1.3. Distribution géographique

Europe du Nord et Centrale :

Présente dans la quasi-totalité des bassins de rivières et plans d'eau stagnante (étangs, lacs, bras morts), du sud de la Scandinavie (jusqu'à N 66°) aux montagnes d'Europe centrale et orientale (Alpes du Sud, Sudètes, Carpathes) (Lelek, 1980).

Europe de l'Est et Russie européenne :

Disséminée depuis la mer Noire jusqu'aux plaines de l'Oural, elle occupe essentiellement des écosystèmes lentiques, rarement les cours d'eau courants (Olsén *et al*., 2022).

Asie occidentale (aire marginale) :

Occurrences ponctuelles en Sibérie occidentale, Kazakhstan, Ouzbékistan et Turquie orientale, zones physiquement continues avec l'Europe sans véritable barrière fluviale ou orographique majeure (Xie *et al*., 2022).

Royaume-Uni :

Considérée longtemps comme indigène du sud-est de l'Angleterre, des analyses génétiques récentes suggèrent une introduction anthropique datant du XVe siècle. Néanmoins, elle reste protégée localement via des plans de restauration (Norfolk Crucian Project) (Jeffries *et al*., 2016).

Europe de l'Ouest (France, Italie, Belgique, Pays-Bas) :

Naturalisation signalée, souvent confondue avec C. gibelio ; la confusion taxonomique persiste malgré l'isolement génétique de *C. carassius* (Wheeler, 2000).

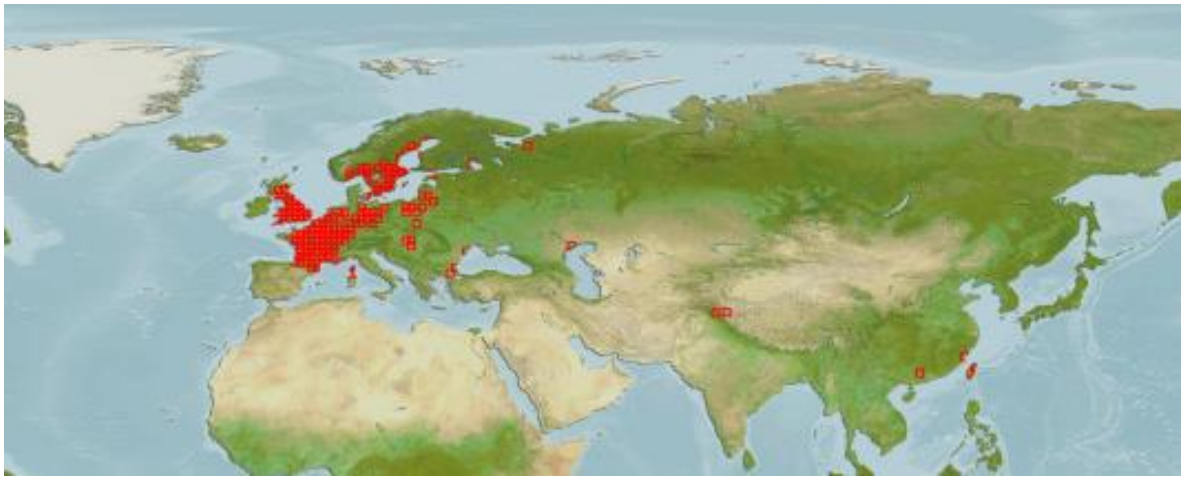


Figure 06 : Distribution géographique de la carpe (*C. Carassius*)

2.1.4. Écologie et mode de vie

C'est est une espèce d'eau douce originaire des régions tempérées d'Europe. Cette espèce préfère les environnements calmes tels que les étangs peu profonds, les bras morts, et les rivières à faible courant, ainsi que les zones riches en végétation aquatique. Elle se distingue par sa capacité à s'adapter à des conditions de faible teneur en oxygène en ayant recours à un métabolisme anaérobie pendant certaines périodes. Elle adopte également un comportement social (regroupement en bancs) et est particulièrement sensible aux changements environnementaux, notamment à l'impact des espèces envahissantes telles que *C. gibelio* et *C. auratus*, ainsi qu'à la dégradation des habitats naturels, ce qui l'a conduite à être inscrite parmi les espèces menacées localement dans plusieurs pays européens (Blažka, 1958 ; Hänfling et *al*., 2005 ; Papoušek *et al*., 2008 ; Knytl *et al*., 2013).

2.1.5. Reproduction

C. carassius constitue une espèce modèle intéressante en raison de sa reproduction sexuée, saisonnière et externe, qui se déroule principalement au printemps lorsque la température de l'eau atteint 17 °C, seuil thermique déclencheur de la maturation gonadique (Belhadef *et al.,* 2020). Les femelles, parvenues à maturité sexuelle entre deux et trois ans (taille de 12 à 15 cm), pondent plusieurs milliers d'œufs dans des zones peu profondes riches en végétation aquatique, servant de substrat pour l'adhésion et le développement embryonnaire (Labbaci *et al.,* 2022). Les mâles fécondent les œufs immédiatement après leur dépôt. Les femelles, généralement plus grandes, présentent un indice gonado-somatique (IGS) plus élevé, révélant un fort potentiel reproductif (Belhadef *et al.,* 2020). Espèce ovipare et gonochorique fonctionnelle, *C. carassius* (Linnaeus, 1758) possède des sexes séparés et différenciés, et ses œufs, rapidement éclos, donnent naissance à des larves qui poursuivent leur développement dans le même habitat (Labbaci *et al.,* 2022).

2.1.6. Régime alimentaire

C. carassius se nourrit principalement de zooplancton (notamment Daphnia sp.), de phytoplancton, de matières organiques en décomposition, ainsi que des insectes aquatiques et des invertébrés benthiques (Belhadef *et al*., 2020 ; Menidjel *et al*., 2022). Chez les individus adultes, son alimentation inclut également des mollusques, des insectes aquatiques et des végétaux aquatiques (Menidjel *et al*., 2022).

2.2. Barbeau

Sur le plan morphologique, le genre Barbus se caractérise par un corps fusiforme, allongé et latéralement comprimé, recouvert d'écailles cycloïdes, Dans le nombre sur la ligne latérale varie entre 40 et 50 selon les espèces (Kottelat et Freyhof, 2007). La tête est de taille moyenne et la bouche, située en position inférieure, est munie d'une ou deux paires de barbillons sensoriels, servant à détecter la nourriture au fond (Keith *et al*., 2011). Les yeux sont de taille moyenne à petite et positionnés latéralement. La nageoire dorsale est courte à moyennement longue, avec une base robuste et des rayons durs au début, tandis que la nageoire anale est petite et de forme triangulaire (Özcan *et al*., 2015). La nageoire caudale est nettement échancrée, facilitant les déplacements rapides. La coloration générale du corps est argentée tirant sur le gris, avec des nuances jaunâtres ou rougeâtres sur les nageoires, notamment les paires pectorales et pelviennes, ce qui est bien visible chez le spécimen observé (Froese *et al*., 2024). La teinte du corps peut varier en fonction de l'environnement ou de la saison.

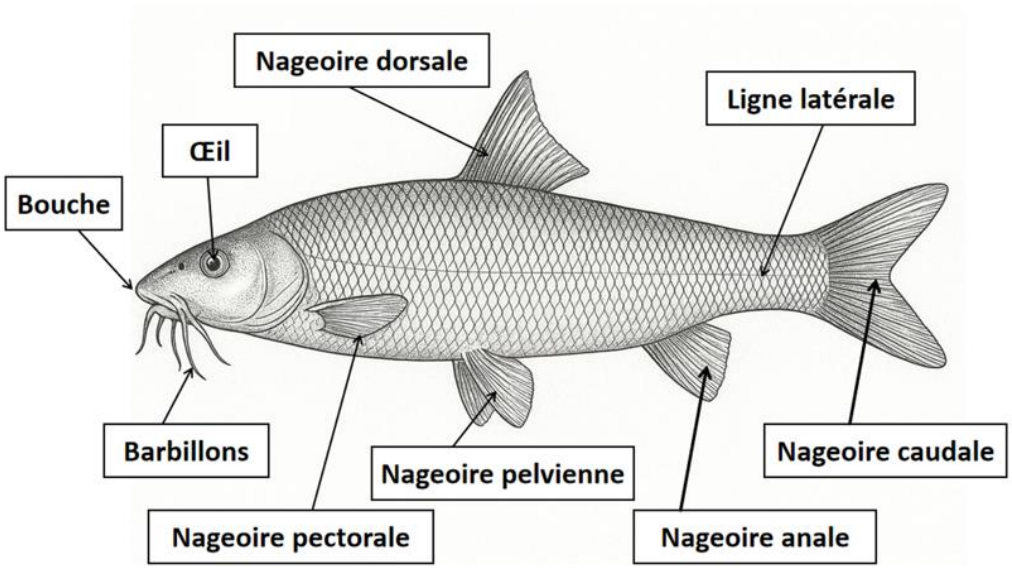


Figure 07 : Schémas montrant la morphologie externe de Barbeau (photo personnale.2025)

2.2.1. Systématique

Tableau (04) : Classification du genre *barbus* ((Froese et Pauly, 2024)

Règne	*Animalia*
Embranchement	*Chordata*
Sous-embranchement	*Vertebrata*
Super-classe	*Osteichthyes*
Classe	*Actinopterygii*
Sous-classe	*Neopterygii*
Infra-classe	*Teleostei*
Order	*Cypriniformes*
Sous-ordre	*Cyprinoides*
Super-famille	*Cyprinoidea*
Famille	*Cyprinidae*
Genre	*Barbus*

2.2.2. Distribution géographique

En Europe : les espèces de *Barbus* sont présentes dans de nombreuses rivières et lacs, notamment dans de grands bassins fluviaux comme le Danube, le Rhin et la Loire. Elles préfèrent les eaux courantes et oxygénées, avec des fonds rocheux ou graveleux (Kottelat et Freyhof, 2007).

En Asie occidentale : certaines espèces se retrouvent en Turquie, en Iran et en Irak, notamment dans les bassins du Tigre et de l'Euphrate. *Luciobarbus esocinus* (le Mangar) est une espèce typique de cette région (Doadrio, 1990).

En Afrique du Nord : des espèces endémiques comme *Barbus callensis* (ou *Luciobarbus callensis*) sont fréquentes au Maroc, en Algérie et en Tunisie, où elles occupent les oueds et rivières au nord de l'Atlas, ainsi que certains barrages et lacs (Berrebi et Tsigenopoulos, 2003). Cette vaste distribution montre l'adaptabilité de ce genre dans des environnements aquatiques variés (Thieme, 2005).

2.2.3. Ecologie et mode de vie

Le barbeau est un poisson d'eau douce appartenant à la famille des Cyprinidés, qui s'adapte à une grande variété d'habitats aquatiques, y compris les eaux courantes, les rivières à fond rocheux ou graveleux, ainsi que les lacs et réservoirs. Il préfère vivre dans des eaux douces avec des courants faibles ou modérés, des fonds rocheux ou graveleux, et souvent bien oxygénées. Certaines espèces, comme *Barbus callensis*, se trouvent également dans les lacs et réservoirs dans les régions d'Afrique du Nord. Le barbeau a tendance à vivre en groupes, en particulier pendant la saison de reproduction, ce qui les aide à se protéger des prédateurs et à augmenter les chances de succès reproductif. Certaines espèces migrent en groupe vers leurs sites de reproduction. Le barbeau montre une grande capacité d'adaptation écologique, étant capable de survivre dans des environnements avec des niveaux d'oxygène faibles, grâce à sa capacité à exploiter différents types de ressources alimentaires. Des variations morphologiques peuvent également apparaître dans les populations locales en réponse aux caractéristiques spécifiques de leur environnement, telles que la couleur ou la taille du corps (Kottelat et Freyhof, 2007).

2.2.4. Reproduction

La reproduction des barbeaux (*Barbus* spp.) est sexuée, ovipare et saisonnière, se produisant généralement au printemps lorsque la température de l'eau atteint entre 15 et 18°C, seuil déclencheur de la maturation gonadique (Berrebi et Tsigenopoulos, 2003). La fécondation est externe : la femelle libère ses œufs dans l'eau et le mâle les féconde par émission de sperme (Kottelat et Freyhof, 2007). La ponte a lieu dans des zones peu profondes, riches en gravier ou en végétation aquatique, qui assurent une protection naturelle et une bonne oxygénation des œufs. Aucune forme de soin parental n'est observée, mais la production massive d'œufs compense les pertes naturelles. Le barbeau atteint la maturité sexuelle entre 3 et 5 ans, selon les conditions environnementales et la qualité de l'eau (Thieme, 2005). Certaines espèces montrent également un comportement migratoire vers les sites de ponte durant la saison de reproduction (Bănărescu et Bogutskaya, 2003).

2.2.5. Régime alimentaire

Le barbeau présente un régime alimentaire omnivore et benthophage. Il se nourrit principalement d'invertébrés benthiques (vers, mollusques, larves d'insectes aquatiques), de débris organiques, de plantes aquatiques, ainsi que de plancton, notamment chez les juvéniles

(Kottelat et Freyhof, 2007 ; Thieme, 2005). Les individus adultes élargissent leur régime pour inclure de petits crustacés et parfois des alevins d'autres poissons (Mesbah, 2014). Leur bouche orientée vers le bas est bien adaptée au fouissage dans les sédiments, leur permettant de capturer les proies enfouies dans les substrats sablo-graveleux des rivières. Ils sont généralement plus actifs la nuit pour s'alimenter, et deviennent particulièrement opportunistes après des crues ou des perturbations du courant, qui déplacent de nombreux petits organismes (Fisher *et al*., 1987). Cette flexibilité trophique permet au barbeau de s'adapter à différents milieux aquatiques, même partiellement pollués (Kraiem et Benabid, 1990).

3. Matériel biologique

3.1. Echantillonnage

La collecte des échantillons a été effectué dans l'oued Méllague à Ouenza durant les mois d'octobre, novembre et décembre 2024. Cette opération a été réalisée de manière aléatoire afin d'obtenir une distribution de taille et de fréquence représentative, incluant toutes les longueurs caractéristiques des poissons *C. carassius***.** Un total de 126 spécimens a été collecté. Quatre d'entre eux sont des barbeaux.

3.2. Traitement des échantillons

Les individus sont mis dans des sachets en plastique afin d'éviter toute sorte de contamination, Ils sont placés dans une glacière soigneusement pour qu'ils puissent garder leur forme, jusqu'au jour de la dissection, nécessaire au prélèvement des branchiospines,

otolithes et des écailles, au niveau de laboratoire de S.N.V. Tébessa.

3.2.1. Matériel utilisé

Au cours de notre étude nous avons utilisé le matériel suivant : Ichtyometre, balance, loupe binoculaire,Boite de pétrie, Des épingles, compas et trousse de dissection (pince, ciseau fort, sande canonique), bac de dissection.



Figure 08 : Matériel utilisé dans le laboratoire.1 : Microscope. 2 :.Compas 3 : Des épingles.4:Balance 5 :Trousse de dissection 6 : pince, ciseau fort, sande canonique. 7 :Ichtyometre . 8 :Boite de pétrie . 9 : Pack de dissection

3.2.2. Etude Biométrique

Au laboratoire nous mesurons et pesons chaque individu ; et nous reportons les différentes longueurs au centimètre comme indiquée dans la figure suivante.

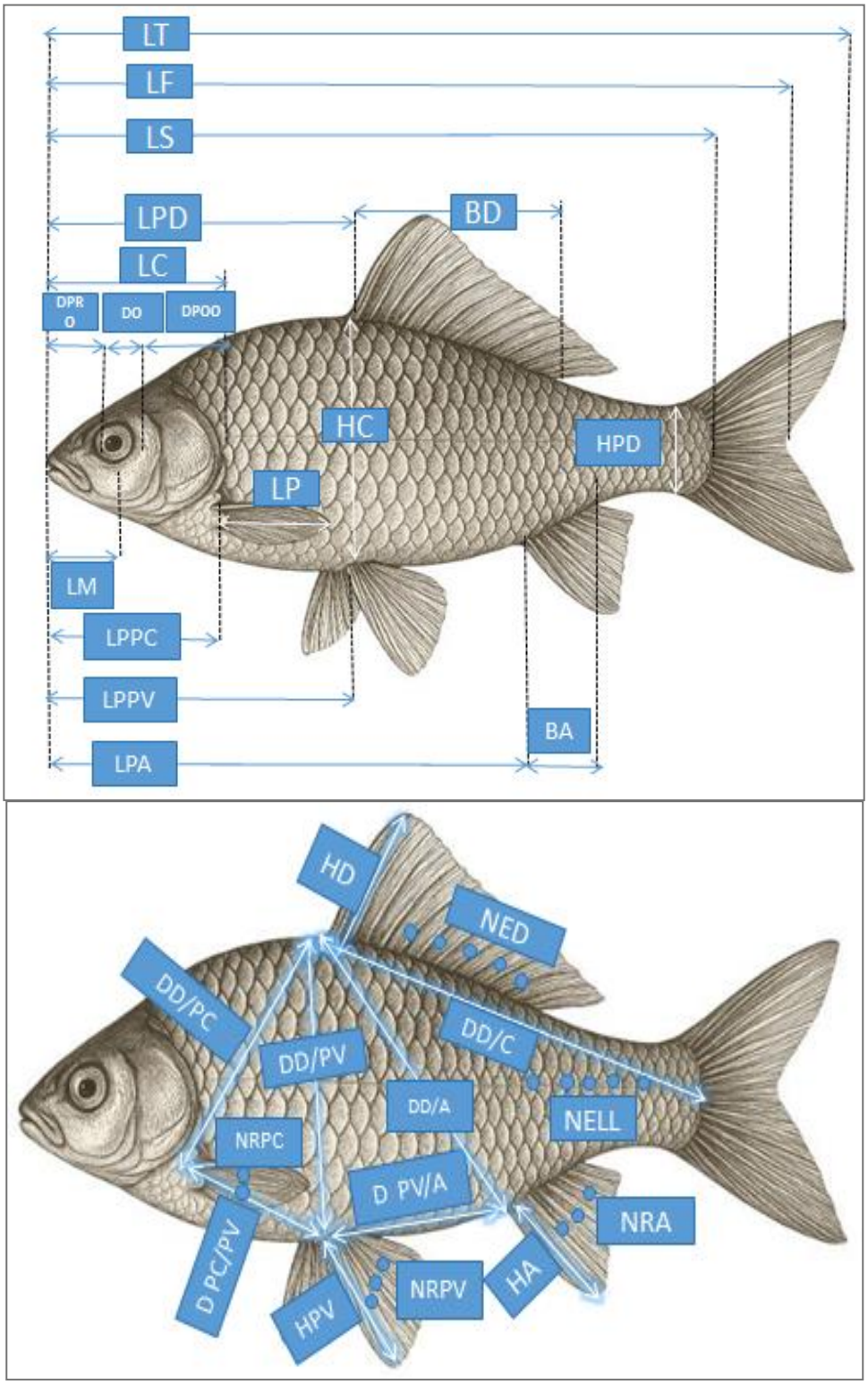


Figure 09 : Schéma montrant paramètres métriques et méristiques

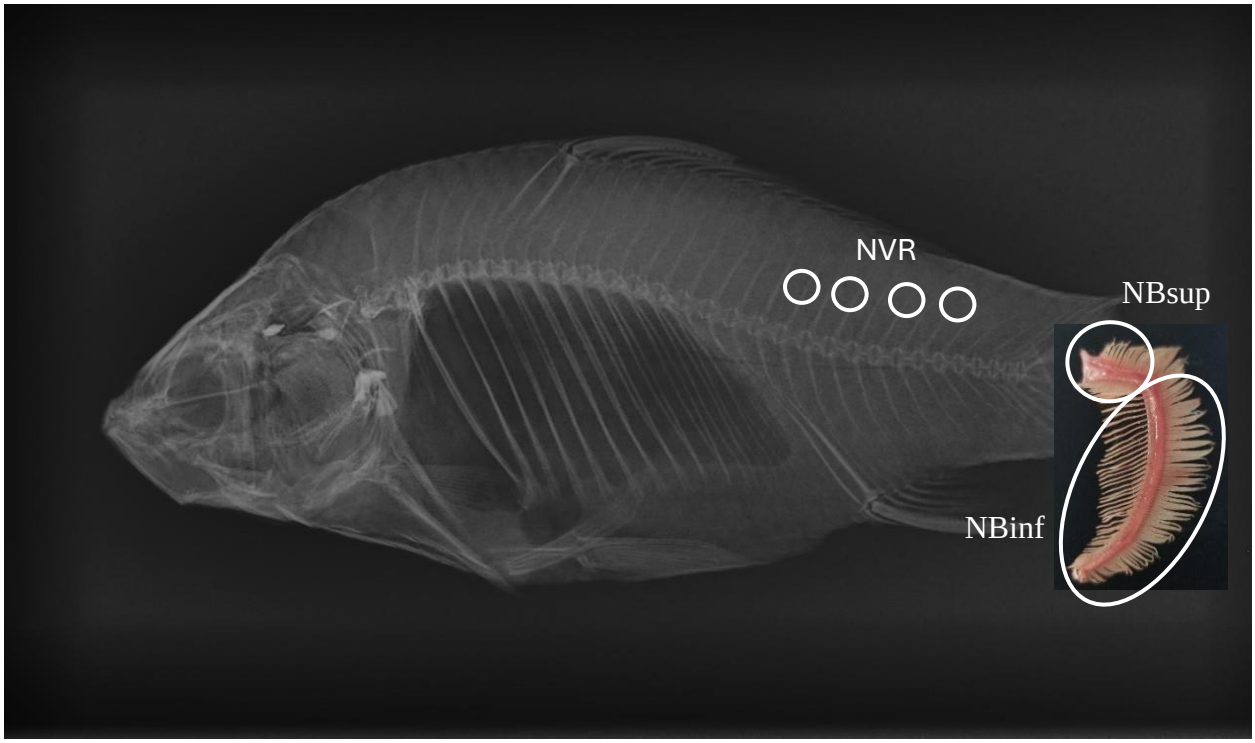


Figure10 : Image radiographique illustrant la structure squelettique d'un poisson avec annotation des éléments nerveux

3.2.2.A. Les paramètres métriques

Dans cette étape nous avons utilisé un ichtyomètre pour la longueur totale, à la fourche et standard. Les longueurs céphalique, pré-dorsale et pré-pectorale sont mesurées à l'aide d'une règle graduée. Les mensurations du diamètre de l'orbite, des longueurs maxillaires, pré-orbitaire, post-orbitaire, espace inter-orbitaire, longueur post-pectorale, près- anale, hauteur du pédoncule caudale et épaisseur du corps sont mesurées à l'aide d'un compas à pointes sèches

.

Tableau 05 : Les diférents paramètres métriques.

LT	Longueur totale**.**
LF	Longueur à la fourche
LS	Longueur standard.
LC	Longueur céphalique
DO	Diamètre orbitaire.
DPrO	Distance Pré-orbitaire.
DPoO	Distance Post-orbitaire
LM	Longueur maxillaire
LPD	Longueur Pré-dorsale
LPPc	Longueur Pré-pectorale.
LPPv	Longueur Pré-pelvienne
LPA	Longueur Pré-Anale
LP	Longueur de la pectorale
HD	Hauteur de la dorsale
HPv	Hauteur de la pelvienne.
HA	Hauteur de l'Annale
BD	Base de dorsale.
BA	Base de l'annale
EiD	Espace inter dorsale.
DD/Pc	Distance dorsale/Pectorale
DD/Pv	Distance dorsale/Pelvienne
DD/A	Distance dorsale/Anale
DD/C	Distance dorsale/caudale
D Pc/Pv	Distance pectorale/Pelvienne.
D Pv/A	Distance pelvienne/Anale
HC	Hauteur du corps
HPD	Hauteur du pédoncule caudale
EC	Epaisseur du corps
O-O	Espace inter orbitaire

3.2.2. B. Les paramètres méristiques

Les caractères numériques étudiés sont la formule radiaire (nombre de rayons ossifiéset mous sur les nageoires dorsales et anales), le nombre de branchiospines (inférieures et supérieures) situées sur le premier arc branchial gauche, le nombre des vertèbres (Fig. 15) ainsi que le nombre d'écailles sur la ligne latérale. Pour le comptage des branchiospines, il se fait à l'œil nu, pour les adultes, et sous une loupe binoculaire à l'aide d'une aiguille pour les individus de petite taille.

Tableau (06) : Les différents paramètres méristiques.

NED	Nombre des épines dorsale**.**
NEA	Nombre des épines sur l'annale.
NRA	Nombre des rayons mous sur l'annale.
NBinf	Nombre des branchiospines inferieur.
NBsup	Nombre des branchiospines supérieur.
NELL	Nombre des écailles sur la ligne latérale.
NVR	Nombre des vertèbres.

3.2.3. Dissection

L'objectif de la dissection est premièrement est de connaitre le sexe de chaque individu, le nombre des branchiospines et compter le nombre de vertèbres et pour récupérer les otolithes et les écailles pour des étude antérieure.



Figure 11 : Otolithe (photo personnelle 2025)



Figure12: Écailles (photo personnelle 2025)

La dissection du poisson a été réalisée grâce à une trousse de dissection (ciseau forts, pince forts et sonde canonique) plus un bac de dissection (Fig. 13).



Figure 13 : Photographie illustrant poisson disséqué

Pour faire la dissection on passe les étapes suivantes :

- Repérer l'anus :

L'ouverture du poisson se fait ventralement en partant d'un demi-centimètre de l'anus qui se situe en avant de la nageoire anale.

- Ouverture ventrale :

On ouvre le poisson de l'anus à la bouche avec le ciseau, (il faut bien utiliser une sonde canonique pour protéger les organes et empêcher la destruction).

- Ouverture latérale :

– Ouvrir latéralement le poisson au niveau de l'extrémité postérieure de l'ouverture ventrale jusqu'à ce que vous commenciez à inciser le muscle dorsal.

– Pratiquer la même incision juste en arrière de l'opercule.

– On utilise la pince pour soulever le pan de peau lors de l'incision pour éviter de toucher les organes.

- Dégager l'ouverture :

Rabattre le pan de peau vers le haut pour dégager l'ouverture.

- Observer les organes :

– Foie.

– Caeca.

– Gonade mâle et femelle.

– Intestin.

- Oter la gonade :

On coupe la gonade à sa base et au niveau des vaisseaux qui l'attachent dorsalement. Ceci permet de dégager la cavité abdominale.

Pour bien préciser le sexe de poissons il faut bien séparer les gonades du corps.

- Les gonades mâles :

Sont de couleur blanchâtre a grisâtre, de forme allongé et aplatie aux extrémités (Fig. 14).

- Les gonades femelles :

Sont de couleur rosâtre a rougeâtre a deux lobes de forme cylindrique. Elles sont plus courtes que les gonades mâles aux extrémités (Fig. 14).

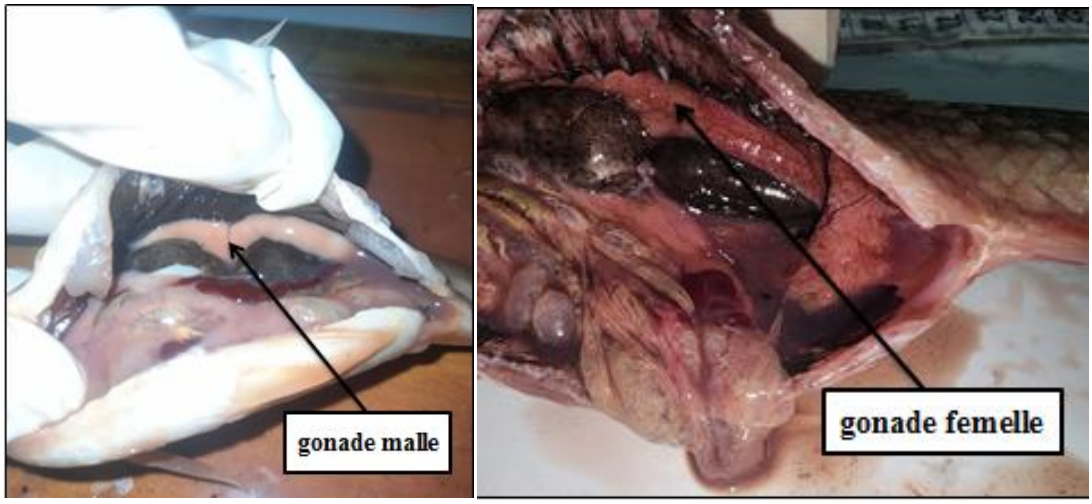


Figure 14 : Photographie de gonade malle et femelle

- Extraire l'arc branchial :

Nous avons prélevé puis nettoyé le 1er arc branchial gauche, il se fait sous la loupe binoculaire à l'aide d'une pingle.

- Dénombrement des vertèbres :

Afin de déterminer le nombre total de vertèbres chez les spécimens étudiés de *C. carassius* (Linnaeus, 1758), une radiographie a été réalisée pour chaque individu, ce qui a permis

d’observer et d’étudier la colonne vertébrale sans avoir recours à une préparation anatomique complexe.

3.2.4.Traitement Statistique

3.2.4.A. Biométrie

Tout d’abord, le nombre moyen, le mode et les valeurs extrêmes sont déterminés pour chaque caractère numérique considéré.

Les valeurs numériques obtenues sont comparées statistiquement entre les sexes (mâles et femelles) en utilisant le test 't' de Student (Mini tab, version 18.1). Les différentes parties mesurées du corps sont exprimées en fonction de la longueur totale (LT) ou de la longueur céphalique (LC) par la méthode des moindres rectangles (axe majeur réduit) qui est une équation de régression préconisée par TEISSIER (1948).

Elle s'écrit de la manière suivante :

$Y = bX + a$

Avec :

b : pente de la droite ;

a : ordonnée à l'origine ;

X et Y : dimensions mesurées sur un même individu.

La comparaison statistique du coefficient "t" d'allométrie de cette équation avec la valeur 1 est réalisée par le test de Student (Dagnelie, 1975) :

$$t_{obs} = \frac{\left(\left|b^2 - {b_o}^2\right|.\sqrt{n-2}\right)}{\left(2b.b_o\sqrt{1-r^2}\right)}$$

Où :

n : nombre de couples de données ;

r : coefficient de corrélation ;

b : coefficient d’allométrie (pente).

La valeur de tobs est comparée à celle de "t" théorique = t1- α/2 (valeur donnée par latable't' de Student) ou α = 0,05. Deux cas peuvent se présenter :

Si tobs. ≤ t1- α/2 : on accepte l'hypothèse, la différence n'est pas significative et b = 1, il y a donc une isométrie entre les deux paramètres étudiés.

Si tobs.> t1- α/2 : on rejette l'hypothèse, la différence est significative entre la pente et la valeur 1, il y a donc une allométrieminorante (négative), si b < 1, ou allométriemajorante (positive), si b > 1

3.2.4.B. Dimorphisme sexuel

Afin d'identifier un possible dimorphisme sexuel, nous avons calculer le pourcentage moyen de chaque caractère en fonction de la langueur totale ou de la longueur céphalique. Afin de faire une comparaison entre ces valeurs moyennes, nous avons employé le test "t" de Student. L'utilisation du logiciel statistique Mini tab v 18 est adaptée aux axes majeurs réduits (Mayrat, 1959 ; Farrugio, 1975).

3.2.4.C. Croissance relative ou relation taille-masse

L'expression mathématique de la croissance relative permet, pour sa part, de connaître l'embonpoint des poissons (Richter *et al.*, 2000) ; et constitue une donnée nécessaire pour l'estimation des biomasses des poissons et l'analyse des changements ontogénétiques (Safran, 1992) ; et différents aspects de la dynamique des populations. La croissance relative s'applique dans divers domaines de la biologie, de la physiologie, de l'écologie et dans la gestion des ressources halieutiques. Ses variations mensuelles peuvent nous renseigner sur l'activité sexuelle, notamment sur la période de reproduction. En sciences halieutiques, cette croissance permet d'estimer le poids à partir de la taille (Beyer, 1991) ; le poids à partir de l'âge (Petrakis et Stergiou, 1995) ; et d'exprimer l'équation de la croissance linéaire en croissance pondérale (Pauly, 1993) ; Elle permet aussi de distinguer l'histoire de vie et la morphologie d'une espèce à une autre et entre les populations des différents habitats et ou régions (Gonçalves *et al.*, 1997).

La croissance relative permet de vérifier l'existence d'une corrélation liant le poids à la taille du poisson et de modéliser la relation. Si le poisson garde la même forme générale et le même poids durant toute sa vie, son poids sera proportionnel au cube de sa longueur. Donc, la relation liant la taille à la masse a été établie à partir de 400 couples de données. C'est une relation de la forme :

$$Pe = a.\ Lt^{b}$$

Avec :

- Pe : poids éviscéré (g).
- Lt : longueur totale (cm).
- a : constante.
- b : coefficient d'allométrie.

RESULTAT

1. Paramètre méristique chez la population totale

Durant la collecte des échantillons, deux espèces ont été identifiées : la carpe *C. carassius*, (Fig. 15) avec un total de 122 individus (10 mâles et 88 femelles et 24 indefinite), et quatre individus de barbeau (*Barbus*) deux femelles et deux mâles.



Figure 15 : Photo *C. carassius* (Linnaeus, 1758) (photo personnale.2025)



Figure 16 : photo barbeau(photo personnale.2025)

L'analyse des caractères numériques de la population totale de *C. carassius* a montré que le nombre moyen d'écailles sur la ligne latérale est de 31,17 ± 1,15, avec des valeurs individuelles variant entre 25 et 33, et un mode de 31.
Le nombre des branchiospines inférieurs varie entre 19 et 26, avec une moyenne de 21,97 ± 1,76 et un mode de 20, tandis que les branchiospines supérieurs varient de 13 à 21, avec une moyenne de 17,94 ± 1,99 et un mode de 18.

La nageoire dorsale présente 3 épines pour la première nageoire (constantes chez tous les individus) et 16 à 20 rayons mous pour la seconde, avec un mode de 18 et une moyenne de 17,75 ± 0,71.
Quant aux nageoires anales, la première possède 2 épines (moyenne = 2,02 ± 0,16, mode = 2),

tandis que la seconde contient 5 à 6 rayons mous (moyenne = 5,84 ± 0,37, mode = 6).
Enfin, le nombre de vertèbres observé dans un sous-échantillon (N = 14) est constant avec une moyenne et un mode de 31.

Tableau 07 :Résultats numériques chez la Carpe

Caractère		NED1	NRD2	NEA	NRA	NELL	Nbsup	NBinf	NVR
N. Obs.		122	122	122	122	122	122	122	14
Moy.		3	17,75	2,02	5,84	31,17	17,94	21,97	31
EC		0	0,71	0,16	0,37	1,15	1,99	1,76	
Mode		3	18	2	6	31	18	20	
Valeurs limites	**Min**	3	16	2	5	25	13	19	
	Max	3	20	3	6	33	21	26	

Le tableau 7 illustre les statistiques descriptives des caractères numériques chez la population totale (extrait du cas du barbeau, N = 4). Le nombre moyen d'écailles sur la ligne latérale est de 41,25 ± 1,26, avec un minimum de 40 et un maximum de 43, et un mode de 41.

Les branchiospines inférieurs varient entre 8 et 11 avec une moyenne de 9 ± 1,41 et un mode de 8, tandis que les branchiospines supérieurs sont constants chez tous les individus avec une valeur de 4.

Les nageoires dorsales comprennent en moyenne 2,25 ± 0,5 rayons pour la première (min = 2, max = 3 ; mode = 2) et 8,25 ± 0,5 rayons pour la seconde (min = 8, max = 9 ; mode = 8).

Les nageoires anales comportent 2,25 ± 0,5 épines pour la première et 5,75 ± 0,5 rayons mous pour la seconde (mode = 6 ; min = 5 ; max = 6).

Tableau 08 : Résultats numériques chez le barbeau

Caractère		NED1	NRD2	NEA	NRA	NELL	Nbsup	NBinf
N. Obs.		4	4	4	4	4	4	4
Moy.		2,25	8,25	2,25	5,75	41,25	4	9
EC		0,5	0,5	0,5	0,5	1,26	0	1,41
Mode		2	8	2	6	41	4	8
Valeurs limites	**Min**	2	8	2	5	40	4	8
	Max	3	9	3	6	43	4	11

2. Paramètres métriques et croissance

2.1. La carpe

L’analyse des relations allométriques révèle l’existence de corrélations hautement significatives entre les paramètres mesurés et la LT ou LC, avec des coefficients de corrélation compris entre 0.79 et 0,98.

Une allométrie positive (croissance majorante) a été observée pour : LF, LS, LPPc, LPPv, LPA, LP, HD, HPv, HA, BD, BA, HC, EC, DPrO, DPoO, LM, DPc/Pv.

Une isométrie (croissance proportionnelle) concerne : LPD, HPD, DD/Pv, DPv/A, LC, DO, O-O.

Une allométrie négative (croissance minorante) a été détectée pour : DD/Pc, DD/A, DD/C.

Ces résultats confirment une croissance harmonieuse mais différenciée selon les parties du corps et la tête, soulignant la complexité du développement morphologique chez *C. carassius (Linnaeus, 1758).*

Tableau 09 : Coefficients de corrélations, type d'allométrie, relation d'allométrie, la moyenne en fonction de la longueur total ou de la longueur céphalique chez la population totale du l'oued Méllague à Ouenza (N=122).

	N	r	Relation d'allométrie	type d'allométrie	Tobs	Tthé	Valeurs limites	moyen % ± Ec
LT	122					1,98	12≤ LT ≤24,9	19,27±1,72
LF = f (LT)		0,98	-0,15 LT 1,09	allométrie +	4,45		10≤ LF ≤22,1	17,47±1,66
LS = f (LT)		0,98	-0,28 LT 1,15	allométrie +	8,22		9≤ LS ≤20,9	15,63±1,57
LPD = f (LT)		0,87	-0,34 LT 0,96	isométrie =	0,92		5,1≤ LPD ≤10,3	7,78±0,68
LPPc = f (LT)		0,77	-0,92 LT 1,22	allométrie +	3,52		2,6≤ LPPc ≤5,6	4,47±0,49
LPPv = f (LT)		0,9	-0,7 LT 1,22	allométrie +	5,02		3,9≤ LPPv ≤10,9	7,42±0,81
LPA = f (LT)		0,94	-0,4 LT 1,14	allométrie +	4,18		6,6≤ LPA ≤16,7	11,64±1,18
LP = f (LT)		0,68	-1,55 LT 1,54	allométrie +	6,75		1,3≤ LP ≤4	2,75±0,36
HD = f (LT)		0,77	-1,51 LT 1,52	allométrie +	7,44		1,2≤ HD ≤3,5	2,72±0,35
HPv = f (LT)		0,74	-1,34 LT 1,38	allométrie +	5,4		1,5≤ HPv ≤3,6	2,74±0,33
HA = f (LT)		0,5	-1,45 LT 1,41	allométrie +	4,48		1,1≤ HA ≤2,9	2,34±0,29
BD = f (LT)		0,56	-0,93 LT 1,3	allométrie +	3,51		3,3≤ BD ≤6,7	5,41±0,62
BA = f (LT)		0,55	-1,57 LT 1,39	allométrie +	4,4		0,8≤ BA ≤2,2	1,65±0,2
HC = f (LT)		0,74	-0,78 LT 1,24	allométrie +	3,54		3,5≤ HC ≤7,8	6,45±0,7
HPD = f (LT)		0,6	-1,04 LT 1,11	isométrie =	1,4		1,4≤ HPD ≤3	2,38±0,24
EC = f (LT)		0,65	-1,95 LT 1,89	allométrie +	9,95		1,4≤ EC ≤4,3	3,06±0,53
DD/Pc = f (LT)		0,48	-0,24 LT 0,77	allométrie -	3,35		4,7≤ D D/Pc ≤6,4	5,57±0,4
DD/Pv = f (LT)		0,42	-0,35 LT 0,87	isométrie =	1,64		4,6≤ D D/Pv ≤7	5,87±0,48
DD/A = f (LT)		0,46	-0,15 LT 0,76	allométrie -	3,47		5,5≤ D D/A ≤7,7	6,74±0,48
DD/C = f (LT)		0,65	-0,17 LT 0,87	allométrie -	2,03		7,2≤ D D/C ≤10,3	8,95±0,72
DPc/Pv = f (LT)		0,48	-1,01 LT 1,2	allométrie +	2,31		2,3≤ D Pc/Pv ≤6,1	3,44±0,42
DPv/A = f (LT)		0,44	-0,66 LT 1,03	isométrie =	0,36		3,4≤ D Pv/A ≤5,4	4,55±0,44
LC = f (LT)		0,79	-0,78 LT 1,11	isométrie =	1,89		2,5≤ LC ≤5	4,38±0,42
DO = f (LC)		0,52	-0,76 LC 1,16	isométrie =	1,98		0,5≤ DO ≤1,2	0,96±0,11
DPrO = f (LC)		0,68	-0,86 LC 1,45	allométrie +	5,79		0,5≤ DPro ≤1,8	1,19±0,17
DPoO = f (LC)		0,78	-0,63 LC 1,53	allométrie +	7,81		0,8≤ DpoO ≤3,1	2,24±0,31
LM = f (LC)		0,44	-0,67 LC 1,31	allométrie +	3,4		0,8≤ LM ≤2	1,5±0,21
O-O = f (LC)		0,55	-0,45 LC 1,16	isométrie =	1,94		1,2≤ O-O ≤2,5	1,95±0,23

2.2.1. Distribution de la longueur totale (LT) et des poids (PE) ,(PT) chez la carpe

à travers des diagrammes en boîte. La longueur totale varie entre 17 et 21 cm, avec une moyenne de 19,27 ± 1,72 cm, indiquant une distribution équilibrée, comme le montre la proximité entre la médiane et la moyenne. Le poids total (PT) se situe entre 100 et 145 g, avec une moyenne d'environ 130 g et une médiane à 120 g, et présente plusieurs valeurs extrêmes inférieures à 60 g, révélant une certaine variabilité au sein de l'échantillon. Le poids éviscéré (PE), quant à lui, varie entre 90 et 130 g, avec une moyenne avoisinant 115 g et une médiane à 110 g, et montre une distribution plus homogène que celle du poids total, avec moins de

valeurs aberrantes. Cela reflète une réduction de la variabilité due à la masse viscérale. Cette distribution traduit une relation positive entre la longueur et le poids, et souligne que l'éviscération améliore la précision de l'estimation de la masse corporelle réelle. Globalement, ces résultats montrent une homogénéité acceptable des longueurs et une variabilité notable des poids, ce qui reflète la diversité biologique au sein de l'échantillon étudié

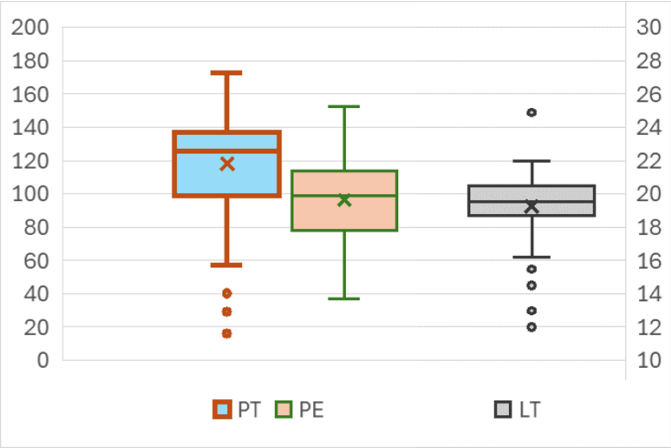


Figure 17 : Le diagramme montre une concentration des poids entre 80 et 140 g, alors que la littérature indique un poids moyen adulte d'environ 1 kg. La présence de nombreuses valeurs aberrantes vers le bas (poids < 60 g, LT < 15 cm) suggère une population dominée par des juvéniles ou des individus à croissance ralentie, probablement en raison de conditions écologiques défavorables.

2.2. Le Barbeau

Les résultats morphométriques et biométriques extraits du tableau ont montré que les individus de Barbeau étudié présentent une variation considérable des dimensions corporelles. Les valeurs relatives des différents paramètres varient entre des limites minimales et maximales, reflétant une variabilité individuelle marquée. Un schéma de croissance allométrique positive a été observé dans plusieurs mesures, telles que la distance entre les nageoires dorsale et caudale (D D/C = 43,06 %) ainsi que la longueur de la nageoire anale (LPA = 64,1 %), ce qui suggère une adaptation morphologique à un milieu aquatique à faible débit. De plus, les mesures verticales (HD, HA) et celles de la tête (DO, O–O) se situent dans les plages de valeurs généralement rapportées pour cette espèce, renforçant ainsi l'hypothèse d'une relative stabilité morphologique malgré les variations environnementales. Par ailleurs, certains paramètres comme le PT et le PE ont

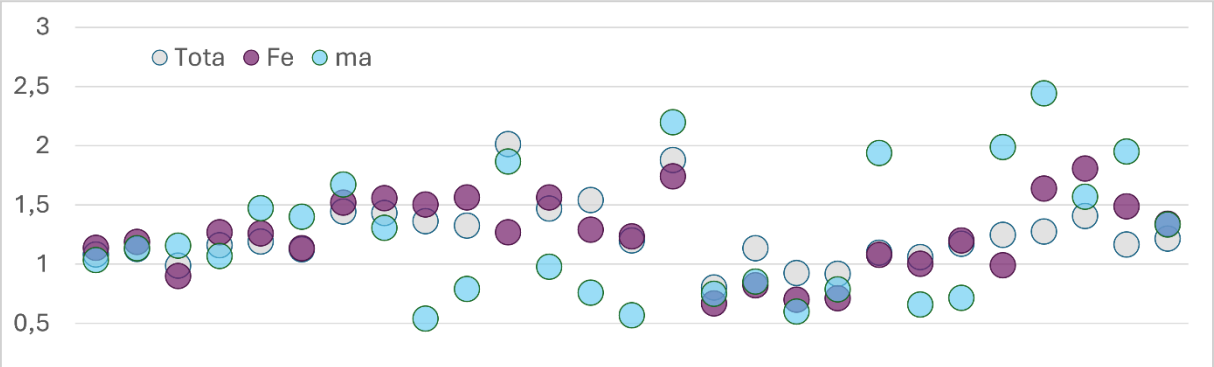
montré une forte variabilité, ce qui pourrait être attribué à l'influence du sexe, de l'âge ou des conditions micro-environnementales du site. En conclusion, ces données révèlent une grande plasticité morphologique chez cette espèce, lui permettant de s'adapter à divers habitats aquatiques, notamment en zones semi-arides.

Tableau 10 : Aleurs morphométriques et biométriques relatives des poissons *Barbus* du oued Méllague

Paramètre	**% (LT/LC)**	Valeurs limites	moyen % ± Ec	**Paramètre**	**% (LT/LC)**	Valeurs limites	moyen % ± Ec
LT		13,9≤LT≤24,9	80,5 ± 66,29	**EC**	12,46	1,7≤EC≤3,8	2,35 ± 0,98
LF	88,51	12,2≤LF≤22,1	18,73 ± 5,63	**D D/Pc**	27,43	4≤D D/Pc≤6,1	5,05 ± 1,16
LS	81,31	11≤LS≤20,9	16,58 ± 4,99	**D D/Pv**	22,25	3≤D D/Pv≤5,9	4,18 ± 1,43
LPD	40,17	5,4≤LPD≤10,3	7,58 ± 2,5	**D D/A**	28,33	4≤D D/A≤6,8	5,25 ± 1,42
LPPc	23,98	3,2≤LPPc≤5,4	4,4 ± 0,99	**D D/C**	43,06	6≤D D/C≤10,3	8,03 ± 2,24
LPPv	42,68	5,4≤LPPv≤10,9	8,08 ± 2,78	**D Pc/Pv**	23,1	3,6≤D Pc/Pv≤6,1	4,23 ± 1,25
LPA	64,1	8,3≤LPA≤16,7	12,13 ± 4,17	**D Pv/A**	21,21	3≤D Pv/A≤5	3,93 ± 1,02
LP	16,4	2,2≤LP≤4	3,05 ± 0,84	**LC**	19,81	2,6≤LC≤4,8	3,73 ± 1,19
HD	14,08	2≤HD≤3,5	2,63 ± 0,75	**DO**	18,7	0,4≤DO≤1,1	0,7 ± 0,29
HPv	12,78	1,7≤HPv≤3,2	2,38 ± 0,7	**DPro**	35,9	1≤DPro≤1,8	1,33 ± 0,39
HA	13,47	1,9≤HA≤3	2,48 ± 0,56	**DpoO**	50,07	1,2≤DpoO≤2,2	1,8 ± 0,42
BD	11,92	1,5≤BD≤3,3	2,28 ± 0,87	**LM**	42,24	1,2≤LM≤2	1,55 ± 0,41
BA	6,53	0,8≤BA≤1,6	1,23 ± 0,39	**O-O**	40,12	1≤O-O≤2,1	1,53 ± 0,61
HC	20,75	2,7≤HC≤5,7	3,9 ± 1,34	**PT**		22,2≤PT≤155,9	80,5 ± 66,29
HPD	9,8	1,3≤HPD≤2,4	1,83 ± 0,51	**PE**		72,4≤PE≤135,8	99,2 ± 29,43

3.Dimorphismes sexuels chez la carpe

Les résultats de l'étude ont révélé l'existence d'un dimorphisme sexuel marqué chez *C. carassius*, à travers l'analyse de plusieurs caractères morphologiques. La comparaison entre les mâles et les femelles a montré des différences significatives pour de nombreux paramètres, notamment la longueur totale (LF), la longueur des nageoires (LS, LPD, LPPc, LPV, LPA...) ainsi que certaines mesures de la tête et du corps (HD, HPV, HA, BD...). Ces différences morphologiques sont probablement liées aux rôles biologiques spécifiques à chaque sexe : les femelles présentent généralement une taille plus grande pour accueillir les œufs, tandis que les mâles peuvent posséder des caractéristiques favorisant la reproduction ou la défense. En revanche, d'autres paramètres comme HC, DO, DPro ou LM n'ont pas montré de différences significatives, suggérant qu'ils ne sont pas directement liés à la fonction sexuelle. Ces résultats soulignent l'importance du dimorphisme sexuel pour distinguer les sexes sur le terrain sans avoir recours à des méthodes invasives, et offrent des perspectives intéressantes pour les études écologiques et comportementales de l'espèce.



	LF	LS	LPD	LPPc	LPPv	LPA	LP	HD	HPv	HA	BD	BA	HC	HPD	EC	D D/Pc	D D/Pv	D D/A	D D/C	D Pc/Pv	D Pv/A	LC	DO	DPro	DpoO	LM	O-O
Tota	+	+	=	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	=	+	-	=	-	-	+	=	=	=	+	+	+	=
Fe	+	+	=	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	=	=	+	=	+	+	+	+
ma	=	+	=	=	+	+	+	=	=	=	=	=	=	=	+	=	=	=	=	+	=	=	=	+	=	+	=

Figure 18 : Coefficient d'allométrie en fonction des paramètres métriques chez les femelles les mâles et la population totale (+ : allométrie majorante, - : allométrie minorante,

= : isométrie)

L'analyse des pourcentages moyens des paramètres morphométriques chez *C. carassius*, à l'aide du test T de Student pour la Dimorphismes sexuels , a révélé l'existence de différences significatives entre les sexes pour plusieurs caractères. En particulier, les paramètres tels que LPPC, LPPv, HPV, HA, HPD, D Pc/Pv et DPro présentent des écarts notables entre les mâles et les femelles, comme l'indiquent les étoiles sur le graphique. Ces différences reflètent un dimorphisme sexuel marqué, probablement lié aux rôles reproductifs ou comportementaux spécifiques à chaque sexe. Les femelles montrent généralement des valeurs plus élevées pour certaines longueurs corporelles, ce qui pourrait être associé à leur capacité à porter des œufs. En revanche, plusieurs autres paramètres n'ont pas présenté de différences statistiquement significatives, suggérant une similitude morphologique pour ces traits entre les deux sexes. Ce type d'analyse offre un outil utile pour la distinction sexuelle en milieu naturel sans avoir recours à des techniques invasives.

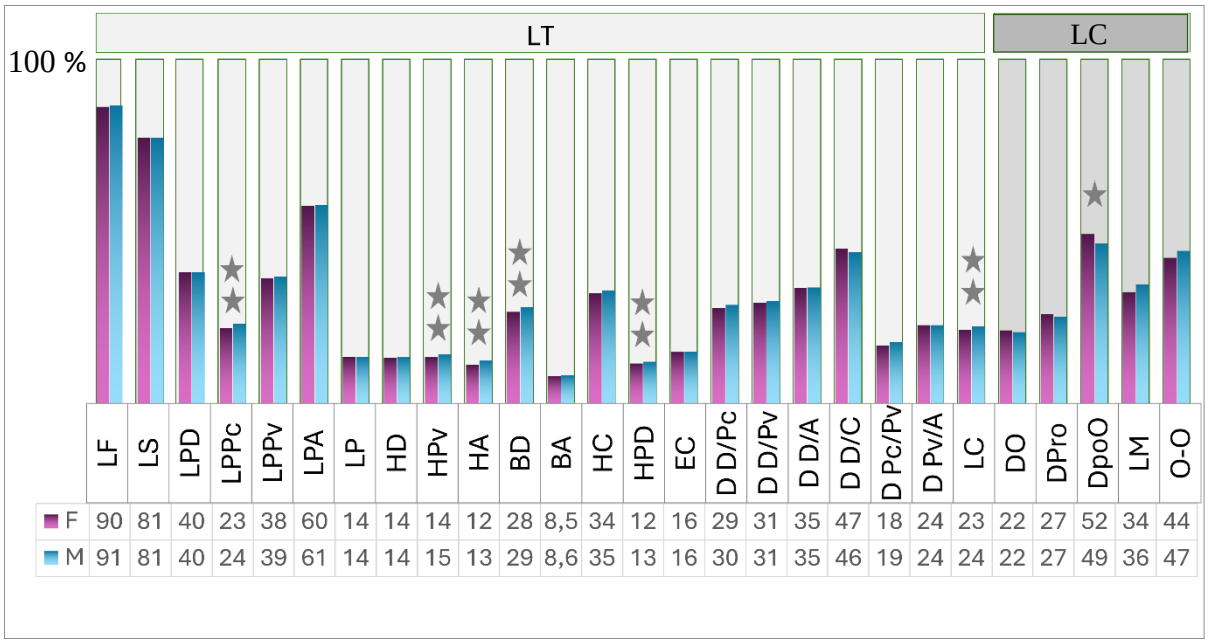


Figure 19 : Comparaison des paramètres morphométriques entre mâles et femelles de Carassius carassius à l'aide du test T de Student (★ : différence significative)

4.Relation taille-poids

Ce graphique représente la relation entre la taille et le poids chez la carpe en utilisant deux modèles de régression différents pour les valeurs expérimentales. L'axe horizontal indique la taille, tandis que l'axe vertical représente le poids. Les points bleus (PT) et les points orange (PE) correspondent à des données issues de deux groupes distincts. La courbe bleue (Puissance PT) suit une équation de la forme, ce qui indique que le poids augmente rapidement avec la taille. En revanche, la courbe orange (Puissance PE) suit l'équation, montrant une augmentation plus lente du poids par rapport à la taille. On en déduit que, pour une même taille, les carpes du groupe PT prennent plus de poids que celles du groupe PE, ce qui reflète une différence de croissance pouvant être liée à des facteurs environnementaux ou génétiques.

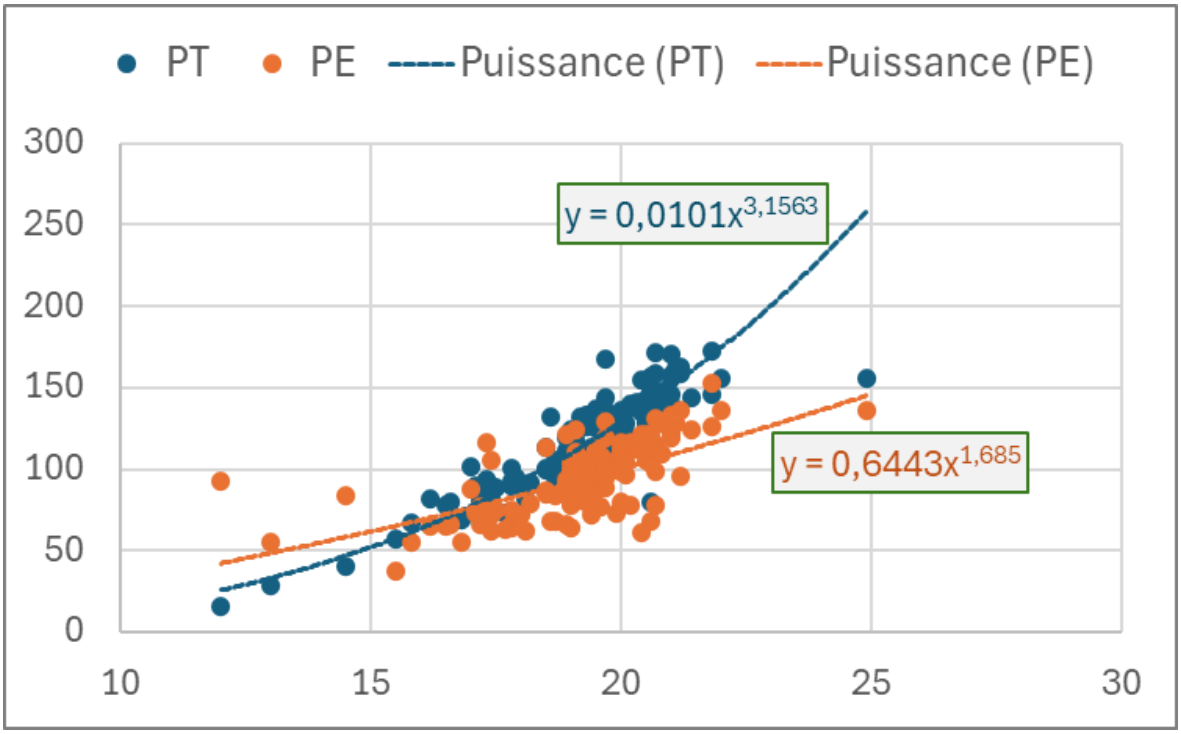


Figure 20 : schéma représentant la relation taille-poids chez la carpe

Discussion

Cette étude représente tentative de caractérisation morphométrique et biométrique de Carassius carassius en Algérie, Contribution à l'étude de la biologie du Carassin commun carassius carassius (Linnaeus 1758) dans le barrage de Hammam Debagh Guelma et dans la région d'Oued Méllague (Ouenza), une zone encore peu étudiée sur le plan écologique en Afrique du Nord. Elle vise à évaluer l'adaptation morphologique de cette espèce à son environnement local en analysant ses proportions corporelles, les modèles de croissance et les différences entre les sexes, tout en les comparant aux données disponibles à l'échelle internationale (Zargar *et al*., 2012 ; Kottelat & Freyhof, 2007; Ambrosio *et al*., 2008).

Les résultats obtenus révèlent que la croissance de C. carassius dans cette région ne suit pas un modèle isométrique, mais bien un modèle allométrique positif, où certaines parties du corps, telles que les nageoires et la hauteur corporelle, croissent plus rapidement que la longueur totale (Holčík, 1999 ; De Giosa *et al*., 2014; Adams *et al*., 2004).Le type de croissance peut refléter le type d'eau, notamment lorsqu'il s'agit d'une réponse adaptative à des conditions hydrologiques particulières telles que des eaux stagnantes, à faible turbulence et pauvres en oxygène dissous. (Penttinen & Holopainen, 1992 ; Knytl *et al*., 2013; Fu *et al*., 2016).

Ces observations sont en concordance avec les travaux menés dans trois lacs indiens (Dal, Manasbal, Anchar) où des schémas de croissance similaires ont été observés, renforçant l'hypothèse d'un ajustement morphologique aux environnements lentiques (Zargar *et al*., 2012; Brylińska, 2000). À l'opposé, des études menées en Pologne (Brylińska, 2000) et ailleurs ont montré que les spécimens vivant dans des rivières à courant rapide développent des corps plus allongés et des nageoires plus courtes, traduisant une adaptation hydrodynamique visant à optimiser la pénétration dans le courant et à réduire la traînée (Copp *et al*., 2008 ; Holopainen *et al*., 1997; Langerhans, 2008).

Ce contraste entre habitats lentiques et lotiques met en évidence une forte plasticité phénotypique chez cette espèce, comme l'ont souligné Holčík (1999), Frimpong & Angermeier (2009), et Klingenberg (2010). Cette capacité d'ajustement sans altération génétique majeure permet à C. carassius de coloniser une large gamme d'habitats, du plus oxygéné au plus dégradé, consolidant son rôle de modèle biologique pour les études d'écologie adaptative (Szczerbowski et al., 1998 ; Lusk *et al*., 2004; Merilä & Hendry, 2014).

Par ailleurs, des différences morphométriques significatives ont été relevées entre mâles et femelles. Les femelles présentaient un corps plus haut et plus large, en lien avec leur

fonction reproductive et la nécessité de porter les ovocytes, ce qui est conforme aux résultats de Papoušek *et al*. (2008) et Sánchez-Hernández *et al*. (2016). Les mâles, quant à eux, développaient des épaississements au niveau des nageoires, observés principalement pendant la période de reproduction, et associés aux comportements de parade et de compétition (Wouters et al., 2012 ; Meo et al., 2023).

Outre leur intérêt biologique, ces paramètres morphométriques peuvent être utilisés comme indicateurs bioécologiques pertinents dans l'évaluation de la qualité des habitats aquatiques. Selon Knytl *et al*. (2013), Navodaru e*t al.* (2002), et Giannetto *et al*. (2017), les traits morphologiques reflètent les réponses des poissons aux facteurs de stress environnementaux tels que la diminution de l'oxygène dissous ou les variations thermiques (Ilhan *et al*., 2013 ; Tarkan *et al*., 2011).

Malgré les différences climatiques et géographiques notables entre l'Algérie et d'autres régions d'Europe ou d'Asie, les schémas morphométriques observés présentent une remarquable constance, soulignant une capacité d'adaptation robuste de cette espèce (Smartt, 2007 ; Kamler *et al.*, 2006; Myers *et al*., 2000). Ainsi, C. carassius semble capable de maintenir des traits morphologiques fonctionnels tout en ajustant certaines proportions en réponse à des contraintes locales, ce qui conforte son importance dans les études morpho-environapproche plus approfondie par morphométrie géométrique (Adams *et al.*, 2004 ; Klingenberg, 2010) appliquée à **Carassius carassius et Barbus sp.** pourrait affiner la détection des variations de forme indépendamment de la taille. De plus, l'intégration de données génétiques (microsatellites, ADN mitochondrial) pour ces deux espèces permettrait de distinguer les influences environnementales des variations génétiques (Sayer et al., 2011 ; Ambrosio *et a*l., 2008). À terme, l'étude de l'expression génique en lien avec les conditions environnementales pourrait fournir de nouveaux éclairages sur les mécanismes d'adaptation propres à chaque espèce (Żarski *et al*., 2011 ; Myszkowski *et al*., 2002).

Dans le contexte actuel de changement climatique et de pression accrue sur les ressources en eau, il devient essentiel de multiplier ce type d'études sur les espèces dulçaquicoles en Afrique du Nord (Kaouachi, 2019; Dürrani *et al*., 2022). Grâce à sa plasticité et à sa distribution étendue, C. carassius apparaît comme un excellent indicateur des modifications écologiques et un outil précieux pour le suivi des écosystèmes aquatiques (Kaouachi, 2019 ; Dürrani *et al*., 2022)

CONCLUSION

L'étude morphologique menée sur *C. carassius* dans l'Oued Méllague à Ouenza constitue une contribution scientifique significative , en particulier dans un contexte marqué par la rareté des recherches locales sur cette espèce. Les analyses biométriques et morphométriques ont mis en évidence des schémas de croissance allométrique distincts, traduisant des adaptations écologiques manifestes en réponse aux caractéristiques de l'environnement aquatique local.

Les résultats ont révélé une croissance différentielle des parties du corps, soulignant que le développement de l'organisme n'est pas uniforme, mais orienté selon des fonctions biologiques spécifiques et des pressions environnementales. De plus, les différences morphométriques observées entre les sexes témoignent d'un dimorphisme sexuel marqué, enrichissant notre compréhension des dynamiques reproductives de cette espèce. Comparées à d'autres études internationales, ces données confirment la grande plasticité de *C. carassius* et son aptitude à s'adapter à une grande variété de milieux aquatiques, ce qui en fait un modèle biologique de référence en écologie aquatique.

Cette étude démontre que les paramètres morphométriques peuvent jouer un rôle essentiel en tant qu'indicateurs biologiques de la qualité des habitats aquatiques, ce qui leur confère une utilité pratique face aux bouleversements environnementaux croissants. Elle met également en lumière l'importance de compléter les études morphologiques par des analyses génétiques, histologiques et comportementales afin de mieux comprendre les mécanismes d'adaptation de cette espèce dans son habitat.

Par conséquent, ce travail recommande l'élargissement des recherches futures vers une approche multidisciplinaire, capable d'explorer les liens complexes entre la structure biologique des espèces, les pressions écologiques et le contexte environnemental global. La préservation et la valorisation de la biodiversité aquatique en Algérie ne sauraient se concrétiser sans des recherches de terrain rigoureuses, portées par une vision scientifique intégrée, allant de l'échelle locale à la perspective régionale et internationale.

BIBLIOGRAPHIES

Allalgua, A., Guerfi, S., Kaouachi, N., Boualleg, C., Barour, C., & Bensouilah, M. (2015). L'infestation de *Cyprinus carpio* (Cyprinidés) peuplant le barrage Foum El-Khanga (Souk Ahras, Algérie) par les monogènes parasites. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 140(3), 217–232.

Allalgua, A., Kaouachi, N., Boualleg, C., Ayari, A., & Bensouileh, M. (2017). Caractérisation physico-chimique des eaux du barrage Foum El-Khanga (région de Souk-Ahras, Algérie). *European Scientific Journal*, 13(12), 258–275.

Allalgua, A., Khelifa, R., & Boualleg, S. (2017). Étude de la diversité ichtyologique dans la zone du barrage de Foum El Khanga. *Revue Algérienne des Sciences de l'Eau*, 15(2), 45-60.

Bacha, M., & Amara, R. (2007). Les poissons des eaux continentales d'Algérie. Étude de l'ichtyofaune de la Soummam. *Cybium*, 31(3), 351–358.

Baikeche, H., Benslimane, A., & Boucenna, S. (2022). Biodiversité piscicole en Kabylie : analyse morphologique et écologie fonctionnelle. *Journal d'Ichtyologie d'Algérie*, 28(1), 12-29.

Belhadef, M., Labbaci, A., & Menidjel, R. (2020). Reproduction and growth of crucian carp (*Carassius carassius*) in Algerian freshwater ecosystems. *African Journal of Aquatic Science*, 45(1), 89–98.

Bekkoussa, A., Mechri, A., & Bouzid, A. (2016). Analyse structurale et tectonique de la région d'Ouenza : implications géodynamiques. *Bulletin de la Société Géologique d'Algérie*, 23(2), 101–118.

Benslimane, A., Kara, S., & Khelifa, R. (2007). Impact de la pollution agricole sur l'ichtyofaune de la vallée de la Soummam. *Ecologie et Environnement*, 32(4), 243-254.

Benslimane, N., Kara, M. H., et al. (2007). [Travaux sur l'ichtyofaune dans la vallée de la Soummam].

Bensouilah, M., Boualleg, C., Khelifi, N., Kaouachi, N., Boufekane, B., Mouaissia, W., & Brahmia, S.

(2017). Study of some biological parameters of *Cyprinus carpio* from Foum El-Khanga Dam, Souk-Ahras, Algeria. *AACL Bioflux*, 10(4), 663–674.

Boubekeur, S., (2018). [Études sur l'impact des activités anthropiques sur la biodiversité aquatique].

Boucenna, S., Boudjemline, M., & Khelifa, R. (2019). Introduction d'espèces exotiques et impact sur la faune piscicole algérienne. *Revue d'Hydrobiologie*, 34(2), 87-100.

Boucenna, S., Khelifa, R., & Benslimane, A. (2018). Effets des activités humaines sur les écosystèmes aquatiques algériens : état des lieux. *Bulletin d'Écologie*, 24(3), 198-210.

Boukhamla, R., & Boukouba, M. (2022). Analyse environnementale de l'exploitation minière à ciel ouvert au Djebel Ouenza via les SIG. *Journal Algérien des Sciences de l'Environnement*, 40(1), 75-91.

Brind'Amour, A., & Boisclair, D. (2004). Morphological analysis as a tool to assess fish population health. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61(10), 1922-1930.

Bullock, A., & Acreman, M. (2003). The role of wetlands in the hydrological cycle. *Hydrology and Earth System Sciences*, 7(3), 358-389.

Claverie, T., & Wainwright, P. C. (2014). A morphospace of fish skull diversity. *PLoS ONE*, 9(1), e86842.

Crivelli, A. J. (1995). Conservation of freshwater fish: the Algerian experience. *Biological Conservation*, 72(3), 335-344.

De Giosa, L., Castric-Fey, A., & Michel, F. (2014). Allometric growth of *Carassius carassius* in Mediterranean lakes. *Environmental Biology of Fishes*, 97(6), 631–642.

Doadrio, I. (2002). Phylogeny and biogeography of the family Cyprinidae in Europe and North Africa. *Journal of Fish Biology*, 60(3), 1264-1281.

Dürrani, M., Kakar, N., & Abbas, G. (2022). Freshwater fish diversity and conservation status in North Africa. *Journal of Fish Biology*, 100(3), 683–695.

Elliott, J. M., & Elliott, J. A. (2010). Morphological changes in fish as indicators of environmental stress. *Environmental Biology of Fishes*, 88(4), 415-424.

Estes, J. A., Terborgh, J., Brashares, J. S., Power, M. E., Berger, J., Bond, W. J., ... & Wardle, D. A. (2011). Trophic downgrading of planet Earth. *Science*, 333(6040), 301-306.

Fausch, K. D., Torgersen, C. E., Baxter, C. V., & Li, H. W. (2002). Landscapes to riverscapes: bridging the gap between research and conservation of stream fishes. *BioScience*, 52(6), 483-498.

Frimpong, E. A., & Angermeier, P. L. (2009). Fish traits: a database of ecological and morphological characteristics of freshwater fishes. *Fisheries*, 34(10), 487-493.

Giannetto, D., Lo Paro, A., Mazzola, A., & Scardi, M. (2017). Morphometric variation of *Carassius carassius* in relation to environmental stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 142, 457–464.

Guendouz, A., Mansouri, L., & Boukli-Hacene, A. (2019). Étude géologique de la plate-forme carbonatée d'Ouenza et des formations marneuses de l'Aptien supérieur. *Revue Algérienne des Sciences de la Terre*, 12(3), 45–60.

Holčík, J. (1999). Biology of the crucian carp (*Carassius carassius*): A review. *Folia Zoologica*, 48(1), 1–19.

Holopainen, I. J., Penttinen, O. P., & Hänninen, T. (1997). Morphological and physiological adaptations of freshwater fish to hypoxia. *Environmental Biology of Fishes*, 50(4), 331–341.

Ilhan, A., Cicek, E., & Sarı, H. M. (2013). Morphological changes in freshwater fish in response to environmental pollution. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13(1), 51–59.

Jackson, D. A., & Harvey, H. H. (1997). Qualitative and quantitative changes in fish assemblages: a comparison of morphometric and ecological indices. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54(5), 1330-1340.

Kara, M. H. (2012). Analyse de la diversité piscicole dans la vallée de la Soummam et impacts anthropiques. *Thèse de Doctorat*, Université de Béjaïa.

Kamler, E., Zielinski, J., & Skej, M. (2006). Growth and morphology of crucian carp populations. *Journal of Fish Biology*, 69(3), 764–776.

Kaouachi, S. (2019). Impact des changements climatiques sur la faune aquatique en Afrique du Nord. *Revue d'Écologie*, 74, 233–244.

Khelifa, R.,& Benslimane, A (2008). Évaluation de la qualité écologique des eaux douces dans la région de Souk Ahras. *Annales de Limnologie*, 44(4), 237-246.

Laskar, A. M., & Naimi, H. (2020). Étude morphologique de *Carassius carassius* dans des plans d'eau d'Algérie. *Journal Algérien de Biologie*, 15(2), 89-101.

Chesani, F., Lamma, E., Mello, P., Montali, M., Riguzzi, F., & Storari, S. (2009). Exploiting inductive logic programming techniques for declarative process mining. In *Transactions on Petri Nets and Other Models of Concurrency II: Special Issue on Concurrency in Process-Aware Information Systems* (pp. 278-295). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg..

Lopez, G. R., & Comin, F. A. (2006). Morphometric variation in freshwater fish species in response to environmental gradients. *Ecology of Freshwater Fish*, 15(3), 346-355.

Mazzoni, R., & O'Connell, M. F. (2013). Morphometric analysis in fish ecology. *Journal of Applied Ichthyology*, 29(6),