



République Algérienne Démocratique et Populaire

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique**

Université Chadli Bendjedid El-Tarf

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

**Département des sciences Agronomiques – Filière Sciences alimentaires
Licence académique en Technologie Agroalimentaire et Contrôle de Qualité**



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de master 2

Filière : Sciences alimentaires

Spécialité : sécurité agro-alimentaire et assurance de qualité

Thème

**Technique innovante pour l'analyse des graisses
corporelles chez le *Mugil cephalus* pêché dans le golf
de Annaba et Jijel**

Présenté par : M^{elle} CHOUADRIA Fatma Zohra

Né le : 28/07/2000

Soutenu devant le jury :

Présidente : Ben Abdellah Amina

(Pr) Université Chadli Bendjedid, El-Tarf

Examinatrice : Ben rachou Nora

(MCA) Université Chadli Bendjedid, El-Tarf

Directeur de mémoire : Saoudi Hani

(MCA) Université Chadli Bendjedid, El-Tarf

Année universitaire : 2024-2025

REMERCIEMENTS

Au terme de notre travail nous tenons à remercier le bon dieu le tout puissant, de nous avoir donné la force, la volonté et la santé, et qui nous a guidé et éclairé notre chemin tout au long de notre parcours jusqu'à ce jour. La réalisation de ce mémoire n'a été rendue possible que grâce à la collaboration et au soutien de toutes les personnes à qui nous tenons à exprimer nos sincères remerciements.

Notre encadreur, Dr Saoudi Hani Qui a accepté d'encadrer ce travail et de me guider tout au long de sa réalisation.

Je tiens à remercier les membres du jury pour leur présence, pour leur lecture attentive de ce mémoire, ainsi que pour les remarques qu'ils m'adresseront lors de cette soutenance afin d'améliorer mon travail.

Dédicace

Je dédie mon travail avant tout à mes chers parents, Pour leur amour et leur présence dans les bons moments comme dans les moments difficiles de la vie. Quoi que je dise ou que je fasse, je n'arrivai jamais à vous remercier comme il se doit. C'est grâce à vos encouragements, vos bienveillances et votre présence à mes côtés, que j'ai réussi. Merci pour tout. Je vous aime.

A ma meilleure amie : Safa Merci d'avoir toujours été là pour moi. Tu m'as écoutée, soutenue, et encouragée quand j'en avais besoin. Tu m'as aidée à ne pas baisser les bras, même dans les moments difficiles. Ta gentillesse, ton sourire et ta présence m'ont beaucoup apporté. Ce mémoire, je le dédie à toi, avec tout mon cœur.

A mon grand frère Pour ces bons moments passés ensemble et pour m'avoir donné la passion d'aimer les animaux et la campagne.

A mon grand-père : On n'est jamais préparé au départ d'une personne que l'on a aimée pendant toute sa vie. Tu laisses un vide dans mon cœur, J'ai réalisé ton rêve pour toi et j'ai terminé mes études grâce à ton soutien pour moi. Je ne t'oublierai jamais jidou repose en paix.

A ma sœur Dyna pour leur sympathie, et leur bienveillance, que dieu les protège.

A mes chats : Zahô et Paolo ma source d'énergie et de bonheur Je vous aime.

Résumé

Résumé : Le *Mugil cephalus*, espèce halieutique d'intérêt nutritionnel et écologique, se caractérise par sa plasticité physiologique et sa capacité à coloniser divers habitats aquatiques. Cette étude vise à analyser la teneur en graisses corporelles chez cette espèce, en relation avec les paramètres morphométriques, dans trois zones de pêche du golfe d'Annaba et Jijel. Trente spécimens adultes ont été collectés entre février et mai 2025, puis analysés à l'aide d'un Fish Fatmeter. Les résultats révèlent une variation significative du taux de graisse selon les zones : 1,5 % à Annaba (Z1), 3,6 % à El Tarf (Z2), et 1,5 % à Jijel (Z3). L'analyse statistique (ANOVA) confirme une différence très hautement significative entre El Tarf et les deux autres zones, suggérant une influence environnementale sur l'accumulation lipidique. Le *Mugil cephalus* pêché à Annaba et Jijel présente une qualité nutritionnelle similaire et satisfaisante pour la consommation. Cette recherche met en lumière l'importance de la localisation géographique dans l'évaluation de la qualité biologique du mullet.

Mots-clés : *Mugil cephalus*, graisse corporelle, golfe d'Annaba, Fish Fatmeter, morphométrie, ANOVA.

Abstract:

Mugil cephalus, a fish species of nutritional and ecological importance, is known for its physiological plasticity and ability to inhabit diverse aquatic environments. This study aims to analyze the body fat content of this species, in relation to morphometric parameters, across three fishing zones in the Gulf of Annaba and Jijel. Thirty adult specimens were collected between February and May 2025 and analyzed using a Fish Fatmeter. Results show a significant variation in fat content between zones: 1.5% in Annaba (Z1), 3.6% in El Tarf (Z2), and 1.5% in Jijel (Z3). Statistical analysis (ANOVA) confirms a highly significant difference between El Tarf and the other two zones, suggesting that environmental factors influence fat accumulation. *Mugil cephalus* from Annaba and Jijel share similar nutritional quality, deemed suitable for consumption. This study highlights the importance of geographic location in assessing the biological quality of this fish.

Keywords: *Mugil cephalus*, body fat, Gulf of Annaba, Fish Fatmeter, morphometry, ANOVA.

ملخص

بعد *Mugil cephalus*

من الأنواع السمكية ذات الأهمية الغذائية والبيئية، ويتميز بمرونته الفسيولوجية وقدرته على التكيف في بيئات مائية متنوعة. تهدف هذه الدراسة إلى تحليل نسبة الدهون الجسمية لهذا النوع وربطها بالمعايير المورفومترية، في ثلاث مناطق صيد داخل خليج عنابة (عنابة، الطارف، جيجل). تم جمع ثلاثين عينة من الأسماك البالغة خلال الفترة ما بين فبراير وماي 2025، وتم تحليلها باستخدام جهاز قياس الدهون (Fish Fatmeter) أظهرت النتائج وجود تفاوت واضح في نسبة الدهون بين المناطق: 1.5% في عنابة، 3.6% في الطارف، و1.5% في جيجل. أكدت التحاليل الإحصائية (ANOVA) وجود فروق معنوية عالية بين منطقة الطارف وبقية المناطق، مما يشير إلى تأثير العوامل البيئية على تراكم الدهون. كما أظهرت النتائج تشابهاً في القيمة الغذائية بين أسماك عنابة وجيجل، مما يجعلها مناسبة للاستهلاك. وتُبرز هذه الدراسة أهمية الموقع الجغرافي في تقييم الجودة البيولوجية لسمك

الكلمات المفتاحية: الدهون الجسمية، خليج عنابة، جهاز قياس الدهون، القياسات المورفومترية، *Mugil*

ANOVA ,*cephalus*

Liste des tableaux :

Tableau n°01 : description de la méthode morphométrique de la Zone1

Tableau n°02 : description de la méthode morphométrique de la Zone2

Tableau n°03 : description de la méthode morphométrique de la Zone3

Tableau n°04 : description d'analyses de la graisse corporelle de la Zone 01,02,03

Tableau n°05 : Résultats de l'analyse de la variance à un critère de la comparaison, entre, la morphométrique et le taux des graisses corporelles pour les zones 01 et 02

Tableau n°06 : Résultats de l'analyse de la variance à un critère de la comparaison, entre, la morphométrique et le taux des graisses corporelles pour les zones 01 et 03

Tableau n° 07 : Résultats de l'analyse de la variance à un critère de la comparaison, entre, la morphométrique et le taux des graisses corporelles pour les zones 02 et 03

Liste des figures :

Figure n°01 : Mulet Chinois (fisheryfood.com)

Figure n°02 : illustration ancienne en couleur du mullet cabot (*Mugil cephalus*)

Figure n°03 : Régime alimentaire du *Mugil cephalus*

Figure n°04 : une carte illustrant la répartition géographique du *Mugil cephalus*

Figure n°05 : Wilayat inclus dans le cadre de l'étude

Figure n°06 : glacière de transport des échantillons

Figure n° 07 : filet de pêche (l'atelier de Laurie)

Figure n°08 : Règle ichtyométrique pour mesurer la longueur totale des poissons

Figure n°09 : Balance électronique de précision

Figure n°10 : l'appareil de FISH FATMETER

Figure n°11 : échantillons de mullet (*Mugil cephalus*) collectés pour l'étude (février)

Figure n°12 : échantillons de mullet (*Mugil cephalus*) collectés pour l'étude (mai)

Figure n°13 : mesure du poids corporel d'un mullet (*Mugil cephalus*)

Figure n°14 : mesure de la taille d'un mullet avec une règle ichtyométrique

Figure n°15 : Site de mesure de la teneur en graisse sur un Mugil à l'aide du Fish Fatmeter

Figure n°16 : mesure du taux de graisse d'un mullet (*Mugil cephalus*) à l'aide d'un FISH FATMETRE

Figure n°17 : mesure moyenne (2ème) initiale du taux de graisse chez le mullet avec le FISH FATMETRE

Figure n°18 : résultat final (8ème) de la mesure du taux de graisse chez le mullet avec le FISH FATMETRE

Figure N° 19 : Histogramme de l'évaluation du taux de graisses corporelle chez le Mugil cephalus en fonction des zones de pêche.

Liste d'abréviation :

%	Pourcentage
‰	Mille pour cent
µg	Microgramme
Kcal	Kilocalorie
KJ	Kilojoules
°C	Degré Celsius
Z1	Annaba
Z2	El Tarf
Z3	Jijel
K	Degré de liberté
LTZ	Longueur total de la zone
TGZ	Taux de graisse de la zone
PTZ	Poids total de la zone
NS	Pas de différences significatives
*	Existe des différences significatives
**	Existe des différences hautement significatives
***	Existe des différences très hautement significatives
Ddl	Degré de liberté
CM	Carré moyen
Fobs	Valeur observée de la variable F
Prob	Probabilité

Tables des Matières

Remerciements

Dédicace

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction.....1

Bibliographie

Chapitre I : Revue bibliographique

I.1. Généralités sur *Mugil cephalus*4

I.2. Description morphologique6

I.3. Régime alimentaire7

I.4. Habitat7

I.5. Répartition géographique9

I.6. Valeur nutritionnelle10

I.7. Cycle de vie et reproduction12

I.8. Importance économique13

Matériel et Méthodes

I. Objectif.....16

II.1. Matériel16

Zone d'étude	16
II.1.1. Matériel biologique et de mesure	16
Utilisation de l'appareil Fish Fatmeter	20
II.2. Méthodes	21
II.2.1. Méthode morphométrique	22
II.2.2. Méthode d'analyse de la graisse corporelle	22
II.2.3. Méthode d'analyse statistique (ANOVA)	23
Résultats et discussions	
Résultats.....	28
III.1. Résultats morphométriques	28
III.2. Résultats d'analyse de la graisses corporelles	29
III.3. Résultats d'analyse statistique (ANOVA)	29
Discussion	31
Conclusion	
Conclusion	34
Recommandations	34
Reference bibliographiques	
Références bibliographiques	36

Introduction

I. Introduction :

Dans un contexte marqué par les pressions environnementales et anthropiques croissantes, l'évaluation de l'état physiologique des espèces marines est devenue un enjeu fondamental pour la gestion durable des ressources halieutiques. Parmi les indicateurs biologiques les plus pertinents, la teneur en lipides corporels est reconnue pour refléter l'état nutritionnel, la condition physiologique, ainsi que le potentiel reproducteur des poissons (Saito, 2023).

Le *Mugil cephalus*, ou mullet cabot, est une espèce euryhaline largement répandue dans les écosystèmes côtiers tropicaux et tempérés. Sa grande tolérance aux variations de salinité et de température, ainsi que son régime alimentaire opportuniste, en font un excellent modèle pour l'étude de l'influence des facteurs environnementaux sur la composition corporelle (Bordbar, 2004).

La teneur en lipides chez cette espèce est modulée par divers facteurs, tels que les conditions abiotiques (température, salinité), le cycle de reproduction, ou encore la disponibilité alimentaire. Ces paramètres influencent directement les profils lipidiques musculaires et hépatiques, mais aussi les réserves énergétiques globales de l'individu (Saito, 2023).

Traditionnellement, l'analyse des graisses corporelles repose sur des méthodes chimiques destructives, coûteuses et peu adaptées aux études de terrain à grande échelle. L'apparition de technologies portables et non invasives, telles que le Fish Fatmeter, permet désormais d'estimer rapidement et avec fiabilité la composition lipidique des poissons sans compromettre leur intégrité (Leblanc, 2015).

Dans cette optique, le présent travail vise à évaluer la teneur en graisses corporelles du *Mugil cephalus* pêché dans trois zones côtières algériennes — Annaba, El Tarf et Jijel — à l'aide du Fish Fatmeter, et à analyser l'éventuelle corrélation entre ces teneurs et les paramètres morphométriques des spécimens. Ce travail permettra d'améliorer les connaissances sur l'écophysiologie de l'espèce dans le contexte local et de contribuer à une meilleure gestion des ressources halieutiques algériennes.

BIBLIOGRAPHIE

Chapitre I : Revue bibliographique

I.1. Généralités sur *Mugil cephalus*

Depuis les années 1960, le mullet à grosse tête est élevé en aquaculture dans divers pays. En Russie, cela se pratique depuis 1930 dans les régions de la mer Noire et de la mer Caspienne. En Israël, il a été introduit en 1957 pour être cultivé avec la carpe, et aux Philippines, l'élevage avec le milkfish a commencé en 1953. À Hong Kong, des étangs en polyculture avec la carpe sont utilisés depuis 1940 pour l'élevage intensif du mullet. En Inde, l'élevage existe depuis l'Antiquité, bien qu'il ne soit pas reporté dans les statistiques de la FAO. En Corée et à Taïwan, le mullet est également cultivé, surtout en polyculture avec la carpe. Aux États-Unis, il est élevé comme poisson d'appât depuis les années 1940, et des essais d'élevage à petite échelle ont eu lieu dans les pays du Golfe.

(https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/I1129m/file/fr/fr_flatheadgreymullet.htm)

Le mullet (*Mugil cephalus*) démontre une exceptionnelle capacité à survivre dans des environnements très variés, allant des eaux marines salées aux zones saumâtres, voire aux eaux douces. Cette plasticité physiologique en fait une espèce modèle pour les systèmes aquacoles diversifiés. (Whitfield, 2003)

Le mullet gris (*Mugil cephalus*) est une espèce de poisson de la famille des mulets (*Mugilidae*), largement répandue dans les eaux côtières tropicales et subtropicales à travers le monde. Également désigné sous le nom de mullet rayé, ce poisson allongé se distingue par son corps gris argenté, parsemé de rayures sombres sur les flancs. Il se nourrit principalement de petits crustacés, de vers et d'autres petites créatures marines. Le mullet gris, pouvant atteindre une taille de 90 cm pour un poids de 4,5 kg, est très prisé tant pour la pêche commerciale que récréative en raison de son goût délicieux et de sa valeur nutritionnelle. Ce poisson est généralement préparé frais, en étant grillé, cuit au four ou rôti, et il est souvent accompagné de citron, de beurre ou d'herbes pour rehausser sa saveur. (<https://fr.fisheryfood.com/frozen-fish/chinese-mullet-gutted.html>)

Dans certaines régions d'Asie du Sud-Est, le mullet est valorisé non seulement comme ressource alimentaire, mais aussi pour ses vertus médicinales présumées, notamment dans le traitement des troubles digestifs, selon les pratiques de médecine traditionnelle. (FAO, 2022)



Figure N°01 : Mulet Chinois (fisheryfood.com)

Le mullet à grosse tête est un poisson diurne qui se nourrit principalement de zooplancton, de plantes mortes et de détritus. Son appareil digestif, avec un gésier à paroi épaisse, lui permet de traiter les détritus et joue un rôle essentiel dans l'écoulement de l'énergie au sein des écosystèmes estuariens. Il se nourrit en suçant les sédiments de surface et ingère également des micro-algues présentes dans l'écume à l'interface air-eau.

Les larves de mullet consomment surtout des micro-crustacés, des copépodes et des débris végétaux. En grandissant, les mullets ingèrent davantage de sable et de détritus, ce qui reflète une alimentation plus axée sur les substrats du fond. (FAO, 2009)

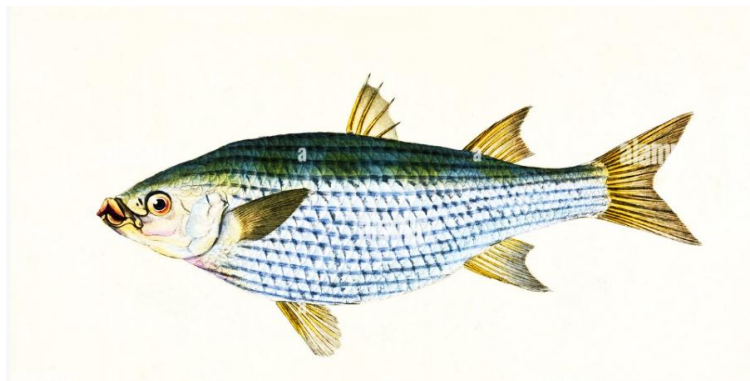


Figure N°02 : illustration ancienne en couleur du mullet cabot (*Mugil cephalus*) (alamy.com)

La présence du mullet dans un écosystème aquatique peut être interprétée comme un indice de qualité environnementale. Inversement, son absence dans des zones historiquement peuplées peut signaler une dégradation liée à la contamination par des polluants. (El-Moselhy, 2014)

Des recherches menées dans les estuaires du sud de la Chine ont mis en évidence une ingestion significative de microplastiques par les mullets, révélant leur exposition directe à la pollution plastique dans les milieux côtiers. **(Zhang, 2023)**

I. 2.Description:

Le mullet a un corps robuste et cylindrique, avec une tête large qui dépasse la fente buccale. Sa paupière adipeuse recouvre presque entièrement la pupille, et sa lèvre supérieure est fine, sans papilles. Les dents de la mâchoire supérieure sont petites, droites et disposées en plusieurs rangées. La fente buccale se termine sous la narine postérieure. Il possède deux nageoires dorsales, la première avec 4 épines et la seconde avec 8 à 9 rayons mous. La première nageoire dorsale est située plus près du museau que de la nageoire caudale, tandis que la seconde se trouve entre la moitié et le quart de la base de la nageoire anale. La nageoire anale compte 8 rayons mous. Les nageoires pectorales comprennent 16 à 19 rayons, et la pectorale axillaire mesure environ un tiers de la longueur de la nageoire. Il possède 2 cæcal pyloriques et 36 à 45 écailles sur les séries latérales. La couleur dorsale est bleu-vert, tandis que les flancs et le ventre sont pâles ou argentés, avec des raies longitudinales formées par les écailles. Une tache sombre est présente sur l'axillo-pectoral. **(FAO, 2009)**

Le mullet, connu pour sa silhouette fusiforme, affiche un corps allongé et légèrement comprimé latéralement. Sa tête est aplatie avec un front large et droit. Ses yeux sont partiellement recouverts par une membrane adipeuse, un caractère typique de l'espèce. La bouche est petite, orientée vers l'avant, sans protubérances ni papilles, et la lèvre supérieure est fine. Les dents, très réduites, sont organisées en plusieurs lignes discrètes le long des mâchoires. Ce poisson possède deux nageoires dorsales bien distinctes : la première, armée de 4 rayons épineux, se situe à peu près à mi-distance entre l'extrémité du museau et la base de la queue ; la seconde, entièrement composée de rayons mous (habituellement 8 ou 9), commence plus en arrière. La nageoire anale est également composée uniquement de rayons souples, entre 8 et 9. Les nageoires pectorales, bien développées, contiennent entre 15 et 19 rayons, et l'appendice axillaire y est particulièrement visible. La ligne latérale est absente, mais on compte de 35 à 45 écailles le long du flanc. La coloration générale varie du bleuâtre ou verdâtre sur le dos à des tons argentés sur les flancs, traversés par des bandes longitudinales sombres formées par les écailles. Une tache noire marquée est visible à la base des nageoires pectorales. **(Whitfield, 2015)**

Le mulot, *Mugil cephalus*, présente une structure anatomique adaptée à son mode de vie benthopélagique. Son système digestif est relativement long et complexe, indiquant une alimentation variée, principalement basée sur des matières organiques en suspension et des micro-algues. L'estomac est divisé en deux parties principales : un estomac antérieur musculé servant à broyer les particules alimentaires, et une chambre pylorique où commence la digestion enzymatique. Deux cæca pyloriques allongés favorisent l'absorption des nutriments. Le foie volumineux, lobé et de couleur sombre joue un rôle essentiel dans la régulation énergétique et le stockage des lipides. Sur le plan respiratoire, les branchies sont dotées de nombreuses lamelles fines qui permettent un échange gazeux efficace dans des eaux parfois pauvres en oxygène. Quant au squelette, il est composé d'os fins mais robustes qui offrent au corps une flexibilité nécessaire pour nager aussi bien en eau douce qu'en mer. Le système sensoriel est hautement développé, avec une membrane adipeuse recouvrant partiellement les yeux pour les protéger contre la forte luminosité des zones côtières. (Harrison, 1997)

I.3. Régime alimentaire de *Mugil cephalus*

Le mulot cabot, *Mugil cephalus*, est une espèce de poisson largement opportuniste sur le plan alimentaire. Son régime se compose principalement de débris organiques présents sur les fonds aquatiques, de micro-organismes comme les diatomées, ainsi que de petites algues et de divers invertébrés. Ce poisson benthophage ingère également des matières en décomposition et le biofilm qui se forme à la surface des sédiments. D'après les observations d'Odum (1970), cette espèce contribue à la valorisation écologique des zones littorales en favorisant la décomposition de la matière organique et en participant au recyclage des nutriments.

Blaber (2000) a également précisé que les algues microscopiques et les diatomées représentent des sources alimentaires majeures pour les jeunes et les adultes vivant en milieux estuariens. Ce régime varié témoigne de la grande plasticité trophique de cette espèce et de son rôle fonctionnel dans les écosystèmes côtiers.

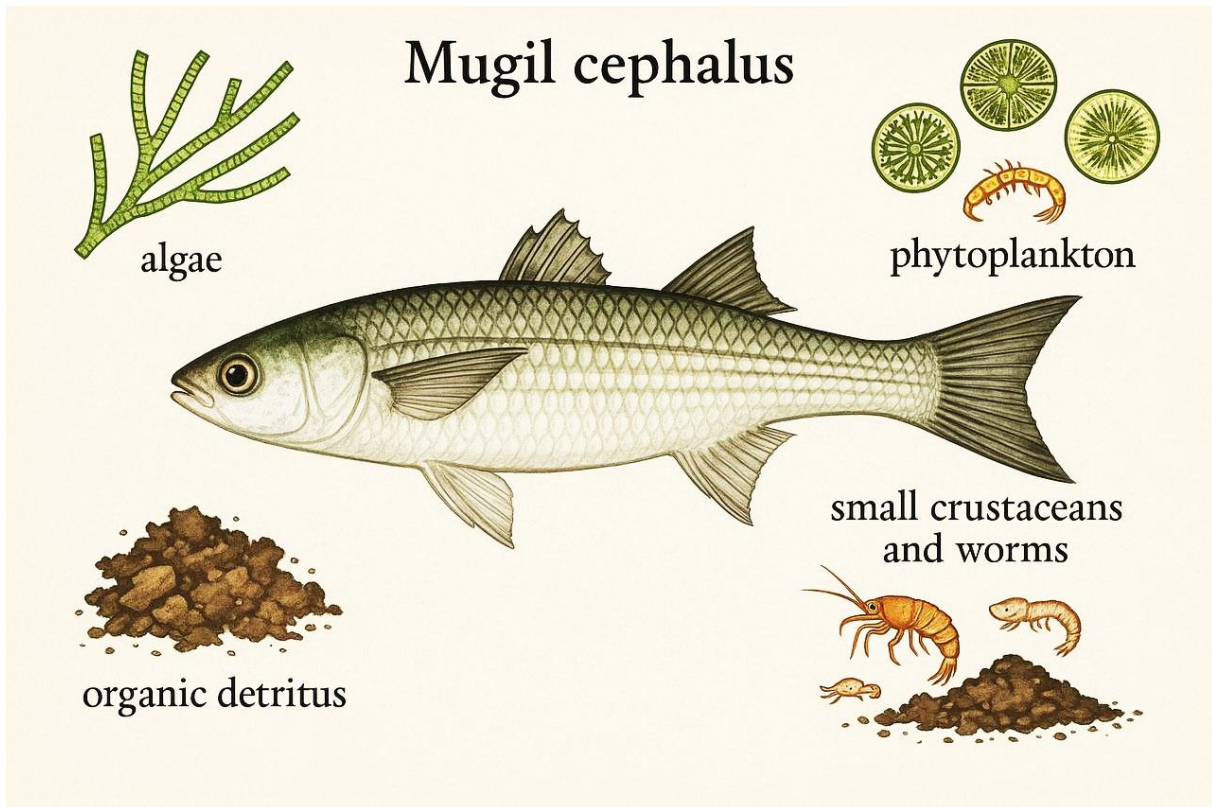


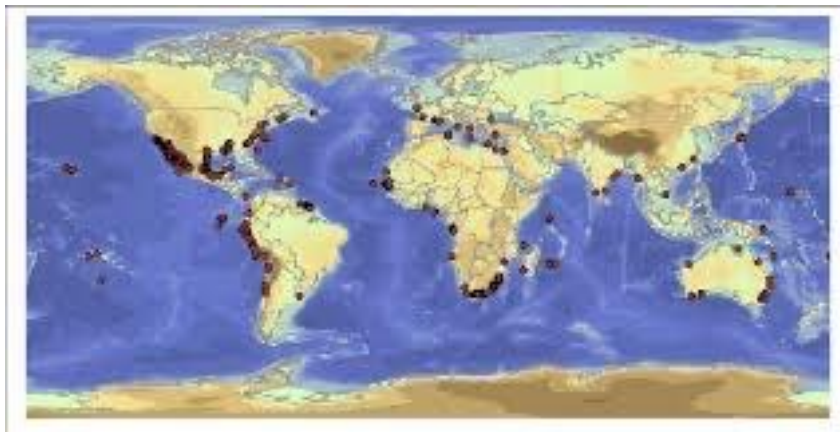
Figure N°03 : Régime alimentaire du *Mugil cephalus*

I.4.Habitat de *Mugil cephalus*

Mugil cephalus évolue dans des habitats côtiers diversifiés, comprenant les estuaires, les lagunes et les embouchures de rivières, où il trouve des conditions favorables à son développement. Ce poisson présente une forte tolérance aux variations de salinité et de température, ce qui lui permet de coloniser des milieux allant des eaux douces aux eaux salées. Selon **Whitfield et al. (2012)**, il privilégie les zones peu profondes dotées de substrats meubles où abondent les ressources alimentaires. Les adultes effectuent des migrations saisonnières vers le large pour se reproduire, tandis que les juvéniles préfèrent rester dans des eaux calmes et protégées à forte productivité organique. Grâce à cette capacité à occuper différents milieux et à s'adapter à des conditions changeantes, cette espèce joue un rôle clé dans la structuration des communautés aquatiques littorales.

I.5.Répartition géographique de *Mugil cephalus*

La répartition de *Mugil cephalus* s'étend sur une grande partie des régions marines tempérées et tropicales du monde. On le rencontre dans les eaux de l'océan Atlantique, de la mer Méditerranée, de l'océan Indien ainsi que dans l'océan Pacifique, depuis les zones côtières européennes jusqu'aux littoraux d'Afrique, des Amériques, d'Asie et d'Océanie. **Thomson (1966)** explique que cette large répartition est le résultat de la remarquable capacité de cette espèce à supporter des conditions environnementales très contrastées. **Harrison (2002)** souligne que, bien qu'il soit présent dans de nombreuses régions du globe, des différences génétiques existent entre les populations en raison des barrières géographiques et des déplacements migratoires associés à leur cycle de vie et à leur alimentation.



FigureN°04 : une carte illustrant la répartition géographique du *Mugil cephalus*
(FishBase2006)

On le retrouve notamment :

- Dans l'Atlantique occidentale, de la Nouvelle-Écosse (Canada) jusqu'à l'Argentine, incluant le golfe du Mexique, mais absent des Bahamas et de la plupart des Antilles.
- Dans l'Atlantique orientale, du golfe de Gascogne jusqu'à l'Afrique du Sud, incluant la mer Méditerranée et la mer Noire.
- Dans le Pacifique oriental, de la Californie du Sud jusqu'au Chili.
- Dans le Pacifique occidental, du Japon à l'Australie.
- Dans l'océan Indien occidental, de l'Inde à l'Afrique du Sud.

Cette large distribution est due à sa tolérance aux variations de salinité et de température, ce qui lui permet de fréquenter aussi bien les eaux marines que les estuaires et les lagunes côtières. (Panfili2006)

I.6.Valeur Nutritionnelle

Sur le plan nutritionnel, la chair de *Mugil cephalus* est reconnue pour sa richesse en protéines de haute qualité et sa faible teneur en matières grasses. Ce poisson fournit des acides gras polyinsaturés, notamment des oméga-3 tels que l'EPA et le DHA, qui sont réputés pour leurs effets bénéfiques sur la santé humaine, notamment pour le système cardiovasculaire et le développement cérébral. Alasalvar et al. (2002) ont noté que la composition lipidique de cette espèce varie en fonction des saisons et de l'environnement dans lequel elle évolue, avec des concentrations plus importantes avant la reproduction et dans les zones estuariennes.

Par ailleurs, Özogul et Özogul (2007) ont démontré que *M. cephalus* est également une excellente source de minéraux et d'acides aminés essentiels, et présente une faible proportion de graisses saturées, ce qui en fait un aliment de choix dans une alimentation équilibrée et saine.

Le mullet gris est bon pour le bon fonctionnement de notre organisme, car il est source de graisses, de protéines, de phosphore, de vitamine B1, de vitamine PP, de fluor, d'acides gras oméga-3.

Il est prouvé qu'une consommation régulière de mullet gris peut réduire le risque de problèmes cardiaques. Manger ce poisson a également un effet positif sur le fonctionnement cérébral. De plus, la consommation de mullet gris contribue à apporter de la bonne humeur. Selon des études, les personnes qui mangent du poisson 2-3 fois par semaine souffrent relativement moins souvent d'états dépressifs. (<https://fr.fisheryfood.com/frozen-fish/chinese-mullet-gutted.html>)

		Average	Min	Max
<u>Nutritional value</u>	Valeur calorique en Kcal / 100g	105	103	108
	Valeur calorique en Kj /100g	442	435	454
	Humidité en g /100g	75,5	75,1	75,8
	Cendres en g/ 100g	1,1	1,0	1,1
	Protides en g/ 100g	20,1	19,5	20,5

Glucides par différence en g / 100g	1,2	0,3	2,9
Lipides totaux en g/ 100g	2,2	1,5	2,8
Cholestérol en mg/ 100g	59,0	56,9	61,1

		Average	Min	Max
<u>Acides gras</u>	AG saturés (mg/100g)	1247	1207	1293
	AG monoinsaturés (mg/100g)	1268	1235	1311
	AG polyinsaturés (mg/100g)	1220	1160	1283
	Oméga 6 (mg/100g)	132	123	141
	Oméga 3 (mg/100g)	923	866	973
	EPA (mg/100g)	522	492	552
	DHA (mg/100g)	165	148	170
		Average	Min	Max

Minéraux et oligoéléments

Sodium en mg / 100g	70,4	68,0	72,1
Calcium en mg / 100g	13,6	12,9	14,1
Potassium en mg / 100g	305	295	333
Magnésium en mg / 100g	26,7	26,0	27,5
Fer en mg / 100g	0,70	0,51	1,0
Cuivre en mg / 100g	<0,1	-	-
Zinc en mg / 100g	0,58	0,54	0,64
Manganèse en mg / 100g	<0,1	-	-
Phosphore en mg / 100g	171	160	182
Iode en µg/100g	14	13	15
Sélénium en µg / 100g	17	15	19
Chlorures en mg / 100g	-	-	-

	Average	Min	Max
--	---------	-----	-----

Vitamines

Vitamine A (rétinol) µg / 100g	<2	-	-
Vitamine E en mg / 100g	0,64	0,54	0,74
Vitamine D en µg / 100g	2,12	1,61	2,69
Vitamine B1 (Thiamine monochlorhydrate) en mg / 100g	0,16	0,16	0,17
Vitamine B2 (riboflavine) en mg / 100g	0,24	0,23	0,27
Vitamine B5 (acide pantothénique) en mg / 100g	0,76	0,64	552
Vitamine B6 (pyridoxine + -al + -amine HCl) en mg / 100g	0,37	0,35	0,40
Vitamine PP (amide nicotinique) en mg / 100g	6,31	5,39	6,98
Vitamine B12 (cyanocobalamine) en µg / 100g	5,56	4,55	6,39
Caroténoïdes totaux (mg / 100g)	-	-	-

-

<https://www.nutraqua.com/fr/compositions/31-mulet.html>

I.7.Cycle de vie et reproduction de *Mugil cephalus*

Le *Mugil cephalus*, aussi connu sous le nom de mulot cabot ou mulot à grosse tête, possède un cycle de vie amphibiotique, ce qui signifie qu'il utilise différents milieux (marin, saumâtre, voire doux) au cours de son développement.

La reproduction se fait généralement en milieu marin, loin des côtes, où les adultes migrent pour frayer. Cette migration est souvent saisonnière : elle a lieu en automne ou en hiver, selon les régions. Les femelles peuvent pondre plusieurs centaines de milliers d'œufs pélagiques, c'est-à-dire qui flottent librement dans la colonne d'eau. Le frai se déroule généralement en groupes, favorisant une fécondation externe efficace. (Whitfield, 2012)

Développement larvaire et habitat juvénile :

Après l'éclosion, les larves mesurent à peine quelques millimètres. Elles dérivent avec les courants marins vers les zones côtières peu profondes telles que les estuaires, les lagunes et les embouchures de rivières. Ces zones sont riches en nutriments et protègent les juvéniles contre les prédateurs. Les jeunes mulots passent plusieurs mois dans ces habitats estuariens avant de migrer progressivement vers des eaux plus ouvertes. (FAO, 2020).

Croissance et maturité sexuelle :

La croissance est rapide pendant les premières années. En général, *Mugil cephalus* atteint la maturité sexuelle entre l'âge de 2 à 4 ans, selon les conditions environnementales. La longévité de l'espèce peut atteindre 13 à 16 ans dans des conditions optimales. **(Mahmoud, 2018).**

La reproduction du mulot nécessite une migration saisonnière vers des zones marines profondes pour la ponte, rendant son élevage en captivité dépendant de techniques spécifiques, notamment l'induction hormonale artificielle. **(Crosetti, 2015)**

Dans les lagunes salines tropicales, la maturation ovarienne chez les mulots précède la migration vers la mer, comme en témoigne la taille réduite des ovocytes mesurés dans les phases pré-scanning. **(Soyinka, 2017).**

II. Importance économique de *Mugil cephalus***Ressource halieutique majeure :**

Le *Mugil cephalus* est une espèce ciblée dans de nombreuses pêcheries côtières. Sa chair est considérée comme savoureuse, maigre et riche en protéines. Elle est commercialisée fraîche, fumée, salée ou congelée. **(FAO, 2020).**

Aquaculture :

Grâce à sa tolérance à une large gamme de salinités, *Mugil cephalus* est élevé dans des systèmes d'aquaculture intégrée. Elle est souvent utilisée en polyculture avec d'autres espèces pour réduire les déchets organiques et améliorer la durabilité. **(Whitfield, 2012).**

Produit de luxe : la poutargue :

Les gonades femelles sont extraites, salées et séchées pour produire la poutargue, un aliment de luxe prisé en Méditerranée. Ce produit est exporté vers des marchés internationaux. **(Froese, 2024)**

Rôle écologique et durabilité :

En tant qu'espèce détritivore, *Mugil cephalus* contribue à recycler la matière organique et à maintenir l'équilibre écologique des zones côtières. Sa grande adaptabilité en fait une espèce indicatrice de la santé des écosystèmes aquatiques. **(Whitfield, 2012)**

Le *Mugil cephalus*, en plus de fournir une chair et des œufs de grande valeur, est exploité dans son intégralité pour maximiser son potentiel économique. Les parties habituellement considérées comme des déchets, telles que la peau et les viscères, sont transformées en produits dérivés comme la farine de poisson et des huiles riches en oméga-3. De plus, l'industrie cosmétique tire parti du collagène extrait de ces sous-produits, favorisant ainsi une approche d'économie circulaire dans le secteur halieutique (**Rincón, 2022**).

Dans de nombreuses communautés côtières des pays en développement, le *Mugil cephalus* joue un rôle fondamental en tant que source de nourriture, mais également comme pilier économique. La pêche artisanale de cette espèce contribue non seulement à la sécurité alimentaire locale, mais assure aussi la création d'emplois et soutient des milliers de familles vivant de ressources marines (**FAO, 2022**).

Par ailleurs, le commerce international du *Mugil cephalus*, sous ses diverses formes — frais, transformé ou en produits spécialisés — représente une part significative des exportations halieutiques de plusieurs pays. Les marchés européens, asiatiques et américains manifestent un intérêt croissant pour cette espèce, générant ainsi des revenus considérables et renforçant la compétitivité des économies littorales (**Subasinghe, 2020**).

L'introduction du *Mugil cephalus* dans les programmes de diversification aquacole s'avère être une stratégie économique prometteuse. En raison de son régime omnivore et de ses faibles besoins alimentaires comparés aux espèces carnivores, il permet de réduire les coûts de production et d'améliorer la durabilité des exploitations aquacoles, contribuant ainsi à sécuriser les investissements dans le secteur piscicole (**Biswas, 2012**).

Matériel et méthodes

I. Objectif:

L'objectif principal de ce mémoire est d'analyser la composition, la répartition et les variations des graisses corporelles chez *Mugil cephalus*, en vue de mieux comprendre leur rôle physiologique, leur valeur nutritionnelle, ainsi que les facteurs influençant leur accumulation, tels que l'alimentation, la saison, ou l'environnement.

II. Matérielle et méthodes :

II.1. Matériel :

➤ Présentation de la zone d'étude :

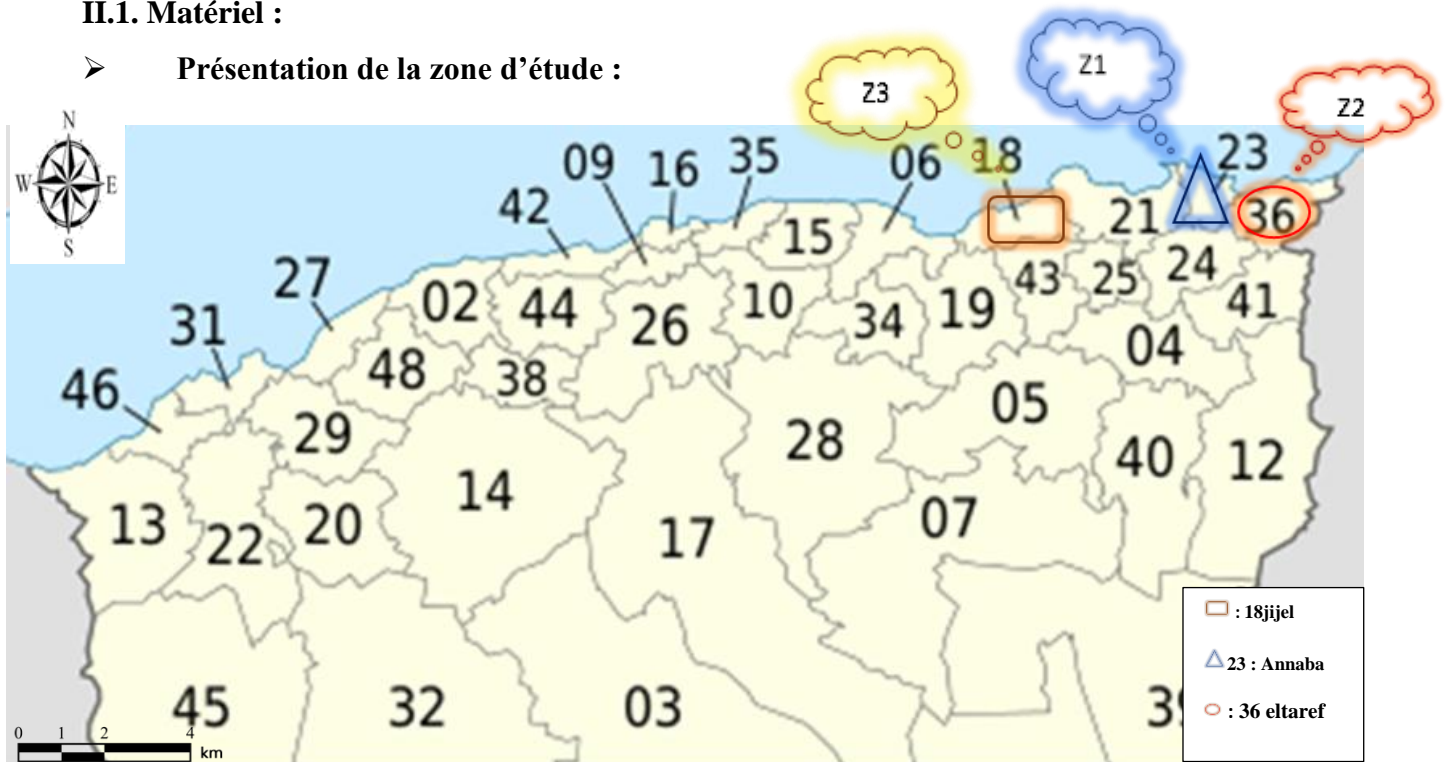


Figure N°05 : Wilayat inclus dans le cadre de l'étude (Z1=Annaba ; Z2=eltaref ; Z3=Jijel) (Eric Gaba 2019)

II.1.1. Matériel biologique :

*Matériel de prélèvement :

- Filets de pêche artisanaux
- Glacières pour le transport des échantillons

*Matériel de mesure :

- Balance électronique de précision
- Règle ichtyométrique pour mesurer la longueur totale des poissons
- Thermomètre et système de congélation (-20°C)



Figure N°06 : glacière de transport des échantillons (CHOUADRIA, 2025)



Figure N°07 : filet de pêche (l'atelier de Laurie)



Figure N°08 : Règle ichtyométrique pour mesurer la longueur totale des poissons (CHOUADRIA, 2025)

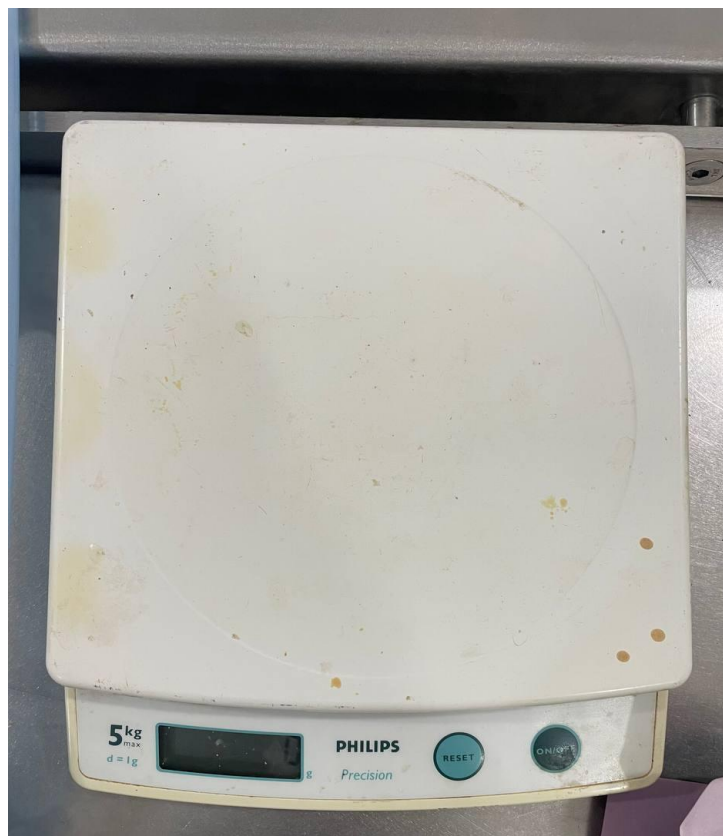


Figure N°09 : Balance électronique de précision (CHOUADRIA, 2025)

***Matériel de laboratoire :**

-Fresh Fat metre



Figure N°10 : l'appareil de FISH FATMETER (CHOUADRIA, 2025)

***Le matière biologique :** est constituée de spécimens adultes de *Mugil cephalus*, collectés dans la région du Golfe d'Annaba et Jijel, au Nord-est de l'Algérie. Un total de [30] individus ont été capturés durant la période de [février] à [mai] 2025. Les poissons ont été pêchés à l'aide de filets artisanaux, puis transportés dans des glacières vers le laboratoire pour les analyses. Chaque spécimen a été mesuré (longueur totale, poids) puis destinés aux analyses lipidiques.



Figure N°11 :echantions de mullet (*mugil cephalus*) collectés pour létude (CHOUADRIA, 2025)



Figure N°12 : enchantions de mullet (*Mugil cephalus*) collectés pour l'étude (CHOUADRIA, 2025)

Utilisation de Fresh Fat metre :

1. Test du coussinet de vérification (Check Pad Test)

➤ Il est recommandé de tester le Fatmeter avec son coussinet de vérification chaque jour. Le Fatmeter vous demandera de le vérifier peu après sa mise en marche. Une période de stabilisation de 5 minutes est recommandée après l'allumage. Le message suivant apparaîtra à l'écran : Check Pad

➤ Ceci est un rappel pour effectuer le test avant la mesure des produits. Appuyer sur Y (Oui) ou N (Non) vous mène au menu "Choices". Le test consiste à prendre des mesures en utilisant un seul réglage de calibration indiqué sur l'étiquette du coussinet. Ce réglage doit être utilisé pour les vérifications quotidiennes.

➤ Placez fermement l'appareil sur le coussinet, avec le capteur bien en contact avec la zone de test. Vérifiez que la valeur affichée est dans la plage indiquée sur le coussinet.

➤ Répétez l'opération sur l'autre face si nécessaire. Si les valeurs sont hors plage, repositionnez l'appareil correctement et répétez.

➤ Une fois validé, vous pouvez procéder à la mesure des échantillons du jour.

➤ Échec du test du coussinet

Si les valeurs sont hors tolérance :

- L'opérateur est peut-être inexpérimenté ;
- Le capteur n'est pas bien placé ou ne touche pas la zone de test.
- Lorsque l'appareil est prêt à être utilisé, écran affichera le dernier réglage détalonnage utilisé et ressemblera à l'exemple ci-dessous :

TROUT-1		
Y	SN=8	N

YES nombre d'échantillons NO

2. Mesure des échantillons de produit

Il est très important de suivre les instructions du tableau d'étalonnage fourni pour le poisson que vous mesurez. La liste de contrôle avant l'échantillonnage est la suivante :

- Vous avez choisi le bon étalonnage du poisson.

- Vous avez vérifié que le produit est naturel, sans additifs ni autres ajouts.
- Sélectionnez des échantillons de poisson au hasard. Pour les petits poissons entiers (sprat, sardine, hareng, maquereau, etc.), les échantillons doivent être regroupés par taille.
- Pour une précision maximale, suivez toujours les recommandations de mesure du tableau d'étalonnage.
- La température du poisson doit être comprise entre 0 et 10 °C, sans cristaux de glace.
- Assurez-vous que le capteur est bien appliqué sur la peau du poisson, sans poches d'air entre le capteur et l'échantillon.
- Il est normal que les lectures varient selon les parties du poisson mesurées. L'appareil prend plusieurs lectures pour donner une moyenne fiable.

Pour des résultats précis, suivez la procédure du tableau d'étalonnage, qui précise :

- Le nombre de lectures à effectuer,
- Le nombre de poissons à mesurer,
- Les emplacements sur le poisson.

La mesure peut concerner des filets, un poisson entier ou une partie spécifique. Vérifiez encore le tableau pour savoir ce que représente la lecture finale.

En général, on prend huit lectures, mais cela dépend du tableau d'étalonnage. Vous pouvez ajuster le nombre de lectures via l'option « Samples » dans le menu.

L'appareil peut stocker jusqu'à 1000 séries de données. Celles-ci peuvent être transférées à un PC via le « Data Management System », en temps réel ou ultérieurement.

II.2. Méthode :

II.2.1. Méthode morphométrique :

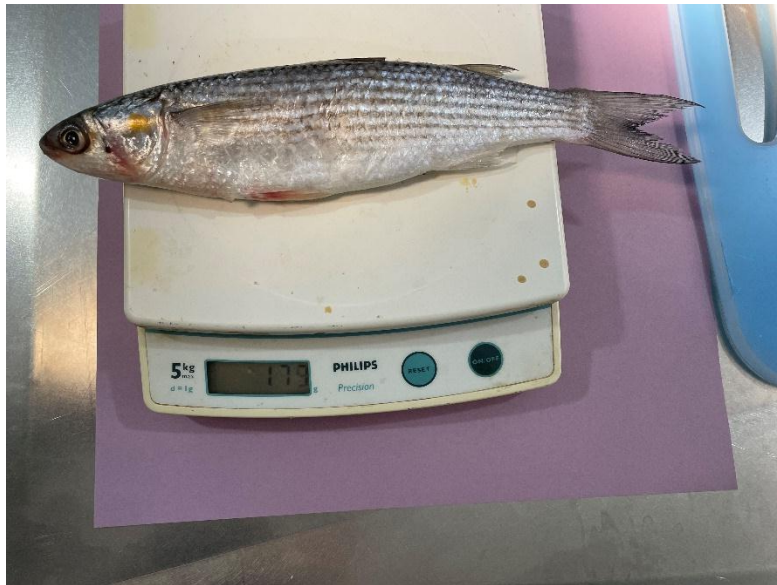


Figure N°13 : mesure du poids corporel d'un mullet (*Mugil cephalus*) (CHOUADRIA, 2025)



Figure N°14 : mesure de la taille d'un mullet avec une règle ichtyométrique (CHOUADRIA, 2025)

II.2.2. Méthode d'analyse de la graisse corporelle

On utilise des valeurs de mesures moyennes sur un total de 08 lectures par unité de mesures

On choisit 30 poissons de taille et de poids similaires dans un lot.

On regroupez-les en fonction de leur taille et de leur poids.

Essuyez l'excès d'eau à la surface des poissons, mais ne les séchez pas.

On place fermement la tête de l'instrument sur le poisson à la position indiquée ci-dessous :



Figure N°15 : Site de mesure de la teneur en graisse sur un Mugil à l'aide du Fish Fatmeter (CHOUADRIA, 2025)

- Le capteur doit être à 25 % au-dessus de la ligne d'axe et à 75 % en dessous.



Figure N°16 : Mesure du taux de graisse d'un mullet (*Mugil cephalus*) à l'aide d'un FISH FATMETRE (CHOUADRIA, 2025)

- Pour garantir des mesures précises, maintenez le bouton « Lecture » enfoncé jusqu'à ce que la mesure soit stable. Une fois la mesure stable, relâchez le bouton « Lecture ». Il est important de relâcher le bouton « Lecture » avant de retirer le capteur du poisson. En fait ça 8 fois pour obtenir la moyenne finale

Répétez l'opération pour les poissons restant.

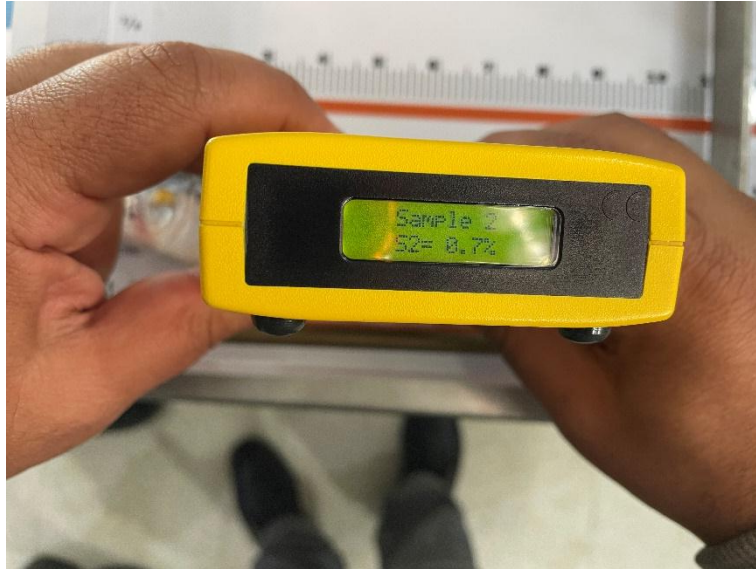


Figure N°17 : Mesure moyenne (2^{ème}) initiale du taux de graisse chez le mullet avec le FISH FATMETRE (CHOUADRIA, 2025)

- Après huit lectures, l'affichage indique la teneur moyenne en graisse de la carcasse entière de tous les poissons échantillonnés, y compris la tête, la queue, les nageoires, la peau et la cavité abdominale.



Figure N°18 : résultat final (8^{ème}) de la mesure du taux de graisse chez le mullet avec le FISH FATMETRE (CHOUADRIA, 2025).

II.2.3. Méthode d'analyse statistique

L'Analyse de la variance (ANOVA) est appliquée dont le but de rechercher les niveaux de signification entre la longueur, poids et le taux de graisse corporelle en fonction des zones d'étude séparément en comparant les moyennes des poissons pour chaque zone. La réalisation du test se fait soit en comparant la valeur de F_{obs} avec une valeur théorique $F_{1-\alpha}$ extraite à partir de la table F de FISHER pour un niveau de signification $\alpha = 0.05$ ou 0.01 ou 0.001 et pour K_1 et K_2 degrés de liberté, soit en comparant la valeur de la probabilité P avec toujours les différentes valeurs de $\alpha = 5\%$ ou 1% ou 0.1% . Selon que cette hypothèse d'égalité des moyennes est rejetée au niveau $\alpha = 0.05, 0.01, \text{ ou } 0.001$, on dit conventionnellement que l'écart observé est significatif, hautement significatif ou très hautement significatif. On marque généralement ces écarts d'un, deux ou trois astérisques (**Dagnelie, 2011**)

Résultats et discussions

III. Résultats :

II.1. Résultats de la morphométrie :

Tableau n°01 : description de la méthode morphométrique de la Zone1

N°	Moy	Ecart Type	X _{min}	X _{max}
LtZ1	25,7	1,33	23	27
PtZ1	130	28,17	110	181
TGZ1	1,25	0,60	0,9	3

LtZ1 : longueur totale de la zone 1, PtZ1 : poids total de la zone 1, TGZ1 : taux de graisse de la zone 1

Le mulot de la zone 01 se caractérise par une moyenne x de 25,7 un écart type de 1,33 et une valeur X min et X max comprise ente (23-27)

Tableau n°02 : description de la méthode morphométrique de la Zone2

N°	Moy	Ecart Type	X _{min}	X _{max}
LtZ2	18,15	7,93	16,90	43,00
PtZ2	54,5	220,6	45,4	752,0
TGZ2	3,15	0,65	2,10	4,30

Le mulot de la zone 02 se caractérise par une moyenne x de 18.15 un écart type de 7.93 et une valeur X min et X max comprise ente (16.90-43.00)

Tableau n°03 : description de la méthode morphométrique de la Zone3

N°	Moy	Ecart Type	X _{min}	X _{max}
LtZ3	20.65	1.845	19	24
PtZ3	63.65	14.71	51.10	93.40
TGZ3	1.60	0.614	0.900	2.90

Le mulot de la zone 03 se caractérise par une moyenne x de 20.65 un écart type de 1.84 et une valeur X min et X max comprise ente (19-24)

III.2. Résultats d'analyse de la graisse corporelle

Tableau n°04 : description d'analyses de la graisse corporelle de la Zone 01,02,03

Zones	Taux des graisses
Z1	1,5 %
Z2	3,6 %
Z3	1,5 %

III.3. Résultats d'analyse statistique (ANOVA)

Tableau n°05 : Résultats de l'analyse de la variance à un critère de la comparaison, entre, la morphométrie et le taux des graisses corporelles pour les zones 01 et 02.

Zones	Ddl	CM	F _{obs}	P _{rob}	OBS
Z1-Z2	1	94078	236,97	0,000	***

NS : pas de différences significatives ($P > \alpha = 0,05$)

* : existe des différences significatives ($P \leq \alpha = 0,05$).

** : existe des différences hautement significatives ($P \leq \alpha = 0,01$).

*** : existe des différences très hautement significatives ($P \leq \alpha = 0,001$)

Ddl : degré de liberté

CM : carré moyen

F_{obs} : valeur observée de la variable F

P_{rob} : probabilité

Le tableau n°05 montre qu'il existe des différences très hautement significatives.

La méthode de Tukey nous donne deux groupes de zone homogène, le 1er groupe est composé de TGZ1 alors que le 2ème groupe est composé de TGZ2. Donc sur le plan physiologique le mulot pêché dans la zone d'Eltaref et Annaba sont totalement différents.

Tableau n°06 : Résultats de l'analyse de la variance à un critère de la comparaison, entre, la morphométrique et le taux des graisses corporelles pour les zones 01 et 03

Zones	Ddl	CM	F_{obs}	P_{rob}	OBS
Z1-Z3	1	0,098	0,26	0,61	NS

Le tableau n°06 montre qu'il n'existe pas des différences significatives.

La méthode de Tukey montre qu'il s'agit d'un seul groupe des Zone homogènes composé de (TGZ3 et TGZ1).

On peut dire que les poissons pêchés au niveau de la wilaya de Annaba est similaire aux poissons pêchés aux Jijel et le taux de graisse corporelle moyen est le même pour l'ensemble des échantillons.

Tableau n° 07 : Résultats de l'analyse de la variance à un critère de la comparaison, entre, la morphométrique et le taux des graisses corporelles pour les zones 02 et 03

Zone	Ddl	CM	F_{obs}	P_{rob}	OBS
Z2-Z3	1	14,79	36,93	0,000	***

Le tableau n°07 montre qu'il existe des différences très hautement significatives.

La méthode de Tukey nous donne deux groupes de zone homogène, le 1er groupe est composé de TGZ2 alors que le 2ème groupe est composé de TGZ3. Donc sur le plan physiologique le mullet pêché dans la zone d'El Tarf et Jijel sont totalement différents.

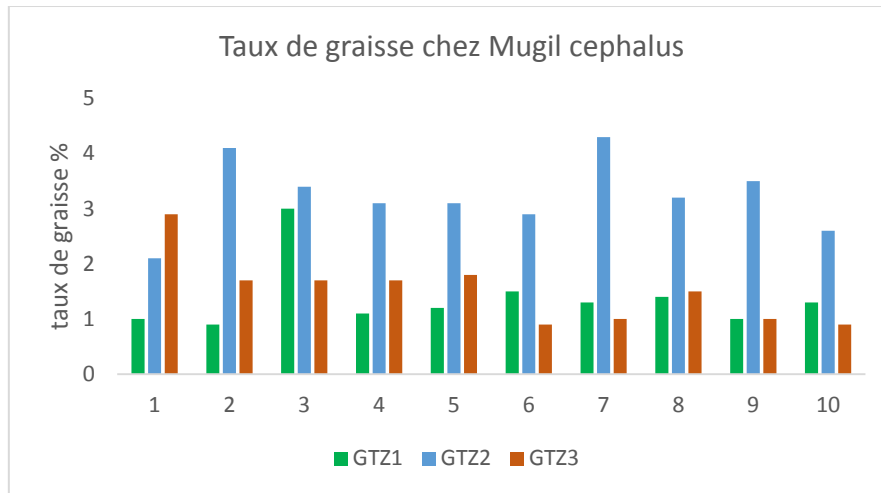


Figure N° 19 : Histogramme de l'évaluation du taux de graisses corporelle chez le *Mugil cephalus* en fonction des zones de pêche.

L'analyse de la figure N°17 montre clairement que le Mullet pêché dans la zone d'El Tarf possède le taux de graisse corporelle le plus élevé tandis que le taux de graisse moyen enregistré dans les zones 1 et 3 reste proche.

En effet le taux de graisse enregistré durant notre expérimentation est acceptable et ne présente aucun risque sur la santé du consommateur, donc on recommande aux pêcheurs de fréquenter ces zones de pêche.

IV. Discussion :

-Des travaux de recherches réalisés en méditerranée côtes Tunisiennes ; ont montrés que le taux de graisse diminue avec la salinité en comparaison avec l'eau douce. **(KHERIJI, 2017)**

D'autres chercheurs ont démontré en Mauritanie un taux élevé d'acide gras dans les gonades femelle de mullet qui est proche de 30,9% dans la région de Nouakchott et d'acides gras saturés 17,9% dans l'Océan Atlantique et 2,8% dans la Mer Méditerranéenne, alors La quantité lipidique de la boutargue (gonades femelles) atlantique est supérieure à celle de la Méditerranée et la qualité de la boutargue Méditerranéenne est meilleure que celle de l'Atlantique. **(Romdhane, 2023)**

-Nos résultat de graisses corporelles sont proche à des résultats trouves en France dans l'Atlantique qui est 1.27%.<https://www.nutraqua.com/en/compositions/31-mulet.html>

L'abaissement de la température du milieu de 26 a14°C, entraine une augmentation plus importante d'acides gras satures de 0,5‰ à 35‰, et la chute de salinité semble diminuer les réserves lipidiques du poisson pêché dans les côtes Tunisiennes (**Souhaila, 2003**), ceci est en contradiction avec nos résultats qui montre une corrélation positive entre la température et le taux de graisse corporelle.

Conclusion

Conclusion :

- ✓ La taille du *Mugil cephalus* varie en fonction des zones de pêche et le cycle de vie (alimentation, reproduction, occupation du territoire).
- ✓ L'analyse de la variance a un critère de classification montre des différences très hautement significatives entre la morphométrie et le taux des graisses corporelle.
- ✓ Deux groupes de zone de pêche homogène sont déterminer.
- ✓ Le *Mugil cephalus* pêché aux niveaux de Annaba est le même que Jijel car il s'agit de même modèle de groupe.
- ✓ Le taux de graisse augmente dans la période d'échantillonnage graduellement.
- ✓ Le mullet pêché au niveau de la zone d'El Tarf est différent par rapport à l'ensemble du poisson échantillonnés et constitue à lui seul le 2^{ème} groupe.
- ✓ Le taux de graisse moyen durant notre étude reste très acceptable et ne représente aucune complication ou impact négatif sur la santé du consommateur Algérien.
- ✓ Le *Mugil cephalus* du golf de Annaba et Jijel est de bonne qualité nutritionnelle.

Recommandations :

- ✓ *Mugil cephalus* est une bonne qualité nutritionnelle sans risque d'altération graisseuse pour le consommateurs Algérien.
- ✓ On recommande la pêche dans les 03 zones de notre étude durent la période allons du mois de février jusqu'au mois de Mai.
- ✓ *Mugi cephalus* pêché dans les golfs de Annaba et Jijel peut devenir une bonne alternative pour alimenter les bassins d'aquaculture saumâtre en Algérie.

Références bibliographiques

Référence bibliographique :

Alasalvar, C., Taylor, K.D.A., Zubcov, E., Shahidi, F., & Alexis, M. (2002). Food Chemistry, 79(2), 145-150.

Animal Diversity Web. *Mugil cephalus* – Geographic Range.

Biswas, G., Thirunavukkarasu, A.R., Sundaray, J.K., Kailasam, M., & Ghoshal, T.K. (2012). Breeding and seed production of grey mullet (*Mugil cephalus*) in India. Aquaculture Asia Magazine, 17(2), 12-16.

Blaber, S.J.M. (2000). Tropical Estuarine Fishes: Ecology, Exploitation and Conservation. Blackwell Science.

Bordbar, S., Shabanpour, B., & Shabani, A. (2004). Salinity and Temperature Effects on the Lipid Composition of Mullet Sea Fry (*Mugil cephalus*, Linnaeus 1758). Aquaculture International, 12(6), 519–529.

Crosetti, D., & Blaber, S. J. M. (Eds.). (2015). Biology, Ecology and Culture of Grey Mulletts (Mugilidae). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b19927>

Dagnelie. P, Theoretical and Applied Statistics: 2. Statistical Inference 1 and 2 dimensions (600-610)

El-Moselhy, K. M., et al. (2014). Bioaccumulation of heavy metals in marine fishes and shellfish from the Red Sea. Environmental Toxicology and Pharmacology, 38(1), 27-38

FAO (2020). Cultured Aquatic Species Information Programme: *Mugil cephalus*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO (2020). Cultured Aquatic Species Information Programme: *Mugil cephalus*.

FAO Fisheries & Aquaculture - Cultured Aquatic Species Information Programme. *Mugil cephalus*.

FAO. (2022). The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>

Fish Base, 2025 *Mugil cephalus* – Country List.

Froese, R. & Pauly, D. (Eds.) (2024). FishBase: *Mugil cephalus*. www.fishbase.org

- Gaba, E. (2019). Carte administrative de l'Algérie – Divisions wilayales [Carte vectorielle].
Wikimedia
Commons.https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Algeria,administrative_divisions-fr-_monochrome.svg
- Harrison, I. J., & Senou, H. (1997). "Order Mugiliformes". In: Carpenter, K.E. & Niem, V.H. (Eds.), *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes: The Living Marine Resources of the Western Central Pacific*. FAO
- Harrison, I.J. (2002). *Cladistics*, 18(4), 431-495
- <https://fr.fisheryfood.com/frozen-fish/chinese-mullet-gutted.html>
- <https://fr.fisheryfood.com/frozen-fish/chinese-mullet-gutted.html>
- https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/I1129m/file/fr/fr_flatheadgreymullet.htm
- https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/I1129m/file/fr/fr_flatheadgreymullet.htm
- https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/I1129m/file/fr/fr_flatheadgreymullet.htm
- <https://www.nutraqua.com/en/compositions/31-mulet.html>
- <https://www.nutraqua.com/fr/compositions/31-mulet.html>
- Leblanc, M., Gatti, P., Cottin, R., & Dutto, G. (2015). Measurement and analysis of small pelagic fish condition: A suitable method for rapid evaluation in the field. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 462, 90–97.
- Mahmoud, H. H. et al. (2018). Reproductive biology and some aspects of the population dynamics of *Mugil cephalus* from the eastern Mediterranean coast of Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 22(3).
- Odum, W.E. (1970). *Copeia*, 1970(2), 253-262.
- Özogul, Y., & Özogul, F. (2007). *Food Chemistry*, 100(4), 1634-1638.
- Panfili, J., Aliaume, C., Berrebi, P., & Whitfield, A. K. (2006). State of the art on Mugil research. Rapport technique disponible sur ResearchGate.

- Rincón, L., et al. (2022). Potential use of *Mugil cephalus* by-products in nutraceutical and cosmetic industries. *Journal of Cleaner Production*, 340, 130790. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130790>
- Romdhane, M.S. ; El Cafsi, M. ; Beddih, M.L.O.A. ; Marzouk, B. ; Zarrouk, K. Etude comparative des lipides de la boutargue du mullet à grosse tête (*Mugil cephalus*, linné 1758) de l'océan Atlantique : Nouakchott (Mauritanie) et de la mer Méditerranée : Tunis (Tunisie).2023 *Journal Contribution. INSTM.Sallambô*, 31, p. 69-74.
- S. KHERIJI1*, I. RABEH2, M. EL CAFSI2, N. BOURIGA1, W. MASMOUDI1, MS. ROMDHANE3. Etude de la composition lipidique des juvéniles de liza aurata acclimatés à l'eau douce et à l'eau de mer (2017) / *Journal of new sciences, Sustainable Livestock Management*, 3(1), 48- 55
- Saito, H., Arai, M., Yamashiro, C., & Yamashita, Y. (2023). Lipid and fatty acid composition of muscle, liver, ovary, and peritoneal fat in wild flathead grey mullet (*Mugil cephalus*) according to ovarian development. *Journal of Oleo Science*, 72(1), 79–88.
- Souhaila Kheriji1, M. E Cafsi, W. Masmoudi et M.S. Romdhane. 2003. Effets de la salinité et de la température du milieu sur le degré de saturation des acides gras sur les différentes catégories lipidiques des alevins de *Mugil cephalus*.
- Soyinka, O. O., & Kusemiju, K. (2017). Reproductive studies of striped mullet (*Mugil cephalus*) from high brackish water lagoon in Nigeria. *Livestock Research for Rural Development*, 29(8)
- Subasinghe, R., Soto, D., & Jia, J. (2020). *Aquaculture development: trends and challenges*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular, No. 1168. Rome, FAO.
- Thomson, J.M. (1966). *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 4, 301-335.
- Whitfield, A. K., & Harrison, T. D. (2003). Riverine–estuarine fishes: a perspective on the interaction between freshwater and marine fish species in South African estuaries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 13(1), 1–18.
- Whitfield, A. K., & Patrick, P. (2015). *Biology and Ecology of Mugilidae. Coastal Fishes of Southern Africa*. Cambridge University Press.
- Whitfield, A. K., Panfili, J., & Durand, J. D. (2012). A global review of the cosmopolitan flathead mullet *Mugil cephalus* Linnaeus 1758 (Teleostei: Mugilidae), with emphasis on the

biology, genetics, ecology and fisheries aspects. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 22(3), 641–681.

Whitfield, A. K., Panfili, J., & Durand, J. D. (2012). *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 22(3), 641–681.

Zhang, C., Wang, S., Sun, D., Pan, Z., & Zou, J. (2023). Investigation of Microplastics in Surface Water and Estuarine Mullet (*Mugil cephalus*) from 23 Estuary Areas, South China. *Sustainability*, 15(5), 4193.