

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل  
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



Dépt  
**RESSOURCES  
VIVANTES**

**Mémoire de fin d'études**

**En vue de l'obtention du Diplôme d'ingénieur**

**En sciences de la mer**

**Option : Halieutique**

**Contribution à l'étude de la croissance et  
de l'exploitation de l'espèce « *Mullus barbatus* » (Linné,1758) dans  
la baie de Bou-Ismaïl**

**Réalisé par : KENDOUCI Samar  
MERABET Manal**

**Soutenu le 29 juin 2025 devant le jury**

**M.KADA.M**

**MAA**

**Président**

**Mme BAGHAMOU.N**

**MCB**

**Examinatrice**

**M.BOUGHRIRA A**

**MAA**

**Promoteur**

**Année universitaire : 2024/2025**

## **Remerciements**

*Avant toute chose, nous exprimons notre profonde gratitude envers **Dieu** le Tout-Puissant, pour la vie, la santé, la force morale ainsi que la volonté qu'Il nous a accordées, nous permettant d'accomplir ce modeste travail.*

*Nous souhaitons à remercier chaleureusement notre promoteur, Monsieur **BOUGHRIRA ABDELHAK**, pour son encadrement attentif, ses conseils avisés, sa disponibilité et sa grande rigueur scientifique. Son soutien constant, sa patience, sa gentillesse et la confiance qu'il nous a portée ont été essentiels tout au long de la réalisation de ce projet. Nous espérons sincèrement que ce mémoire sera à la hauteur de ses attentes et de l'intérêt qu'il y a porté.*

*Nous partageons également nos respectueux remerciements aux membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant d'évaluer ce travail. Leur implication et leur expertise contribuent grandement à la validation de nos efforts académiques.*

*Ce travail n'aurait pu être réalisé sans l'aide efficace et précieuse de tous ceux qui nous ont aidés.*

*Nos sincères remerciements s'adressent aux ingénieurs des laboratoires ainsi qu'aux responsables de la bibliothèque de notre établissement, pour leur aide précieuse et leur contribution dans la recherche documentaire et technique.*

*Nous exprimons également notre reconnaissance à la Direction de la Pêche et des Ressources Halieutiques de Tipaza , ainsi qu'à toute l'équipe travaillant au niveau du Port de Bouharoun et à la Chambre de la Pêche , pour leur accueil chaleureux, leur patience, et les informations importantes qu'ils ont mises à notre disposition.*

*Un grand merci également à tous les enseignants de l'École Nationale Supérieure des Sciences et Techniques Halieutiques (ENSSAMAL) pour les connaissances transmises tout au long de notre formation. Leurs enseignements ont été fondamentaux dans l'acquisition des compétences nécessaires à la réussite de ce travail. Nos pensées reconnaissantes vont aussi au personnel administratif et technique de l'école pour leur implication quotidienne.*

*Notre profonde gratitude s'adresse à chacun, proche ou lointain, qui a joué un rôle dans la concrétisation de ce travail.*

## **Dédicaces**

*Que ce travail soit un humble hommage à ma famille, véritable pilier sur lequel je n'ai pas été seul tout au long de ce parcours.*

*À mes parents, mon chère papa **Abdelkrim** et ma chère maman **Nedjima** pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices et leur soutien constant, qui ont rendu chaque étape de mes études possible.*

*À mes sœurs Mounia et Ferial et mon frère Akram pour leur présence rassurante, leurs encouragements et les moments de réconfort durant les périodes difficiles...je vous aime*

*À ma tante, **Amel** qui est comme une deuxième mère pour moi, je t'aime beaucoup.*

*Ma sœur, ma copine comptent beaucoup pour moi, je l'aime énormément qui m'a soutenue tout au long de mon chemin **MAHDAOUI Dounia**,*

*Mes sœurs Maria, Manal, Selma, Kenza, Besma, Bouchra, ferial, Ikram, Hana, Amira, Bichou, Randa, Farah*

*Aux personnes qui m'ont accompagné durant mon parcours d'études mes collègues d'études des Halieutes de la promotion 2020.*

*Samar kendouci*

## **Dédicaces**

*Je dédie ce modeste travail à :*

*À mes chers parents, dont le soutien indéfectible m'ont permis d'atteindre ce moment crucial de ma vie. Votre confiance en moi a toujours été une source de motivation.*

*À mes sœurs **Yasmine** et **Khadija**, pour votre complicité, vos encouragements et votre présence réconfortante. À l'adorable **Rahaf**, dont le sourire et l'innocence illuminent mes journées, apportant une touche de joie dans mon parcours.*

*À mes frères **Mohamed** et **Waile**, pour votre soutien constant et vos conseils avisés. Votre force et votre détermination m'ont inspiré à persévérer.*

*À mes cousines **Ikram** et **Zineb**, pour les moments de partage et de rires qui m'ont aidé à surmonter les défis. Votre amitié est précieuse à mes yeux.*

*À mes copines **Souad**, **Khadija** et **Meriem**, pour votre soutien, votre vitalité et votre amitié rend chaque instant plus spécial.*

*À mon cher **Faical**, pour ta camaraderie et ta compréhension. Ta présence a rendu ce parcours plus agréable et mémorable.*

*À ma chère amie **Bouchra Mekheldi**, pour ta loyauté et ton soutien inestimable. Ta présence à mes côtés a fait toute la différence dans cette aventure.*

*À mes deux oncles, **Mohamed** et **Khaled**. **Mohamed**, pour ta sagesse et tes conseils toujours pertinents, qui m'ont guidé dans les moments de doute. **Khaled**, pour ta bienveillance et ton soutien inébranlable, qui m'ont encouragé à croire en mes capacités.*

*À mes cousins **Raouf** et **Ahmed**, pour les moments partagés et votre amitié sincère. Votre présence dans ma vie a été un vrai réconfort.*

*À ma grand-mère, dont l'amour m'est cher et qui a toujours été un modèle de force et de résilience. Ta sagesse et tes histoires m'inspirent chaque jour, et ta bienveillance est une source constante de réconfort.*

*Enfin, à mes collègues d'études, les halieutes de la promotion 2020. Ensemble, nous avons partagé des défis, des succès et des souvenirs inoubliables. Merci de m'avoir accompagné tout au long de ce chemin.*

*À tous ceux qui m'ont aidé, même d'un petit geste, et qui ont été à mes côtés en tant que soutien. Vous avez tous contribué à faire de ce moment un souvenir inoubliable*

**Manal MERABET**

## Liste des tableaux

Tableau 1: Paramètres et équations utilisé pour le calcul de la production et de la Biomasse via l'analyse des cohortes (Boufersaoui, 2009). .....	24
Tableau 2: Paramètres et équations utilisés correspondant au modèle Thompson et Bell (Boufersaoui, 2009). .....	25
Tableau.3.Les paramètres statistiques estimés sur les longueurs totales et le poids totaux (Femelles, mâles, l'ensemble d'individus) de <i>M.barbatus</i> de la baie de Bou-ismail.....	27
Tableau.4.Distribution des fréquences de taille de <i>M. barbatus</i> . .....	27
Tableau.5. Comparaison entre les tailles les tailles moyennes des mâles et femelles de <i>M. barbatus</i> . .....	28
Tableau.6.Répartition en effectifs, pourcentages des femelles et mâles. ....	29
Tableau.7.Variations mensuelles du rapport gonado-somatique moyen de <i>M. barbatus</i> dans la baie Bou-Ismaïl.....	31
Tableau.8.Variations mensuelles du rapport hépato-somatique moyen de <i>M. barbatus</i> . .....	32
Tableau.9.Clés-age longueurs obtenus par la méthode de Bhattacharya. ....	33
Tableau.10. Estimation des paramètres de croissance à partir de l'analyse de la structure en âge. ....	34
Tableau.11. Résultats de la longueur asymptotique ( $L_{\infty}$ ) issus de la méthode de Pauly (1985) .....	34
Tableau.12.Résultats obtenues par méthode de Powell-Wetherall (1979). .....	34
Tableau.13.Vitesse de croissance moyenne d'après la bibliographie pour les deux sexes. ....	35
Tableau.14.Vitesse de croissance moyenne d'après la bibliographie pour l'ensemble des individus. ....	36
Tableau.15. Estimation du coefficient de catabolisme selon la méthode de Pauly et Munro (1984). ....	36
Tableau.16.Calcul de $L_{\infty}$ et $K$ obtenues via l'application de la méthode de ELEFAN. ....	36
Tableau.17. Tableau de synthèse des estimations issues des structures d'âge et de taille. ....	37
Tableau.18.Les paramètres de croissance de <i>M. barbatus</i> dans la baie de Bou-Ismaïl.....	38
Tableau.19.Résultats de croissance pour <i>M. barbatus</i> en méditerranée. ....	38
Tableau.20. Estimations des longueurs moyennes de <i>M. barbatus</i> selon le modèle de von Bertalanffy .....	39
Tableau.21.Tableau récapitulatif des résultats de la relation taille-poids. ....	41
Tableau.22. Expressions analytiques de la croissance en poids dérivées du modèle de von Bertalanffy. ....	41
Tableau.23.Poids moyens théoriques de <i>M. barbatus</i> (modèle de Von Bertalanffy). ....	41
Tableau.24. Évaluation du taux de mortalité totale ( $Z/a_n$ ) de <i>M. barbatus</i> dans la Baie de Bou-Ismaïl. ....	42
Tableau.25. Calcul de la mortalité naturelle ( $M$ ) selon plusieurs techniques d'estimation. ....	43
Tableau.26.Tableau récapitulatif des paramètres utilisés pour l'analyse de cohorte de Jones fondé sur la longueur (1984). .....	44
Tableau.27. Résultats de l'analyse des cohortes selon l'approche de Jones (1984), basée sur les données de longueur pour <i>M. barbatus</i> . ....	44
Tableau.28.Tableau récapitulatif des paramètres utilisé pour le modèle de Thompson et Bell (1934) fondé sur la longueur. ....	46
Tableau.29. Résultats de l'application de la méthode de Thompson et Bell (1934) basée sur les données de longueur pour <i>M. barbatus</i> . ....	47
Tableau.30. Résultats de l'analyse Thompson et Bell pour <i>Mullus barbatus</i> .....	56

Tableau 31.les données statistiques de la quantité du rouget de vase au port de Bouharoun durant les cinq dernières années. .... 56

## Liste des figures

Figure 1: Situation géographique et localisation de la baie Bou-Ismaïl (BACHARI HOUMA, 2009) -----	5
Figure 2: Morphologie générale de <i>M. barbatus</i> (photo originale). -----	8
Figure 3: Répartition géographique de <i>Mullus barbatus</i> (AISSAT, 2010) -----	10
Figure 4: Distributions des fréquences en fonction de centres des classes de taille. -----	27
Figure 5: Pourcentage des femelles et mâles en fonction de taille. -----	30
Figure 6: Répartition des femelles, mâles, des individus indéterminés en fonction des mois. -----	30
Figure 7: Variations mensuelles du rapport gonado- Monthly variation of gonadosomatic -----	31
Figure 8: Variations mensuelles du rapport hépato-somatique moyen de <i>M. barbatus</i> . -----	32
Figure 9: Identification des sous-populations de <i>M. barbatus</i> par analyse de la fréquence des tailles selon la méthode de Bhattacharya (1967), réalisée à l'aide du logiciel FISAT II -----	33
Figure 10: Calcul de $L_{\infty}$ et $Z/K$ à l'aide de l'approche de Powell-Wetherall chez les mâles, femelles, et le total des individus, FISAT II, version 1.2.0 (Gayanilo et al., 2005). -----	35
Figure 11: Variation de $R_n$ (score) en fonction de $K$ 'Etiquette de K-Scan pour le total des individus obtenue par ELEFAN I. -----	37
Figure 12: Couples de $K/L_{\infty}$ et leur score ( $R_n = ESP/ASP$ ). -----	37
Figure 13: Les courbes de croissance théorique de <i>M. barbatus</i> chez les mâles, les femelles et l'ensemble des individus. -----	39
Figure 14: Courbe de type puissance de la relation taille-poids chez les mâles, les femelles et l'ensemble des individus. -----	40
Figure 15: Représentation graphique de la croissance en poids selon von Bertalanffy chez <i>M. barbatus</i> . -----	41
Figure 16: Détermination du coefficient de mortalité $Z$ par l'approche de Jones et Van zalinge sur FISSAT II ----	43
Figure 17: Détermination du coefficient de mortalité $Z$ obtenu par la courbe linéarisée sur FISSAT II. -----	43
Figure 18: Évaluation des effectifs capturés, du nombre de survivants en mer, de la biomasse, de la production et de la mortalité par pêche en fonction de la taille d'une pseudo-cohorte de <i>M. barbatus</i> dans la baie de Bou-Ismaïl (méthode de Jones, 1984). -----	45
Figure 19: Variation de la production, de la biomasse et de sa valeur économique selon un facteur multiplicatif de mortalité due à la pêche ( $X$ ) de <i>M. barbatus</i> . -----	46

## *SOMMAIRE*

<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>Chapitre I :</b> .....	<b>4</b>
<b>Généralités</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Présentation de la zone d'étude :</b> .....	<b>5</b>
1.1 Situation géographique :.....	5
1.2 Bathymétrie de la baie de Bou-Ismaïl :.....	5
1.3 Réseau hydrographique :.....	6
1.4 Infrastructures portuaires : .....	6
1.4.1 Port bouharoun :.....	6
1.4.2 Port de Cherchell : .....	6
1.4.3 Port de Khemisti : .....	7
<b>2 Présentation de l'espèce :</b> .....	<b>8</b>
2.1 Position systématique :.....	8
2.2 Noms vernaculaires et synonymes :.....	8
2.3 Caractères distinctifs : .....	9
2.4 Ecologie de l'espèce :.....	9
2.4.1 Habitat et biologie :.....	9
2.4.2 Répartition géographique :.....	10
2.4.3 Répartition bathymétrique : .....	10
2.4.4 Régime alimentaire :.....	11
2.4.5 Reproduction :.....	11
2.5 Pêche et utilisation : .....	11
<b>Chapitre II :</b> .....	<b>12</b>
<b>Méthodes d'étude</b> .....	<b>12</b>
<b>1 Récolte et traitement des données :</b> .....	<b>13</b>
2.6 Echantillonnage :.....	13
2.7 Traitement des échantillons :.....	13
<b>3 Test de l'écart réduit (Schwartz, 1993):</b> .....	<b>14</b>
<b>4 Indices biologiques :</b> .....	<b>14</b>
4.1 Etude du sex ratio :.....	14
4.2 Rapport gonado-somatique : .....	14

4.3	Rapport Hépatosomatique :.....	15
<b>5</b>	<b>Etude de croissance : .....</b>	<b>15</b>
5.1	La croissance linéaire :.....	15
5.2	Croissance relative: .....	19
5.3	Croissance pondérale (SPARRE, 1996):.....	20
<b>6</b>	<b>Etude de l'exploitation : .....</b>	<b>20</b>
6.1	Déterminations des paramètres d'exploitation :.....	20
<b>7</b>	<b>Estimation du niveau exploitation : .....</b>	<b>23</b>
7.1	Analyse de cohorte de Jones (1984) fondée sur la longueur :.....	23
7.2	Modèle prédictif de Thompson et Bell (1934) fondé sur la longueur : .....	24
<b>Chapitre III : Résultats et discussions .....</b>		<b>26</b>
3.1	Mensurations et Distributions des fréquences de taille :.....	27
3.2	Comparaison des tailles moyennes : .....	28
3.3	Indices biologiques :.....	28
3.3.1	Sex ratio :.....	28
3.3.2	Variations mensuelles du rapport gonado-somatique moyen (RGS) :.....	31
3.3.3	Variations mensuelle du rapport hépatosomatique moyen (RHS) : .....	32
3.4	Croissance linéaire :.....	33
3.4.1	Croissance par analyse de structures de l'âge :.....	33
3.4.2	Croissance par analyse de structure de taille : .....	34
3.5	Croissance relative : .....	39
3.6	Croissance pondérale : .....	41
3.7	Indices d'exploitation :.....	42
3.7.1	Coefficient de mortalité : .....	42
3.7.2	Taux d'exploitation (E) :.....	44
3.8	Estimation du niveau d'exploitation : .....	44
3.8.1	Analyse des populations virtuelles (VPA de Jones fondé sur la longueur,1984) :.....	44
3.8.2	Modèle prédictif de Thompson et Bell (1934) fondé sur la longueur : .....	46
<b>Conclusion générale .....</b>		<b>48</b>
<b>Références.....</b>		<b>51</b>
<b>Bibliographique.....</b>		<b>51</b>
<b>Annexes .....</b>		<b>55</b>



# *Introduction*

La mer Méditerranée est une zone maritime caractérisée par une grande diversité de ressources halieutiques. Parmi celles-ci les espèces démersales qui vivent près du fond marin représentent un atout majeur pour la pêche le long des côtes algériennes.

Le plateau continental du littoral Algérien se limite à une frange littorale dont les espaces chalutables exploités sont limités aux seules baies qui délimitent la côte : d'Arzew, Alger, Bou-Ismaïl, Bejaïa, baie d'Oran ... et où des ports aux activités de pêche inégales se sont développés (Kacher,1989).

Le *Mullus barbatus* communément appelé rouget de vase est une espèce particulièrement répandue le long des côtes algériennes. En 2010, cette espèce a représenté environ 85 % de la production annuelle totale des rougets, soulignant son importance dans les captures maritimes de la région. En revanche, l'autre espèce de rouget, le *Mullus surmuletus* connu sous le nom de rouget de roche n'a contribué qu'à 15 % des captures pour cette même année, mettent en évidence la dominance du rouget de vase dans les pêches algériennes, ce qui en fait une espèce clé pour l'économie locale et la biodiversité marine (MPRH,2012).

Sur les côtes algériennes, de nombreuses études ont été réalisées concernant la croissance et l'exploitation du rouget barbet de vase principalement depuis les années 1980 et 1990. Parmi ces recherches, on trouve celle de Lalami en 1979 et celle de Kacher en 1989. Plus récemment en 2010, Aissat a apporté des éclairages sur l'écologie, l'exploitation et la biologie de cette espèce dans la région d'Alger, suivie par les travaux de Benounnas et Bouguena en 2016 et aussi de l'étude de Bedja en 2017, Naili(2018).

Depuis 2012, des campagnes annuelles d'évaluation des ressources démersales sont menées régulièrement par les équipes de chercheurs du Centre National de Recherche pour le Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA).

La population de rouget de vase se caractérise par une biomasse élevée et un stock suffisamment important ce qui lui confère une grande valeur commerciale. Elle représente l'une des principales cibles de la pêche, tant à petite qu'à grande échelle attirant ainsi l'attention des pêcheurs. Cette forte demande entraîne une pression de pêche croissante sur cette ressource augmentant les risques de surexploitation. Si cette tendance se poursuit, elle pourrait conduire à l'épuisement des stocks de rouget de vase, mettant en péril non seulement l'espèce elle-même mais aussi les communautés qui dépendent de cette ressource pour leur subsistance et leur économie.

Les données statistiques fournies par la direction de la Pêche et des Ressources Halieutique (DPRH Tipaza) et qui couvrent la période allant de l'année 2020 jusqu'à l'année 2024, au niveau de Port de Bouharoun révèle une fluctuation notable des quantités débarquées entre 2020 et 2024. Après une diminution significative en 2021, une augmentation marquée a été observée en 2022, atteignant un pic de 40,515 tonnes. Toutefois, cette tendance s'est inversée à partir de 2023 avec une baisse progressive se poursuivant en 2024. Ces variations soulèvent des interrogations sur l'état actuel du stock et sur la durabilité de l'exploitation de cette espèce (DPRH,2025).

La gestion efficace de ce stock nécessite une compréhension approfondie et constante des mouvements d'entrées et de sorties dans l'écosystème concerné. Cela inclut des éléments tels que le recrutement des espèces, les taux de mortalité et les activités d'exploitation. Par conséquent, il est crucial de mener des recherches approfondies sur ce stock.

Le présent travail a pour objectif de caractériser les paramètres biologiques et halieutiques du rouget de vase (*Mullus barbatus*) dans la baie de Bou-Ismaïl, tels que la croissance, la reproduction, la mortalité et l'état d'exploitation. Ces informations permettront d'évaluer l'état actuel du stock et de proposer des stratégies de gestion durable adaptées au contexte algérien.

Ce travail se divise en trois chapitres :

### **1. Chapitre 1 : Contexte de l'étude**

Ce chapitre offre une vue d'ensemble de la zone d'étude ainsi que des informations générales sur l'espèce concernée.

### **2. Chapitre 2 : Matériel et méthodologie**

Dans ce chapitre, nous détaillons le matériel utilisé et la méthodologie adoptée, incluant les techniques d'échantillonnage, le prétraitement des échantillons, les analyses en laboratoire, ainsi que les modèles appliqués.

### **3. Chapitre 3 : Résultats et recommandations**

Ce dernier chapitre présente des résultats obtenus, accompagnée de recommandations pour une gestion optimale des stocks.

# *Chapitre I :* *Généralités*

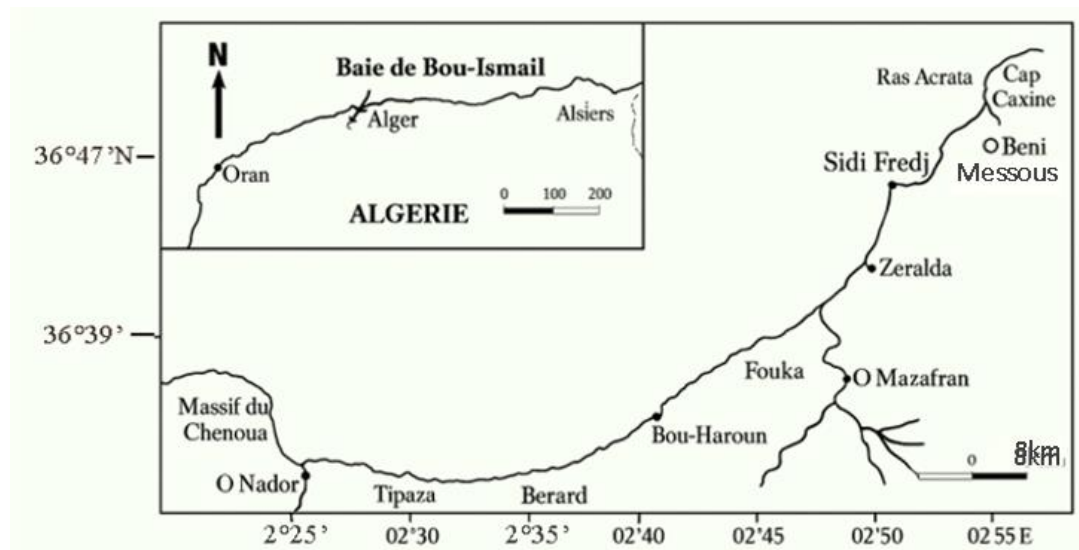
## 1 Présentation de la zone d'étude

La région que nous avons choisie comme objet d'étude correspond à la baie de Bou-Ismaïl anciennement connue sous le nom de Castiglione. Cette baie représente l'une des formations côtières les plus significatives d'Algérie notamment en raison de sa position stratégique qui abrite plusieurs infrastructures portuaires d'importance économique dont le port de Bouharoun.

### 1.1 Localisation géographique

Située à environ 50 kilomètres à l'ouest d'Alger dans la wilaya de Tipaza cette baie s'étend entre les coordonnées géographiques 2°25' à l'ouest et 2°55' à l'est. Son emplacement se caractérise par des frontières naturelles distinctes : le Cap Caxine (Ras Acrata) à l'est de Sidi-Fredj marque sa limite orientale, tandis que le Mont Chenoua constitue sa frontière occidentale. Au sud, elle est bordée par la plaine fertile de la Mitidja et au nord elle s'ouvre sur la mer Méditerranée.

la baie s'ouvre sur une largeur d'environ 40 kilomètres et présente une orientation sud-ouest/nord-est. Sa superficie totale est estimée à environ 509 km<sup>2</sup> (BACHARI HOUMA, 2009).



**Figure 1:** Situation géographique et localisation de la baie Bou-Ismaïl (BACHARI HOUMA, 2009)

### 1.2 Bathymétrie

La courbe des 200 mètres de profondeur marque généralement la frontière entre le plateau continental algérien et les plaines abyssales. Cette marge continentale a une largeur moyenne de 24 km mais peut s'étendre jusqu'à 55 km dans la baie de Bou-Ismaïl.

Le plateau continental est particulièrement étroit atteignant seulement 13 km à son maximum près du Mont Chenoua et se réduisant à 3 km minimum entre Sidi Fredj et Alger. Sa pente caractéristique varie de 2 à 3% avec un changement d'inclinaison notable autour de l'isobathe de 100 mètres. Cette pente régulière est interrompue par quelques formations rocheuses qui émergent au large de Mazafran et de Bousmaïl. (BACHARI HOUMA, 2009).

### 1.3 Réseau hydrographique

La baie accueille les eaux d'un oued au débit irrégulier trois oueds diversent dans cette baie : Mazafran, Nador et Béni messous.

- Oued mazafran : est le cours d'eau se jetant dans la baie avec un bassin versant de 1850 km<sup>2</sup>. Son débit solide est estimé entre 1400 et 1800 t/km<sup>2</sup>, avec un débit liquide de 43,8 millions m<sup>3</sup>. À l'embouchure, le débit solide atteint environ 3 millions t/an.

Ces apports varient selon la saison : de juin à début décembre (période d'étiage), les débits représentent 17,38% du débit liquide tandis qu'entre décembre et avril ils atteignent 82% et débouchent sur une plage sablonneuse entre Douaouda et Zeralda avec un débit de 7,566 m<sup>3</sup>/s.

- Oued Nador : s'étend sur une aire de 200 à 300km<sup>2</sup>. Cet oued présente un débit annuel de 28 millions m<sup>3</sup>/an (0.89m<sup>3</sup>/s). Il est alimenté par trois affluents principaux qui contribuent significativement à la charge d'eaux usées et au processus de sédimentation dans le système.
- Oued Béni-Messous : situé à environ 18 km à l'ouest d'Alger, entre les localités d'El-Djamila et du Club des Pins. Ce cours d'eau présente un débit relativement faible comparé aux autres oueds de la région, avec un volume estimé à 7,7 millions de m<sup>3</sup>/an, ce qui équivaut à environ 0,245 m<sup>3</sup>/s (BACHARI HOUMA, 2009).

### 1.4 Infrastructures portuaires

Les activités de pêche sont principalement soutenues par des unités opérationnelles basées dans deux ports majeurs : Bouharoun et Cherchell. En complément de ces installations portuaires principales, la zone de Bousmail comprend également plusieurs abris de pêche de moindre envergure notamment celui de Fouka Marine contribuant à l'infrastructure halieutique locale.

#### 1.4.1 Port bouharoun

Positionné à 45 km à l'ouest d'Alger, dans la partie centrale de la baie de Bou-Ismaïl et orienté nord-est, ce site se distingue comme le principal port de pêche de la région centre. Ces coordonnées géographiques d'après (L.E.M(Laboratoire d'étude maritime), 2005) sont en longitude 2°39 et en latitude Nord 36°37

L'infrastructure comprend 14 quais adaptés aux différents types de bateaux (chalutiers, sardiniers et petits métiers). Le port compte 151 postes d'amarrage, assurant une bonne capacité d'hébergement des embarcations. et 54 cabanes pour les pêcheurs. (BEDJA.S, 2017)

#### 1.4.2 Port de Cherchell

Situé à 70 km à l'ouest d'Alger, ce port mixte (pêche et plaisance) s'étend sur 22 km dans la région est du massif de Chenoua et la vallée d'oued Nador. Son infrastructure comprend une jetée principale une jetée secondaire, un quai et un bassin de pêche permettant d'accueillir 20 bateaux de pêche comprenant sardiniers, chalutiers et plaisanciers (BEDJA.S, 2017).

### 1.4.3 Port de Khemisti

Également connu sous le nom de Chiffalo se trouve à environ 5 km à l'est de Bouharoun et dispose d'un plan d'eau de 13 000 m<sup>2</sup>. Il accueille principalement la flottille sardinière et des petits métiers. Ses installations incluent une unité de transformation un chantier naval et une halle de vente en construction (BEDJA.S, 2017).

## 2 Présentation de l'espèce

### 2.1 Position systématique

Embranchement : Vertébrés

Sous-embranchement : Gnatostomes

Super-classe : Poissons

Sous-classe : Actinoptérygiens

Super-ordre : Téléostéens

Ordre : Perciformes

Famille : Mullidae

Genre : Mullus

Espèce : barbatus (Linnaeus, 1758)



**Figure 2:** Morphologie générale de *M. barbatus* (photo originale).

### 2.2 Noms vernaculaires et synonymes

Le nom scientifique constitue un outil universel de reconnaissance des espèces, son usage reste principalement réservé au milieu scientifique. Dans le domaine public et en fonction des cultures ou des langues, une même espèce peut ainsi porter plusieurs noms vernaculaires.

(BOUDRAA, 2018) :

**Français :** Rouget, Rouget barbet, Rouget de vase ;

**Arabe :** Barbouni el hagar, Mlal elkhaz, Rougi, Trilla ;

**Anglais :** Red mullet, Striped goatfish, Striped mullet

**Italien :** Triglia di fango

**Espagnole :** Salmonete, Salmonete de fango ;

**Turque :** Barbunya.

**Synonyme :** Mullus ruber

### 2.3 Caractères distinctifs

Le rouget de vase à un corps légèrement comprimé. Il a une tête petite avec deux barbillons sous la bouche, ces barbillons sont plus courts que les nageoires pectorales. Il n'y a pas d'épine sur l'opercule et son museau est court et incliné. Il a de petites dents dans la mâchoire inférieure mais pas dans la supérieure (seulement sur le palais).

Il a deux nageoires dorsales : la première avec 8 épines (la première étant très petite) et la seconde avec 1 épine et 8 rayons souples. La nageoire anale a 2 épines et 6 ou 7 rayons mous.

Ses écailles sont grandes et se détachent facilement, il y en a entre 31 et 35 le long de la ligne latérale. Sa couleur est rose sans aucune tache.

Il existe deux sous-espèces :

- *Mullus barbatus barbatus* : avec 3 écailles sous l'œil et chez les adultes, la mâchoire dépasse le bord avant de l'œil. On la trouve en Méditerranée.

- *Mullus barbatus ponticus* : avec généralement 4 écailles sous l'œil et chez les adultes, la mâchoire n'atteint pas le bord avant de l'œil. Présente en Mer Noire et en mer d'Azov.

Selon Fischer et al (1987) ajoutent que la taille maximale est de 30 centimètres, la taille commune est de 10 à 20 centimètres (de 8 à 12 cm en mer Noire). (Fischer, Bauchot, & Schneider, 1987).

### 2.4 Ecologie de l'espèce

#### 2.4.1 Habitat et biologie

Selon Fischer et al (1987) représenter cette espèce comme étant démersal sur fonds de vase, de sable ou de gravier du plateau continental, de 10 à près de 500 m de profondeur. Grégaire. Première maturité sexuelle à 15 cm (2 ans) chez les femelles et 14 cm (à partir de 1 an) chez les mâles.

L'étude de *M. barbatus* le long de la côte algérienne révèle que cette espèce habite principalement entre 20 et 200 mètres de profondeur, avec une concentration particulièrement importante entre 20 et 50 mètres. Il préfère les fonds marins composés de vase contenant des octocoralliaires. De plus, cette espèce est capable de s'adapter à des variations importantes de température, pouvant aller de 12 °C à 24 °C (AISSAT, 2010).

### 2.4.2 Répartition géographique

L'espèce *Mullus barbatus* présente une large distribution cette espèce est présente Atlantique est, du nord du golfe de Gascogne où il reste cependant rare jusqu'au Sénégal ainsi qu'en Méditerranée. Il est également présent en Mer Noire (Fischer, Bauchot, & Schneider, 1987).



**Figure 3:** Répartition géographique de *Mullus barbatus* (AïSSAT, 2010)

**-Migration :** Pendant l'été, cette espèce a tendance à vivre en groupe, surtout les jeunes individus, qui restent près des zones peu profondes. Mais avec l'arrivée de l'automne, ils commencent à aller vers des eaux plus profondes. Dans certaines régions, ce déplacement marque une vraie migration, où la population passe des zones côtières superficielles vers des environnements beaucoup plus profonds. (BENZINA, 2017)

### 2.4.3 Répartition bathymétrique

Pendant leur stade larvaire, les individus évoluent dans la colonne d'eau près des côtes à petite profondeur. Lorsqu'ils atteignent une taille de 3 à 4 cm, les jeunes poissons rejoignent les fonds marins (Quéro, 1997). Les rougets de roche, âgés de 1 à 2 mois migrent vers les fonds environ deux semaines avant les rougets de vase ce qui se produit généralement fin juin à Banyuls (BOUGIS, 1952). En octobre, les rougets-barbets d'environ 4 mois sont capturés à des profondeurs allant de la surface jusqu'à 40 mètres.

Chez les adultes, en Atlantique et en Méditerranée ils s'éloignent des zones côtières pour vivre principalement entre 10 et 300 mètres de profondeur.

En Algérie, Selon (Dieuzeide, 1955) mentionnent que le rouget de vase est fréquenté principalement les fonds vaseux jusqu'à 150 mètres de profondeur et se trouve également en bordure des prairies de zostères et de posidonies. En été les jeunes s'approchent très près du rivage.

#### 2.4.4 Régime alimentaire

Le régime alimentaire de *Mullus barbatus* est caractérisé par une grande variabilité en fonction des saisons, de la taille de l'individu et des ressources disponibles dans son habitat. Ce poisson est considéré comme euryphage, c'est-à-dire qu'il présente une large diversité dans ses sources alimentaires bien qu'il soit principalement carnivore. Les études montrent que les proies consommées par ce poisson sont présentes tout au long de son

Cycle trophique mais leur composition évolue selon le stade de développement de l'animal. Ainsi, chez les juvéniles le régime se compose majoritairement de petits invertébrés tels que les copépodes, ostracodes et autres micro crustacés planctoniques. À mesure que *Mullus barbatus* grandit il tend à privilégier des proies plus grandes et plus nutritives, telles que les décapodes, les bivalves ainsi que des annélides marines comme les nématodes et les polychètes. (LAYACHI, 2007)

En effet, ce poisson opportuniste s'adapte aux ressources alimentaires disponibles dans son environnement ce qui explique son spectre alimentaire inclut également des mollusques, des amphipodes et même occasionnellement de petits poissons. Cette flexibilité alimentaire lui permet de survivre dans différents types d'écosystèmes côtiers des fonds sablonneux aux zones rocheuses.

En Algérie, d'après l'étude de (AISSAT, 2010) mentionné que le régime alimentaire dans des cotes algériennes. Les crustacés sont des proies préférentielles et les proies secondaires sont représentées par les mollusques et les vers.

#### 2.4.5 Reproduction

Le rouget de vase *Mullus barbatus* est une espèce gonochorique sa reproduction a lieu la nuit, du printemps à l'été. D'avril à août sur fonds sableux ou vaseux, de 10 à 55 m. Larves et post larves pélagiques jusqu'à 4 cm (Fischer, Bauchot, & Schneider, 1987).

#### 2.5 Pêche et utilisation

Selon Fischer et al (1987) les engins utilisés pour la pêche semi-industrielle et artisanale sont : la senne de plage, chaluts et filets maillants de fond, verveux, lignes à main, il est à noter qu'il est également ciblé par pêche sous-marine. Cette espèce est régulièrement présente sur les marchés de Méditerranée occasionnellement à rarement en mer Noire est commercialisé réfrigéré, frais, congelé et salé.

En Algérie, Cette espèce très prisée en Algérie pour sa chair fine et savoureuse ce qui en fait l'un des poissons les plus commercialisés dans les marchés locaux et les restaurants. Il joue un rôle clé dans l'économie des pêcheries artisanales et industrielles notamment dans les régions côtières méditerranéennes telles que Oran, Annaba, Skikda et Bejaïa.

***Chapitre II :***  
***Méthodes d'étude***

## 1 Récolte et traitement des données

### 2.6 Echantillonnage

L'échantillonnage de *Mullus barbatus* a été effectué dans la baie de Bou-Ismaïl entre mars et mai 2025. Dans le cadre de ce projet de fin d'étude, 163 individus ont été collectés, principalement aux alentours du port de Bouharoun, selon les déclarations des pêcheurs et des vendeurs locaux. Les échantillons provenaient majoritairement des environs de Bousmail.

### 2.7 Traitement des échantillons

Au sein du laboratoire de L'ENSSMAL, les individus sont mesurés et pesés grâce à un ichtyomètre et une balance de précision :

Les mesures suivantes ont été effectuées :

- ✚ LT (cm) : Longueur totale du poisson comprise entre l'extrémité du museau et les deux lobes de la nageoire caudale ramenés l'un sur l'autre.
- ✚ LS (cm) : Longueur standard du poisson compris entre l'extrémité du museau et la base de la nageoire caudale.
- ✚ WT(g) : Poids total de l'individu.

Après avoir effectué toutes les mesures, nous avons réalisé la dissection de chaque individu.

L'animal étant placé sur le dos, la face dorsale appuyée contre la planche à dissection, une incision a été pratiquée dans la cavité abdominale, à environ 1/2 cm en avant de l'anus, puis prolongée sur la ligne médiane jusqu'à l'extrémité antérieure de l'opercule.

À l'issue de la dissection de chaque poisson, deux parties ont été prélevées :

- ✓ Les gonades, situées dans la partie postérieure de cette cavité sont délicatement extraites à l'aide de pinces fines en veillant à préserver leur intégrité.
- ✓ Le foie, organe brunâtre situé dans la région antérieure de la cavité abdominale et ensuite isolé avec précaution pour éviter toute contamination par la vésicule biliaire adjacente. Les organes prélevés sont immédiatement pesés sur une balance de précision.

La différenciation sexuelle est établie par observation directe des gonades après incision de la cavité abdominale. Les gonades femelles l'ovaires sacculiformes à coloration rosâtre, alors que chez mâles, sont caractérisées par des testicules filiformes, aplatis, rappelant une lame et présentant une couleur blanchâtre.

Les mensurations ont été prises sur chaque individus de *Mullus barbatus* :

- ✚ Wg : poids de gonade.
- ✚ Wf : Poids du foie.
- ✚ Wev : Poids éviscéré du poisson.

### 3 Test de l'écart réduit (Schwartz, 1993)

Le principe basé sur la supposition (Hypothèse 0 ou H0) que  $\mu_a = \mu_b$ . La comparaison de la valeur de  $\varepsilon$  par rapport à 1.96 permet de déduire si ces deux moyennes présentent une différence significative ou non significative pour un taux de risque de 5%.

Ce test est réalisé de la même manière pour déduire la significativité entre les tailles moyennes des mâles et des femelles.

$$\varepsilon = |\mu_a - \mu_b| / \sqrt{\frac{\delta a^2}{n_a} + \frac{\delta b^2}{n_b}}$$

Avec :

$\mu_a$  : moyenne de longueurs totale de l'échantillon a (femelles)

$\mu_b$  : moyenne de longueurs totale de l'échantillon b (mâles)

$\delta a^2$  : variance des longueurs totale de l'échantillon a (femelles)

$\delta b^2$  : variance des longueurs totale de l'échantillon b (mâles)

$n_a$  : effectif de l'échantillon a (femelles)

$n_b$  : Effectif de l'échantillon b (mâles)

Si  $|\varepsilon| < 1.96$  la différence n'est pas significative ( $\alpha=5\%$ )

Si  $|\varepsilon| > 1.96$  la différence est significative ( $\alpha=5\%$ )

## 4 Indices biologiques

### 4.1 Etude du sex ratio

Cette mesure fournit une estimation de la proportion des individus appartenant à chacun des deux sexes de la population. Différentes expressions utilisées parmi lesquelles (taux de féminité ou de masculinité) selon (Kartas, 1984) :

- Taux de féminité (F%) :  $\frac{F}{F+M} \times 100$

Avec F=nombre de femelles ; M=nombre de mâles

- Taux de masculinité (M%) :  $\frac{M}{F+M} \times 100$

### 4.2 Rapport gonado-somatique

Ce rapport est défini par (BOUGIS, 1952) comme étant "égal à cent fois le poids des gonades divisé par le poids éviscéré du corps". Il indique le poids des gonades en pourcentage du poids corporel.

Il est possible d'utiliser le poids complet du poisson ou son poids après éviscération, mais celui-ci a l'avantage d'éliminer les biais d'erreurs dus au poids des gonades et du contenu du tube digestif qui sont variables en

Fonction des individus et de leur période de capture. Ce rapport permet de connaître la période de l'activité sexuelle des poissons (Mahe, 2005) Il exprime comme suit :

$$\text{RGS} = \left( \frac{W_g}{W_t} \right) \times 100$$

Avec  $W_g$  : Poids de la gonade ;  $W_t$  : Poids totale du poisson

#### 4.3 Rapport Hépto-somatique :

L'évolution mensuelle du rapport hépto-somatique selon (BOUGIS, 1952) a également été utilisée pour évaluer les variations pondérales du foie au cours du cycle de reproduction.

$$\text{RHS} = \left( \frac{W_f}{W_{\text{év}}} \right) \times 100$$

avec  $W_f$  : Poids du foie ;  $W_{\text{év}}$  : Poids éviscéré du poisson

## 5 Etude de croissance :

### 5.1 La croissance linéaire :

L'étude de la croissance dans le domaine halieutique représente un défi complexe. Chaque scientifique spécialisé en biologie des pêches cherche à identifier la méthodologie la plus adaptée à son objet d'étude spécifique. Cette quête concerne autant l'acquisition des données fondamentales (relations taille-âge) que la sélection du modèle mathématique approprié pour décrire l'interaction entre ces variables.

Malgré l'évolution des technologies et techniques d'analyse un paramètre demeure particulièrement difficile à mesurer avec précision : la dimension temporelle. La détermination précise de l'âge des organismes aquatiques reste souvent imprécise, approximative, voire totalement inaccessible dans certaines situations, constituant ainsi un obstacle majeur dans les études de croissance en sciences halieutiques.

#### Modèle de Von Bertalanffy (1934) :

La loi de von Bertalanffy est largement utilisée en ichtyologie pour exprimer la croissance des adultes d'une population donnée (CHAUVET, 1986)

Ce modèle est l'un des fondements de la biologie des pêches dans la mesure où il sert à décrire la dynamique de la population des poissons

Le modèle mathématique a été retenu pour exprimer la longueur en fonction de l'âge (SPARRE, 1996) :

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

Avec

$L_t$  : La longueur du poisson au temps (age) t.

K : Le coefficient de croissance (catabolisme ou de courbure).

$L_{\infty}$  :longueur asymptotique quand t tend vers l'infini

$t_0$  : âge théorique pour lequel la taille est nulle or les larves ont une certaine taille à l'éclosion.

### Analyse par structure d'âge

Parmi les paramètres biologiques requis en halieutique, l'âge du poisson représente une donnée incontournable pour l'analyse des dynamiques de population.

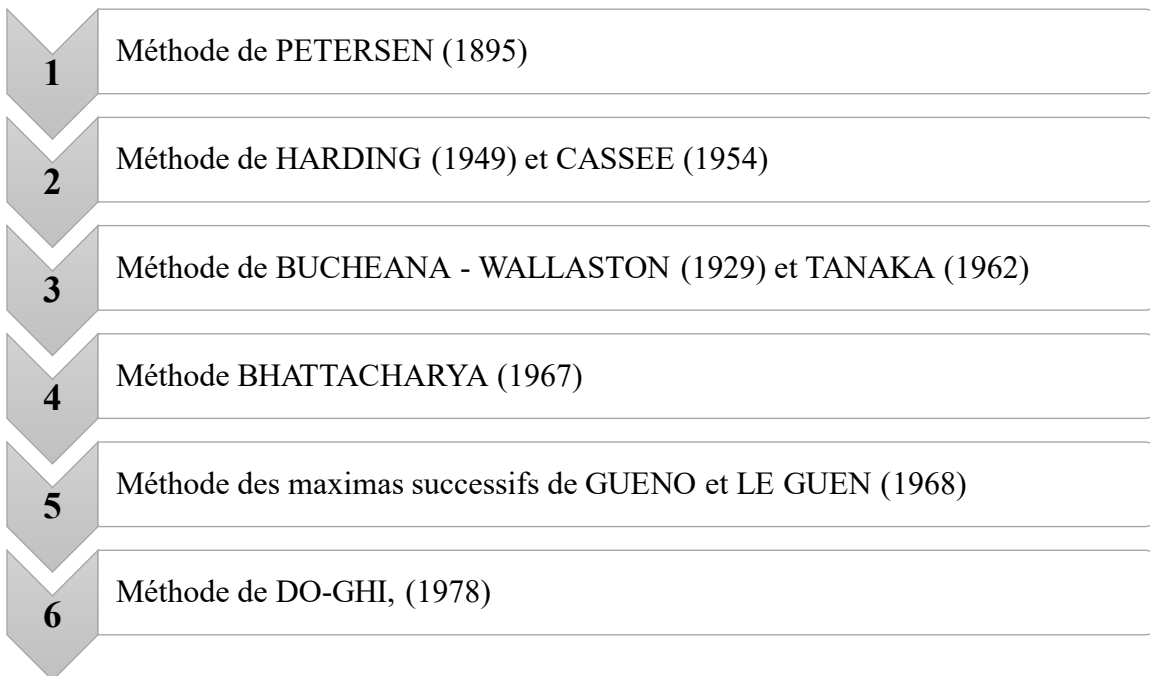
Il existe des méthodes indirectes par opposition aux méthodes directes basées sur la lecture des anneaux enregistrés sur les otolithes, les écailles ou d'autres pièces squelettiques (épines des sélaciens)

Ces méthodes indirectes cherchent des modes successifs dans les distributions de fréquence de taille

Elles peuvent confirmer les résultats des méthodes directes ou les remplacer quand la lecture de l'âge ne donne pas des résultats satisfaisants.

Ces méthodes permettent de déterminer soit graphiquement l'âge moyen d'un ensemble d'individus rassemblés autour d'un mode correspondant à une taille bien déterminée, soit expérimentalement l'âge d'un individu suivi d'une marque.

Il existe plusieurs méthodes de détermination statistique de l'âge dont les principales sont :



Dans notre étude, on a basé essentiellement sur la méthode de Bhattacharya (1967) aussi appelée méthode des différences logarithmiques. Elle consiste à représenter sur un graphique les différences logarithmiques  $\log z$  en fonction des classes de tailles.

- **Méthode de Bhattacharya :**

$$\text{Log } z = \log z (x+h) - \text{Log } z (x)$$

Avec :

$z(x+h)$  : effectif de la classe de centre de classe  $x+h$

$z(x)$  : effectif de la classe de taille précédente de centre de classe  $x$

Cette approche permet de décomposer une population en sous populations ou classes d'âge, représentées sous forme de droites ayant une pente décroissante. Elle consiste à regrouper les données en classes d'égale amplitude  $h$  et de point médian  $x$ , ainsi deux points consécutifs ont comme un point médian  $(x+h)$  (SPARRE, 1996).

A partir des données âge-longueur, les paramètres de croissance peuvent être déduits par des méthodes graphiques toujours basées sur une conversion en équation linéaire (SPARRE, 1996) on utilise La méthode de Tomlinson et Abramson (1971).

- **Méthode de Tomlinson et Abramson (1971)**

La méthode de Tomlinson et Abramson (1971) applique une technique de régression par moindres carrés pour ajuster la courbe de croissance de Von Bertalanffy. Son principal avantage réside dans l'utilisation de toutes les données observées, permettant ainsi d'estimer les paramètres de croissance avec une précision optimale en minimisant la somme des carrés des écarts entre points observés et courbe théorique. Cette approche nécessite l'utilisation d'un programme informatique comme FISAT II, qui calcule les paramètres de l'équation et génère les valeurs théoriques correspondantes à partir des longueurs moyennes rétro-calculées (SPARRE, 1996).

### Analyse par structure de taille

On applique généralement cette méthode dans les situations où l'on ne possède pas de données sur la composition par âge de la population de poissons étudiée. (HEMIDA, 2005) Cette méthode constitue une solution de remplacement lorsque les informations chronologiques caractérisant le stock halieutique sont inexistantes.

Plusieurs méthodes peuvent être réalisées à partir de cette analyse. Dans notre cas nous avons appliqué :

- ✓ La méthode de Powell-Wetherall (1986) est utilisée pour l'estimation de  $L_\infty$  et  $Z/K$ .
- ✓ L'équation de Pauly (1985) pour estimer  $L_\infty$ .
- ✓ La méthode de Pauly et Munro (1984) permet l'estimation de  $K$ .
- ✓ L'équation de Pauly (1980) pour déterminer  $t_0$ .

- ✓ **La méthode de Powell-Wetherall (1986)**

La méthode de Powell (1979) ont été réalisés par Wetherall et al. (1986) ont mis au point un outil mathématique fiable pour l'estimation de  $L_\infty$  et de  $Z/K$  à partir des fréquences de longueur représentatives d'une population à l'équilibre.

Cette méthode repose sur l'application de l'équation de Beverton et Holt (1956) :

$$Z = K \times \frac{L_\infty - L_m}{L_m - L'}$$

Avec :

$L_m$  : longueur moyenne des poissons de longueur  $L'$  et plus.

$L'$ : longueur au-delà de laquelle tous les poissons sont pleinement exploités.

Selon l'équation de Beverton et Holt (1956) une série de manipulation algébrique montre cette équation est équivalente à :  $L_m - L' = a + bL'$  ;  $Z/K = -(1+b)/b$  ;  $L_\infty = -a/b$

Ainsi, en traçant sur un graphique la différence  $L_m - L'$  en fonction de  $L'$ , on obtient une droite de régression linéaire à partir de laquelle il est possible d'estimer les paramètres  $a$  et  $b$ , et donc de déterminer  $L_\infty$  et  $Z/K$ . (SPARRE, 1996).

Le programme informatique FISAT II offre la possibilité d'appliquer directement la méthode afin d'estimer les paramètres  $L_\infty$  et  $Z/K$ .

#### ✓ Méthode de pauly (1985)

D'après (HEMIDA, 2005) il est possible de repérer la valeur de la longueur asymptotique  $L_\infty$  par la relation empirique de Pauly (1985).

$$L_\infty \approx \frac{L_{max}}{0.95}$$

$L_{max}$ : longueur du plus grand poisson mesuré dans notre échantillon.

#### ✓ Méthode de Pauly et Munro (1984) (HEMIDA, 2005)

Cette méthode s'appuie sur les valeurs de la vitesse moyenne de croissance  $\phi'$  disponibles dans la littérature scientifique. L'analyse des différentes valeurs de  $\phi'$  observées dans la zone étudiée permet ainsi d'évaluer une vitesse de croissance moyenne ( $\phi'$ moy).

Le paramètre de croissance  $K$  est obtenu à partir de l'expression mathématique suivante :

$$\text{Log}_{10} K = \phi'_{moy} - 2 \text{Log}_{10} L_\infty \quad \text{où} \quad K = 10^{\phi'_{moy} - 2 \text{Log}_{10} L_\infty}$$

#### ✓ Méthode de Pauly (1980) :

Le paramètre  $t_0$  peut être estimé à partir de l'équation empirique de Pauly en utilisant la relation logarithmique ci-dessus. Une fois les valeurs de  $L_\infty$  et  $K$  connues, elle est calculée par :

$$\text{Log}_{10} (-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \text{Log}_{10} L_\infty - 1.038 \text{Log}_{10} K$$

## ELEFAN I

Les spécialistes ont été développés diverses approches quantitatives pour estimer les paramètres de croissance à partir des distributions de fréquences de taille. Parmi ces méthodes figure le logiciel ELEFAN I (Electronic Length Frequency Analysis), désormais intégré dans la suite logicielle FISAT II (GAYANILO, 2005)

Le programme ELEFAN I, initialement présenté par Pauly et David (1981, cité par (PAULY, 1997)), se concentre par l'analyse des distributions de fréquences de longueur. La description la plus actualisée du logiciel se trouve dans Pauly (1987) cité dans (SPARRE, 1996)

Cette approche non paramétrique exploite un ou plusieurs échantillonnages réalisés à différentes périodes. Pour chaque paire de valeurs potentielles des paramètres de l'équation de von Bertalanffy et pour chaque date

d'échantillonnage, Le système calcule les modes théoriques associés aux différents âges. Certains de ces modes correspondent aux pics observés dans les données.

La méthodologie vise à identifier les valeurs de  $L_{\infty}$  et  $K$  qui optimisent la correspondance entre modes prédits et observés. L'évaluation de la qualité d'ajustement s'effectue via un coefficient  $R$ , calculé comme le ratio entre le nombre de modes expliqués (Explained Sum of Peaks, ESP) et le nombre total de modes identifiés dans les données (Available Sum of Peaks, ASP) :  $R = (ESP/ASP) \times 1000$ .

L'ajustement optimal correspond au ratio maximal.

Deux étapes préliminaires de lissage des données :

-un lissage réalisé par moyenne mobile sur cinq classes de taille pour éliminer les pics secondaires attribuables aux fluctuations d'échantillonnage.

-une seconde moyenne mobile sur un nombre plus important d'intervalles pour supprimer la tendance générale de variation des effectifs selon la longueur. (BENHRIGA, 2020).

## 5.2 Croissance relative

Chez un même individu, certaines relations entre deux grandeurs corporelles mesurables peuvent être exprimées sous forme d'équations. Ces relations permettent non seulement de comparer leurs modes de croissance, mais aussi de déduire l'une à partir de l'autre. De manière similaire, à partir de la relation taille-poids et des paramètres de croissance en longueur, il est possible d'estimer la croissance en poids chez les poissons. (HARCHOUCHE, 2006).

### Relation taille- poids

Pour l'estimation des paramètres  $a$ ,  $b$  et  $W_{\infty}$ , la relation taille-poids d'un poisson est généralement exprimée par l'équation suivante :

$$W_T = a L_T^b$$

Avec :

$W_T$  : le poids total.

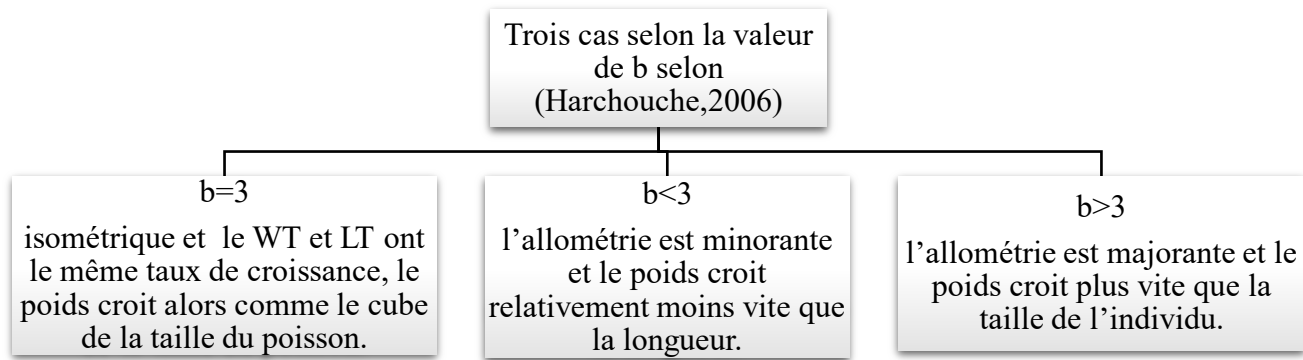
$L_T$  : La longueur totale.

$a$  : une constante fonction des unités utilisées.

$b$  : le coefficient d'allométrie.

Par une transformation logarithmique l'équation linéarisée se présente sous la forme :

$$\ln W_T = b \ln L_T + \ln a$$



### 5.3 Croissance pondérale (SPARRE, 1996)

Si l'on associe l'équation de croissance de Von Bertalanffy :  $L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})$

Avec la relation taille-poids :  $W_T = a L_T^b$

Le poids asymptotique ( $W$ ) correspond à la longueur asymptotique est donc :  $W_\infty = a L_\infty^b$

Nous obtenons l'équation de croissance pondérale de Von Bertalanffy :

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

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

## 6 Etude de l'exploitation

Selon (BOUAZIZ, 2007) un stock spécifique est un système dynamique. Les entrées dans ce système sont représentées par le recrutement annuel et la croissance des individus, tandis que les sorties sont dues à la mortalité totale ( $Z$ ). Cette mortalité résulte de deux composantes principales : la mortalité due à la pêche ( $F$ ), liée aux différentes activités halieutiques, et à la mortalité naturelle ( $M$ ), qui représente celle causée par toute autre raison que la pêche.

### 6.1 Déterminations des paramètres d'exploitation :

En biologie des pêches, pour exprimer la décroissance en nombre de poissons d'un groupe d'âge au fil du temps est le plus efficacement réalisée en recourant à des taux de décroissance exponentielle sont définis par les deux expressions suivantes (PAULY D. , 1985):

$$N_t = N_0 \cdot e^{-Zt}$$

Avec :

$N_t$  : nombre de poissons survivants au temps  $t$ .

$N_0$  : nombre initial de poissons au temps  $t_0$ .

$Z$  : taux exponentiel de mortalité totale

Un avantage des taux exponentiels est qu'ils peuvent être additionnés ou soustraits, on a ainsi :

$$Z = M + F$$

Avec : **M** = taux exponentiel de mortalité naturelle. ; **F** = taux exponentiel de mortalité par pêche.

Si : **F** = 0, on a **Z** = **M**

Cela implique que la mortalité naturelle et la mortalité totale ont la même valeur lorsqu'il n'y a pas de pêche (cas d'un stock inexploité) (PAULY D. , 1985).

### Détermination de la mortalité totale **Z**

**Z** représente le coefficient instantané de mortalité totale. Avant d'estimer les composantes individuelles que sont la mortalité due à la pêche (**F**) et la mortalité naturelle (**M**), il est essentiel d'évaluer préalablement la mortalité totale (**Z**) (Gulland, 1969).

Quatre méthodes différentes ont été appliquées afin d'estimer le coefficient de mortalité totale (**Z**):

#### ✓ Méthode de Powel-Wetheral (1986)

Cette technique déjà expliquée dans la section dédiée à l'analyse de la croissance linéaire facilite l'évaluation de **Z/K**. Une fois **K** connu on peut alors définir le taux instantané de mortalité totale **Z**.

#### ✓ Méthode de Jones et Van zalinge (1981) (SPARRE, 1996)

Les valeurs des captures cumulées croissantes (**N<sub>i cum</sub>**) ont été transformées en logarithmes népériens et représentées graphiquement en fonction des logarithmes népériens des différences (**L<sub>∞</sub> - L<sub>i</sub>**). La distribution des tailles a été établie à partir de classes de largeur constante.

L'équation s'écrit :

$$\ln(N_{i cum}) = Z/K \ln(L_{\infty} - L_i) + b$$

Dans cette expression **L<sub>i</sub>** représente la limite inférieure de la classe de rang **i**. Les paramètres de cette droite de pente **Z/K** sont dérivés de l'analyse de la régression linéaire.

#### ✓ Méthode de Beverton et Holt (1956)

Beverton et Holt ont démontré que :

$$Z = K \frac{L_{\infty} - L_{moy}}{L_{moy} - L'}$$

Avec :

**L<sub>moy</sub>** : la longueur moyenne du poisson traité dans la distribution de fréquence.

**L'** : la longueur minimale du poisson traité dans la distribution de fréquence ou plus petite limite des classes (Cadima, 2002).

#### ✓ Méthode de Pauly (1984)

Elle présente deux avantages majeurs : elle permet non seulement d'estimer **Z** mais aussi d'évaluer la taille de sélection. Pauly (1984) propose de représenter graphiquement le logarithme naturel de la fréquence relative (%**n<sub>i</sub>**) en fonction de l'âge normalisé (**t<sub>i</sub>'**).

Soit :  $\ln(\%n_i) = a t_i' + b$

**ni** : l'effectif des individus pêchés dans la classe de taille de rang i (fréquence relative).

**ti'** : l'âge relatif par classe de taille.

**a et b** : paramètres de la droite de régression.

L'âge relatif  $ti'$  est calculé à partir de l'expression de Von Bertalanffy avec la valeur de  $t_0 = 0$  (facultatif dans l'estimation de Z) soit :

$$ti' - t_0 = - (1/K) [ \text{Ln} (1 - Li' / L_{\infty}) ]$$

La courbe obtenue se compose de deux segments. Seule la partie descendante est utilisée pour estimer Z, car elle représente les classes d'âge complètement capturées. En revanche, la partie ascendante correspond aux classes d'âge partiellement capturées et permet d'estimer la taille de sélection ( $L_{50}$ ), comme indiqué par (HEMIDA, 2005), cité par (HARCHOUCHE, 2006)).

L'analyse selon ces trois méthodes a été réalisée en utilisant du logiciel FISAT II.

### Détermination de la mortalité naturelle M

Le coefficient « M » représente la mortalité attribuable à toutes les causes autres que la pêche, et ces causes sont associées à divers facteurs. D'après Pauly et Moreau (1997), on distingue trois catégories de causes :

- Les mortalités physiologiques : attribués exclusivement aux maladies, au vieillissement (ou à une combinaison des deux).
- Les mortalités sélectives : causées par des facteurs similaires aux précédents et influençant le poisson au point de le rendre disponible pour les prédateurs.
- Les mortalités aléatoires : elles ne sont liées à aucun processus physiologique, mais correspondent à une proportion du nombre d'interactions possibles avec des prédateurs éventuels.

Plusieurs méthodes sont utilisées pour l'estimation de la mortalité naturelle M :

- ✓ La méthode de **Pauly (1980)**.
- ✓ La méthode **Djabali et al. (1993)**.
- ✓ La méthode de **Taylor (1959)**.
- ✓ La méthode de **Rikhter et Efanov (1976)**.

- **Méthode de Pauly (1980)**

La longévité des poissons étant liée à leur mortalité naturelle, il existe donc une corrélation avec K. Elle est également liée à la taille car les gros poissons ont généralement moins de prédateurs que les petits. Il est également possible de démontrer que la mortalité naturelle parmi les poissons est liée à la température moyenne de leur milieu (NOUAR, 1985).

L'équation empirique est donnée par la formule suivante :

$$\text{Log}_{10} M = -0,0066 - 0,279 \text{Log}_{10} L_{\infty} + 0,6543 \text{Log}_{10} K + 0,4634 \text{Log}_{10} T.$$

- **Méthode de Djabali et al. (1993)**

L'équation établie par Djabali et al. (1993), issue de régressions linéaires multiples, repose sur les paramètres de croissance et de mortalité de 56 espèces de poissons en vie méditerranéenne (HARCHOUCHE, 2006).

$$\text{Log}_{10} M = -0,0278 - 0,1172 \text{Log}_{10} L_{\infty} + 0,5092 \text{Log}_{10} K.$$

- **La méthode de Taylor (1959):**

En utilisant les paramètres de croissance de Von Bertalanffy K et  $t_0$ , cette approche peut fournir une estimation du coefficient de mortalité naturelle M (HARCHOUCHE, 2006).

La formule utilisée est la suivante :

$$M = \frac{2,996K}{(2,996 + Kt_0)}$$

- **Méthode de Rikhter et Efanov (1976)**

Selon Rikhter et Efanov (1976) cités dans (CHAUVET, 1986) une corrélation existe entre M et l'âge idéal d'exploitation d'un stock, qu'ils assimilent à l'âge de première maturité sexuelle ( $t_m$ ). Les auteurs suggèrent un modèle hyperbolique.

$$M = \frac{1.521}{0.72t_m} - 0.155$$

### Estimation du taux d'exploitation (E)

Selon Pauly (1985), le taux d'exploitation (E) est décrit comme la fraction de la population affectée par l'activité de pêche :

$$E = \frac{F}{(F+M)} = \frac{F}{Z}$$

Avec :  $Z = F + M$

## 7 Estimation du niveau d'exploitation

### 7.1 Analyse de cohorte de Jones (1984) fondée sur la longueur

L'évaluation des populations virtuelles ou VPA est une technique basée sur l'étude des populations capturées ; elle vise à examiner ce que l'on peut observer la capture dans le but d'évaluer la population qui devrait être présente en mer pour générer cette capture. La technique de Jones (1984) utilise des « pseudo-cohortes » définies par des paramètres stables. L'approche d'analyse des cohortes couramment employée pour l'évaluation des stocks d'animaux aquatiques est perçue comme l'une des techniques les plus efficaces en termes de modélisation analytique.

L'idée principale consiste à utiliser la répartition des poissons capturés selon leur âge ou leur taille. En supposant que le recrutement et la mortalité liée à la pêche ne varient pas beaucoup entre ces groupes, on peut alors calculer les taux de mortalité par pêche (F), ce qui donne une mesure précise de la pression subie par le stock. ((Ghorbel et *al.*, 1997 (*In* Harchouche, 2006)).

Grâce à l'Analyse des Populations Virtuelles, il est possible de reconstituer l'histoire des cohortes et d'obtenir des informations détaillées sur l'exploitation et la dynamique des stocks.

**Tableau 1:** Paramètres et équations utilisé pour le calcul de la production et de la Biomasse via l'analyse des cohortes (Boufersaoui, 2009).

Paramètres à calculer	Equations
Classe de longueur : $L_1-L_2$	/
Effectif capturé : $C(L_1-L_2)$	/
Facteur de mortalité naturelle : $H(L_1-L_2)$	$\left[ \frac{L_\infty - L_1}{L_\infty - L_2} \right]^{M/2K}$
Nombre de survivants par classe de longueur $N(L_1)$	$N(L_2) * H(L_1-L_2) + C(L_1-L_2) * H(L_1-L_2)$
Taux d'exploitation : $F/Z$	$\frac{C[L_1 - L_2]}{NL_1 - NL_2}$
Mortalité par pêche : $F$ ( $\text{an}^{-1}$ )	$M * \frac{F/Z}{1-F/Z}$
Mortalité totale : $Z$ ( $\text{an}^{-1}$ )	$F+M$
Poids corporel moyen : $W_m(L_1-L_2)$	$a * \left[ \frac{L_1+L_2}{2} \right]^b$
$N$ moyen $\Delta ti$ : $N(L_1-L_2) * \Delta ti$	$\frac{NL_1 - NL_2}{Z}$
Biomasse Moyenne $\Delta ti$ : $B \Delta ti$	$N(L_1-L_2) * \Delta ti * W_m(L_1-L_2)$
Production $Y$	$W_m(L_1-L_2) * C(L_1-L_2)$

Les calculs sont réalisés à partir de la dernière classe et poursuivis jusqu'à la première.

D'après Jones (1984), le taux d'utilisation de la classe finale ( $F/Z$  terminal) est fixé à 0,5 (nous pouvons également prendre en compte  $F$  terminal = 0,5). Le total final de survivants sera donc :

$$N(L_1) \text{ Final} = C(L_1 - L_\infty) / (F/Z) \text{ Final.}$$

## 7.2 Modèle prédictif de Thompson et Bell (1934) fondé sur la longueur

Le modèle élaboré par Thompson et Bell en 1934 est utilisé pour anticiper les conséquences des changements dans l'effort de pêche sur les productions et biomasses futures, en se basant sur les données historiques d'une pêcherie. Il se base sur l'étude des pseudo-cohortes de Jones (1984) pour estimer l'effet d'un changement dans l'effort de pêche une fois les coefficients de mortalité déterminés. Cela fournit aux gestionnaires des ressources aquatiques des données précises sur la condition du stock (SPARRE, 1996).

L'utilisation de ce modèle requiert l'empreinte des données d'entrée pour une analyse de cohortes basée sur la longueur qui sont (Boufersaoui, 2009) :

- Les taux de mortalité dus à la pêche par catégorie de longueur  $F$  ( $L_i - L_{i+1}$ ).
- Le nombre de poissons dans la classe  $N$  la plus petite ( $L_i$ ).
- L'élément de mortalité naturelle réparti par classe de longueur  $H$  ( $L_i - L_{i+1}$ ).
- Les paramètres de la relation entre la taille et le poids ( $a$  et  $b$ ).

**Tableau 2:** Paramètres et équations utilisés correspondant au modèle Thompson et Bell (Boufersaoui, 2009).

Paramètres à calculer	Equations
$i = (L_i, L_{i+1})$	/
Facteur de mortalité totale : $Z_i$ ( $\text{an}^{-1}$ )	$M + X \cdot F_i$
Nombre de survivants par classe de longueur $N(L_{i+1})$	$N(L_i) * \frac{1 - \left(\frac{X \cdot F_i}{Z_i}\right)}{1 - \left(\frac{X \cdot F_i}{Z_i}\right)^{L_{i+1} - L_i}}$
Facteur de mortalité naturelle : $H_i$	$\left[ \frac{L_{\infty} - L_i}{L_{\infty} - L_{i+1}} \right]^{\wedge M/2K}$
Effectifs capturés au cours de chaque période : $c_i$	$[N(L_i) - N(L_{i+1})] * \frac{X \cdot F_i}{Z_i}$
Poids moyen de la classe $i$ : $W_i$ m	$a * \left[ \frac{L_i + L_{i+1}}{2} \right]^{\wedge b}$
Production $Y_i$	$C_i * W_i$
Valeur de la production $V_i$	$Y_i * V_i$
Nombre moyen des survivants de la classe $i$ : $N_{i \text{ moy}} * \Delta t_i$	$\frac{N L_i - N L_{i+1} + 1}{Z_i}$
Biomasse moyenne de la classe correspondante $B_i$ moy	$N_{i \text{ moyen}} * \Delta t_i * W_{i \text{ moy}}$

Pour les méthodes de Jones (1984) et Thompson et Bell (1934) les calculs et les graphes peuvent être programmés sur le logiciel Excel.

***Chapitre III :***  
***Résultats et discussions***

### 3.1 Mesurations et Distributions des fréquences de taille

163 individus de *Mullus barbatus* dont 72 femelles, 86 males et 5 indéterminés ont été récoltés pendant les trois mois (Mars, Avril, Mai) de notre étude. Les données sont présentées dans le tableau suivant.

**Tableau.3.** Les paramètres statistiques estimés sur les longueurs totales et le poids totaux (Femelles, males, l'ensemble d'individus) de *M. barbatus* de la baie de Bou-ismail

Paramètres	Lt (F)	Lt(M)	Lt(T)	Wt(F)	Wt(M)	Wt(T)
N	72	86	163	69	89	163
Max	23.9	19.2	23.9	201.1	75.2	201.1
Min	12.2	13	12.2	21.3	25.8	21.3

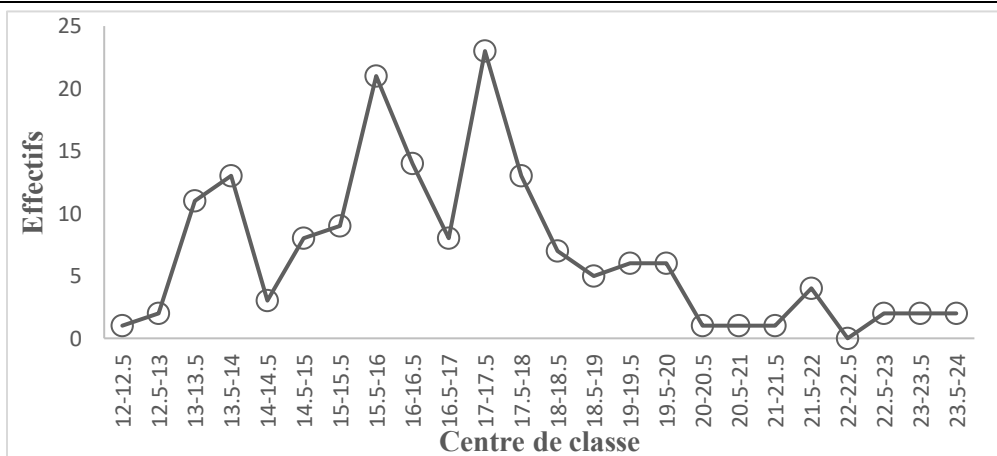
N : effectifs, Min : Minimum, Max : Maximum, Lt : Longueur totale(cm), Wt : Poids totale(g)

Lt(T) : Longueurs totale de l'ensemble des individus (cm)

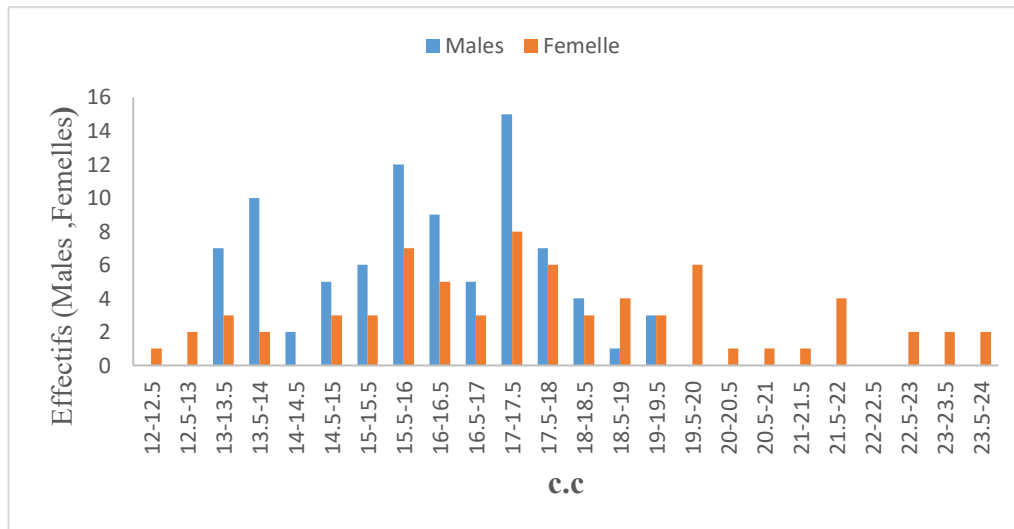
Le regroupement des longueurs par centre de classe en utilisant un pas de 0.5 cm nous donne la distribution des fréquences.

**Tableau.4.** Distribution des fréquences de taille de *M. barbatus*.

Classes	Males	Femelles	Indéterminés	Total	Classes	Males	Femelles	Indéterminés	Total
12-12.5	0	1	0	1	18-18.5	4	3	0	7
12.5-13	0	2	0	2	18.5-19	1	4	0	5
13-13.5	7	3	1	11	19-19.5	3	3	0	6
13.5-14	10	2	1	13	19.5-20	0	6	0	6
14-14.5	2	0	1	3	20-20.5	0	1	0	1
14.5-15	5	3	0	8	20.5-21	0	1	0	1
15-15.5	6	3	0	9	21-21.5	0	1	0	1
15.5-16	12	7	2	21	21.5-22	0	4	0	4
16-16.5	9	5	0	14	22-22.5	0	0	0	0
16.5-17	5	3	0	8	22.5-23	0	2	0	2
17-17.5	15	8	0	23	23-23.5	0	2	0	2
17.5-18	7	6	0	13	23.5-24	0	2	0	2



**Figure 4:** Distributions des fréquences en fonction de centres des classes de taille.



**Figure 5 : Répartition** des distributions de fréquences de longueur par sexe dans la baie Bou-Ismaïl.

## Discussion

A partir des fréquences de tailles (Tab.3 ; Fig.4 ; Fig.5) pour les 163 individus, on remarque une dominance de la classe de taille présence deux modes [15.5-16] et [17-17.5]. Pour les femelles il y'a une équivalence dans la distribution des fréquences. Chez les mâles, la classe dominante est [17-17.5].

On note toutefois l'absence d'individus de petite taille dans notre échantillon. De plus, les cinq individus dont le sexe n'a pas pu être déterminé ont fait l'objet que de l'étude de l'exploitation.

### 3.2 Comparaison des tailles moyennes

La longueur moyenne des femelles (17,68 cm) est supérieure à celle des mâles (15,93 cm). Une analyse statistique fondée sur la valeur de l'écart réduit ( $\epsilon$ ) a été menée afin de vérifier si cette différence était significative.

**Tableau.5.** Comparaison entre les tailles les tailles moyennes des mâles et femelles de *M. barbatus*.

	Taille Moyenne	Variance	Ecart type	$\epsilon$ calculé	$\epsilon$ théorique
<b>Males</b>	15.93	2.70	1.64	1.76	1.96
<b>Femelles</b>	17.68	8.07	2.84		

L'écart réduit calculée ( $\epsilon$  cal=1.76) est avérée inférieure à l'écart réduit de la table normale ( $\epsilon$  théorie=1.96) au risque de 5 %. la différence entre les deux tailles moyennes des mâles et femelles est non significative.

### 3.3 Indices biologiques

#### 3.3.1 Sex ratio

D'après nos résultats qui comportent 86 mâles et 72 femelles, la proportion de sexe se présente comme suit :

Taux de féminité =45.57 %

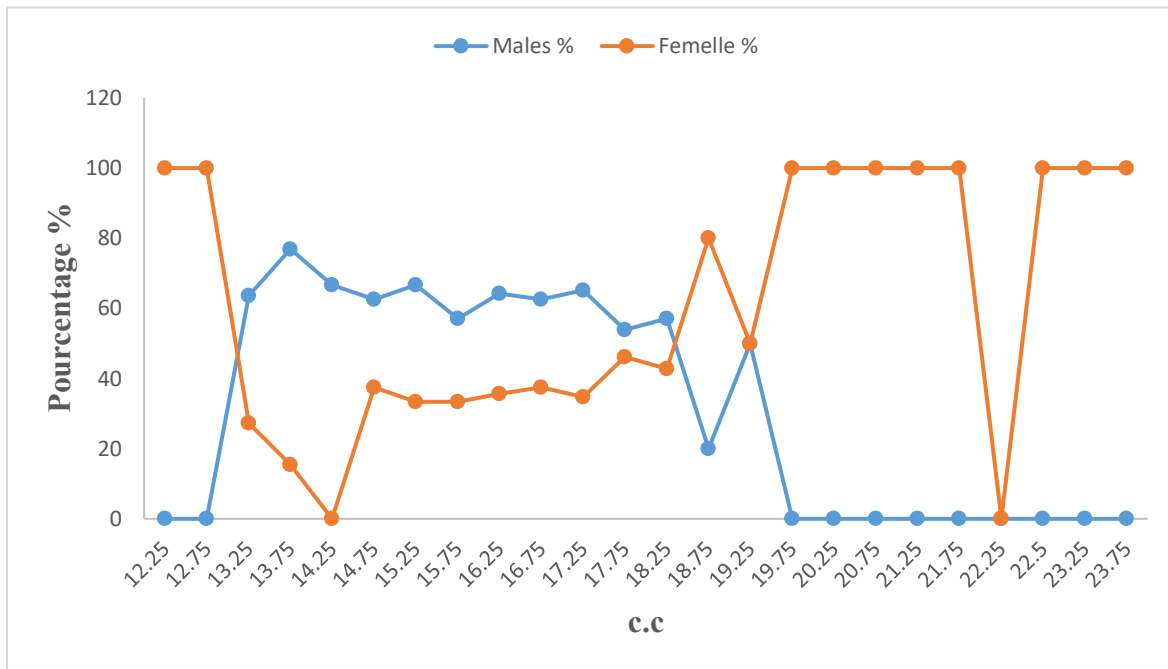
Taux de masculinité=54.43 %

Ainsi, qu'on peut conclure que l'échantillon étudié du stock *M. barbatus* constitué principalement des mâles plus que les femelles.

Le pourcentage des effectifs des mâles et des femelles ainsi que la totalité individus sont répartis par classe de taille d'un pas de 0.5 cm.

**Tableau.6.**Répartition en effectifs, pourcentages des femelles et mâles.

Lt	Classes	Males	Femelle	Total	Males %	Femelles %
12-12.5	12.25	0	1	1	0	100
12.5-13	12.75	0	2	2	0	100
13-13.5	13.25	7	3	11	64	27
13.5-14	13.75	10	2	13	77	15
14-14.5	14.25	2	0	3	67	0
14.5-15	14.75	5	3	8	63	38
15-15.5	15.25	6	3	9	67	33
15.5-16	15.75	12	7	21	57	33
16-16.5	16.25	9	5	14	64	36
16.5-17	16.75	5	3	8	63	38
17-17.5	17.25	15	8	23	65	35
17.5-18	17.75	7	6	13	54	46
18-18.5	18.25	4	3	7	57	43
18.5-19	18.75	1	4	5	20	80
19-19.5	19.25	3	3	6	50	50
19.5-20	19.75	0	6	6	0	100
20-20.5	20.25	0	1	1	0	100
20.5-21	20.75	0	1	1	0	100
21-21.5	21.25	0	1	1	0	100
21.5-22	21.75	0	4	4	0	100
22-22.5	22.25	0	0	0	0	0
22.5-23	22.5	0	2	2	0	100
23-23.5	23.25	0	2	2	0	100
23.5-24	23.75	0	2	2	0	100

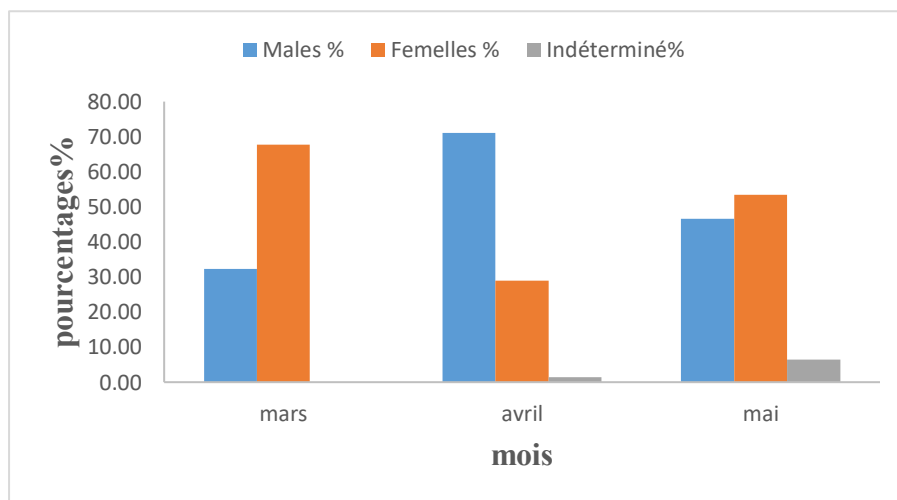


**Figure 5:** Pourcentage des femelles et males en fonction de taille.

La distribution en pourcentage des mâles et des femelles, montre que les mâles de notre échantillon sont plus dominants dans les classes de taille allant de 12.75 jusqu'à 19.25. Alors que les femelles dominant dans les grandes classes de tailles (18.5 jusqu'à la taille maximale 23.9cm).

### L'évolution mensuelle du sexe

Nous avons analysé la répartition des sexes au sein de la population étudiée en fonction des mois et qu'on reporte dans la figure suivante :



**Figure 6:** Répartition des femelles, males, des individus indéterminés en fonction des mois.

La figure 6 montre qu'il y'a une alternance de dominance entre les mâles et les femelles durant les trois mois d'étude. Pour le mois de mars ce sont les femelles qui dominent, alors que les mâles dominent nos échantillons le mois d'avril.

Cependant, durant le mois de mai la répartition entre mâles et femelles se rapproche d'une distribution plus équilibrée.

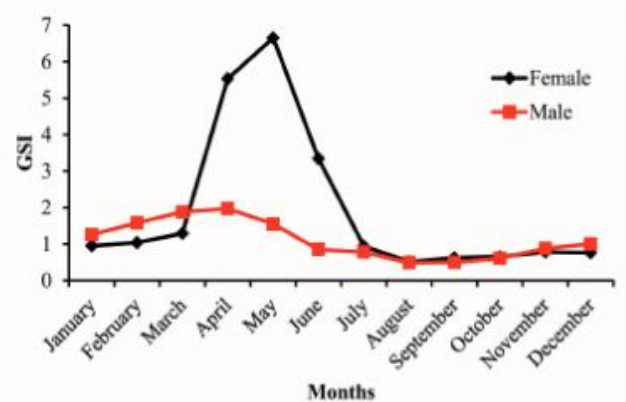
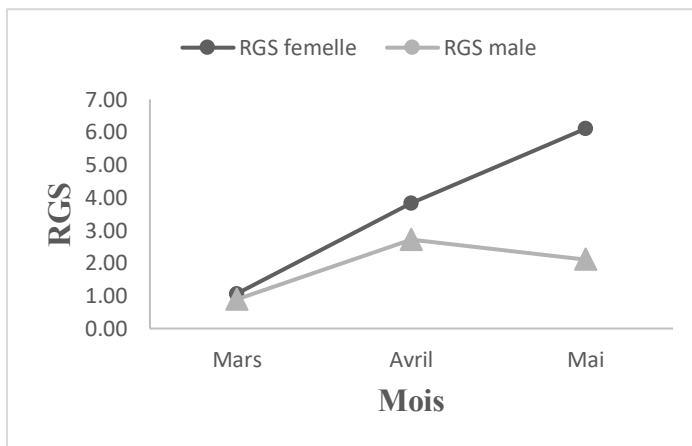
### 3.3.2 Variations mensuelles du rapport gonado-somatique moyen (RGS)

Le rapport gonado-somatique moyen observé chez les mâles et les femelles est récapitulé dans le tableau.7, tandis que son évolution au fil du temps est représentée dans la figure 7.

**Tableau.7.** Variations mensuelles du rapport gonado-somatique moyen de *M. barbatus* dans la baie Bou-Ismaïl.

Mois	RGS male	RGS femelle
Mars	0.89	1.07
Avril	2.72	3.83
Mai	2.11	6.11

D'après le test statistique t (test student) on trouve il n'ya pas une différence significative entre les deux sexes.



**Figure 7:** Variations mensuelles du rapport gonado-

Monthly variation of gonadosomatic  
Somatique moyen de *M. barbatus*.

Index values (GSI) of *M. barbatus* in females  
and males (Mukadder, 2014).

Le graphique présente l'évolution du rapport gonado-somatique (RGS) moyen chez les femelles et les mâles au cours des mois de mars, avril et mai. À partir du mois de mars, le RGS est initialement plus élevé chez les femelles (1.07) que chez les mâles (0.89). Au fil des mois, on observe une augmentation progressive du RGS pour les deux sexes, avec une tendance particulièrement marquée chez les femelles à partir d'avril. Cette croissance continue jusqu'au mois de mai où le RGS atteint respectivement 6.11 chez les femelles.

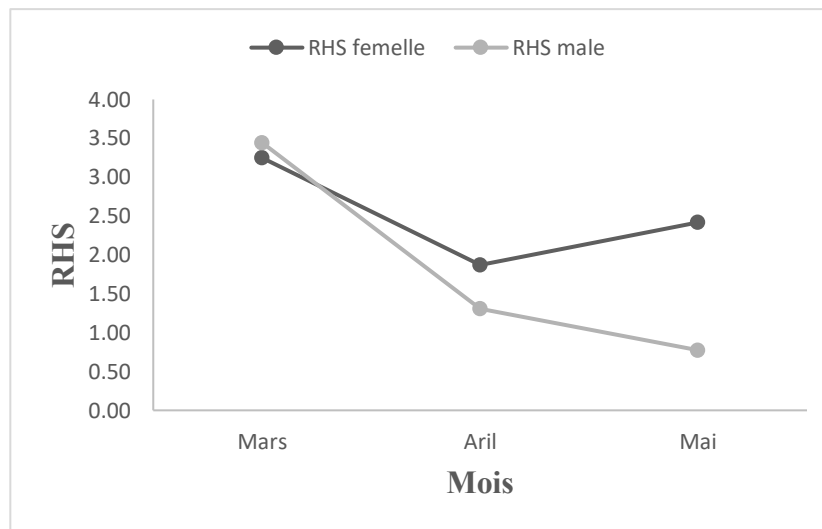
Les valeurs mensuelles de l'indice gonado-somatique suggèrent que la ponte principale se produit en avril chez les mâles, tandis qu'elle se concentre sur le mois de mai chez les femelles. Ces observations concordent avec les données rapportées par Mukadder (2014) qui indiquent que à partir de la période de mai correspond à la fermeture de la pêche permettant ainsi un repos biologique essentiel pour les populations de *M. barbatus*.

### 3.3.3 Variations mensuelles du rapport hépato-somatique moyen (RHS)

Les observations du rapport hépato-somatique sont présentées dans le tableau 8 et illustrées dans la figure

**Tableau.8.** Variations mensuelles du rapport hépato-somatique moyen de *M. barbatus*.

Mois	RHS male	RHS femelle
Mars	3.44	3.25
Aril	1.30	1.87
Mai	0.77	2.42



**Figure 8:** Variations mensuelles du rapport hépato-somatique moyen de *M. barbatus*.

Les résultats de l'évolution mensuelle du rapport hépato-somatique (RHS) révèle des dynamiques distinctes entre les sexes. Le poids moyen du foie atteint des valeurs maximale dans le mois de mars : 3.44 g pour les mâles et 3.25 g pour les femelles. Chez les mâles, une chute rapide du RHS entre mars et mai suggère une forte mobilisation des réserves hépatiques au profit de l'activité reproductive. Chez les femelles, une tendance similaire est observée en avril suivie d'une légère remontée en mai ce qui pourrait indiquer une phase post-reproductive de récupération ou une préparation à des cycles ultérieurs.

Ces fluctuations du RHS soulignent le rôle central du foie dans la gestion des ressources énergétiques chez *M. barbatus* particulièrement durant la période reproductive. Elles illustrent également l'intérêt de ce paramètre comme indicateur fiable de l'état physiologique et nutritionnel des individus ainsi que de leur préparation ou récupération reproductive.

### 3.4 Croissance linéaire

#### 3.4.1 Croissance par analyse de structures de l'âge

##### Clé-âge longueur

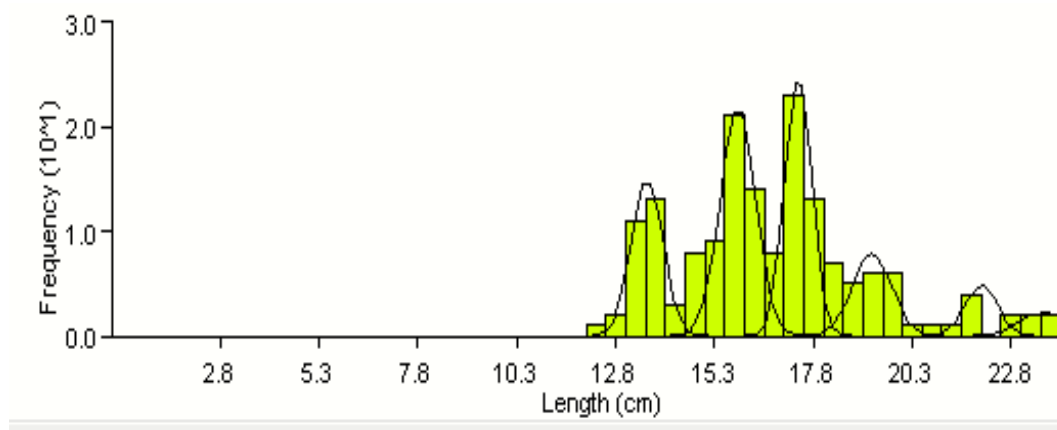
La méthode de Bhattacharya est mise en œuvre à l'aide du logiciel FISAT II. Elle permet de décomposer la distribution des fréquences de taille en cohortes et de calculer la taille moyenne de chaque sous-population (voir la figure 9). Les résultats de cette analyse exprimés sous forme de clé âge-longueur sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Cette méthode identifie pour le total des individus six groupes d'âge dont les tailles moyennes varient entre 13.54 cm et 23.53 cm, on a obtenu les résultats pour les femelles cinq groupes, au contraire des males qui sont représentés par trois groupes avec un taux de croissance (TC) irrégulier.

**Tableau.9.** Clés-âge longueurs obtenus par la méthode de Bhattacharya.

Groupe d'âge	Lt moyen (cm)			Ecart type			Population			TC		
	T	M	F	T	M	F	T	M	F	T	M	F
I	13.54	13.59	13.21	0.40	0.36	0.67	29.85	20.59	9.53	/	/	/
II	15.84	15.95	16.00	0.45	0.62	0.60	49.08	36.20	20.06	2.21	2.20	2.22
III	17.37	16.74	19.64	0.34	0.85	0.32	42.72	67.70	10.58	2.09	1.92	2.33
IV	19.23		22.00	0.50		0.42	19.66		10.19	2.11		2.16
V	22.00		23.53	0.42		0.59	10.18		6.40	2.19		2.05
VI	23.53			0.59			6.41			2.05		

T : total ; M : males ; F : femelles



**Figure 9:** Identification des sous-populations de *M. barbatus* par analyse de la fréquence des tailles selon la méthode de Bhattacharya (1967), réalisée à l'aide du logiciel FISAT II

### Détermination des paramètres de croissance

Les paramètres de la croissance linéaire de von Bertalanffy ( $L_{\infty}$  et  $K$ ) sont déterminés à l'aide de la méthode proposée par Tomlinson et Abramson (1961). Cette méthode nécessite comme données les relations âge-longueur obtenues grâce à la méthode de Bhattacharya. La valeur de  $t_0$  est calculée en utilisant la méthode de Pauly (1985). Les résultats obtenus sont répertoriés dans le tableau.10.

**Tableau.10.** Estimation des paramètres de croissance à partir de l'analyse de la structure en âge.

Par	Structure		D'âge
	Tomlinson et Abramson 1961		Pauly 1985
	$L_{\infty}$	$K$	$t_0$
<b>Total</b>	24	0.23	-0.78
<b>Femelle</b>	24.8	0.56	-0.31
<b>Males</b>	19.5	0.38	-0.49

### 3.4.2 Croissance par analyse de structure de taille

#### Estimation de la longueur asymptotique $L_{\infty}$

- **Méthode de Pauly (1985)**

Le tableau.11. Représente les valeurs  $L_{\infty}$  obtenues par la méthode de pauly (1985).

**Tableau.11.** Résultats de la longueur asymptotique ( $L_{\infty}$ ) issus de la méthode de Pauly (1985)

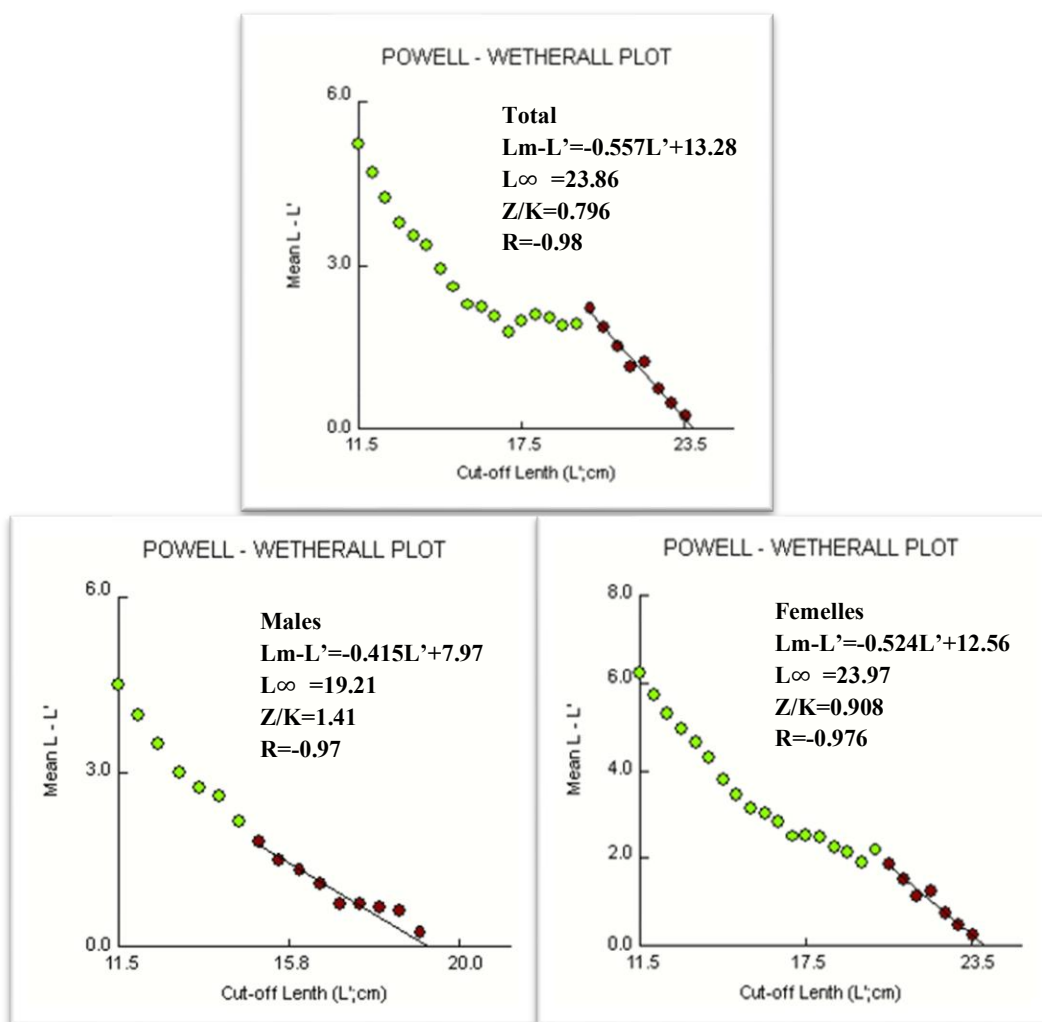
	Pauly 1985	
	$L_{max}$ (cm)	$L_{\infty}$ (cm)
<b>Total</b>	23.9	25.16
<b>Femelle</b>	23.9	25.16
<b>Males</b>	19.2	20.21

- **Méthode de powel-Wetherall (1979) :**

Le tableau.12 réalisé à l'aide du programme FISAT II, version 1.2.0 (Gayanilo et al., 2005), présente les valeurs des paramètres  $L_{\infty}$  et  $Z/K$ . La droite de régression retenue est celle qui affiche le coefficient de régression le plus élevé (Figure10).

**Tableau.12.**Résultats obtenues par méthode de Powell-Wetherall (1979).

	$L_{\infty}$	$Z/K$
<b>Total</b>	23.86	0.796
<b>Femelles</b>	23.97	0.908
<b>Males</b>	19.21	1.41



**Figure 10:** Calcul de  $L_\infty$  et  $Z/K$  à l'aide de l'approche de Powell-Wetherall chez les mâles, femelles, et le total des individus, FISAT II, version 1.2.0 (Gayanilo et al., 2005).

### Estimation de K

Pour estimer le coefficient de catabolisme (K) selon cette méthode il est nécessaire d'utiliser les couples de valeurs de  $L_\infty$ , K et  $t_0$  ainsi que celles de la vitesse de croissance  $\phi$ . Ces données sont fournies par la littérature disponible et ont été obtenues par différents auteurs en Méditerranée. Elles permettent le calcul de  $\phi_m$  et sont répertoriées dans le tableau.13 et le tableau.14.

**Tableau.13.** Vitesse de croissance moyenne d'après la bibliographie pour les deux sexes.

Région	Auteurs (année)	Males $\phi$	Femelles $\phi$
Algérie (cote Algéroise)	Naili (2018)	2.4	2.5
Algérie (cote Algéroise)	Aissat (2010)	2.33	2.43
Algérie (cote Algéroise)	Lalami (1979)	2.35	2.42
Côtes tunisiennes	Bougis (1952)	2.43	2.63

**Tableau.14.** Vitesse de croissance moyenne d'après la bibliographie pour l'ensemble des individus.

Région	Auteurs (année)	$\phi$
Algérie (cote Algéroise)	Naili (2018)	2.4
Algérie (cote Algéroise)	Bedja (2017)	2.47
Algérie (cote Algéroise)	Aissat (2010)	2.38
Maroc (cote méditerrané)	Layachi (2007)	2.51
Côtes tunisiennes	Gharbi et Ktari(1981)	2.56
Golfe de Marseille	Passelaigue (1974)	2.5

Les valeurs obtenues par  $\phi$ 'm à partir de ces résultats sont 2.5 pour le total et femelles. En ce qui concerne les mâles la valeur est 2.4

Selon l'équation de Pauly et Munro (1984), les valeurs du coefficient de catabolisme calculées sont présentées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau.15.** Estimation du coefficient de catabolisme selon la méthode de Pauly et Munro (1984).

	Powell Wetherall		Pauly 1985	
	$L_{\infty}$	K	$L_{\infty}$	K
<b>Total</b>	23.86	0.52	25.16	0.47
<b>Femelles</b>	23.97	0.54	25.16	0.49
<b>Males</b>	19.21	0.65	20.21	0.58

- **Méthode de ELEFAN**

En appliquant cette routine au logiciel FISAT II, version 1.2.0 (Gayanilo et al., 2005), un couple ( $L_{\infty}$  et K) est déterminé en sélectionnant le meilleur score. Le tableau et la figure présente les résultats obtenus grâce à cette application.

La fonction K-Scan fournit une courbe représentant les différentes fréquences du taux de décroissance K, et identifie la valeur de K la plus appropriée, correspondant à une valeur élevée de  $R_n$ .

**Tableau.16.** Calcul de  $L_{\infty}$  et K obtenues via l'application de la méthode de ELEFAN.

	ELEFAN		
	$L_{\infty}$	k(an)	K-scan (an)
<b>Total</b>	24.94	0.5	0.5
<b>Femelles</b>	25.06	0.49	0.51
<b>Males</b>	19.2	0.43	0.48

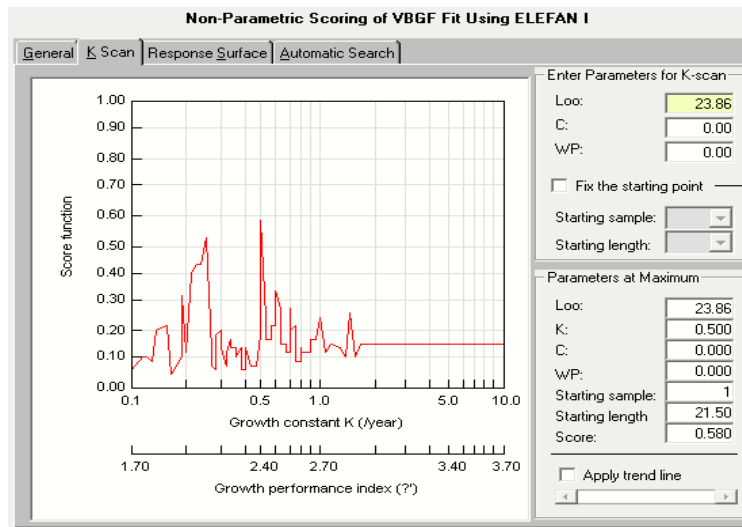


Figure 11: Variation de Rn (score) en fonction de K 'Etiquette de K-Scan pour le total des individus obtenue par ELEFAN I.

Scores: ELEFAN I Method		24.94	25.49	26.05	26.60	27.15	27.71	28.26
K\Loo	0.50	0.299	0.123	0.226	0.099	0.190	0.276	0.250
	0.98	0.273	0.149	0.248	0.261	0.110	0.158	0.158
	1.45	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158
	1.93	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158
	2.40	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158
	2.88	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158
	3.35	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158
	3.83	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158
	4.30	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158
	4.78	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158

Figure 12: Couples de K/L $\infty$  et leur score (Rn=ESP/ASP).

### Estimation du t0

Le paramètre t0 a été estimé à l'aide de l'équation empirique.

Les résultats des paramètres de croissance sont récapitulés dans le tableau suivant

Tableau.17. Tableau de synthèse des estimations issues des structures d'âge et de taille.

Par	Structure d'âge			Par structure de taille									
	Tomlinson et Abramson 1961			Powell Wetherall		Pauly et Munro		Pauly (1985) pauly et munro Pauly(1980)			ELEFAN		
	L $\infty$	K	-t0	L $\infty$	Z/K	-t0	K	L $\infty$	k	t0	L $\infty$	k	-t0
Total	24	0.23	0.78	23.86	0.796	0.33	0.52	25.16	0.47	-0.37	24.94	0.5	0.34
Femelle	24.8	0.56	0.31	23.97	0.908	0.32	0.54	25.16	0.49	-0.35	25.06	0.51	0.32
Males	19.5	0.38	0.49	19.21	1.41	0.28	0.65	20.21	0.58	-0.31	19.2	0.53	0.35

Les tailles asymptotiques  $L_{\infty}$  obtenues par l'analyse de structure d'âge (méthode de Tomlinson & Abramson 1961) avec l'analyse de structure de taille sont des valeurs qui se rapprochent. Pour la suite de l'étude nous allons prendre la moyenne entre ces résultats (Tab.18).

**Tableau.18.** Les paramètres de croissance de *M. barbatus* dans la baie de Bou-Ismaïl.

	$L_{\infty}$	$K(\text{an}^{-1})$	$t_0(\text{an})$
<b>Total</b>	24.49	0.43	-0.46
<b>Femelles</b>	24.75	0.52	-0.32
<b>Males</b>	19.53	0.54	-0.36

**Tableau.19.** Résultats de croissance pour *M. barbatus* en méditerranée.

Région	Auteurs	Sexe	$L_{\infty}$	K	$t_0$
<b>Baie de BouIsmaïl</b>	Bedja (2017)	Total	25.75	0.37	-0.47
<b>Cotes algériennes (Jijel)</b>	Naili (2018)	Total	23.93	0.43	-0.42
		Femelle	23.38	0.63	-0.28
		Male	18.9	0.73	-0.25
<b>Algérie (cotes Algéroise)</b>	Benounnas et Bouguena (2016)	Total	25.1	0.4	-0.36
		Femelle	24.76	0.41	-0.37
		Male	25.93	0.37	-0.34
<b>Algérie (cotes algéroise)</b>	Aissat(2010)	Total	25,56	0,37	-0,059
		Femelle	25,34	0,42	-0,06
		Male	24,67	0,35	-0,056
<b>Golf de Bejaia</b>	Kacher (1989)	Total	23.46	0.41	-0.6
		Femelle	24.43	0.43	-0.53
		Male	20.44	0.44	-0.73
<b>Côtes tunisiennes</b>	Gharbi et Ktari (1981)	Total	26.66	0.51	-0.33
		Femelle	18.1	0.49	-0.18
		Male	20.5	0.5	-0.04
<b>Golfe de marseille</b>	Passelaigue(1974)	Total	23,44	0,58	/
		Femelle	22,5	0,56	-0,24
		male	24,5	0,6	0,2
<b>Notre étude</b>	Baie de Bousmail	Total	24.49	0.43	-0.46
		Femelle	24.75	0.52	-0.32
		Male	19.53	0.54	-0.36

En comparant les paramètres retenus dans notre étude par rapport aux résultats obtenues par la bibliographie (Tab.19.), nous remarquons que les valeurs  $L_{\infty}$  de obtenues sont proches des valeurs de Kacher (1989) et Naili (2018) du Golfe de Bejaia et cotes algéroise (jijel) respectivement.

Elles sont inférieures aux autres valeurs de la cotes algéroise et tunisienne et supérieure à celle du golfe de Marseille.

Les équations de croissance linéaire de *M. barbatus* dans la Baie de Bou-Ismaïl s'écrivent comme suit :

Pour le total :  $L_t = 24.49 (1 - e^{-0.43(t+0.46)})$ .

Pour les femelles :  $L_t = 24.75 (1 - e^{-0.52(t+0.32)})$ .

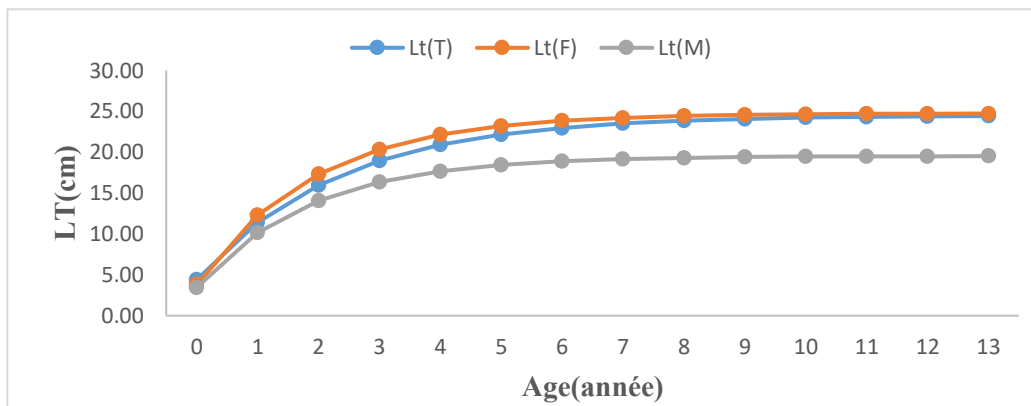
Pour les mâles :  $L_t = 19.53 (1 - e^{-0.54(t+0.36)})$ .

Le tableau.20. Présente les longueurs moyennes théoriques dérivées des équations du modèle de Von Bertalanffy, permettant de tracer les courbes théoriques de croissance linéaire pour *M. barbatus*.

**Tableau.20.** Estimations des longueurs moyennes de *M. barbatus* selon le modèle de von Bertalanffy

Age	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Lt(T)	4.40	11.42	15.99	18.96	20.89	22.15	22.97	23.50	23.85	24.07	24.22	24.31	24.37	24.41
Lt(F)	3.79	12.29	17.34	20.35	22.13	23.19	23.82	24.20	24.42	24.56	24.63	24.68	24.71	24.73
Lt(M)	3.45	10.16	14.07	16.35	17.68	18.45	18.90	19.16	19.32	19.41	19.46	19.49	19.51	19.52

**M : mâles ; F : femelles ; T : total**



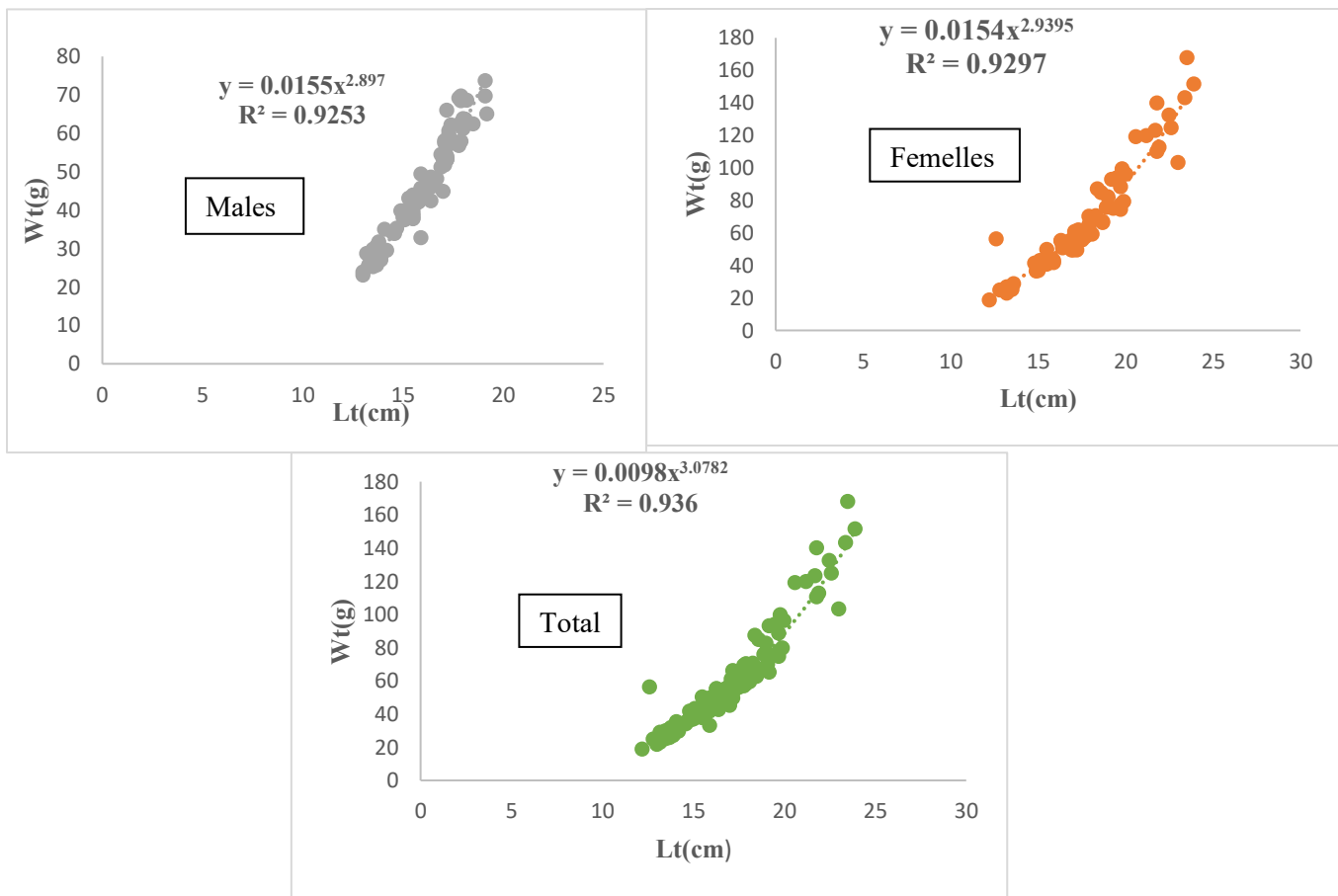
**Figure 13:** Les courbes de croissance théorique de *M. barbatus* chez les mâles, les femelles et l'ensemble des individus.

La figure 13 illustre que pour les deux sexes, la croissance est identique entre l'âge 0 et 1 an. Cependant, à partir de cet âge une divergence apparaît : les femelles présentent une croissance légèrement plus rapide que les mâles.

### 3.5 Croissance relative

#### Relation taille poids

Des équations taille-poids ont été calculées pour les mâles, les femelles et l'ensemble des individus, et sont présentées dans les figures suivantes :



**Figure 14:** Courbe de type puissance de la relation taille-poids chez les mâles, les femelles et l'ensemble des individus.

### Discussion :

La relation taille-poids est un indicateur important pour l'analyse de la morphologie et de la condition corporelle des poissons. Elle peut être influencée par divers facteurs tels que l'alimentation, le stade sexuel et les conditions environnementales. Afin de minimiser ces variations et d'évaluer des mesures plus fiables, nous avons utilisé le poids éviscéré obtenu après retrait des viscères et des gonades. Cette méthode permet d'éliminer les fluctuations dues au contenu stomacal et à la reproduction assurant ainsi une meilleure précision dans l'estimation de la masse corporelle. L'utilisation du poids éviscéré renforce la pertinence biologique des modèles allométriques.

Les valeurs du paramètre  $b$  pour l'ensemble des individus  $b = 3.078$  restent voisines de 3 indiquent une croissance isométrique (Tab.21.), ce qui signifie que le poids croît de la même vitesse que le cube de la longueur du poisson.

Cependant, pour les mâles et les femelles présentent une allométrie minorante (Tab.21.) avec des exposants respectifs de 2.897 et 2.940. Ces valeurs montrent que les mâles sont proportionnellement plus légers que les femelles pour une taille donnée et le poids croît relativement moins vite que la longueur. Ces résultats soulignent les différences sexuelles dans la croissance et l'allocation des ressources énergétiques, ainsi que les adaptations biologiques spécifiques de l'espèce face à son environnement.

**Tableau.21.**Tableau récapitulatif des résultats de la relation taille-poids.

Sexe	Equation	a	b	r	Type d'allométrie
<b>Total</b>	$W_T=0.0098L_T^{3.078}$	0.0098	3.078	0.94	Isométrique
<b>male</b>	$W_T=0.0155L_T^{2.897}$	0.0155	2.897	0.93	minorante
<b>femelle</b>	$W_T=0.0154 L_T^{2.940}$	0.0154	2.940	0.93	minorante

### 3.6 Croissance pondérale

Pour déterminer le poids asymptotique des deux sexes et de l'ensemble des individus, la longueur asymptotique  $L_\infty$  est substituée dans la relation taille-poids. Ainsi, les équations de croissance pondérale selon Von Bertalanffy s'écrivent comme suit :

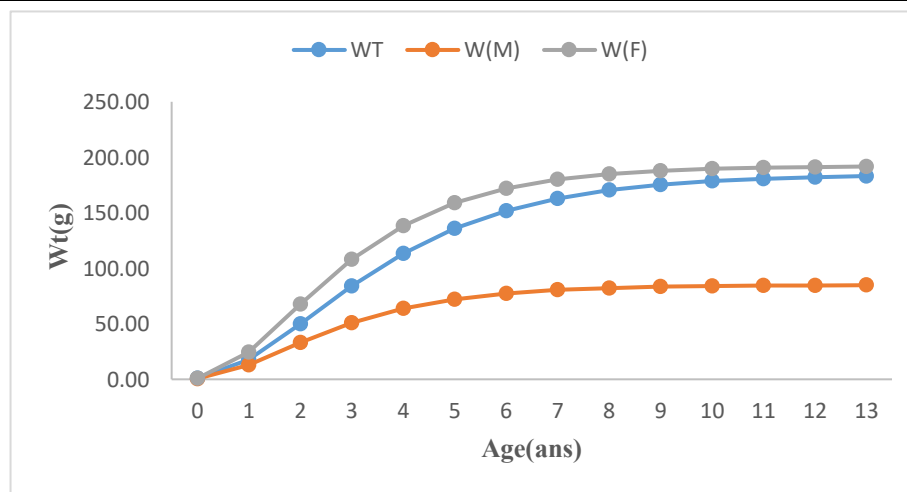
**Tableau.22.** Expressions analytiques de la croissance en poids dérivées du modèle de von Bertalanffy.

Sexe	Equation de croissance pondérale
<b>Total</b>	$W_t= 184.85(1-e^{-0.43(t+0.46)})^{3.078}$
<b>Male</b>	$W_t= 84.97 (1-e^{-0.54(t+0.36)})^{2.897}$
<b>Femelle</b>	$W_t= 192.28 (1-e^{-0.52(t+0.32)})^{2.940}$

Ces formules permettent d'estimer les poids théoriques en fonction des âges (Tab.23.), et de réaliser les courbes de la croissance pondérale de Von Bertalanffy.

**Tableau.23.**Poids moyens théoriques de *M. barbatus* (modèle de Von Bertalanffy).

Age(ans)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>WT</b>	0.93	17.65	49.74	84.06	113.34	135.68	151.71	162.79	170.29	175.28	178.59	180.76	182.18
<b>W(M)</b>	0.56	12.79	32.86	50.76	63.64	72.05	77.27	80.43	82.30	83.41	84.06	84.44	84.66
<b>W(F)</b>	0.78	24.56	67.58	108.09	138.41	158.86	171.90	179.98	184.90	187.87	189.65	190.71	191.35



**Figure 15:** Représentation graphique de la croissance en poids selon von Bertalanffy chez *M. barbatus*.

La figure 15 montre les courbes de croissance théorique de Von Bertalanffy pour les mâles, les femelles et l'ensemble des individus, on note qu'une prédominance en faveur des femelles existe chez *Mullus barbatus* dans la Baie de Bou-Ismaïl.

### 3.7 Indices d'exploitation

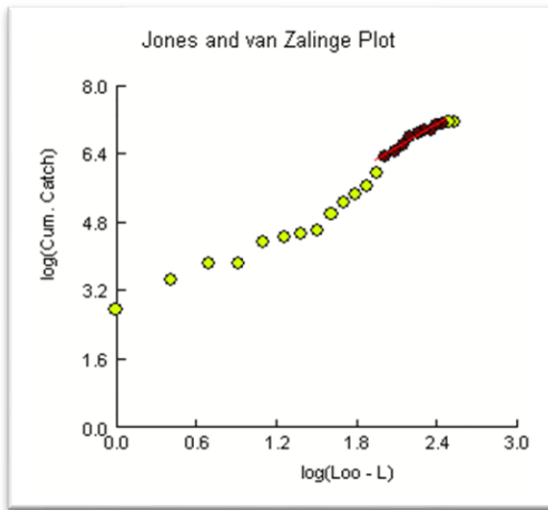
#### 3.7.1 Coefficient de mortalité

##### Coefficient de mortalité totale ( $Z$ )

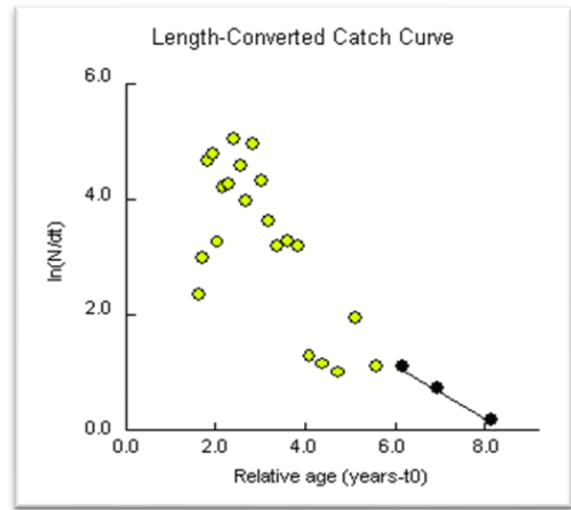
Pour estimer le coefficient instantané de mortalité totale, différentes méthodes ont été appliquées avec l'aide du logiciel FISAT II version 1.2.0 (Gayaniilo et al., 2005). Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant et illustré dans les figures 16 et 17.

**Tableau.24.** Évaluation du taux de mortalité totale ( $Z$ /an) de *M. barbatus* dans la Baie de Bou-Ismail.

	<b>Powell-wetherall (1986)</b>	<b>Pauly(1984)</b>	<b>Jones et Van zalinge</b>	<b>Beverton et Holt</b>
<b>Z</b>	0.34	0.47	1.83	1.14



**Figure 16:**Détermination du coefficient de mortalité Z par l’approche de Jones et Van zalinge sur FISSAT II



**Figure 17:**Détermination du coefficient de mortalité Z obtenu par la courbe linéarisée sur FISSAT II.

La variation du coefficient (Z) se situe dans l’intervalle de 0.34 à 1.83 an<sup>-1</sup>, avec une moyenne obtenue de 0.95 an<sup>-1</sup>. Nous retenons la valeur Z = 1.14 an<sup>-1</sup>, calculée selon la méthode de Beverton et Holt car elle est proche de la valeur moyenne.

### Coefficient de mortalité naturelle (M)

Pour l’estimation de la mortalité naturelle(M), on utilise la température moyenne dans cette étude est de 14. 2°C. le tableau présente les valeurs instantanées de mortalité naturelle M calculées à l’aide de trois méthodes différentes.

**Tableau.25.** Calcul de la mortalité naturelle (M) selon plusieurs techniques d’estimation.

	Pauly (1980)	Djabali (1994)	Taylor (1959)
<b>M(an<sup>-1</sup>)</b>	0.79	0.42	0.46

L’estimation de la mortalité naturelle (M) montre que sa variation se situe entre 0.42 et 0.79 an<sup>-1</sup>, avec une moyenne obtenue de 0.56 an<sup>-1</sup>. Nous avons retenu la valeur obtenue par la méthode Taylor (1959), étant donné que cette dernière semble mieux adaptée aux stocks de poissons de la Méditerranée.

### Coefficient instantané de mortalité par pêche (F)

A partir des mesures de M et Z obtenues précédemment, pour l’estimation de F nous avons utilisé la relation Z=F+M.

Le coefficient instantané de mortalité par pêche F est de 0.7 an<sup>-1</sup>.

### 3.7.2 Taux d'exploitation (E)

Le taux d'exploitation obtenu via l'application de la relation  $E = F / Z$  est égal à 0.6, ce qui est supérieur à 0.5. Cela indique une situation de surexploitation pour *M. Barbatius* dans la baie de Baie de Bou-Ismaïl. Pour valider ou rejeter cette hypothèse, il convient d'utiliser des modèles mathématiques par la suite.

### 3.8 Estimation du niveau d'exploitation

#### 3.8.1 Analyse des populations virtuelles (VPA de Jones fondé sur la longueur, 1984)

Les paramètres utilisés pour cette analyse sont présentés dans le tableau

**Tableau.26.** Tableau récapitulatif des paramètres utilisés pour l'analyse de cohorte de Jones fondé sur la longueur (1984).

$L_{\infty}$	K	a	b	M	F/Z Terminale
24.49	0.43	0.0098	3.0782	0.46	0.5

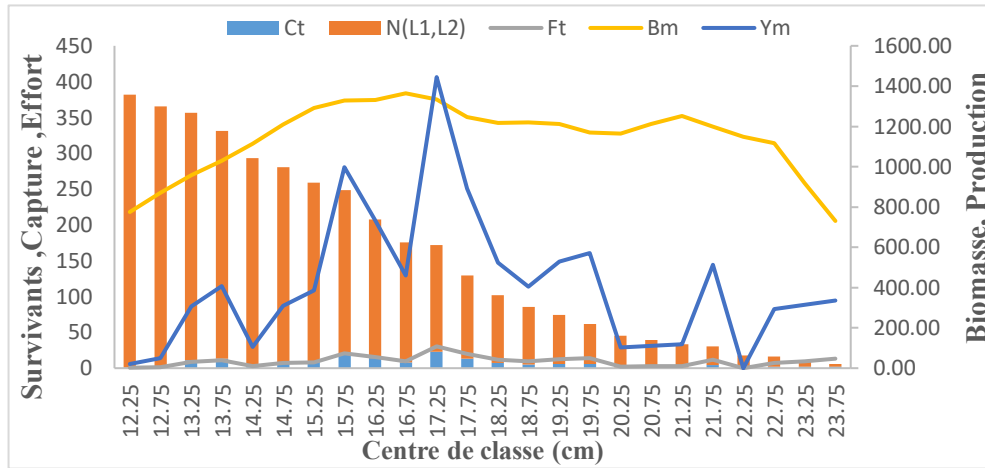
Les résultats obtenus à partir de l'analyse de Jones basée sur la longueur sont présentés dans le tableau suivant, accompagnés d'une représentation graphique des résultats.

**Tableau.27.** Résultats de l'analyse des cohortes selon l'approche de Jones (1984), basée sur les données de longueur pour *M. barbatius*.

Cc	Ct	H (L1, L2)	N (L1, L2)	Ft	Bm	Ym
12.25	1	1.02	380.63	0.03	774.04	21.90
12.75	2	1.02	363.38	0.06	869.31	49.55
13.25	11	1.02	345.24	0.32	957.14	306.76
13.75	13	1.03	318.45	0.39	1029.66	406.32
14.25	3	1.03	290.29	0.09	1114.86	104.66
14.75	8	1.03	272.59	0.26	1210.43	310.35
15.25	9	1.03	250.24	0.30	1291.57	386.88
15.75	21	1.03	227.42	0.75	1328.37	996.95
16.25	14	1.03	193.55	0.55	1331.82	731.75
16.75	8	1.04	167.83	0.34	1364.38	459.02
17.25	23	1.04	148.89	1.08	1334.54	1444.74
17.75	13	1.04	116.12	0.72	1246.06	891.67
18.25	7	1.04	94.76	0.43	1217.24	522.99
18.75	5	1.05	80.27	0.33	1221.12	405.97
19.25	6	1.05	68.35	0.44	1213.19	528.27
19.75	6	1.06	56.01	0.49	1170.76	571.65
20.25	1	1.07	44.36	0.09	1163.54	102.90
20.75	1	1.07	38.15	0.09	1211.07	110.92
21.25	1	1.09	32.13	0.10	1250.49	119.35
21.75	4	1.10	26.31	0.43	1199.93	512.84
22.25	0	1.13	18.01	0.00	1147.63	0.00
22.75	2	1.17	14.17	0.26	1115.51	294.47
23.25	2	1.24	8.68	0.34	918.29	314.85
23.75	2	1.46	4.00	0.46	730.79	336.16

Cc : centre de classe ; Ct : captures totales par classe ; H (L1, L2) : facteur de mortalité naturelle ;

N (L1, L2) : nombre des survivants par classe ; Ft : Mortalité par pêche ; Bi : biomasse moyenne ; Yi : production moyenne.



**Figure 18:** Évaluation des effectifs capturés, du nombre de survivants en mer, de la biomasse, de la production et de la mortalité par pêche en fonction de la taille d'une pseudo-cohorte de *M. barbatus* dans la baie de Bou-Ismaïl (méthode de Jones, 1984).

## Discussion

A partir du graph, les données de capture du stock exploité nous a permis d'observer :

-le nombre de survivants diminue avec l'augmentation de la taille des poissons qui se traduit par une mortalité totale Z élevé chez les grands individus.

-Les captures les plus importants sont concentrées dans la gamme de taille [15.5-16 cm [et [17-18cm [

Et les plus faibles sont celles qui correspond aux tailles inférieure 15 cm et supérieures à 18cm.

-La biomasse du stock en mer atteint un maximum dans la classe de taille [15-16.5 cm [et [20.5-21.5 cm [

Ce qui pourrait indiquer une structure de la population composée de deux groupes distincts (jeunes et adultes). Ce phénomène suggère un bon recrutement récent ainsi qu'une possible surexploitation des individus de taille intermédiaire souvent matures. Mais reste élevée entre ces deux pics. Cette structure indique une population dynamique avec une bonne représentation des juvéniles et des adultes. L'absence d'une chute marquée de la biomasse entre les deux pics suggère que :

Les recrutements sont réguliers et les poissons ont suffisamment de temps pour grandir et La pression de pêche n'est pas excessive sur toutes les classes de taille.

-Les rendements les plus importants sont ceux correspondant aux classes [15.5-16 cm [et [17-17.5cm [elles sont les plus accessibles à l'activité de pêche et ils fournissent les meilleures captures en poids

-L'effort de pêche maximal correspond la classe [17-17.5 cm [avec un effort de 1.08 révèle que cette taille est particulièrement vulnérable aux activités de pêche. Cela induit le maximum du rendement et met en évidence la nécessité d'impliquer des stratégies de gestion adaptées pour protéger les poissons matures et assurer la pérennité du stock.

La variation de la mortalité par pêche (F) analysée par classe de taille indique que les petites classes ne sont pas affectées, ce qui suggère que le stock juvénile est protégé. Cependant, il est important de prendre en compte

L'impact de cette mortalité sur les grands individus également appelés géniteurs. Une augmentation observée dans le stock reproducteur pourrait entraîner une surexploitation du recrutement (Sparre et Venema, 1966). Dans un tel cas, une solution possible serait de réorienter l'effort de pêche vers les individus de taille moyenne ou d'adapter le maillage des filets pour éviter de capturer les jeunes reproducteurs.

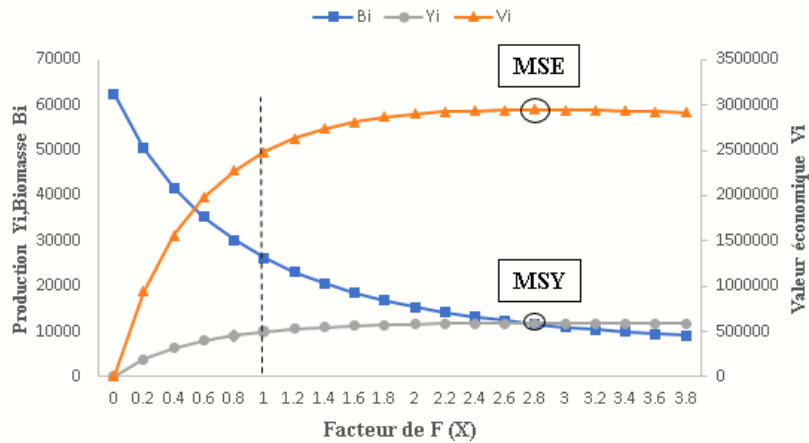
### 3.8.2 Modèle prédictif de Thompson et Bell (1934) fondé sur la longueur

Le tableau ci-après présente les paramètres employés lors de cette étude.

**Tableau.28.** Tableau récapitulatif des paramètres utilisé pour le modèle de Thompson et Bell (1934) fondé sur la longueur.

$L_{\infty}$	K	a	b	M	N (initial)
24.49	0.43	0.0098	3.0782	0.46	380.63

Les calculs de l'analyse du nombre de survivants, de la production, de la biomasse et de la valeur de la production est répertoriée dans le tableau.30. (Annexe). Les résultats sont rassemblés dans le tableau.29. et présentés par la figure suivante.



**Figure 19:** Variation de la production, de la biomasse et de sa valeur économique selon un facteur multiplicatif de mortalité due à la pêche (X) de *M. barbatus*.

**Tableau.29.** Résultats de l'application de la méthode de Thompson et Bell (1934) basée sur les données de longueur pour *M. barbatus*.

<b>X</b>	<b>Yi</b>	<b>Bi</b>	<b>Vi</b>	<b>X</b>	<b>Yi</b>	<b>Bi</b>	<b>Vi</b>
<b>0</b>	2.32202249	62456.9244	580.505623	<b>2</b>	11597.1144	15409.9334	2899278.6
<b>0.2</b>	3749.17565	50417.4172	937293.913	<b>2.2</b>	11690.0902	14215.2284	2922522.55
<b>0.4</b>	6225.05285	41718.623	1556263.21	<b>2.4</b>	11746.3863	13202.5597	2936596.58
<b>0.6</b>	7916.19812	35203.1128	1979049.53	<b>2.6</b>	11775.3364	12337.3551	2943834.1
<b>0.8</b>	9096.42019	30193.3384	2274105.05	<b>2.8</b>	11783.9033	11592.487	2945975.81
<b>1</b>	9930.83705	26263.854	2482709.26	<b>3</b>	11777.3134	10946.4922	2944328.35
<b>1.2</b>	10524.5183	23132.2401	2631129.58	<b>3.2</b>	11759.5096	10382.2621	2939877.41
<b>1.4</b>	10947.0781	20603.0731	2736769.52	<b>3.4</b>	11733.4775	9886.06817	2933369.38
<b>1.6</b>	11246.0881	18536.7738	2811522.02	<b>3.6</b>	11701.4839	9446.82615	2925370.97
<b>1.8</b>	11454.8483	16831.1576	2863712.08	<b>3.8</b>	11665.2529	9055.53571	2916313.22

Les résultats montrent que le niveau de l'effort de pêche actuel est inférieur à celui correspondant à la production maximale durable (MSY) de 35.71% ( $X_{F_{MSY}} = 2.8$ ). Cela indique une sous-exploitation du stock *M. barbatus*.

La production maximale économique équilibrée (MSE) est obtenue avec un facteur de  $F(X=2.8)$ , ceci montre que le niveau présent de l'effort de pêche est inférieur au  $F_{MSE}$ .

L'effort actuel est 64.29% en dessous de l'effort recommandé pour atteindre les objectifs de durabilité et d'équilibre économique. Cette sous-exploitation pourrait être corrigée en augmentant progressivement l'effort de Pêche vers le niveau optimal, tout en veillant à ne pas dépasser les limites qui garantissent la pérennité du stock sur le long terme.

# *Conclusion générale*

L'étude du rouget de vase *Mullus barbatus* dans la baie de Bou-ismail s'inscrit dans le cadre d'une évaluation des paramètres biologiques et halieutiques de cette espèce démersale d'intérêt commercial. À travers l'analyse de 163 individus capturés dont les tailles varient entre 12 et 24 cm, nous avons pu évaluer plusieurs aspects essentiels tels que la croissance, la reproduction, la mortalité ainsi que l'état d'exploitation du stock.

Les tailles moyennes observées sont respectivement de 17,68 cm pour les femelles et 15,93 cm pour les mâles. Cependant, le test de l'écart réduit indique que la différence entre les sexes n'est pas statistiquement significative. Malgré cela, les femelles tendent à être légèrement plus grandes que les mâles.

L'analyse du sex-ratio a révélé une prédominance des mâles avec un pourcentage de 54,34 %, ce qui pourrait refléter des différences de comportement ou de vulnérabilité au prélèvement.

La variation mensuelle du rapport gonado-somatique (RGS) confirme une forte activité reproductive pendant la période étudiée, marquant ainsi les mois de mars à mai comme cruciaux pour le cycle de reproduction de *Mullus barbatus*.

Les résultats obtenus concernant la croissance montrent que les femelles possèdent une longévité légèrement supérieure à celle des mâles. Les jeunes individus présentent une croissance rapide, tandis que celle-ci ralentit avec l'âge.

En ce qui concerne la relation taille-poids, l'analyse révèle une allométrie minorante chez les deux sexes, avec des valeurs d'exposants de 2,897 pour les mâles et 2,940 pour les femelles. Ces résultats indiquent que, pour une taille donnée, les poissons augmentent moins vite en poids qu'en longueur. Toutefois, pour l'ensemble des individus, la valeur de  $b = 3,07$  traduit une croissance isométrique, montrant une augmentation proportionnelle du poids avec la taille.

Pour estimer l'âge des individus, nous avons utilisé la méthode de Bhattacharya, basée sur la décomposition des fréquences de tailles calculées à l'aide du logiciel FISAT II (version 1.2.0). Cette approche a permis d'identifier six groupes d'âge pour l'ensemble des individus, avec une distribution différentielle selon le sexe : trois groupes d'âge pour les mâles et cinq groupes d'âge pour les femelles.

Cette analyse a également mis en évidence des différences significatives dans la croissance entre les deux sexes. Les femelles présentent une croissance plus rapide que les mâles, atteignant une taille asymptotique ( $L_{\infty}$ ) de 24,75 cm, contre environ 19,53 cm pour les mâles. Pour l'ensemble des individus, la taille asymptotique s'élève à 24,49 cm.

L'analyse de l'état d'exploitation, réalisée à travers les modèles de VPA (Virtual Population Analysis) et de Thompson & Bell fondé sur la longueur, a mis en évidence une situation de sous-exploitation du stock malgré un taux d'exploitation ( $E = 0.6$ ) relativement élevé. En effet, l'effort actuel se situe en dessous des niveaux optimaux nécessaires pour atteindre la production maximale durable (MSY) et la production maximale économique (MSE). Cette observation ouvre la voie à une possible intensification contrôlée de l'exploitation, sous réserve d'une gestion rationnelle visant à préserver la pérennité du stock.

À la lumière de cette conclusion, il serait pertinent de maintenir l'effort de pêche actuel tout en orientant partiellement l'activité de pêche vers d'autres zones, favorisant ainsi un rétablissement progressif de la biomasse et une amélioration du recrutement. En outre, cela encouragerait une croissance durable de la productivité halieutique dans la région.

Pour garantir l'efficacité de cette mesure, il serait crucial d'établir des quotas de pêche adaptés et de suivre régulièrement l'évolution du stock. De plus, une formation des pêcheurs aux bonnes pratiques de pêche durable pourrait renforcer l'adhésion à cette stratégie et assurer sa durabilité à long terme.

*Références*  
*Bibliographique*

- AISSAT, F. (2010).** Ecologie, biologie et exploitation du rouget de vase *Mullus barbatus* (Linnaeus,1758) de la région Algérois. Thèse de magister. Halieutique, Alger : USTHB.63P
- BACHARI HOUMA, F. (2009).** Modélisation et cartographie de la pollution marine et de la bathymétrie à partir de l'imagerie satellitaire. Université, paris-Est.p.30-33.
- BEDJA.S. (2017).** Contribution à l'étude de la croissance et l'exploitation de *Mullus barbatus* (Linné,1758) dans la baie de Bou-Ismaïl. Ingénieur. Halieutique. Alger. ENSSMAL, Alger.p.6.
- BENHRIGA, A., DJADAOUADJI, H. (2020).** Contribution à l'étude de la croissance et régime alimentaire de la Melva (*Auxis rochei*) (Risso, 1810) ciblée par la pêche récréative dans la région de Mostaganem. Mémoire de master. Ressources Halieutiques. Mostaganem.p.16.
- BENOUNNAS, K. BOUGUENA, S.R. (2016).** Etude de la croissance, de la reproduction et de la fécondité du rouget de vase *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758), dans le secteur Centre d'Algérie. Ingénieur. Halieutique. Alger. ENSSMAL. 71p
- BENZINA, F. Z., LAUCHE, H. (2017).** Evaluation de la contamination du Rouget de vase (*Mullus barbatus* L,1958) par quelque éléments traces métalliques dans le golfe de Bejaïa. Mémoire de master. Environnement et Santé Publique. Département de Sciences Biologiques de l'Environnement. Bejaia.p.21.
- BEVERTON, R. a., HOLT, S.J. (1956).** A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. Rapports et Procès-Verbaux des Réunions Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée.CIEM, 140:67-83.
- BOUAZIZ, A. (2007).** La sardinelle (*Sardinella aurita Valenciennes, 1847*) des côtes Algériennes : Distribution, Biologie et estimation des biomasses. Thèse de Doctorat d'état. Alger:USTHB.p.135.
- BOUDRAA, I. (2018).** Biologie et dynamique de Rouget barbet de vase *Mullus barbatus* (Linnaeus,1758) des cotes algériennes. Doctorat en sciences. Université Badji Mokhtar. Annaba. P.10-14
- Boufersaoui, S. (2009).** Croissance et exploitation de deux espèces de poissons plats pleuronectiformes des eaux algériennes : *Citharus linguatula* (Linnaeus, 1758) et *Dicologlossa cuneata* (Moreau, 1881). Ingénieur d'état. Alger : USTHB.
- BOUGIS, P. (1952).** Recherche biométrique sur les rougets ('*Mullus barbatus*'L.et '*Mullus surmuletus*'L) *Arch.Zool.Exp.* p.57-115.
- CADIMA, E. (2002).** Manuel d'évaluation des ressources halieutique. F.A.O. Doc.N°393.Rome(En ligne).
- CHAUVET, G. (1986).** Exploitation des poissons en milieu lacunaire méditerranéen. Dynamique des peuplements ichtyologiques de la lagune de Tunis et des populations exploitées par des bordigues (Muges, loups, daurades). Thèse de doctorat. Univ Perpignan. P.549
- DIEUZEIDE, R., NOVELLA, M., ROLAND, J. (1955).** Catalogue des Poissons des côtes algériennes.III.Algérie: Ostéoptérygiens.p. 363.
- DPRH (Direction de pêche et des Ressources Halieutiques de Tipaza). (2025)**

- FISCHER, W., BAUCHOT, M.L., SCHNEIDER, M. (1987).** Fiches FAO d'identification des Espèces pour les Besoins de la Pêche (révision 1) : Méditerranée et mer noire. Zone de pêche 37. Vol.2.Vertèbrés. Rome : FAO.p.761-1530.
- GAYANILO, F. C., PAULY, D., SPARRE, P. (2005).** FAO-ICLARM Outils d'évaluation des stocks II (FiSAT II). Guide d'utilisation. FAO Série informatique. Pêche.No.8, Version révisée. Rome, FAO.p.190.
- GHARBI, H., KTARI, M. (1981).** Croissance des rougets en Tunisie, Bull. Institut national des sciences et technologies de la mer. Vol. 8, n° 2, p. 5-40
- GHORBEL, M., JARBAOUI, O., BOUAN, A. (1997).** Evaluation du stock de pageot (*Pagellus erythrinus*, Sparidae) dans le Golfe de Gabès (Tunisie) par analyse de pseudo-cohorte. Société Française d'Ichtyologie. Cybium, 21 (1). p.p.55-65.
- Guilland, J. A. (1969).** Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques. Première partie. Analyse des populations. FAO Manuel de sciences halieutiques. (En ligne). Disponible sur le lien : <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/x5685f>.
- HARCHOUCHE, K. (2006).** Contribution à la systématique du genre *Spicara* : Ecologie, Biologie et Exploitation de *Spicara maena* (Poisson, Téléostéen) des côtes algériennes. Thèse de Doctorat. Alger : USTHB.p.230.
- HEMIDA, F. (2005).** Les sélaciens de la cote algérienne : biosystématique des requins et Alger : reproduction et exploitation de quelques population capturées. Thèse de doctorat. Halieutique.Alger: USTHB.p.233.
- KARTAS, F., QUIGNARD, J.P. (1984).** La fécondité des poissons téléostéens. Paris : Masson.p.p.107-116.
- L.E.M(Laboratoire d'étude maritime). (2005).** Dragage et aménagement du port de bouharoun, 30 p.
- LALAMI, Y. (1979).** Etude biologique et halieutique du rouget de vase (*Mullus barbatus*) des côtes algériennes. Thèse de Doctorat es-sciences (Sciences naturelles) Univ. Sc. Tech. Languedoc, Montpellier: 510 P.
- LAYACHI, M., MELHAOUI, M., RAMDANI, M., SROUR, A (2007).** Etude préliminaire du régime alimentaire du Rouget-barbet (*Mullus barbatus L.*) de la côte nord-est méditerranéenne du Maroc (Nador) au cours de l'année 2001 (Poissons, Mullidae). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*(n°29), P.35-41.
- Mahe, K., DESTOMBE, A., COPPIN, F., KOUBBI, P., VAZ, D., Le Roy, D., CARPENTIER, A. (2005).** Le rouget barbet de roche *Mullus surmuletus (L. 1758)* en Manche orientale et mer du Nord. Rapport de contrat CRPMEM Nord Pas de Calais.p.197.
- Mukadder Arslan, Ali İşmen (2014).** Age, growth, reproduction and feeding of *Mullus barbatus* in Saros Bay (North Aegean Sea) Mediterranean Env Vol. 20, No. 3 : 184–199
- NOUAR, A. (1985).** Contribution à l'étude de la crevette péneidé : *Parapenaeus longirostris* (Lucas,1846) dans la région d'alger. Ecologie, biologie, exploitation. Thèse de Magister.Alger:USTHB.p.136.

- NAILI, S. (2018).** Contribution à l'étude de la croissance et de l'exploitation de l'espèce « *Mullus barbatus* » dans la baie de Jijel. Ingéniorat. Halieutique. Alger. ENSSMAL, Alger.p.37.
- PASSELAIGUE, F. (1974).** Etude comparée de la croissance de quelques poissons téléostéens du golfe de Marseille. Thèse de doctorat. Univ. Aix-Marseille, 155 p.
- PAULY, D. (1985).** Quelques méthodes simples pour l'estimation des stocks de poissons tropicaux. FAO Doc. Tech. Pêches (234). p.56.
- PAULY, D., MOREAU, J. (1997).** Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques. Toulouse : Cépaduès.p.288.
- QUERO, J.C., VAYNE, J.J. (1997).** Les poissons de la mer des pêches françaises « Les encyclopédies du naturaliste ». ed. Delachaux & Niestle.p.304.
- SCHWARTZ, D. (1993).** Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. Vol. N°4. Paris : Médecine-sciences Flammarion.p.p.174-187.
- SPARRE, P., VENEMA, S.C. (1996).** Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. Première partie. N°360/1.Rome : FAO.p.401.

# *Annexes*

**Tableau.30.** Résultats de l'analyse Thompson et Bell pour *Mullus barbatus*.

Cc	Ct	H(L1,L2)	F	Wm	valeur	XF	ZI	NL	DI	CL	Yi	Bi	Vi
12.25	1	1.02	0.03	21.90	250	0.11	0.57	380.63	19.98	4	82.92	771.17	20731
12.75	2	1.02	0.06	24.77	250	0.22	0.68	360.65	23.38	7	185.42	856.11	46355
13.25	11	1.02	0.32	27.89	250	1.22	1.68	337.27	53.83	39	1089.60	894.67	272400
13.75	13	1.03	0.39	31.26	250	1.50	1.96	283.44	54.31	42	1299.09	866.33	324772
14.25	3	1.03	0.09	34.89	250	0.36	0.82	229.12	20.30	9	309.38	867.23	77344
14.75	8	1.03	0.26	38.79	250	0.97	1.43	208.82	32.91	22	867.32	890.18	216829
15.25	9	1.03	0.30	42.99	250	1.14	1.60	175.91	32.12	23	983.22	863.80	245805
15.75	21	1.03	0.75	47.47	250	2.85	3.31	143.79	51.80	45	2117.42	742.45	529355
16.25	14	1.03	0.55	52.27	250	2.09	2.55	92.00	27.98	23	1198.36	573.97	299591
16.75	8	1.04	0.34	57.38	250	1.28	1.74	64.02	14.77	11	623.06	487.36	155766
17.25	23	1.04	1.08	62.81	250	4.11	4.57	49.25	26.34	24	1488.28	361.78	372069
17.75	13	1.04	0.72	68.59	250	2.72	3.18	22.91	9.82	8	576.39	211.97	144097
18.25	7	1.04	0.43	74.71	250	1.63	2.09	13.09	4.26	3	248.21	152.02	62052
18.75	5	1.05	0.33	81.19	250	1.26	1.72	8.83	2.62	2	155.75	123.29	38938
19.25	6	1.05	0.44	88.04	250	1.65	2.11	6.21	2.35	2	161.98	97.89	40495
19.75	6	1.06	0.49	95.28	250	1.86	2.32	3.86	1.70	1	129.67	69.89	32418
20.25	1	1.07	0.09	102.90	250	0.34	0.80	2.16	0.42	0	18.44	54.89	4611
20.75	1	1.07	0.09	110.92	250	0.35	0.81	1.74	0.39	0	18.47	53.08	4619
21.25	1	1.09	0.10	119.35	250	0.36	0.82	1.35	0.35	0	18.22	50.23	4554
21.75	4	1.10	0.43	128.21	250	1.62	2.08	1.00	0.61	0	60.73	37.39	15182
22.25	0	1.13	0.00	137.50	250	0.00	0.46	0.40	0.08	0	0.00	0.00	0
22.75	2	1.17	0.26	147.24	250	1.00	1.46	0.31	0.20	0	20.25	20.18	5062
23.25	2	1.24	0.34	157.43	250	1.30	1.76	0.11	0.10	0	11.20	8.60	2800
23.75	2	1.46	0.46	168.08	250	1.75	2.21	0.01	0.01	0	1.87	1.07	469

**Tableau 31.** les données statistiques de la quantité du rouget de vase au port de Bouharoun durant les cinq dernières années.

Année	2020	2021	2022	2023	2024
<b>Total</b>	<b>32,239</b>	<b>16,287</b>	<b>40,515</b>	<b>34,773</b>	<b>25,486</b>

## **Résumé :**

Le rouget de vase (*Mullus barbatus*) est l'une des espèces démersales les plus significatives pour la pêche commerciale dans la baie de Bou-Ismaïl. L'objectif de cette étude est d'actualiser les données bibliographiques relatives à cette espèce et d'évaluer son état d'exploitation. Au total, 163 spécimens de rouget de vase ont été prélevés entre mars et mai 2025, parmi lesquels 86 mâles, 72 femelles et 5 individus dont le sexe n'a pu être déterminé. L'analyse comparative des tailles moyennes des deux sexes n'a révélé aucune différence statistiquement significative.

L'étude de la mortalité a révélé un taux relativement élevé ( $Z = 1.14 \text{ an}^{-1}$ ), avec une mortalité naturelle (F) de  $0.7 \text{ an}^{-1}$ . L'analyse de l'exploitation halieutique montre un taux d'exploitation (E) de 0.6, indiquant une exploitation modérée à élevée. En outre, les résultats obtenus par la méthode de Thompson et Bell révèlent que l'effort de pêche actuel est inférieur à celui correspondant au F à MSY et au F à MSE suggèrent une sous-exploitation potentielle du stock, à condition que les paramètres biologiques permettent de supporter un effort accru sans nuire à sa durabilité.

**Mots clés :** *Mullus barbatus*, Rouget de vase, croissance, sous-exploitation.

## **Abstract**

The red mullet (*Mullus barbatus*) is one of the most significant demersal species for commercial fishing in Bou-Ismaïl Bay. The objective of this study is to update the bibliographic data on this species and to assess its exploitation status. A total of 163 red mullet specimens were collected between March and May 2025, including 86 males, 72 females, and 5 individuals whose sex could not be determined. Comparative analysis of the average sizes of the two sexes revealed no statistically significant difference.

The mortality study revealed a relatively high total mortality rate ( $Z = 1.14 \text{ year}^{-1}$ ), with fishing mortality (F) at  $0.7 \text{ year}^{-1}$ . The analysis of fishing exploitation shows an exploitation rate (E) of 0.6, indicating moderate to high fishing pressure. Furthermore, results from the Thompson and Bell method reveal that the current fishing effort is lower than that corresponding to F at MSY and F at MSE, suggesting potential underexploitation of the stock—provided that biological parameters allow for increased effort without harming its sustainability.

**Keywords :** *Mullus barbatus*, Red mullet, Growth, Underexploitation,

## **التلخيص**

السمة ملال الخز الحمراء (*Mullus barbatus*) تُعتبر واحدة من أكثر الأنواع الاسماك القاعية أهمية من حيث الصيد التجاري في بوسماعيل. تهدف هذه الدراسة إلى تحديث البيانات المرتبطة بهذه الأنواع وتقييم حالة استغلالها. تم جمع ما مجموعه 163 نموذجاً من السمكة في مدة بين مارس حتى ماي 2025، تضمنت 86 ذكراً و 72 أنثى و 5 أفراد تعذر تحديد جنسها. أظهرت التحليلات المقارنة للقياسات المتوسطة بين الجنسين عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية.

أما دراسة معدلات الوفاة، فقد كشفت عن معدل وفاة كلي مرتفع نسبياً ( $Z = 1.14$  سنوياً)، ومعدل وفاة بسبب الصيد (F) بلغ  $0.7$  سنوياً. وتشير تحليلات الاستغلال إلى أن معدل الاستغلال (E) يساوي 0.6، مما يدل على مستوى استغلال معتدل إلى مرتفع. كما أظهرت نتائج تطبيق طريقة طومبسون وبل أن الجهد الحالي في الصيد أقل من الجهد المقابل لـ F عند MSY و MSE، وهو ما يشير إلى احتمال وجود حالة استغلال غير كامل أو "تحت الاستغلال"، بشرط أن تسمح المعاملات البيولوجية بالزيادة في الجهد دون الإضرار باستدامة المخزون.

**الكلمات الافتتاحية :** ملال الخز، النمو، تحت الاستغلال