

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

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



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme

D'Ingénieur en Sciences de la Mer

Option : Halieutique

Thème :

Contribution à l'étude des Syngnathiformes de la côte algérienne :
systématique et inventaire.

Croissance et état d'exploitation de *Macroramphosus scolopax* (Linnaeus, 1758).

Présenté par :

DJENAD Cecylia

Soutenu le 30/09/2023, devant le jury composé de :

Mme LEHMAR N.	MAA	ENSSMAL	Présidente
M. KASSAR A.	MAA	ENSSMAL	Examinateur
Mme LADOUL S.	MAA	ENSSMAL	Promotrice

Année universitaire : 2022 - 2023

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

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



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme

de Master en Sciences de la Mer

Option : Halieutique

Thème :

Contribution à l'étude des Syngnathiformes de la côte algérienne :
systématique et inventaire.

Croissance et état d'exploitation de *Macroramphosus scolopax* (Linnaeus, 1758).

Présenté par :

DJENAD Cecylia

Soutenu le 30/09/2023, devant le jury composé de :

Mme LEHMAR N.	MAA	ENSSMAL	Présidente
M. KASSAR A.	MAA	ENSSMAL	Examineur
Mme LADOUL S.	MAA	ENSSMAL	Promotrice

Année universitaire : 2022- 2023

Remerciements

Je saisis cette occasion pour exprimer ma sincère gratitude à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de mon mémoire de fin d'études.

*Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à **Madame LEHMAR N.**, pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury de ma soutenance.*

*Je souhaite également exprimer ma gratitude à **Monsieur KASSAR A.**, pour l'honneur qu'il me fait en acceptant d'examiner ce mémoire.*

*Je tiens à remercier sincèrement **Madame LADOUL S.**, pour avoir accepté d'encadrer ce projet, pour sa patience, ses conseils, sa grande disponibilité tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi que pour le temps qu'elle m'a consacré. Sans elle, ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.*

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire, et tout particulièrement à ceux qui m'ont apporté leur précieuse aide dans la recherche des espèces de Syngnathiformes. Leur soutien inestimable a été une pierre angulaire de ce travail, et je souhaite leur témoigner ma sincère reconnaissance.

Dédicaces

À mes chers parents, qui sont la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas, et le bonheur de ma vie, je souhaite exprimer toute ma reconnaissance pour leur soutien inébranlable tout au long de mes années d'études.

*Cependant, je ne saurais oublier l'ange qui a illuminé mon chemin et m'a aidé à devenir la personne que je suis aujourd'hui. **Ma Tante Fatiha**, ton amour, ta présence constante à mes côtés, et ton soutien indéfectible ont été les fondations sur lesquelles j'ai bâti ma réussite.*

Chacun de tes conseils, chacun de tes gestes empreints de bienveillance, ils ont été ma boussole dans la vie.

A la mémoire de ma grande mère et mon grand-père, que Dieu repose leurs âmes en paix.

*À mes **deux sœurs bien-aimées, Fatima et Sonia**, ainsi qu'à mon très **cher petit frère**, Chérif, Les trésors de ma vie que j'aime à fond, pour tout le soutien et l'amour dont ils m'ont fait don et qui chaque jour m'aident et à sourire. Et qui ont cru en moi et qui m'ont toujours encouragé*

*À mes amis bien-aimés, et avec qui j'ai passé des moments inoubliables. En particulier, je souhaite exprimer ma gratitude envers mes amis Manar, Riham et Un grand merci à mon amie **Yasmine** pour son soutien inestimable. Ta présence a rendu cela encore plus spécial.*

À tous mes camarades et enseignants de ma promotion.

Ainsi à tous ceux ou celles qui m'ont apporté leur soutien, réconfort moral et leur contribution dans l'élaboration de ce mémoire.

Liste des figures

N°	Titre	Page
Chapitre 1 : Généralités		
1.1	Carte de la côte algérienne avec les ports prospectés indiqués (Hemida, 2005) modifiée	4
1.2	Arbre phylogénétique de l'ordre des Syngnathiformes et mise en évidence des genres présents en Algérie	5
1.3	Représentation illustrée du genre <i>Aulostomus</i> Lacepède en 1803 (Froese et Pauly, 2022)	6
1.4	Représentation illustrée du genre <i>Macroramphosus</i> (Linnaeus, 1758) (Froese et Pauly, 2022)	7
1.5	Représentation illustrée du genre <i>Fistularia</i> Rüppel, 1835 (Froese et Pauly, 2022)	8
1.6	Représentation illustrée du genre <i>Solenostomus</i> Lacepède, 1803 (Froese et Pauly 2022).	9
1.7	Représentation illustrée du genre <i>Syngnathus</i> Linnaeus, 1758 (Froese et Pauly, 2022).	10
1.8	Représentation illustrée du genre <i>Hippocampus</i> (Linnaeus, 1758) (Froese et Pauly, 2022).	10
Chapitre 2 : Matériel et méthodologie		
2.1	Illustration de l'appel à collaboration	13
2.2	Les mesures morphométriques appliquées au genre <i>Macroramphosus</i>	15
2.3	Les mesures morphométriques appliquées au genre <i>Hippocampus</i>	16
Chapitre 3 : Résultats et discussions		
3.1	<i>Macroramphosus scolopax</i> (1 : le point le plus haut du corps ; 2 : la descente abrupte de la hauteur du corps).	25
3.2	<i>Macroramphosus scolopax</i> (épines sur la partie antérieure de l'œil).	25
3.3	Les nageoires de <i>Macroramphosus scolopax</i> (A : nageoires dorsales, B : nageoire caudale et anale, C : nageoire pectorale).	26
3.4	<i>Fistularia commersonii</i> Rüppell, 1838 (La tête indiquée par un cercle).	27
3.5	La nageoire caudale de <i>Fistularia commersonii</i> Rüppell, 1838.	27
3.6	Tête de <i>Syngnathus acus</i> Linnaeus 1758. (A : le renflement bosselé - B : La forme de la bouche)	28
3.7	La forme de la nageoire caudale de <i>Syngnathus acus</i> Linnaeus 1758.	28
3.8	<i>Syngnathus acus</i> de coloration brune avec des bandes noirs.	28
3.9	<i>Syngnathus typhle</i> Linnaeus 1758.	29
3.10	Forme de la tête (museau, yeux, bouche) de <i>Syngnathus typhle</i> .	29
3.11	Les nageoires de <i>Syngnathus typhle</i> (A : nageoire dorsale - B : nageoire caudale - C : nageoire pectorale).	29
3.12	La couronne chez A : <i>Hippocampus guttulatus</i> et B : <i>Hippocampus hippocampus</i> .	30
3.13	<i>H. hippocampus</i> . A : femelle - B : mâle.	30

3.14	Tête d' <i>Hippocampus hippocampus</i> .	31
3.15	La couronne d' <i>Hippocampus hippocampus</i> .	31
3.16	<i>Hippocampus guttulatus</i> . A : mâle - B : femelle.	32
3.17	La couronne chez <i>H. guttulatus</i> . A : plaque horizontale située en avant de la couronne - B : la couronne avec les 5 bosses arrondies.	32
3.18	ACP appliquée aux caractères biométriques de <i>Macroramphosus scolopax</i> . Projections / A : toutes les variables, nuage de point 3D avec 3 facteurs - B : nuage de point 2D avec 2 facteurs - C : nuage de point 2D, facteur 1 et 3- D : nuage de point 2D, facteur 1 et 2 – O : individus de la région Ouest -C : individus de la région Centre.	33
3.19	ACP appliquée aux caractères biométriques de <i>Macroramphosus scolopax</i> . Sans LT (la longueur totale), LS (longueur standard) et LPD (la longueur a la première nageoire dorsale) Projection 2D avec deux facteur - O : individus de la région Ouest - C : individus de la région Centre.	35
3.20	ACP appliquée aux caractères biométriques au genre <i>Hippocampus</i> . Projection 3D.	36
3.21	Détermination de L_{∞} et Z/K pour <i>M. scolopax</i> (Méthode de Powell-Wetherall)	38
3.22	Étiquette K-scan routine ELEFAN I, chez <i>M. scolopax</i>	39
3.23	Couple de valeurs L_{∞}/K en fonction du score pour <i>M. scolopax</i> (ELEFAN I)	40
3.24	Courbe de croissance linéaire théorique de <i>M. scolopax</i>	40
3.25	Courbe de type puissance, relation taille-poids chez <i>M. scolopax</i>	41
3.26	Courbe de croissance pondérale théorique chez <i>M. scolopax</i>	42
3.27	Valeur de Z estimée (Lenght-Converted Catch Curve) de <i>M. scolopax</i>	42
3.28	Valeur de M estimée (Pauly's Equation) de <i>M. scolopax</i>	43

Liste des Tableaux

N°	Titre	Page
	Chapitre 3 : Résultats et discussions	
3.1.	Inventaire des Syngnathiformes dans la côte algérienne	23
3.2	Compilation et synthèse des différentes analyses	34
3.3	Les tests de significativité de Student appliqué aux différents groupes du genre <i>Hippocampus</i> , seuil de signification de 0,05	35
3.4	Distribution des fréquences de tailles chez <i>Macroramphosus scolopax</i>	38
3.5	Tableau de régions des paramètres de croissance L_{∞} (cm) K (an^{-1}) (Froese, et Pauly, 2022)	39
3.6	Paramètre de la relation taille-poids chez <i>Macroramphosus scolopax</i>	41

Liste des figures

Liste des tableaux

Sommaire	vii
Introduction	1
Chapitre 1 : Généralités	3
1. Présentation de la zone d'étude	3
1.1. La côte algérienne et ses baies	3
1.2. La côte algérienne et ses principaux bassins	4
1.2.1. La mer d'Alboran	4
1.2.2. Le bassin algérien	4
2. Présentation de l'ordre des Syngnathiformes	5
2.1. Description des familles et genres respectifs	6
2.1.1. La famille des Aulostomidae Rafinesque, 1815	6
2.1.2. La famille des Centriscidae Bonaparte, 1831	6
2.1.3. La famille des Fistulariidae Stark, 1828	8
2.1.4. La famille des Solenostomidae Nardo, 1843	9
2.2. Biologie générale des Syngnathiformes	11
2.3. Habitats, adaptation et répartition des Syngnathiformes	11
Chapitre 2 : Matériel et méthodologie	13
1. Echantillonnage et traitements	13
1.1. Stratégie d'échantillonnage	13
1.2. Tri, traitements et conservation des échantillons	14
2. Identification des espèces et inventaire	14
3. Systématique morphométrique	14
3.1. Cas du genre <i>Macroramphosus</i> Lacepède, 1803.....	14
3.2. Cas du genre <i>Hippocampus</i> Rafinesque, 1810.....	15
3.3. Traitements statistiques	16
3.4. Analyse en Composante Principale	17
4. Croissance et niveau d'exploitation	17
4.1. Croissance linéaire : détermination des paramètres de croissance	18
4.1.1. Analyse des structures de taille : Méthode de Powell (1979) - Wetherall (1986)	18
4.1.2. Méthode ELEFAN 1 (Electronic LLength Frequency ANalysis)	19
4.2. Croissance relative : relation taille-poids	21
4.3. Croissance pondérale	21

5. Exploitation	21
5.1. Estimation des paramètres de l'exploitation	21
5.1.1. Mortalité totale (Z) : méthode de Pauly (1985)	21
5.1.2. Mortalité naturelle (M) : méthode de Pauly (1985).....	22
5.1.3. Mortalité par pêche F	22
5.2. Estimation du niveau d'exploitation	22
Chapitre 3 : Résultats et discussions	23
1. Inventaire des Syngnathiformes en Algérie	23
2. Systématique	25
2.1. Analyse morphologique	25
2.1.1. <i>Macroramphosus scolopax</i> (Linnaeus, 1758)	25
2.1.2. <i>Fistularia commersonii</i> Rüppell, 1838.....	26
2.1.3. La famille des Syngnathidae	28
2.1.3.1. <i>Sygnathus acus</i> Linnaeus, 1758.....	28
2.1.3.2. <i>Sygnathus typhle</i> Linnaeus, 1758.....	29
2.1.3.3. Genre <i>Hippocampus</i> Rafinesque, 1810.....	30
2.2. Analyse morphométrique par ACP	33
2.2.1. <i>Macroramphosus scolopax</i> (Linnaeus, 1758).....	33
2.2.1. Le genre <i>Hippocampus</i> Rafinesque, 1810.....	35
2.2.1.1. Teste de significativité	35
2.2.1.2. Analyse multivariée ACP	36
3. Croissance et niveau d'exploitation de <i>Macroramphosus scolopax</i> (Linnaeus, 1758).....	37
3.1. Etude de la croissance	37
3.1.1. Détermination des paramètres de la croissance linéaire : L_{∞} et K	37
3.1.2. Détermination de l'âge hypothétique t_0	40
3.1.3. La croissance relative : relation taille-poids	41
3.1.4. La croissance pondérale	42
3.2. Indices d'exploitation et état du stock	42
3.2.1. Mortalité totale	42
3.2.2. Mortalité naturelle	43
3.2.3. Mortalité par pêche	43
3.2.4. Estimation de l'état de stock de <i>Macroramphosus scolopax</i> (Linnaeus, 1758).....	43
Conclusion	44
Références bibliographiques	46
Résumé	

Introduction

Les eaux côtières d'Algérie recèlent une richesse marine inestimable, pourtant pas assez connue. Malgré quelques initiatives fragmentaires, l'ordre des Syngnathiformes, composé de poissons marins fascinants, n'a pas encore saisi l'attention qu'il mérite dans le contexte algérien. À ce jour, nous signalons uniquement les travaux de Dieuzeide *et al.*, (1955) qui ont porté un intérêt exclusif sur la description et l'inventaire des représentants de cet ordre.

Notre projet a donc pour principal objectif l'établissement exhaustif de l'inventaire des espèces de Syngnathiformes de la côte algérienne. Cet ordre, bien que composé d'une diversité remarquable d'espèces marines, reste méconnu du grand public.

Ainsi, ce mémoire s'inscrit dans une ambition majeure, qui est de combler cette lacune de connaissance en actualisant l'inventaire des Syngnathiformes en Algérie, en apportant les descriptions et les identifications précises de ces poissons, et enfin en approfondissant notre compréhension de leur diversité taxonomique. Cette démarche systématique vise à éclairer la place des Syngnathiformes au sein de l'arbre phylogénétique des poissons marins, contribuant aussi à l'enrichissement de la taxonomie marine dans la région.

La présente étude vise donc à souligner l'intérêt de compléter les travaux de la région, en mettant en évidence le besoin urgent d'une description et d'une identification précise.

A cet effet, nos travaux regroupent trois grandes parties complémentaires.

La première partie consiste à établir l'inventaire des espèces de Syngnathiformes présentes le long de la côte algérienne. Nous avons appuyé notre analyse comparative par les données bibliographiques de plusieurs auteurs de la région.

La deuxième partie traitera l'analyse de la morphologie générale, en s'appuyant d'une description détaillée des caractères morphologiques des espèces observées, afin de confirmer leur identification.

Dans ce même contexte, des analyses morphométriques en complément à l'approche descriptive seront réalisées. Le recours à ces dernières, malgré leur complexité, reste un outil statistique puissant.

Enfin, la troisième partie intéressera l'étude de la croissance et l'évaluation du niveau d'exploitation du stock, d'un représentant des Syngnathiformes. L'espèce cible sera celle qui est disponible et dont l'échantillon est conséquent.

Parmi ces espèces, on pourrait éventuellement cibler *Macroramphosus scolopax* (Linnaeus, 1758), communément appelé la bécasse de mer. En effet, elle est fréquemment capturée accidentellement dans les filets des pêcheurs locaux. Cette capture involontaire soulignerait probablement l'urgence de comprendre sa biologie de croissance afin de contribuer à sa gestion durable et de ce fait préserver l'équilibre des écosystèmes côtiers.

La détermination des paramètres de croissance (L_{∞} , K et t_0) sera réalisée par les méthodes non paramétriques, leur détermination permettra la modélisation de la croissance linéaire, la croissance relative et enfin la croissance pondérale de l'espèce.

Cette section explorera également l'estimation des indices d'exploitation Z , M , F et E afin d'en déduire l'état du stock.

Nous allons donc organiser le présent travail en trois grands axes comme suit :

Chapitre 1. Généralités, est consacré à la présentation de la zone d'étude, et l'ordre des Syngnathiformes.

Chapitre 2. Matériel et méthodologies, consiste en la description de toutes les méthodes et techniques citées précédemment

Chapitre 3. Résultats et discussions, présente les différents résultats obtenus et leurs analyses en comparaison avec les données de région.

Chapitre 1 : Généralités

1. Présentation de la zone d'étude

1.1. La côte algérienne et ses baies

La côte algérienne est située en Afrique du Nord bordant la mer Méditerranée, elle s'étire d'Ouest en Est sur 1622 km de Marsa Ben M'Hidi, à l'Ouest, au Cap Roux, à l'Est (Matet, 2009). Le littoral algérien est caractérisé par un plateau continental réduit à l'exception des régions de Ghazaouet (wilaya de Tlemcen) à l'extrême Ouest et d'El Kala (wilaya d'El Taref) à l'extrême Est. Le littoral algérien est caractérisé par une succession de baies plus ou moins ouvertes, séparées par des zones très accidentées dont les falaises qui subissent l'érosion causée par les vents et les marées (Zeghdoudi, 2006).

Ces baies abritent l'essentiel de l'activité halieutique, on y trouve la majorité des ports et abris de pêche. D'Ouest en Est on citera les baies qui ont fait l'objet du présent travail :

- **La baie de Ghazaouet** située à l'extrême nord-ouest algérien entre 1°27' et 1°51' de longitude Ouest, 35°18' de latitude Nord (Benmansour, 2009). Selon l'administration nationale océanique et atmosphérique (NOAA) la température moyenne y est de 18°C (varie 13-23°C) et la salinité se situe entre 35 et 38 avec une moyenne de 36.
- **La baie de Beni-saf** s'étend sur 14 Km du Cap Acra à l'Ouest au Cap Oulhassa à l'Est et est très ouverte aux houles, elle s'étend entre 1°10' et 1°30' de longitude Ouest, la température varie de 25 C° à 30 C° en été et de 10 C° à 15 C° en hiver (Leclaire, 1972).
- **La baie d'Oran** occupe la partie centrale du littoral oranais et est bordée sur 30 km de terres élevées depuis le cap Falcon jusqu'au cap de l'Aiguille. La température varie de 14°C à 24°C et la salinité varie de 37 à 39 (NOAA).
- **La baie de Bou-Ismaïl** (Golfe de Castiglione) située entre 2° 20' E et 2° 55'E, et est limitée à l'est par le cap de Ras-Acrata -Alger- et à l'ouest par le cap du Mont Chenoua -Tipaza- (Bachari, 2009), sur une ouverture de 40 km et une superficie d'environ 350 km² (Braik, 1989). La température des eaux varie entre 25°C (été) et 16°C (hiver) alors que la salinité est comprise entre 36,5 et 38,5 jusqu'à 200 m de profondeur (Tazerouti, 2007).
- **Baie d'Alger** s'étend sur une superficie de 98.8 km², et est limitée par le cap Matifou à l'Est et le cap Caxine à l'Ouest. Elle est caractérisée par des températures variant en surface entre 15 °C à 23°C, et des salinités variant de 36,5 à 38 (Bachari, 2009).
- **Le golf de Bejaia** est délimité à l'Est par le massif volcanique d'El Aouana (ex. Cavallo) et à l'Ouest par les falaises jurassiques de Cap Bouak. Il se singularise par un plateau continental peu étendu, d'une largeur moyenne de 1,5 km (Leclaire, 1972).

1.2. La côte algérienne et ses principaux bassins

1.2.1. La mer d'Alboran

La mer d'Alboran, située dans la région de la mer Méditerranée, est caractérisée par sa diversité de température, de salinité et d'habitats marins. Les eaux de surface de la mer d'Alboran sont influencées par le courant atlantique et forment une couche d'eau atlantique modifiée (MAW) qui présente des variations de température. Les températures moyennes de cette couche varient généralement entre 14 et 15°C. En ce qui concerne la salinité, la mer d'Alboran présente une augmentation progressive de l'ouest vers l'est. Les eaux à Gibraltar ont une salinité d'environ 36,5, tandis qu'au nord de la mer Méditerranée occidentale, la salinité atteint généralement entre 38,0 et 38,3. Cette augmentation est due à l'évaporation et au mélange des eaux dans la région (Millot, 1997).

1.2.2. Le bassin algérien

Le bassin algérien est situé dans le bassin occidental de la Méditerranée. Il se caractérise par des variations de température et de salinité. La salinité varie entre 38,47 et 38,50. En ce qui concerne la température, le bassin algérien présente des variations le long de son territoire tout au long de l'année, avec une moyenne d'environ 26°C en été et une température moyenne d'environ 15°C en hiver (Millot, 1997).

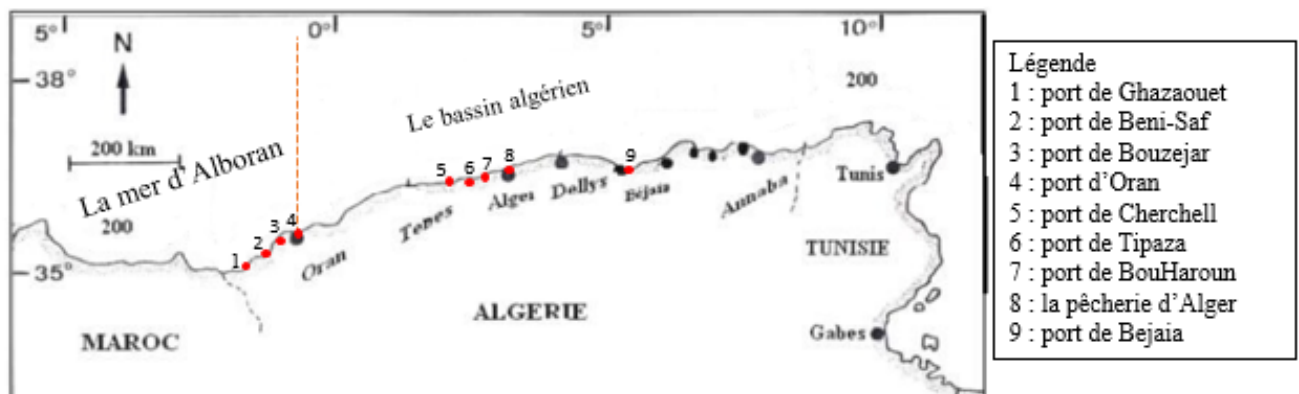


Figure 1.1. Carte de la côte algérienne indiquant les ports prospectés (Hemida ,2005) modifiée.

2. Présentation de l'ordre des Syngnathiformes

L'ordre des Syngnathiformes fait partie de la classe des Actinopterygii et comprend au moins cinq familles : Aulostomidae (poissons-trompettes), Centriscidae (bécasses), Fistulariidae (poissons-trompettes et bécassines), Solenostomidae (poissons-fantômes) et Syngnathidae (hippocampes, poissons-pipes et sérioles) selon Nelson, (2006). L'étymologie du mot Syngnathiformes provient du grec syn, qui signifie "avec" ou "ensemble", du grec gnathos, qui signifie "mâchoire", et du latin forma, qui signifie "forme" (Froese et Pauly, 2022).

Selon les études de Nelson (1994) et de la Société Royale Zoologique et Malacologique de Belgique (1910), les Syngnathiformes se caractérisent par leur corps allongé entouré d'une série d'anneaux osseux. Ils possèdent une petite bouche située à l'extrémité d'un museau en forme de tube, à l'exception du genre *Bulbonaricus* qui, chez les adultes, n'a même pas de museau tubiforme. La mâchoire supérieure n'est pas protractile. Les nageoires pelviennes sont abdominales ou absentes et les écailles ont été remplacées par des écussons dermiques calcifiés. Ils ont un appareil branchial réduit, avec généralement la présence de l'os lacrymal et l'absence des autres os circumorbitaires. Les côtes sont généralement absentes, et les vertèbres antérieures sont allongées, variant de 3 à 6. Certains d'entre eux ont des reins agglomérulaires, au moins dans certaines espèces. La figure 1.2 illustre les différentes familles composant les Syngnathiformes.

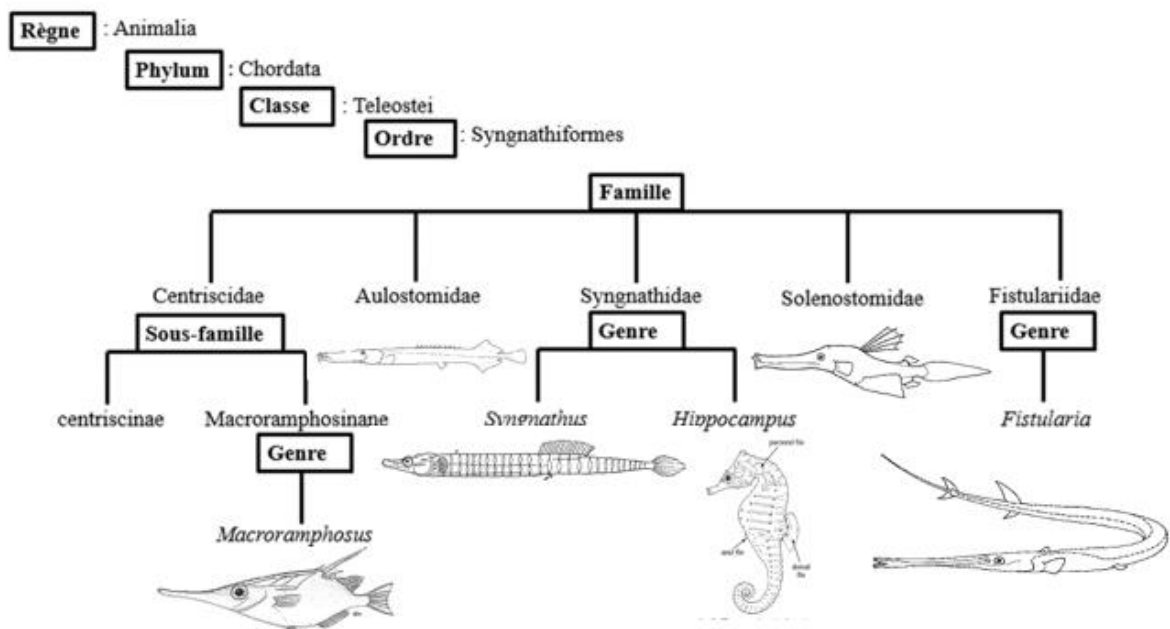


Figure 1.2. Arbre phylogénétique de l'ordre des Syngnathiformes et mise en évidence des genres présents en Algérie.

2.1. Description des familles et genres respectifs

2.1.1. La famille des Aulostomidae Rafinesque, 1815

Le terme "Aulostomus" trouve son origine dans le grec ancien, où "aulos" signifie "flûte" et "stoma" signifie "bouche" (Romero, 2002).

Selon les travaux de Danil'Chenko (1960) et Nelson (1994), ce taxon se compose d'un seul genre et de trois espèces repartis exclusivement en indopacifique. Ces espèces se caractérisent par un corps allongé, comprimé latéralement et recouvert de petites écailles chéloïdes. Elles possèdent un museau large et dénudé en forme de tube allongé, tandis que la mâchoire inférieure est pourvue d'un barbillon charnu à son extrémité. L'anus et le pelvis sont éloignés l'un de l'autre. La nageoire caudale est arrondie, tandis que les nageoires pectorales et pelviennes sont de petite taille. La ligne latérale est bien développée.

- **Genre *Aulostomus* Lacepède, 1803**

La hauteur du corps de ces poissons est d'environ 10 à 15 fois la longueur totale, tandis que la longueur de la tête est d'environ 3 à 4 fois la hauteur du corps. Ils ont une petite bouche, avec une mâchoire inférieure dotée de petites dents qui dépassent nettement vers l'avant. La mâchoire supérieure est édentée, tandis que le maxillaire est élargi à l'arrière. La membrane branchiale est libre de l'isthme, et il y a de nombreux osselets intermusculaires. La première nageoire dorsale est composée de 9 à 12 épines discrètes. La deuxième nageoire dorsale et anale sont opposées l'une à l'autre et sont déplacées vers le bord postérieur du tronc. Une ligne latérale est présente. Le corps est recouvert d'écailles très petites, disposées en 200 à 250 rangées transversales. Ce genre illustré en figure 1.3 est représenté par trois espèces : *Aulostomus chinensis* (Linnaeus, 1766), *Aulostomus strigosus* Wheeler, 1955 et *Aulostomus maculatus* Valenciennes, 1841.

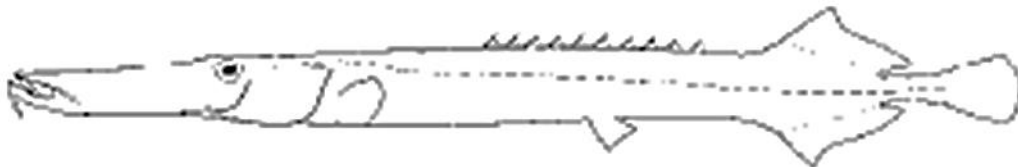


Figure 1.3. Représentation illustrée du genre *Aulostomus* Lacepède, 1803 (Froese et Pauly, 2022).

2.1.2. La famille des Centriscidae Bonaparte, 1831

L'étymologie du nom de cette famille provient du grec "kentriskos, ou", faisant référence à une sorte de poisson non identifié (Romero, 2002).

La famille des Centriscidae compte cinq genres et treize espèces, dont un seul genre, *Macroramphosus*, est présent en Méditerranée.

Ce sont des poissons grégaires de petite taille qui se caractérisent par un corps comprimé latéralement, une tête avec un long museau tubulaire et une petite bouche terminale sans dents. Leur corps est presque entièrement recouvert de fines plaques osseuses qui sont des extensions de la colonne vertébrale. Ils possèdent une première épine dorsale longue et pointue à l'extrémité du corps, suivie de deux épines plus courtes. Leurs nageoires dorsale et caudale sont déplacées ventralement, et ils ne possèdent pas de ligne latérale. Ils nagent en position verticale avec le museau vers le bas et se nourrissent de petit zooplancton. Leur longueur maximale peut atteindre 15 cm (Nelson, 1994).

- **Genre *Macroramphosus* Lacepède, 1803**

Selon World Register of Marine Species, le genre comprend trois espèces : la bécasse de mer à longues épines *M. scolopax* (Fig.1.4), la bécasse élancée *M. gracilis* et *M. sagifue*. Ces poissons se caractérisent par un corps allongé et comprimé. Leur tête est également allongée, avec de grands yeux latéraux dont le diamètre est environ 4,5 fois plus petit que le museau en forme de tube mince. Leur bouche est petite et terminale.

La première nageoire dorsale présente une deuxième épine grande et dentelée sur le bord postérieur, tandis que les autres épines sont robustes mais courtes. Les deuxième nageoire dorsale et anale sont dotées de rayons courts et minces. Leur corps est recouvert d'écailles petites et finement dentelées, donnant à la peau un aspect "sablé". En termes de couleur, ils sont rouges sur le dos et rose pâle sur les flancs et le ventre (Fritzsche,1976).

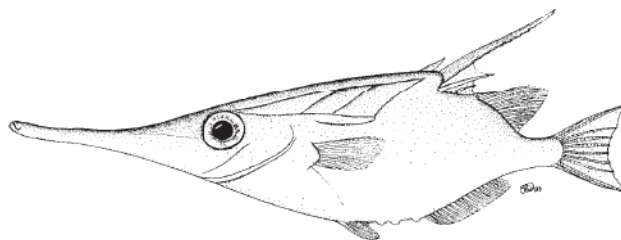


Figure 1.4. Représentation illustrée du genre *Macroramphosus* (Linnaeus, 1758)
(Froese et Pauly, 2022)

2.1.3. La famille des *Fistulariidae* Stark, 1828

L'étymologie du nom de cette famille provient du latin "fistula" qui signifie pipeline (Romero, 2002). Cette famille comprend un seul genre et quatre espèces.

Ce sont des animaux marins répartis dans les océans Atlantique, Indien et Pacifique (Froese et Pauly, 2022).

Ils ont un corps très allongé, cylindrique ou légèrement aplati dorso-ventralement. Leur museau est long et tubulaire, avec une petite bouche. Le prémaxillaire n'est pas protractile et est dentelé, avec une frange d'au moins la moitié de la longueur de la mâchoire supérieure. Ils possèdent de 5 à 7 rayons branchiostégales. Leur corps compte de nombreuses vertèbres, avec quatre vertèbres antérieures allongées. Ils ont des nageoires dorsale et anale postérieures, sans épines ou spicules à l'avant de la nageoire dorsale. La nageoire caudale présente des rayons médians fortement allongés. Leur corps peut être nu ou couvert de petites spinules coniques. Ils possèdent une vessie d'air de grande taille (Danil'Chenko, 1960).

- **Genre *Fistularia* Linnaeus, 1758**

Le genre *Fistularia* (Fig.1.5) décrit comme de gigantesque épinoche marine est représenté par quatre espèces dans la partie tropicale et subtropicale de l'Atlantique et dans l'indopacifique. Cependant une seule espèce est introduite en Méditerranée, elle est illustrée en figure 1.5, communément appelée fistulaire à points bleus ou poisson flûte.

Le corps est extrêmement effilé et mince, il est aplati dorso-ventralement, la bouche petite à l'extrémité des mâchoires soudées.

La dorsale et l'anale sont disposées symétriquement et la queue se prolonge par un long filament.

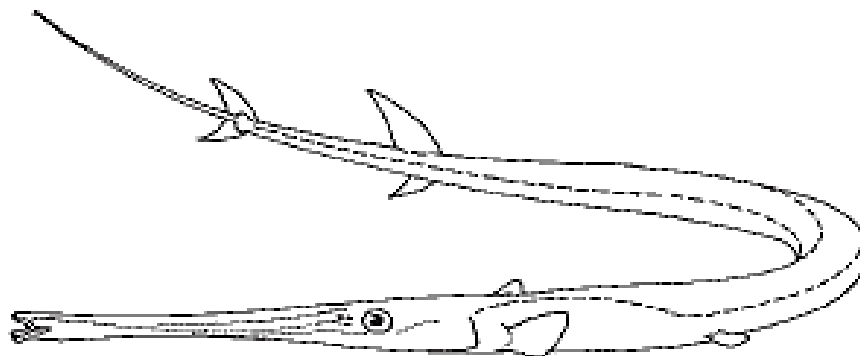


Figure 1.5. Représentation illustrée du genre *Fistularia* Rüppel, 1835 (Froese et Pauly, 2022)

2.1.4. La famille des Solenostomidae Nardo, 1843

L'étymologie du nom de cette famille provient du grec "solen" qui signifie tube, tuyau, canal, et "stoma" qui signifie bouche (Romero, 2002). Cette famille est constituée d'un seul genre et de six espèces, que l'on trouve dans les océans Pacifique indo-occidental et tropical. Leur corps est court et comprimé, avec de grandes plaques osseuses en forme d'étoile. Les nageoires pelviennes sont relativement grandes, positionnées en opposition à la première nageoire dorsale, et comprennent une épine et six rayons mous. Les ouvertures branchiales sont de taille modérée. On note l'absence d'os circumorbitaires. Chez les femelles, les nageoires pelviennes forment une poche incubatrice pour les œufs. Ces poissons se nourrissent de minuscules invertébrés benthiques et de zooplancton. Leur longueur maximale atteint 16 cm (Nelson, 1994).

- **Genre *Solenostomus* Lacepède, 1803**

Ce genre (Fig.1.6) comporte six espèces.



Figure 1.6. Représentation illustrée du genre *Solenostomus* Lacepède, 1803 (Froese et Pauly, 2022).

2.1.5. La famille des Syngnathidae Bonaparte, 1831

La famille des syngnathidés comprend un total de 60 genres et 326 espèces (Ron Fricke *et al*, 2023). Ces poissons se trouvent principalement dans les eaux tempérées chaudes à tropicales. Leur corps est allongé et entouré d'une série d'anneaux osseux. Ils possèdent une unique nageoire dorsale, avec généralement de 15 à 60 rayons mous. La nageoire anale est très petite, avec habituellement de 2 à 6 rayons. Les rayons de la nageoire pectorale sont généralement au nombre de 10 à 23. Chez certaines espèces, les adultes peuvent être dépourvus de nageoires dorsales, anale et pectorale. Les nageoires pelviennes sont absentes, et certaines espèces n'ont pas de nageoire caudale. Le pédoncule caudal peut être préhensile. Les ouvertures branchiales sont très petites, et il y a habituellement de 1 à 3 rayons branchiostégales. La longueur maximale de ces poissons peut atteindre environ 60 cm pour certaines espèces. Ils se nourrissent de minuscules invertébrés aspirés par un museau tubulaire. Les mâles possèdent une poche incubatrice dans laquelle les œufs sont pondus, fécondés et incubés (Nelson, 2006).

- **Le genre *Syngnathus* Linnaeus, 1758**

Selon Danil'Chenko (1960), les espèces de ce genre (Fig.1.7) se caractérisent par un corps hexagonal ou heptagonal, non comprimé latéralement. La hauteur du corps est d'environ 20 à 30 fois la longueur, tandis que la longueur de la tête est de 3 à 5 fois la hauteur du corps. Une poche incubatrice se trouve dans la région caudale, protégée par des plaques tégumentaires. La nageoire dorsale débute au-dessus ou légèrement en avant de l'anus, sa base ne dépassant pas la ligne dorsale. La nageoire anale est très petite et située directement derrière l'anus. Les nageoires pectorales sont présentes, tandis qu'il n'y a pas de nageoires pelviennes et que la nageoire caudale est de petite taille. Ce genre compte 34 espèces dont *Syngnathus acus* illustrée en figure 1.7.

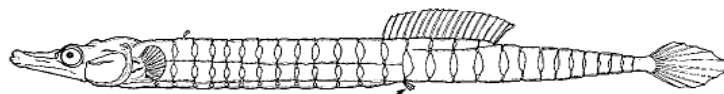


Figure 1.7. Représentation illustrée du genre *Syngnathus* Linnaeus, 1758

(Froese et Pauly ,2022).

- **Le genre *Hippocampus* Rafinesque, 1810**

Ce genre comporte tous les hippocampes (Fig.1.8) à l'heure actuelle il existe 48 espèces. Leur longueur maximale du corps varie d'environ 1,5 cm à 35 cm (Koning et Hoeksema, 2021). Les hippocampes partagent une morphologie de base et des fonctions similaires : une tête qui rappelle celle d'un cheval, positionnée à un angle droit par rapport à un corps droit ; des yeux qui pivotent indépendamment l'un de l'autre ; un long museau tubulaire sans dents qui aspire la nourriture ; une peau sans écailles qui recouvre une série de plaques osseuses visibles sous la forme d'anneaux évidents autour du tronc et de la queue, qui est préhensile. Les hippocampes adultes n'ont pas de nageoires pelviennes et caudales, ils conservent seulement une nageoire dorsale propulsive, deux petites nageoires pectorales semblables à des oreilles utilisées pour la stabilisation et la direction, et une nageoire anale réduite (Foster et Vincent, 2004).

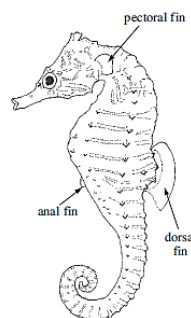


Figure 1.8. Représentation illustrée du genre *Hippocampus* (Linnaeus, 1758)

(Froese et Pauly2022).

2.2. Biologie générale des Syngnathiformes

Les syngnathidés sont des poissons démersaux et souvent cryptiques, principalement présents dans des eaux peu profondes à modérées de la plate-forme supérieure. Leur habitat préféré correspond à leurs stratégies alimentaires (Kendrick et Hyndes 2005). Ils se nourrissent principalement de petits crustacés benthiques et pélagiques tels que les copépodes, les amphipodes, les mysidacés et les crevettes. La plupart des syngnathidés capturent leurs proies en aspirant rapidement et puissamment à travers leur long museau (Foster et Vincent, 2004).

La famille des Fistulariidae est composée de redoutables prédateurs embusqués qui comptent sur la discrétion et le camouflage pour chasser de petits poissons, des crustacés et des calmars (Fritzsche, 1984). Ils se nourrissent en aspirant rapidement leurs proies à travers leur long museau tubulaire.

De manière similaire, les poissons-trompettes (Aulostomidae) nagent souvent aux côtés, derrière ou en dessous de poissons plus gros, ou carrément dans l'ombre en se cachant au sein de bancs de poissons.

Les bécasses de mer sont des carnivores grégaires qui se nourrissent de zooplancton, de la faune benthique comprenant des crustacés et des échinodermes, ainsi que de petits poissons. Ils aspirent leurs proies à travers leur long museau (Ehrich, 1986).

Les Syngnathiformes présentent une variété de stratégies de reproduction. Certains forment des liens monogames et ont des rituels de séduction complexes et élaborés. Les membres de certaines familles libèrent directement leurs œufs et leur sperme dans l'eau, tandis que les hippocampes, les syngnathes et les solenostomidés sont tous des couvreurs d'œufs. Les femelles poissons-fantômes (solenostomidés) couvent leurs œufs dans une poche formée par leurs nageoires pelviennes considérablement agrandies.

La famille des Syngnathidae ont la stratégie de reproduction la plus évoluée, où les mâles couvent les œufs. Les femelles pondent leurs œufs dans une poche fermée sur l'abdomen du mâle, qui est sur sa face inférieure. Les mâles incubent ensuite et nourrissent les embryons en développement jusqu'à leur naissance ou leur éclosion en jeunes entièrement formés à taille réduite (Vincent *et al.* (1992) ; Foster et Vincent (2004) et Wilson (2006)).

2.3. Habitats, adaptation et répartition des Syngnathiformes

- On trouve des Syngnathiformes dans une variété d'habitats, allant des récifs profonds aux habitats d'algues côtières, de végétation marine ou autour de structures artificielles telles que des jetées ou des filets (Rudie2000).

Par exemple, les hippocampes ont des queues préhensiles qui leur permettent de s'accrocher à des structures telles que la végétation, les éponges et les bryozoaires. En s'ancrant, ils maintiennent leur position dans les courants et lors des mouvements des vagues. Même lorsqu'ils sont exposés, leur forme, leur posture et leur couleur offrent un bon camouflage (Foster et Vincent, 2004).

- Les Syngnathiformes peuvent présenter une grande variabilité de couleurs et de formes. Certains d'entre eux ont la capacité de changer de couleur en quelques minutes ou de développer une peau supplémentaire imitant les herbiers marins et les algues qui les entourent (Kuitert, 2000). Cependant, en raison de leur conformation rigide du corps et de leurs petites nageoires, ils ne sont pas bien adaptés à la nage rapide, ce qui rend rare leur capacité à échapper rapidement aux prédateurs. Par conséquent, ils évitent principalement la prédation par le camouflage, en imitant les herbiers ou les macroalgues, ou en se réfugiant dans des grottes, des crevasses, ou en utilisant leurs anneaux osseux, leurs plaques et leurs épines dures comme protection.

- Les Syngnathiformes sont répartis dans le monde entier, principalement dans les eaux tropicales, subtropicales ou tempérées chaudes.

La famille des Aulostomidae se répartit dans l'océan Pacifique et Indien ainsi que dans la mer Rouge.

La famille des Centriscidae est présente en Atlantique et en Indo-Pacifique, dans des latitudes tropicales ou tempérées, cependant, dans la Méditerranée, seul le genre *Macroramphosus* est représenté.

La famille des Fistulariidae originaire du domaine Indo-Pacifique tropical, est présente dans la mer Rouge, l'océan Indien, l'océan Pacifique tropical, de l'Indonésie à Hawaï et du Mexique à l'Australie. Il y a une espèce qui a récemment colonisé la Méditerranée depuis la mer Rouge.

Les Solenostomidae habitent les eaux allant de la mer Rouge et l'océan Indien jusqu'aux îles Fidji dans le Pacifique, avec une distribution géographique s'étendant du Japon au nord jusqu'à l'Australie et la Nouvelle-Calédonie au sud.

Les Syngnathidae, se trouvent dans les eaux tropicales et tempérées à travers le monde (Doris.ffessm.fr).

Chapitre 2 : Matériel et méthodologie

1. Echantillonnage et traitements

1.1. Stratégie d'échantillonnage

Plusieurs sorties sur le terrain ont été réalisées de mars à mai 2023, au niveau des divers ports et abris de pêche, respectivement : Bejaia, Alger, Bouharoune, Tipaza, Cherchell, Oran, Bouzejar, Beni-Saf et Ghazaouet. Nous avons prospecté les différents étals et débarquements et pu collecter des individus emmêlés dans les mailles des chaluts à quai. A ces observations s'ajoutent les individus prélevés durant le stage Halieutique réalisé en 2022.

En outre, nous avons également sensibilisé et sollicité les plongeurs locaux à signaler toutes informations se rapportant aux Syngnathiformes. A cet effet, un appel (figure 2.1) dans ce sens a été élaboré et diffusé dans divers groupes et pages sur Facebook. Nous avons réussi à collecter un certain nombre d'informations liées aux types d'espèces le plus souvent rencontrées et à leur répartition sur le littoral algérien. Les données géographiques précises, y compris les coordonnées GPS, ont été enregistrées pour chaque spécimen collecté, ce qui permettra d'établir des liens entre la répartition des espèces de Syngnathiformes et les caractéristiques environnementales spécifiques de chaque zone côtière en Algérie.

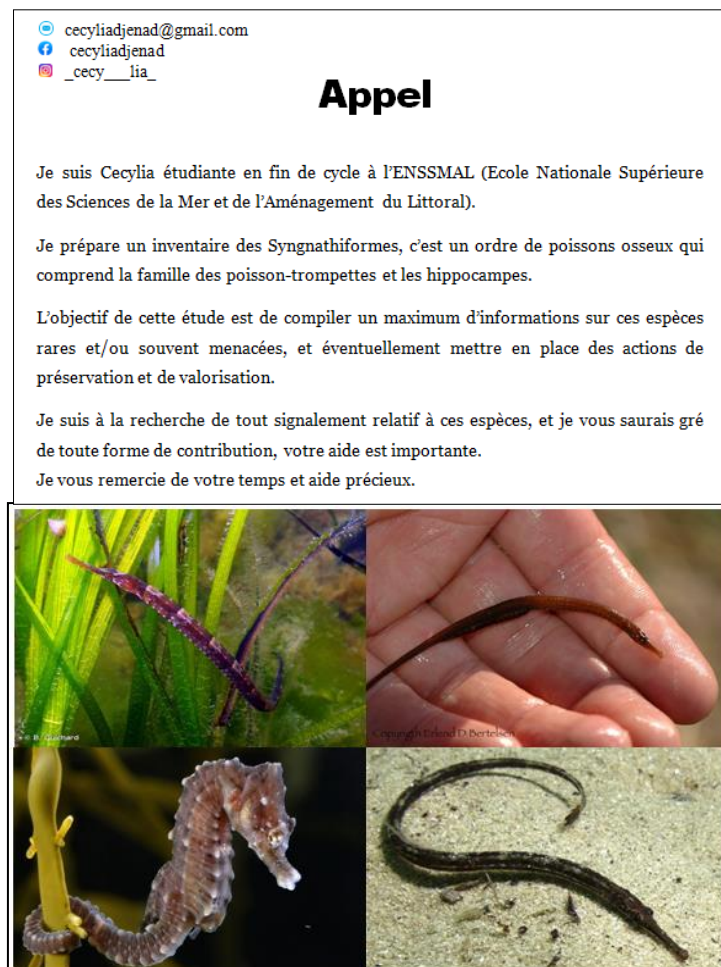


Figure 2.1 : illustration de l'appel à collaboration

1.2. Tri, traitements et conservation des échantillons

Une fois les échantillons récoltés, ils ont fait l'objet de plusieurs traitements au laboratoire. La première étape consistait à préparer les échantillons en les rinçant à l'eau douce pour éliminer les contaminants externes tels que les sédiments et les débris. Ensuite ils sont triés, classés morphologiquement, photographiés, mesurés (au mm près à l'aide de pied à coulisse ou d'ichtyomètre) et pesés (au g près à l'aide d'une balance numérique à précision). Les différents aspects du corps ont été examinés de près et mesurés pour servir à la description classique de la systématique morphologique et morphométrique.

Quant à leur conservation nous avons procédé de deux manières, soit en les préservant dans l'alcool pour certains, ou par séchage à l'air libre, très privilégiée et permet de préserver leur morphologie externe.

Les hippocampes ont été placés individuellement dans des pochettes en plastique transparentes étiquetées (lieu, date et profondeur de prélèvement), puis dans des enveloppes en papier. En revanche, les Bécasses de mer ont été fixées dans l'éthanol, ou bien congelé.

2. Identification des espèces et inventaire

L'identification des espèces de Syngnathiformes a été réalisée à l'aide des clés taxonomiques spécialisées, et des descriptions détaillées compilées à partir de diverses références bibliographiques et des check listes établies dans la région, Dieuzede *et al* (1955). Danil'Chenko, (1960), Fritzsche (1976), Nelson (2006).

Les caractéristiques morphologiques des spécimens, telles la forme de la tête, du museau et de l'abdomen, les motifs de coloration, les épines dorsales, la caudale, et la formule radiaire ont été entre autres pris en considération pour une identification précise.

3. Systématique morphométrique

3.1. Cas du genre *Macroramphosus* Lacepède, 1803

Un total de 66 spécimens a été acquis, collectés au niveau des ports de Bouharoun, et de Bouzedjar durant les périodes, respectivement, mai 2022 et mars à mai 2023. Le chalut étant le principal engin de pêche utilisé. Lors des manipulations, chez certains spécimens, nous avons noté quelques différences morphologiques. Ce qui a mené la réflexion à la possibilité de la présence d'autres espèces, ou bien la présence de plusieurs stocks ou simplement dû à la maturité individuelle. Ce genre de problématique nécessite souvent des analyses multivariées et pour ce faire, nous avons établis une matrice de variables métriques inspirée des travaux suivants : Birte (2002), Zorica et Vrgoč (2005), Bilecenoglu, (2006), Benmessaoud *et al.*, (2013), Martinovic *et al.*, (2018).

Ces mesures sont réalisées à l'aide de pied à coulisse, avec une précision de 0,01 mm.

Les variables retenues sont illustrées en figure 2,2 et codent les caractères morphométriques suivants : la longueur totale ; la longueur standard ; la longueur du museau ; le diamètre de l'œil ; la hauteur de corps ; la longueur du museau jusqu'à la première épine dorsale ; longueur du museau, la longueur du museau jusqu'au premier rayon de la nageoire anal ; la hauteur de la queue et la longueur de la deuxième épine dorsale.

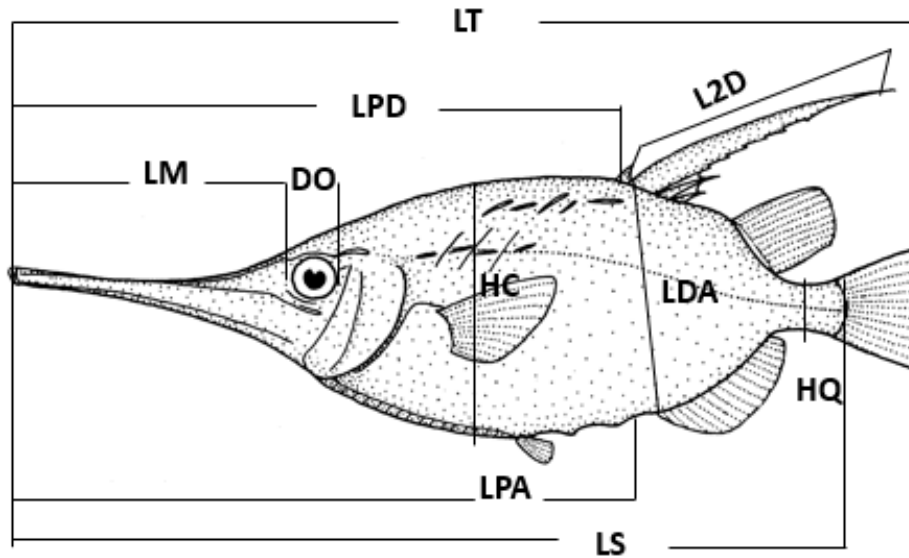


Figure 2.2. Les mesures morphométriques appliquées au genre *Macroramphosus*

LT : longueur totale - LS : longueur standard - HQ : hauteur de la queue - LPD : longueur jusqu'à la première épine dorsale - LPA : longueur jusqu'au premier rayon de la nageoire pectorale - LM : longueur du museau - DO : diamètre de l'œil - HC : hauteur du corps - LDA : distance entre la première épine dorsale et le premier rayon anal - L2D : longueur de la deuxième épine dorsale.

3.2. Cas du genre *Hippocampus* Rafinesque, 1810

Nous avons collecté 31 spécimens d'hippocampes, leur identification n'a pas été aisée et souvent il a été difficile de distinguer avec précision les espèces. Dans ce genre de situation, il est préconisé de recourir à l'analyse multivariée sur la base de l'étude morphométrique. Les mesures ont été effectuées à l'aide d'un pied à coulisse, avec une précision de 0,01 mm, sur le côté droit de chaque hippocampe. Les variables retenues sont inspirées des travaux suivants : Lourie *et al.*, (1999), Ben Amor *et al.*, (2008), Bijukumar *et al.*, (2008).

Les variables retenues sont illustrées en figure 2.3 et codent les caractères morphométriques suivants : longueur total, longueur du tronc, longueur de la queue, longueur de la base de la nageoire dorsale, longueur de la base de la nageoire pectorale, longueur de la tête, longueur du museau, diamètre de l'œil, hauteur du tronc, hauteur de la tête, longueur de la crête et hauteur du museau. De plus, le nombre de rayons des nageoires ont été comptés.

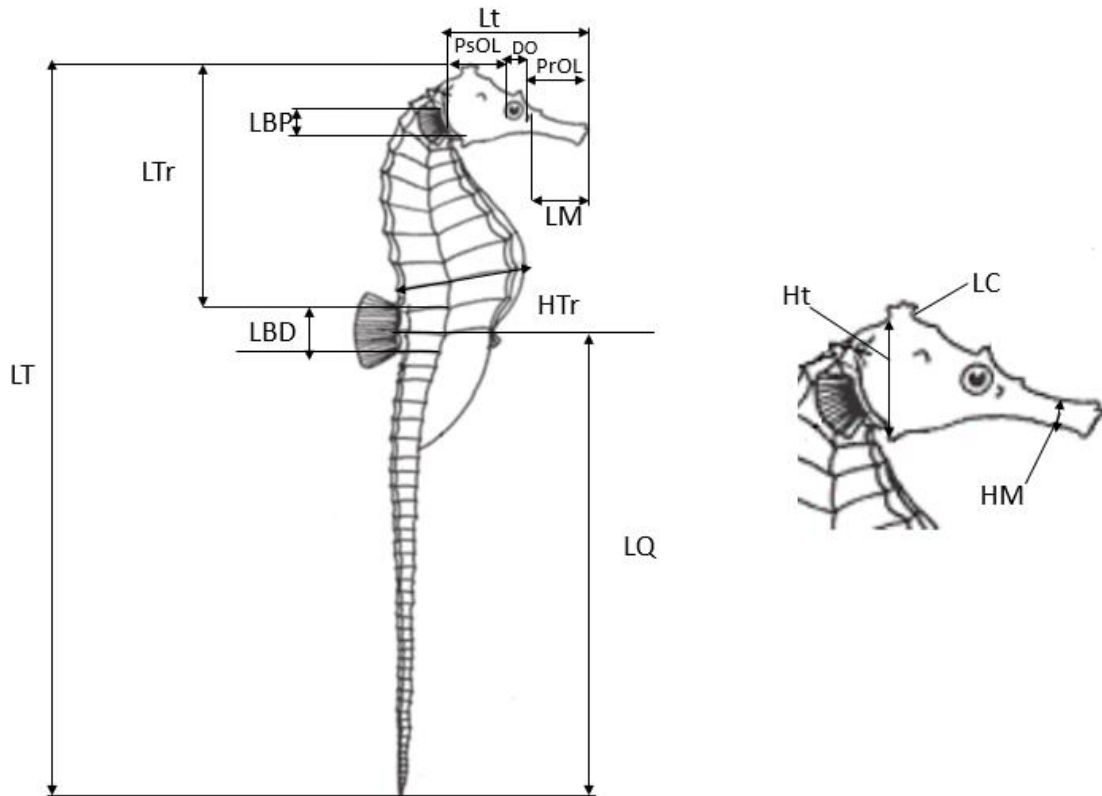


Figure 2.3. Les mesures morphométriques appliquées au genre *Hippocampus*

LT : longueur total - LTr : longueur du tronc - LQ : longueur de la queue - LBD : longueur de la base de la nageoire dorsale - LBP : longueur de la base de la nageoire pectorale – Lt : longueur de la tête - LM : longueur du museau - DO : diamètre de l’œil - HTr : hauteur du tronc - Ht : hauteur de la tête - LC : longueur de la crête - HM : hauteur du museau - PsOL : distance postorbitaire - PrOL : diamètre pérorbitaire.

3.3. Traitements statistiques

Dans le présent travail, nous avons passé en revue plusieurs analyses statistiques pour évaluer les données collectées de diverses approches.

Tout d'abord, un test de significativité a été réalisé afin de déterminer si les différences observées entre les groupes étaient statistiquement significatives, offrant ainsi une base solide pour interpréter les résultats.

Pour comparer les tailles moyennes entre les individus mâles et femelles, nous avons appliqué un test d'écart réduit. Ce test a été effectué suite au calcul des moyennes de taille pour chaque sexe, en suivant la méthodologie établie par Schwartz (1992).

$$|t_{\text{cal}}| = (\mathbf{m1} - \mathbf{m2}) / \sqrt{\left(\frac{\mathbf{6a}^2}{\mathbf{na}}\right) + \left(\frac{\mathbf{6b}^2}{\mathbf{nb}}\right)}$$

6a² : variance des mâles ; **6b²** : variance des femelles
m1 : taille moyenne des mâles ; **m2** : taille moyenne des femelles
na et nb : respectivement l’effectif des mâles et des femelles.

$$s_a^2 = \frac{\sum ni * (L - Lf)^2}{na - 1}; s_b^2 = \frac{\sum ni * (L - Lm)^2}{nb - 1}; \alpha = 5\%$$

On compare le $|\varepsilon \text{ calculé}|$ avec le $|\varepsilon \text{ table}|$:

- si $|\varepsilon \text{ cal}| < |\varepsilon \text{ table}|$: la différence est non significative ;
- si $|\varepsilon \text{ cal}| > |\varepsilon \text{ table}|$: la différence est significative.

3.4. Analyse en Composante Principale

L'analyse multivariée englobe une diversité méthodologique de techniques statistiques, qui convergent vers l'investigation concomitante de multiples variables au sein d'un ensemble de données. Au sein de ce panorama analytique, s'illustrent particulièrement l'Analyse en Composantes Principales (ACP), l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) ainsi que l'Analyse des Correspondances Hiérarchiques (ACH). Dans le contexte spécifique de notre étude, notre sélection méthodologique s'est résolument orientée vers l'adoption exclusive de l'ACP.

Il s'agit d'un ensemble de méthode visant à réaliser des transformations linéaires sur un grand nombre de variables inter-corrélées, avec pour objectif de parvenir à un nombre restreint de composantes non corrélées. Cette approche simplifie l'analyse en regroupant les données en ensembles plus restreints tout en éliminant les défis de la multi colinéarité entre les variables (Vogt, 1993).

Les résultats se présentent sous forme d'un nuage de points projeté sur deux directions préférentielles (axes factoriels) :

- le premier axe factoriel est celui qui explique le plus grand pourcentage de variance totale.
- le second explique le plus grand pourcentage de variance résiduelle.

4. Croissance et niveau d'exploitation

Parmi la multitude de paramètres de croissance, certains revêtent une importance singulière dans ce contexte, à savoir la longueur maximale théorique des poissons à un âge avancé (L_∞), le paramètre de courbure(K) dans le modèle de croissance de von Bertalanffy, ainsi que le temps où les poissons auraient une taille nulle (t_0).

Diverses formules de croissance existent, mais le modèle qui offre la satisfaction optimale et qui est adopté ici est celui de von Bertalanffy (1934). Ce modèle mathématique dépeint la croissance au fil du temps et sa formulation s'applique avec pertinence à la majorité des données de croissance observées.

Conformément à Sparre et Venema (1996), ce modèle se distingue par sa facilité d'intégration dans les modèles d'évaluation des ressources halieutiques. Son équation établit une relation entre la longueur corporelle et l'âge, et sa formulation s'exprime de la manière suivante :

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

L_∞ : la taille asymptotique en centimètre.

L_t : la taille totale du poisson en centimètre à l'instant t (ans)

K : coefficient de croissance (ans^{-1}).

t_0 : l'instant où $L_t=0$ cm.

4.1. Croissance linéaire : détermination des paramètres de croissance

4.1.1. Analyse des structures de taille : Méthode de Powell (1979) -Wetherall (1986)

Les recherches menées par Powell (1979) ont été examinées par Wetherall *et al.*, (1986), qui ont élaboré une approche mathématique rigoureuse pour l'estimation de L_∞ et de Z/K à partir des fréquences de longueurs représentatives d'une population à l'équilibre.

Ils ont utilisé l'équation de Beverton et Holt (1957) pour parvenir à ces estimations.

L'expression mathématique pour Z a été formulée comme suit :

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

Après une série de manipulations, nous obtenons les équations suivantes :

$$L_m - L' = a + b L' \quad \text{d'où } Z/K = -(1+b)/b \quad \text{et } L_\infty = -a/b$$

$$\text{Ou } b = -K/(Z+K) \quad \text{et } a = -b L_\infty$$

L' : limite inférieure de l'intervalle de longueur des poissons pleinement exploités, L' est la variable indépendante.

L_m : Longueur moyenne des poissons de longueur L' , L_m est la variable dépendante.

Cette méthode s'appuie sur les hypothèses d'une population en équilibre et d'une croissance en Elle se révèle particulièrement adaptée dans les contextes où les informations concernant le stock de poissons étudié sont relativement limitées.

En traçant un graphique de $L_m - L'$ en fonction de L' , une régression linéaire est obtenue, permettant ainsi l'estimation des paramètres « a » et « b » par le biais de cette méthode (Sparre et Venema, 1996).

L'analyse de Powell-Wetherall est exécutée par le logiciel Fisat 2 (FAO-ICLARM Stock Assessment Tool) version 1.2.2.

En s'appuyant sur l'ouvrage de Ricker (1980 *in* Pauly et Moreau, 1997), L_∞ caractérise la taille asymptotique comme la dimension moyenne qu'atteindrait un poisson capable de croître et de vivre de manière illimitée.

Toutefois, une coïncidence notable est souvent relevée entre L_{∞} et L_{max} , particulièrement pour les spécimens de petite taille.

Cette observation a conduit Taylor (1962 *in* Pauly et Moreau, 1997) à formuler une règle empirique permettant une estimation raisonnable de L_{∞} chez les petits poissons.

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

Dans laquelle L_{max} est la longueur des plus grands poissons mesurés dans un stock bien échantillonné.

On peut déterminer Z (ans^{-1}) et K (ans^{-1}) en séparant Z/K par l'équation de Pauly et Munro (1984). Elle repose sur les données de la vitesse moyenne de croissance ou l'indice de performance moyenne de la croissance $\bar{\varphi}'$ de la région d'étude citée par différents auteurs.

$$\bar{\varphi}' = \text{Log}K + 2\text{Log}L_{\infty}$$

Après avoir déterminé L_{∞} (cm) et K (ans^{-1}), une estimation grossière de t_0 peut être obtenue à partir de la relation de Pauly (1980a *in* Pauly, 1985).

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

D'après Ricker (1980 *in* Pauly et Moreau, 1997) le t_0 est l'âge hypothétique qu'aurait eu un poisson de longueur nulle. Les valeurs de l'équation sont obtenues à partir des triplets t_0 (/an), L_{∞} (cm) et K (/an).

4.1.2. Méthode ELEFAN 1 (Electronic Length Frequency Analysis)

Notre approche consiste à analyser les structures de tailles en utilisant le programme ELEFAN 1 (Analyse Electronique des Fréquences de Longueur), qui est actuellement intégré à un logiciel nommé Fisat (Gayanilo *et al.*, 2005). Le programme ELEFAN I a été initialement proposé par Pauly et David en 1981, comme mentionné dans (Pauly et Moreau, 1997). Son objectif principal est d'estimer les paramètres de croissance en se basant sur l'analyse des fréquences de longueur

- **Principe de fonctionnement du programme ELAFAN I**

L'étude exploite l'outil ELEFAN I en vue d'examiner les structures dimensionnelles des populations. Les étapes cruciales qui caractérisent cette démarche commencent d'abord par la restructuration des fréquences de longueurs. Dans cette phase, l'objectif est d'éliminer les extrémités non essentielles dans les données de fréquences de longueur. Chaque observation fréquentielle est confrontée à une moyenne mobile, d'où émergent des variations transformées en fréquences nouvelles, à savoir positives (maxima) ou négatives (minima).

Puis le calcul de l'ASP (Available Sum of Peaks), cette étape quantifie la somme des valeurs les plus notables parmi les groupes de fréquences positives, c'est-à-dire les pics. Ces derniers tracent la voie de la courbe de croissance optimale, représentant le trajet idéal pour la croissance.

Ensuite, l'initialisation des paramètres de croissance de von Bertalanffy : les valeurs fondamentales des paramètres de croissance liées au modèle de von Bertalanffy sont insérées en préalable. L'établissement de la courbe de croissance est réalisé en la faisant passer par chaque pic, servant comme point d'origine. L'enregistrement des pics les plus élevés atteints pour chaque échantillon est agrégé pour former l'ESP (Explained Sum of Peaks). Le logiciel conserve le point de départ associé au rapport ESP/ASP le plus élevé, en tant que choix prédominant.

• **Amélioration de l'estimation de L_{∞}**

Il est envisageable d'améliorer la précision de l'estimation de L_{∞} par ELEFAN 1 en réduisant sa surestimation, de la manière suivante :

- Éliminer de la distribution des fréquences de taille tous les individus isolés de grande taille.
- Évaluer L_{∞} indépendamment de K, en privilégiant notamment la méthode de Powell-Wetherall, reconnue à cet effet.
- Tenir compte de la possibilité que L_{∞} puisse être inférieur à la taille maximale observée dans les données.

4.2. Croissance relative : relation taille-poids

C'est la relation entre la taille totale du poisson et son poids corporel.

$$W = aL^b$$

W : poids (g) - a : ordonnée à l'origine - L : Longueur (cm) - b : Coefficient d'allométrie (pente).
b < 3 allométrie minorante ; b > 3 allométrie majorante ; b = 3 isométrie

La valeur du paramètre d'allométrie b doit être vérifié par un test de conformité selon (Schwartz, 1992).

$$SP0 = \sqrt{\frac{\frac{S^2(Y) - P0}{S^2(X)} - P0}{(n - 2)}} |t|_{cal} = \frac{(P - P0)}{SP0}$$

P = 3 : (pente théorique) - $S^2(Y)$: variance de (y = Ln WT)

P₀ = Pente observé - $S^2(X)$: variance de (x = Ln LT)

n-2 : degré de liberté ; d.d.l = n-2 ; $\alpha = 5\%$)

Une comparaison de |t|calculé avec |t|table est faite comme suit :

- si |t|calculé < |t|table la différence est non significative.
- si |t|calculé > |t|table la différence est significative

4.3. Croissance pondérale

D'après Sparre et Venema (1996), de la combinaison entre l'équation de croissance de vonBertalanffy (1934) et la relation taille-poids résulte : L'équation de croissance en poids de vonBertalanffy s'écrit sous la forme :

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

Où :

W_{∞} : Poids asymptotique correspond au poids asymptotique.

b : Coefficient d'allométrie de la relation taille-poids.

5. Exploitation

5.1. Estimation des paramètres de l'exploitation

En biologie des pêches, la manière la plus utile pour exprimer la décroissance en nombre des poissons d'un groupe d'âge au cours du temps est d'utiliser des taux exponentiels de décroissance (Pauly, 1985).

N_0 : nombre initial de poissons au temps t_0

$N_t = N_0 e^{-Zt}$: nombre de poissons survivants au temps t

Z : taux exponentiel de mortalité totale.

5.1.1. Mortalité totale (Z) : méthode de Pauly (1985)

La mortalité totale de la population « Z » peut être considérée comme la somme de la mortalité par pêche « F » et la mortalité naturelle « M » qui recouvre toutes les autres causes de décès possible telles que la prédation, la maladie et la mort par vieillesse (Sparre et Venema, 1996).

$$Z = F + M$$

La détermination de la mortalité totale Z est réalisée à partir de la distribution de fréquences de taille, en traçant sur un graphique la droite des logarithmes népériens des captures cumulées par le bas ($N_i \text{ cum}$) en fonction des logarithmes népériens de la différence ($\text{Linf}-\text{Li}$)

L'équation s'écrit :

$$\text{Ln} (N_i \text{ cum}) = Z/K * \text{Ln} (\text{Linf}-\text{Li}) + b$$

Li : la limite inférieure de la classe de rang i

Z/K : est la pente de la droite (Sparre et Vennema, 1996).

5.1.2. Mortalité naturelle (M) : méthode de Pauly (1980)

La mortalité naturelle correspond aux décès résultant de toutes les causes autres que la pêche (Sparre et Venema, 1996). Dans cette optique, des méthodes empiriques, suggérées par certains, auteurs, ont été mises en œuvre, dont la méthode de Pauly (1980) :

$$\text{Log } M = -0.0066 - 0.279\text{Log}_{10} L_{\infty} + 0.6543 \text{Log } K + 0.4634 \text{Log } T^{\circ}\text{C}$$

Avec $T^{\circ}\text{C} = 18^{\circ}\text{C}$ température moyenne superficielle (présente étude).

L'application de cette méthode est réalisée par le logiciel Fisat II

5.1.3. Mortalité par pêche F

L'estimation de la mortalité par pêche F se fait par l'opération de soustraction de la mortalité naturelle M de la mortalité totale Z qu'ont été déjà déterminé :

$$F = Z - M$$

L'étude des mortalités est une étape primordiale dans l'étude de la dynamique d'un stock.

5.2. Estimation du niveau d'exploitation

Lorsqu'on dispose des valeurs de F et M, un taux d'exploitation E peut être calculé par le rapport suivant :

$$E = F/(F + M)$$

Cet indice permet à lui seul d'estimer (grossièrement) si un stock est surexploité ou non, à partir de l'hypothèse que la valeur optimale de E (E_{optimal}) est voisine de 0,5.

Cette hypothèse, $E \approx 0,5 =$ taux d'exploitation optimal, repose elle-même sur une autre hypothèse, à savoir que la prise équilibrée potentielle est optimisée quand $F \approx M$ (Gulland, (1971) in Sparre et Venema, 1996).

Chapitre 3 : Résultats et discussions

1. Inventaire des Syngnathiformes en Algérie

En utilisant des critères précis, 6 espèces différentes de Syngnathiformes ont été identifiées sans ambiguïté, où chacune possède ses propres caractéristiques distinctives en termes d'apparence et de comportement. Ainsi, une liste est établie (tableau 3.1). Ce listing est analysé en comparaison à d'autres travaux de la région que nous avons consignés dans le tableau 3.1 dont les références sont numérotées comme suit : 1. Le Danois (1924) - 2. Dieuzede *et al* (1955) - 3. Maurin (1962) - 4. Thalassa (1982) – 5. Derbal et Kara (2001) - 6. Massuti (2003) - 7. Massuti (2004) - 8. Laurie (2004) - 9. Debal et Kara (2005) - 10. Derbal et Kara (2008) - 11. Kara et Oudjane (2009) - 12. Refes *et al.*, (2010) - 13. Derbal (2011) - 14. Egleris (2020) - 15. Présente étude.

Tableau 3.1. Inventaire des Syngnathiformes sur la côte algérienne

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Famille : Centriscidae <i>Macrorramphosus scolopax</i> (L, 1758)	*	*	*	*	*	*	*		*			*	*		*
Famille : Fistulariidae <i>Fistulariaco mmersonii</i> Rüppel, 1835											*	*			*
Famille Syngnathidae <i>Hippocampus hippocampus</i> (L, 1758)		*			*			*	*			*		*	*
<i>Hippocampus guttulatus</i> Cuvier, 1829		*			*				*	*		*	*		*
<i>Syngnathus abaster</i> Risso, 1826		*			*					*		*			
<i>Syngnathus acus</i> L, 1758		*			*							*			*
<i>Syngnathus typhle</i> L, 1758		*			*							*			*
<i>Syngnathus phlegon</i> Risso, 1827		*													

• Synonymes

Hippocampus antiquorum, *Hippocampus brevirostris* = *Hippocampus Hippocampus*

Syngnathus agissizi, *Syngnathus algeriensis*, *Syngnathus ethon* = *Syngnathus abaster*

Syngnathus rondeletti = *Syngnathus acus*

Syngnathus viridis, *Syngnathus rondeletti* = *Syngnathus thyphle*

Cette analyse comparative a mis l'accent sur une importante observation liée aux révisions taxonomiques, la systématique ayant subie des modifications impacte sensiblement les inventaires, d'où la nécessité d'établir leurs suivi et actualisation.

A titre d'exemple, auparavant, ces espèces étaient sous l'ordre des Gasterosteiformes.

L'impact de la nouvelle classification taxonomique sur la reconnaissance et la détermination des espèces est illustré de manière remarquable dans l'exemple de la référence 2 : Dieuzede *et al* (1955). Cette source mentionne deux espèces précédemment classées sous le genre *Syngnathus*, *Syngnathus fasciatus* Risso, 1810 et *Syngnathus papacinus* Risso, 1810, qui grâce à une récente révision taxonomique, elles ont été regroupées en une seule espèce *Nerophis maculatus* Rafinesque, 1810 et classées dans un autre genre.

De même, d'autres exemples de fusion taxonomique ont été notés, tels : *Hippocampus antiquorum*, *Hippocampus brevirostris* qui sont reclassés en une seule espèce *Hippocampus hippocampus* ; *Sygnathus agissizi*, *Sygnathus algeriensis*, *Sygnathus ethon* en *Sygnathus abaster* ; *Sygnathus rondeletti* en *Sygnathus acus* et *Sygnathus viridis*, *Sygnathus rondeletti* en *Sygnathus thyphle*.

Cette actualisation de la classification affirme à quel point nos connaissances sur la biodiversité peuvent évoluer. Les analyses morphologiques approfondies, combinées aux avancées dans la génétique moléculaire et à l'étude des caractéristiques anatomiques, ont permis d'identifier des similitudes et des différences essentielles entre les espèces. Ces découvertes ont conduit à la révision de la taxonomie, révélant des relations évolutives plus précises.

Les témoignages des pêcheurs, qui possèdent une connaissance non négligeable du terrain ont révélé que les hippocampes étaient autrefois plus abondants tout au long de la côte algérienne. Cette perception est corroborée par des études historiques et des relevés de données antérieurs qui ont également documenté la présence régulière d'hippocampes dans la région. La diminution observée de la fréquence de ces espèces marines remarquables est alarmante et suggère une pression accrue exercée sur leurs populations.

Les facteurs responsables de cette raréfaction sont multiples, et pourrait être intrinsèquement liée à la dégradation de leur habitat, dans les herbiers de posidonie, fondamental pour leur existence. En outre, en parcourant les causes potentielles de la raréfaction de l'hippocampe, il est aussi essentiel de considérer les facteurs culturels et socio-économiques qui amplifient la menace.

D'après notre enquête sur le terrain et les témoignages des pêcheurs recueillis, il y a un important intérêt pris pour les hippocampes, qui peut découler en partie des croyances populaires et des pratiques traditionnelles. Cette espèce est ordinairement utilisée comme porte-bonheur ou plus curieusement dans des rituels de sorcellerie.

Il est à noter que l'espèce *Fistularia commersonii*, une espèce lessepsienne, s'est établie en Algérie à partir de 2008 (Kara et Oudjane, 2009). Cette expansion peut être attribuée à des facteurs tels que les activités de navigation maritime, qui ont facilité le déplacement involontaire d'espèces via le canal de Suez, ainsi qu'au réchauffement climatique qui a créé des conditions environnementales propices à son installation.

2. Systématique

2.1. Analyse morphologique

Dans cette approche nous avons établis un ensemble de caractères morphologiques sur lesquelles des analyses d'abord descriptives puis comparatives sont effectuées. Ces caractères sont respectivement, la forme générale du corps, la tête, les nageoires et la coloration.

2.1.1. *Macroramphosus scolopax* (Linnaeus, 1758)

La famille des Centriscidae en Méditerranée est représentée par un seul genre *Macroramphosus*. Sur les trois espèces représentant le genre, nous avons pu observer une seule espèce, il s'agit de *Macroramphosus scolopax* (Linnaeus, 1758).

- **La forme générale du corps**

C'est un poisson osseux de taille relativement petite, moins de 20 cm de long (Ehrich, 1990). Le corps est caractérisé par une structure comprimée et profonde, où le point de largeur maximale est aligné avec une ligne verticale, située au-dessus des nageoires pelviennes (Fig.3.1). Il se distingue par une descente abrupte, de la hauteur du corps entre le premier rayon mou de la deuxième nageoire dorsale et le pédoncule caudal, formant ainsi une bosse significative comme décrit par Bilecenoglu (2006).

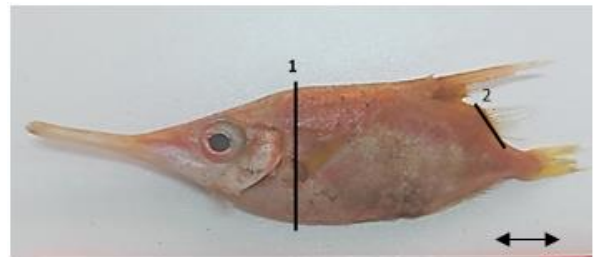


Figure 3.1. *Macroramphosus scolopax*
(1 : le point le plus haut du corps ;
2 : la descente abrupte de la hauteur du corps)

- **La tête**

La tête est prolongée par un long bec tubiforme à l'extrémité duquel s'ouvre une petite bouche, dépourvue de dents, qui lui ont valu le nom de bécasse de mer. Œil grand, son diamètre étant supérieur à la longueur post-oculaire de la tête ; situé près du dos de la tête, portant une crête supraorbitale proéminente ; une tache de petites épines sur la partie antérieure de l'œil (Fig.3.2) c'est un caractère spécifique à cette espèce comme également noté par Bilecenoglu (2006).



Figure 3.2. *Macroramphosus scolopax*
(épines sur la partie antérieure de l'œil)

- **Les nageoires**

L'espèce possède deux nageoires dorsales, la première dorsale prend naissance au-dessus de l'anus, la deuxième épine est forte, très agrandie avec un bord postérieur dentelé, dépassant la base de la deuxième nageoire dorsale (Fig.3.3). Ces deux critères nous permettent de la différencier de *M. gracilis*. Les nageoires pelviennes sont en arrière des pectorales.



Figure 3.3. Les nageoires de *Macroramphosus scolopax*
(A : nageoires dorsales, B : nageoire caudale et anale, C : nageoire pectorale)

- **La coloration**

Les espèces fraîches, qu'il s'agisse de juvéniles ou d'adultes, sont orange, rouges ou rosâtres sur le dos, plus pâles et argentés sur les côtés (Fig.3.1). En général, trois ou quatre taches rouges apparaissent (chez les adultes) sur la deuxième épine de la première nageoire dorsale (Bilecenoglu, 2006).

2.1.2. *Fistularia commersonii* Rüppell, 1838

La famille des Fistulariidae est représentée par une seule espèce d'origine lessepsienne, il s'agit de *Fistularia commersonii* Rüppell, 1838.

- **La forme générale du corps**

Le poisson-flûte présente une forme corporelle particulière et mesure jusqu'à 160 cm (Fritzsche et Schneider, 1995), caractérisé par son aplatissement vertical plutôt que par une compression latérale. Son corps est incroyablement allongé, prenant la forme d'un cylindre. Sa queue, qui s'étend en une longue pointe fine, rappelle celle d'un fouet. Une particularité fascinante de ce poisson est le filament long et mince qui émerge du centre de sa nageoire caudale, lui conférant une touche unique à sa silhouette (Fig.3.4).

- **La tête**

La tête du poisson-flûte présente une forme exceptionnelle avec un museau tubulaire aplati caractérisé par son allongement et son affinement. À l'extrémité de ce museau se trouvent des dents acérées, tandis que la bouche, très étroite, est située à la pointe de la tête, ce qui lui confère une capacité protractile.

Les mâchoires du poisson-flûte sont particulièrement allongées et se rejoignent pour former un tube distinctif, créant une structure unique qui le distingue des autres espèces (Fig.3.4).



Figure 3.4. *Fistularia commersonii* Rüppell, 1838
(La tête indiquée par un cercle)

- **Les nageoires**

À l'arrière de son corps, se trouvent des nageoires dorsales et anales transparentes toutes deux de forme triangulaire et divisées en deux parties distinctes et symétriques. La nageoire caudale présente une structure fourchue avec un filament central allongé (Fig.3.5), conférant une apparence tout à fait singulière. Les nageoires pectorales, situées postérieurement aux opercules, sont également transparentes, tandis que les nageoires pelviennes, de petite taille, se trouvent en position reculée, près de la tête.



Figure 3.5. La nageoire caudale de *Fistularia commersonii* Rüppell, 1838.

- **La coloration**

La couleur de ce poisson varie de gris à vert olive, parfois avec des anneaux sombres, et une partie ventrale argentée à blanche. Il présente une fine ligne bleue horizontale sur les flancs et une autre ligne bleue en pointillé sur le dos. Le dos est vert, devenant argenté-blanc sur le ventre, avec deux bandes bleues ou des taches bleues sur le dos. Les nageoires dorsale et anale sont orange, devenant transparentes à la base. La queue est en forme de fouet et blanche, mais la nuit, il présente des bandes larges.

2.1.3. La famille des Syngnathidae

La famille des Syngnathidae est représentée par deux genres en Méditerranée. On a pu observer deux espèces du genre *Syngnathus* et deux représentants du genre *Hippocampus*.

2.1.3.1. *Syngnathus acus* Linnaeus, 1758

- **La forme générale du corps**

Syngnathus acus est un poisson qui mesure jusqu'à 50 cm de long (Muus et Nielsen, 1999). Son corps est étroit et allongé, d'aspect verruqueux sans écailles. A l'arrière de la nageoire dorsale, le corps s'amincit et se termine par une minuscule nageoire caudale en forme de palette (Fig.3.8).

- **La tête**

Il est caractérisé par un museau effilé, de section circulaire, et élargi à son extrémité fendue par une bouche oblique et orientée vers le haut. La longueur du museau est plus importante que celle du reste de la tête. Derrière les yeux, la tête est plus haute et plus large, et on observe alors un renflement bosselé (Fig. 3.6) caractéristique de l'espèce comme décrit par Louisy (2002).

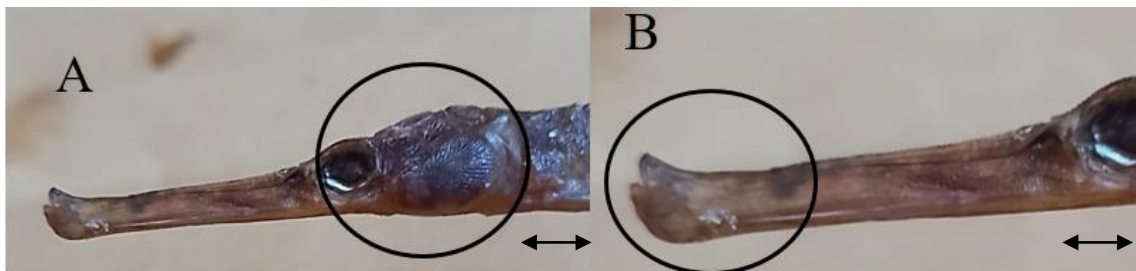


Figure 3.6. Tête de *Syngnathus acus* Linnaeus, 1758
(A : le renflement bosselé - B : La forme de la bouche)

- **Les nageoires**

Le syngnathe aiguille possède des nageoires pectorales, une nageoire dorsale et une petite nageoire caudale en forme de palette (Fig.3.7).



Figure 3.7. La forme de la nageoire caudale de *Syngnathus acus* Linnaeus, 1758

- **La coloration**

La coloration est brune, parfois avec des bandes verticales vertes ou noires (Fig.3.8) mais elle peut varier suivant le milieu (mimétisme). Comme également noté par Louisy (2002).



Figure 3.8. *Syngnathus acus* coloration brune avec des bandes noirs

2.1.3.2. *Sygnathus typhle* Linnaeus, 1758

- **La forme générale du corps**

Le corps est long, élancé et mince, d'une taille maximale de 35 cm (Muus et Nielsen, 1999). Les plaques osseuses recouvrant le corps lui donnent un aspect rêche et dur au toucher (Fig.3.9).



Figure 3.9. *Sygnathus typhle* Linnaeus 1758

- **La tête**

Le museau est latéralement aplati et plus long que le reste de la tête. Avec une bouche tournée vers le haut, très protractile. Un petit œil rond est bien visible en fin de museau, là où commence le corps proprement (Fig.3.10) comme mentionnée par Louisy (2002).



Figure 3.10. Forme de la tête (museau, yeux, bouche) de *Sygnathus typhle*

- **Les nageoires**

On observe la présence de nageoires pectorales, dorsale et anale (bien que très réduites) et d'une nageoire caudale en éventail (Figure 3.11). Les nageoires pelviennes sont inexistantes.



Figure 3.11. Les nageoires de *Sygnathus typhle*
(A : nageoire dorsale - B : nageoire caudale - C : nageoire pectorale)

- **La coloration**

La coloration est essentiellement brune souvent agrémentée de diverses taches sombres et d'un abdomen jaune, comme noté par Louisy (2002).

2.1.3.3. Genre *Hippocampus* Rafinesque, 1810

Les espèces d'hippocampes, notamment *Hippocampus hippocampus* et *H. Guttulatus*, posent un défi de taille en ce qui concerne leur identification précise. Cette situation découle principalement de leur grande similitude et des subtils critères de distinction qu'elles présentent. Les caractéristiques morphologiques spécifiques aux hippocampes accentuent cette complexité. Par exemple, la forme de la couronne, qui constitue un trait distinctif, peut légèrement différer d'une espèce à l'autre (Figure 3.12). Bien que la coloration et les motifs sur le corps puissent sembler des indicateurs fiables, leur variabilité liée à des facteurs tels que l'âge, le sexe, l'environnement et la santé complique la distinction basée uniquement sur ces critères visuels. Certaines études se sont concentrées sur la présence ou l'absence de filaments cutanés comme critère de séparation, mais cette approche s'est avérée peu fiable en raison de la variation de la présence de ces filaments chez les deux espèces (Curtis, 2006).



Figure 3.12. La couronne chez A : *Hippocampus guttulatus* et B : *Hippocampus hippocampus*

a. *Hippocampus hippocampus* (Linnaeus, 1758)

• La forme générale du corps

Ce spécimen a la capacité d'atteindre une taille allant de 12 à 15 cm (Laurie ,2004). Le tronc courbé comporte 11 à 12 anneaux osseux et une queue préhensile dépourvue de nageoire caudale avec 34 à 35 anneaux et la présence ou non des filaments cutanés faibles (Fig.1.8).

Le mâle est identifiable grâce à sa poche incubatrice, flasque ou rebondie en fonction des phases de reproduction. En revanche, la femelle conserve une silhouette fine tout au long de l'année (Fig.3.13).

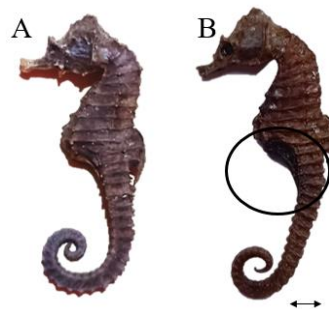


Figure 3.13. *H. Hippocaampus*

A : femelle - B : mâle.

- **La tête**

L'espèce a une tête inclinée à un angle de 90° par rapport au corps. En outre, l'hippocampe à museau court se caractérise par un museau de petite taille, qui mesure généralement moins d'un tiers de la longueur de la tête en forme d'un tube. La bouche est positionnée à l'extrémité. Des épines oculaires proéminentes entourent les yeux de cet hippocampe, ajoutant à son apparence distinctive (Fig.3.14).



Figure 3.14. Tête d'*Hippocampus hippocampus*

La couronne, localisée sur la tête se présente de manière caractéristique. Elle peut être soit étroite et en forme de crête, liée en douceur au cou, soit prendre la forme d'un coin avec une section étroite à l'avant et une partie plus large et élevée à l'arrière (Fig.3.15). Il est important de noter que certains spécimens, notamment ceux provenant d'Afrique de l'Ouest, peuvent présenter une couronne angulaire de grande taille noté par (Laurie ,2004).



Figure 3.15. La couronne d'*Hippocampus hippocampus*

- **La coloration**

La coloration varie selon l'environnement, avec possibilité de mimétisme ou homochromie par rapport au milieu environnant (Foster et Vincent ,2004). On peut voir des hippocampes presque noirs, jaunes, ou verts parfois. On peut observer de minuscules points blancs, ceux-ci ne se regroupent pas en lignes ondulées horizontales épaisses comme chez *H. Guttulatus* (Laurie, 2004).

- **Les nageoires**

L'espèce a une nageoire dorsale constituée d'un nombre variant d'épines entre seize et dix-huit rayons. Et Les nageoires pectorales sont judicieusement placées en arrière de la tête, avec une petite anale.

b. *Hippocampus guttulatus* Cuvier, 1829

• **La forme générale du corps**

Un corps avec une longueur maximal de 21,5 cm (Curtis et Vincent, 2006.) Composé d'une série de 46 à 52 anneaux, avec un tronc courbé et une queue préhensile dépourvue de nageoire caudale. La peau est tendue sur une série de plaques osseuses visibles sous forme d'anneaux autour du tronc et de la queue. Présence de filaments cutanés qui dépassent les anneaux osseux, et de taille moyenne à bien développées, avec des extrémités émoussées (Fig.3.16).

Présence d'un dimorphisme sexuel chez le mâle par une poche incubatrice, flasque ou rebondie différenciée en fonction des phases de reproduction (Fig. 3.16).

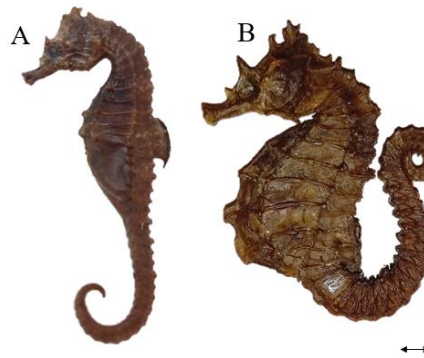


Figure 3.16. *Hippocampus guttulatus*

A: mâle - B: femelle.

• **La tête**

L'espèce possède une tête à un museau de longueur modérée, soit court ou moyen. Les épines autour des yeux sont considérablement proéminentes et distinctes. La couronne est petite, mais elle se distingue par la présence de cinq bosses arrondies ou points émoussés. En outre, une plaque horizontale située en avant de la couronne, et d'une hauteur équivalente à celle de la couronne elle-même, arbore une épine plus ou moins saillante sur son bord avant.

La couronne n'est pas reliée en douceur au cou (Fig. 3.17), ce qui constitue un caractère distinctif, également noté par Laurie (2004).

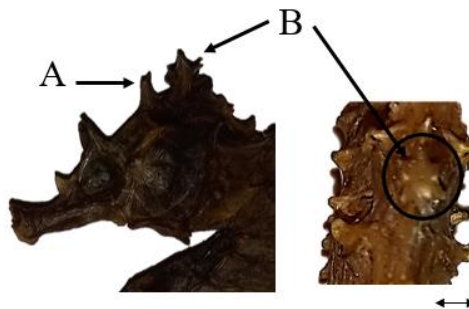


Figure 3.17. La couronne chez *H. Guttulatus*

A : plaque horizontale située en avant de la couronne - B : la couronne avec les 5 bosses arrondies

- **La coloration**

La coloration de l'hippocampe moucheté présente une gamme de teintes allant du brun foncé au jaune. Une caractéristique fréquente est la présence des mouchetures blanches qui parsèment sa surface. Cette coloration varie en fonction de l'âge, du sexe, de l'environnement et de la santé de l'individu.

- **Les nageoires**

Les nageoires pectorales sont situées derrière la tête, la nageoire dorsale est composée de plus de 19 rayons et la nageoire anale est petite.

2.2. Analyse morphométrique par ACP

2.2.1. *Macroramphosus scolopax* (Linnaeus, 1758)

L'analyse en composantes principales ACP a été réalisée pour évaluer les différences potentielles entre les populations de *M. Scolopax* des régions Centre et Ouest, en utilisant une matrice de 10 variables et 61 observations. Dans le tableau 3.2 nous avons consigné les diverses situations et les interprétations respectives. Les figures 3.18 et 3.19 illustrent les projections correspondantes.

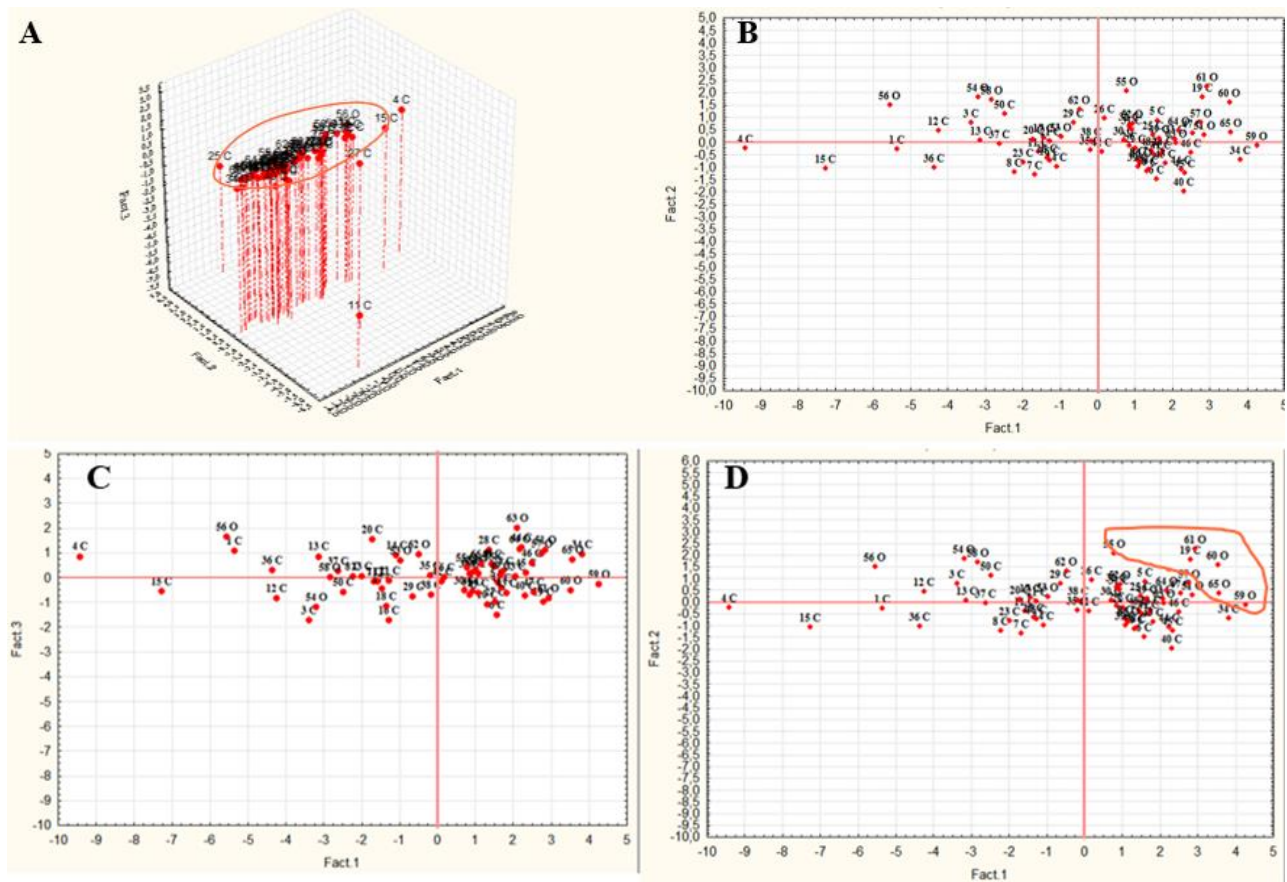


Figure 3.18. ACP appliquée aux caractères biométriques de *Macroramphosus scolopax*
 Projections / A : toutes les variables, nuage de point 3D avec 3 facteurs - B : nuage de point 2D avec 2 facteurs - C : nuage de point 2D, facteur 1et 3- D : nuage de point 2D, facteur 1 et 2 –
 O : individus de la région Ouest -C : individus de la région Centre.

Tableau 3.2 : Compilation et synthèse des différentes analyses

Variab les	Facteurs	Qualité de représentation	Nuage de point	Interprétation
Toute les variable 10 variables	Facteur 1 : LT, LPD, LM, DO, HC, LPA, HQ, LS. Facteur 2 : LDA Facteur 3 : L2D	90,20%	3D	80% des individus étaient regroupés étroitement dans un nuage de points, indiquant une similitude significative de leurs caractéristiques. Cependant, il faut noter que quelques individus se sont démarqués de ce groupe principal. Ces individus atypiques ont été identifiés comme des valeurs aberrantes, car ils se sont avérés nettement plus grands que les autres en comparant leur LT.
			2D (1-2)	En examinant les projections 1-2-3 et 1-2 facteurs, un schéma intrigant est noté. Nous avons observé que les individus de l'Ouest se sont regroupés. Cette observation suggère que le facteur lié à la région peut jouer un rôle significatif dans la distribution des spécimens, car une tendance à droite du schéma indique une possible corrélation géographique. Il est important de noter que la présentation 1-3 n'a pas ajouté d'informations significatives à notre analyse, car ne permettant pas de clarifier davantage la problématique.
			2D (1-3)	
	Facteur 1 : LT, LPD, LM, DO, HC, LPA, HQ, LS, LDA. Facteur 2 : L2D	83,5%	2D	
Sans LT	Facteur1 : LT, LPD, LM, DO, HC, LPA, HQ, LS, LDA. Facteur 2 : L2D	82,2%	2D	Nous avons observé des tendances significatives dans la projection des individus. Précédemment nous avons noté une nette séparation entre les individus de la région Centre et ceux de la région Ouest. Cette séparation suggère une direction claire des données qui distingue ces deux groupes géographiques. De plus, nous avons constaté que la distribution des individus exerce une influence notable sur la variable taille. Cette observation découle de nos analyses en 3D, où nous avons effectué plusieurs essais en éliminant sélectivement les variables, respectivement LT, puis LT et LS, et enfin LT, LS et LPD. Il y a une forte corrélation entre les individus de la région Centre et l'axe des x (facteur 1), d'un autre côté, on observe un nuage de points distinct pour les individus de la région Ouest fortement corrélé avec l'axe des y (facteur 2). Cela indique que les variables liées à l'axe des y jouent un rôle majeur dans la caractérisation de la région Ouest c'est la longueur de la deuxième épine de la nageoire dorsale et le diamètre de l'œil.
Sans LT et LS	Facteur 1 : LPD, LM, DO, HC, LPA, HQ, LS, LDA. Facteur 2 : L2D	80,8%	2D	
Sans LT, LS et LPD	Facteur1 : LM, HC, LPA, HQ, LDA Facteur 2 : L2D et DO	79,1%	2D	

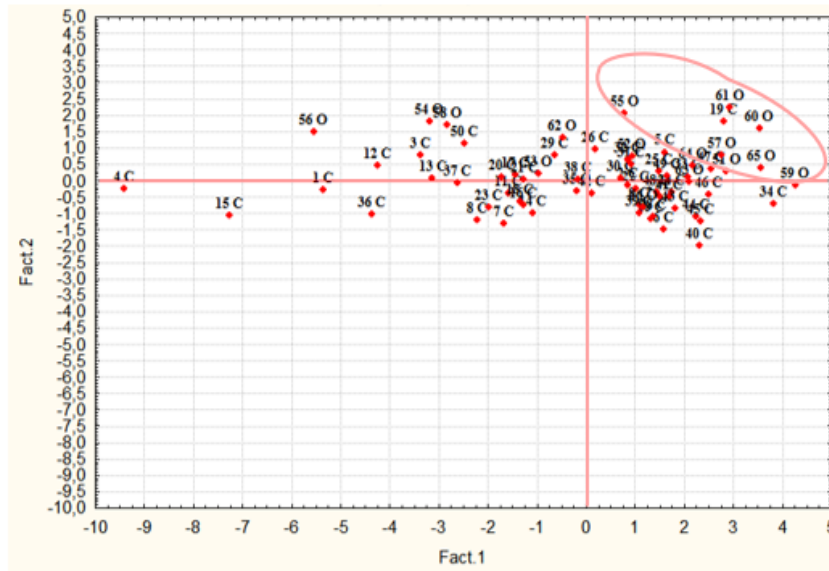


Figure 3.19. ACP appliquée aux caractères biométriques de *Macroramphosus scolopax*

Sans LT (la longueur totale), LS (longueur standard) et LPD (la longueur a la première nageoire dorsale)
Projection 2D avec deux facteurs - O : individus de la région Ouest - C : individus de la région Centre.

2.2.1. Le genre *Hippocampus* Rafinesque, 1810

2.1.1.1. Teste de significativité

Nous avons réalisé une série d’analyses en utilisant le test de Student à l’aide du logiciel Statistica 6, visant à évaluer les différences entre les mâles et les femelles au sein de l’espèce.

Le test de Student a été choisi pour sa particularité à détecter des différences statistiquement significatives entre les groupes, cas des petits échantillons. Le tableau 3.3 montre les tests de significativité de Student, avec un seuil de signification de 0,05, entre différents groupes du genre *Hippocampus* appliqués aux données recueillies.

Nous avons constaté que les valeurs de p calculées étaient systématiquement supérieures au seuil retenu ($p > 0,05$) dans tous les cas examinés. Cette constatation indique qu’aucune différence significative n’a été mise en évidence entre les groupes étudiés.

Tableau 3.3: Les tests de significativité de Student appliqué aux différents groupes du genre *Hippocampus*, seuil de signification de 0,05.

	<i>H. Hippocampus</i> Mâles vs femelles	<i>H. Guttulatus</i> mâle vs femelles	Tous les mâles	Toutes les femelles
Moyenne 1	11,64	12,3	12,6122	12,3
Moyenne 2	13,1975	12,6122	13,1965	11,64
Ecart-type 1	1,514205	1,671145	1,732222	1,671145
Ecart-type 2	1,93095	1,73222	1,354798	1,514365
Ddl	11	15	11	15
Valeur de t	-1,93095	-0,347538	-0,683068	0,760322
P	0,079658	0,733076	0,508695	0,458847

2.1.1.2. Analyse multivariée ACP

On a utilisé l'Analyse en Composantes Principales afin de distinguer les deux espèces du genre *Hippocampus*, sur la base d'une matrice de 14 variables et 31 observations. Et éventuellement, compléter leur identification en apportant plus de précision et en se basant sur des caractères morphométriques. Cette approche a permis de révéler des schémas et des relations complexes entre les caractéristiques morphologiques examinées.

Elle a permis de réduire la dimensionnalité des données tout en conservant l'essentiel de l'information, expliquant ainsi 72,2% de la variabilité totale avec seulement trois facteurs.

Parmi les variables étudiées, dix d'entre elles ont été regroupées dans le premier facteur, qui représente une combinaison des caractéristiques liées à la longueur totale (LT), la longueur du tronc (ltr), la longueur de la queue (LQ), la longueur de la base de la nageoire dorsale (LBD), la longueur de la base de la nageoire pectorale (LBP), la longueur de la tête (Lt), la longueur du museau (LM), la hauteur du museau (HM), la distance post-orbitaire (psol) et le diamètre préorbitaire (pro), avec une probabilité supérieure à 0,7. De plus, la variable de la longueur de la crête (HC) plus au moins associée à ce facteur avec une probabilité de 0,6.

Le deuxième facteur était principalement caractérisé par la hauteur de la tête (Ht), plus au moins la hauteur du tronc (htr), présentant une probabilité de 0,64.

Enfin, le troisième facteur était principalement défini par la variable du diamètre de l'œil (DO). Nous avons retenu 12/14 variables examinées, ayant montré une probabilité supérieure à 0,7 dans l'analyse. Cependant, il est à noter que la hauteur de la couronne (HC) a une contribution relativement faible au premier facteur, tout comme la hauteur du tronc (htr) au deuxième facteur.

La projection des individus sur le plan factoriels I-II-III est illustré en figure 3.20.

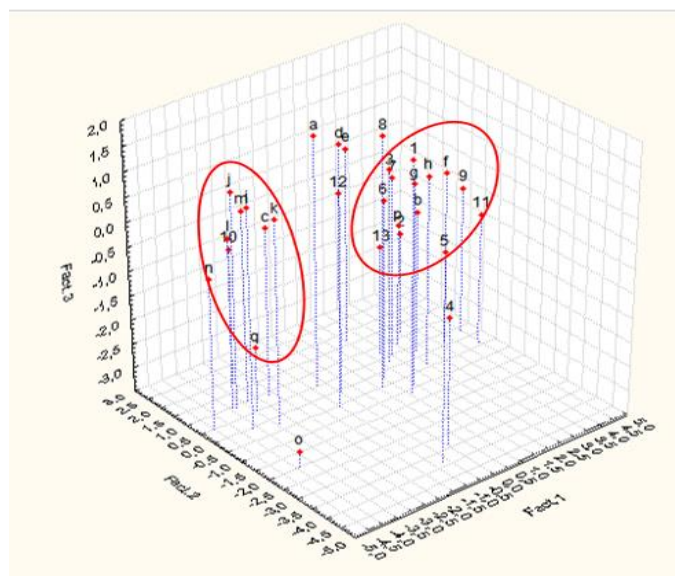


Figure III.20. ACP appliquée aux caractères biométriques au genre *Hippocampus*
Projection 3D - Les chiffre : *Hippocampus hippocampus* - les lettre : *Hippocampus guttulatus*

Dans la figure 3D (Fig. 3.20) résultant de l'analyse en composantes principales appliquée aux caractères biométriques des hippocampes, nous avons observé un certain nombre de points.

Cette représentation tridimensionnelle révèle une structure de nuage de points bien regroupés.

Du côté gauche de la figure, nous pouvons clairement identifier la formation d'un nuage de points dans lequel les *Hippocampus guttulatus* de grande taille sont fortement regroupés.

Ce regroupement suggère une tendance intrinsèque au niveau de l'espèce à partager des caractéristiques biométriques spécifiques liées à leur grande taille.

Cependant, il faut aussi noter la présence d'*Hippocampus hippocampus* de grande taille au sein de ce même nuage de points, il s'agit de l'individu 10. Cela peut s'expliquer par les similitudes morphométriques entre les deux espèces malgré leurs différences taxonomiques.

La présence d'un spécimen solitaire d'*Hippocampus guttulatus* (O), s'explique par sa particularité liée à sa grande taille au sein de l'échantillon globale.

Par ailleurs, nous remarquons un second nuage de points formé par *H. Hippocampus*, qui semble être plus dispersé. Dans ce nuage, nous distinguons aisément la dominance de l'espèce.

Plus intéressant encore, nous pouvons voir les *H. Guttulatus* de petite taille s'intégrer avec les *H. Hippocampus*, suggérant ainsi une similarité des caractéristiques biométriques entre les petits spécimens des deux espèces.

3. Croissance et niveau d'exploitation de *Macroramphosus scolopax* (Linnaeus, 1758)

La distribution des fréquences de tailles de 66 spécimens de *Macroramphosus scolopax*, prélevés le long des côtes Centre et Ouest de l'Algérie, ont servi à une première initiative en l'étude de la croissance et l'évaluation de l'état du stock.

En raison de la méthode de prélèvement qui est la collecte des individus au niveau des chaluts à quais, le sexe des spécimens n'a pas pu être déterminé. La plupart des spécimens avaient généralement les viscères endommagés.

3.1. Etude de la croissance

3.1.1. Détermination des paramètres de la croissance linéaire : L_{∞} et K

Pour la détermination des paramètres de croissance linéaire de von Bertalanffy (1934), nous avons d'abord établi une distribution des fréquences des tailles, après plusieurs essais (pas 0,4, 0,5 et 0,6) nous avons opté pour un pas de 0,6 cm qui donne la meilleure répartition des effectifs et qui sont reportés dans le tableau 3.4.

Tableau 3.4 : distribution des fréquences de tailles chez *Macroramphosus scolopax*

Classe de taille (cm)	Centre de classe (cm)	Effectif
[10.1-10.7 [	10.4	4
[10.7-11.3 [	11	14
[11.3-11.9 [	11.6	16
[11.9-12.5 [	12.2	10
[12.5-13.1 [	12.8	9
[13.1-13.7 [	13.4	7
[13.7-14.3 [	14	2
[14.3-14.9 [	14.6	2
[14.9-15.5 [	15.2	1
[15.5-16.1 [	15.8	1

Une première analyse des structures de taille est réalisée par la méthode de Powell (1979) - Wetherall (1986) et est exécutée à l'aide du logiciel Fisat II version 1.2.2 (fonction Assess / Direct fit of L/F Data / Powell-Wetherall Plot). Les graphiques de régression obtenus, accompagnés de leurs équations et des paramètres correspondants, sont présentés dans la figure 3.21. Les points ont été sélectionnés en se basant sur la linéarisation de leur régression négative, notée sous le symbole « r » selon la méthodologie de Sparre et Venema (1996).

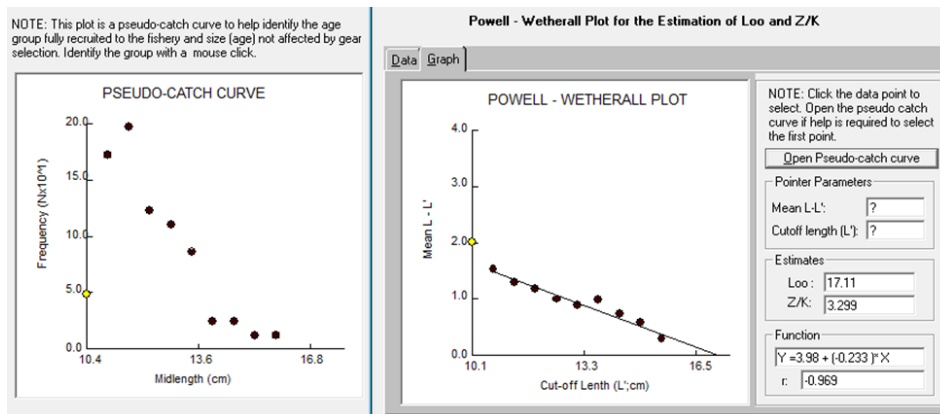


Figure 3.21 : détermination de L_{∞} et Z/K pour *M.scolopax* (Méthode de Powell-Wetherall).

Tel qu'il a été recommandé par Pauly (2007), la valeur de L_{∞} estimée par Powell (1979) - Wetherall (1986) est ensuite introduite dans le programme ELEFAN 1 afin d'en évaluer le K correspondant. Cette analyse a été réalisé à l'aide du logiciel FISAT II version 1.2.2 (fonction Assess /Direct fit of L/F Data / ELEFAN I).

Notre choix a été tributaire du meilleur cas qui fournit la meilleure estimation des rapports ESP/ASP, la longueur de départ (SL) et l'échantillon de départ (SS).

On a réalisé plusieurs itérations pour choisir la meilleure combinaison de L_{∞} et K.

- **La routine « K-scan »**

La valeur de K la plus appropriée à la longueur asymptotique $L_{\infty}=17,11$ cm (résultat de Powell (1979) -Wetherall (1986)) correspond à $K=0,44$ ans⁻¹ pour un rapport ESP/ASP $R_n = 0.824$.

Cette routine donne aussi la longueur de départ $SL = 14,90$ cm et l'échantillon de départ $SS = 1$ (Fig.3.22).

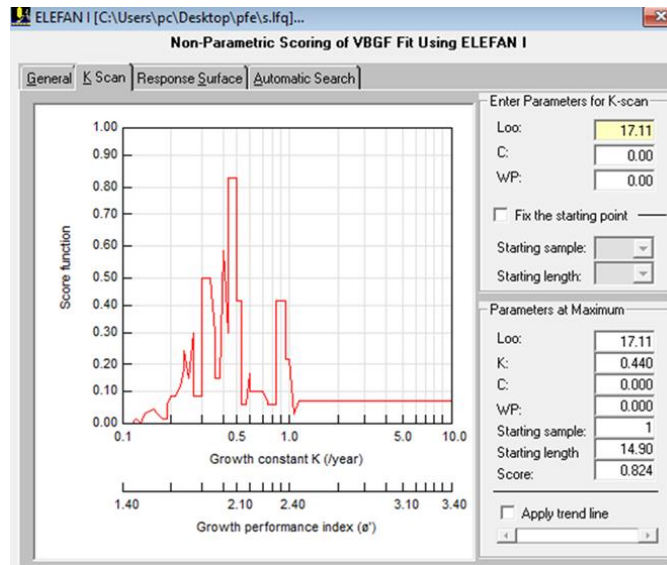


Figure 3.22. : Étiquette K-scan routine ELEFAN I, chez *M. Scolopax*.

- **Surface d'égales réponses**

Les variations des valeurs L_{∞} et K sont délimitées.

L_{∞} min = 17,11 cm (resultat de Powell - Wetherall (1986)) et L_{∞} max= 23,9cm (données de région en Tab.3.5), K entre 0,1 et 0,49ans⁻¹(données de régions en Tab.3.5).

Les valeurs de SL (longueur de départ) et SS (l'échantillon de départ) sont introduites dans le sous-programme « surface d'égale réponses ».

Le couple de valeurs L_{∞}/K qui correspond au rapport ESP/ASP le plus élevé qui est égale à 0,824 (Fig.3.23) est retenu avec : $L_{\infty} = 22.88$ cm ; $K = 0,16$ an⁻¹

Tableau 3.5: tableau de régions des paramètres de croissance L_{∞} (cm) K (an⁻¹) (Froese, et Pauly,2022)

Régions	L_{∞} (cm)	K (an ⁻¹)
Morocco	16,0	0,360
Canary Is.	20,0	0,462
Portugal	23,9	0,499

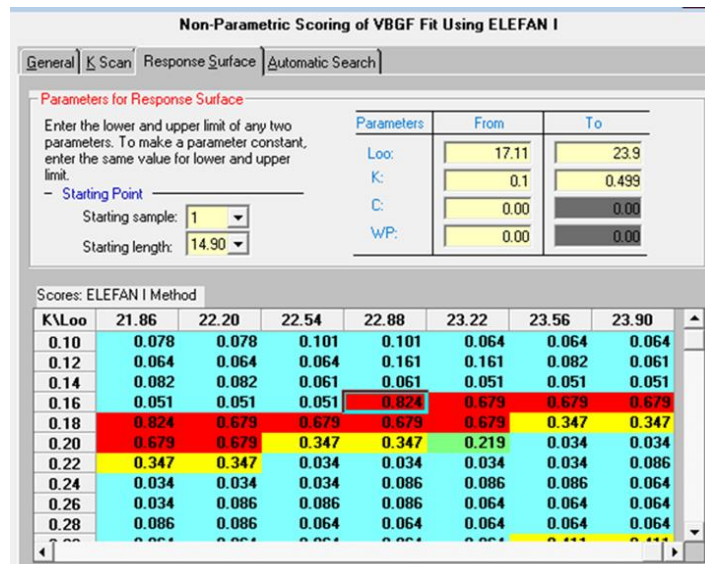


Figure 3.23. Couple de valeurs L_{∞}/K en fonction du score pour *M. Scolopax* (ELEFAN I).

3.1.2. Détermination de l'âge hypothétique t_0

Le calcul de l'âge hypothétique qui a été effectué à l'aide des paramètres de croissance (L_{∞} et k) estimés par la méthode ELEFAN I (surface d'égalité de réponse) et la formule empirique de Pauly.

L'âge hypothétique de *Macroramphosus scolopax* $t_0 \approx -1.0966$

L'équation de croissance linéaire de von Bertalanffy (1934) s'écrit comme suit :

$$L_t = 22,88 (1 - e^{-0,16(t+1,0966)})$$

La courbe de croissance linéaire théorique présentée en figure 3.24, est tracée à l'aide de l'équation du modèle de von Bertalanffy (1934) a été réalisée par Excel. Ces résultats suggèrent que *Macroramphosus scolopax* de la présente étude a une longévité de 14 ans.

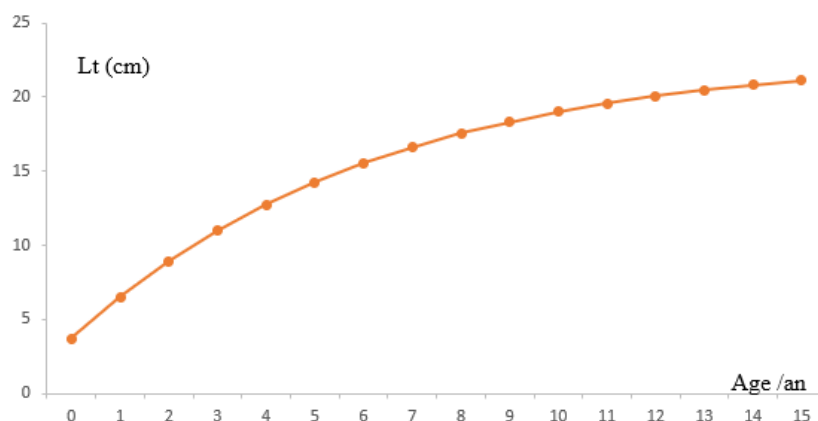


Figure 3.24. Courbe de croissance linéaire théorique de *M. Scolopax*

Dans le cadre de cette étude, la longueur asymptotique de *Macroramphosus scolopax* est estimée à 22,88 cm. Lorsque, nous l'avons comparé aux données de régions et nous remarquons que la valeur se rapproche davantage de celle observée dans les îles Canaries.

Cependant, il est essentiel de noter que le taux de croissance (K) que nous avons calculé (0,16 an⁻¹) est inférieur à celui des régions, notamment le Maroc et les îles Canaries.

Ces résultats suggèrent que *Macroramphosus scolopax* de la présente étude pourrait avoir un taux de croissance plus lent que les populations de ces régions. Cette différence peut être attribuée à divers facteurs régionaux, tels que la température de l'eau, la disponibilité des proies et d'autres caractéristiques environnementales. De plus, un taux de croissance plus lent peut résulter des pressions de pêche plus fortes ou de la compétition avec d'autres espèces, ainsi que d'interactions interspécifiques complexes.

3.1.3. La croissance relative : relation taille-poids

Nous avons appliqué l'équation de type puissance (Fig.3.25) de la relation taille-poids « $WT = a Lt^b$ » à notre échantillon composé de 66 individus.

Les résultats de cette analyse sont présentés de manière détaillée dans le tableau 3.6, où nous avons également inclus les paramètres clés de la relation taille-poids, ainsi que le poids asymptotique noté " W_∞ ", et les résultats d'un test important basé sur la méthode de Schwarz (1993).

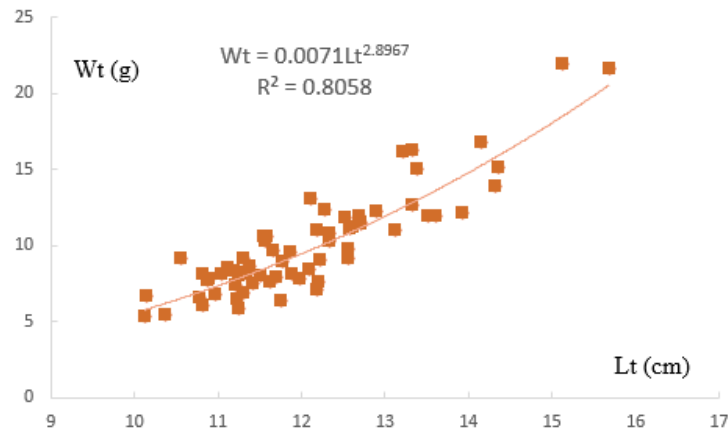


Figure 3.25 : courbe de type puissance, relation taille-poids chez *M. Scolopax*

Tableau 3.6 : paramètre de la relation taille-poids chez *Macroramphosus scolopax*

A	B	R ²	W _∞ (g)	T calculé	T table (α=5%)
0,0071	2,8967	0,8058	61,5452588	0,35497067	1,66901

R² : coefficient de corrélation.

Le R² tend vers 1 donc on a une très bonne corrélation entre la masse et la taille des individus. Quant au coefficient d'allométrie « b », il est proche de 3, ce qui pourrait signifier que le poids augmente simultanément que la taille. Après vérification, le test de conformité de Schwartz (1992), au taux de sécurité $\alpha = 5\%$, on a obtenu un t calculé inférieur à t de la table (1,669).

Ainsi, la relation entre la taille et la masse de *M. Scolopax* est une allométrie isomère pour tous les individus de la population de (Fig.3.26). Autrement dit le poids et la taille croissent simultanément.

3.1.4. La croissance pondérale

Une fois que le poids asymptotique W_{∞} est déterminé pour *M. Scolopax*, l'équation de croissance pondérale peut être exprimée de la manière suivante :

$$W_t = 61,54 (1 - e^{-0.16(t+1.0966)})^{2.8967}$$

La figure 3.26 illustre une croissance rapide de *M. Scolopax* depuis la naissance jusqu'à l'âge de 14 ans, mais par la suite, la prise de poids devient insignifiante.

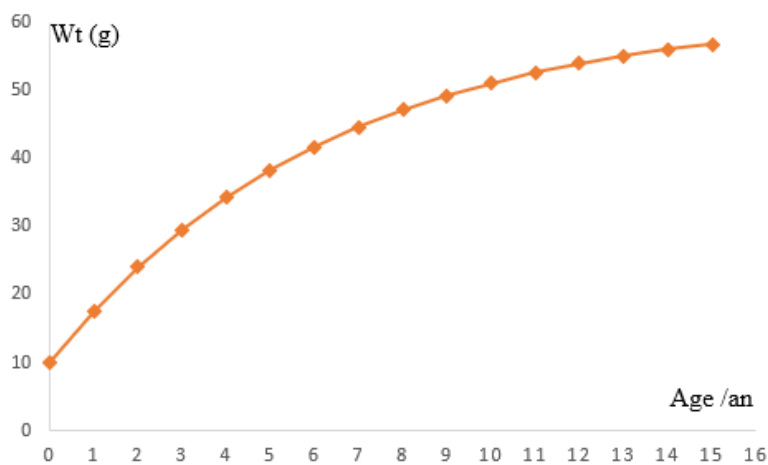


Figure 3.26 : courbe de croissance pondérale théorique chez *M. Scolopax*

3.2. Indices d'exploitation et état du stock

3.2.1. Mortalité totale

Cette analyse a été réalisée à l'aide du logiciel Fisat II version 1.2.2 (fonction Assess /Mortality Estimation /Z from steady-state sample /Length-converted curve) par la routine de la courbe des captures (Fig. 3.27) où $Z=1,21 \text{ an}^{-1}$.

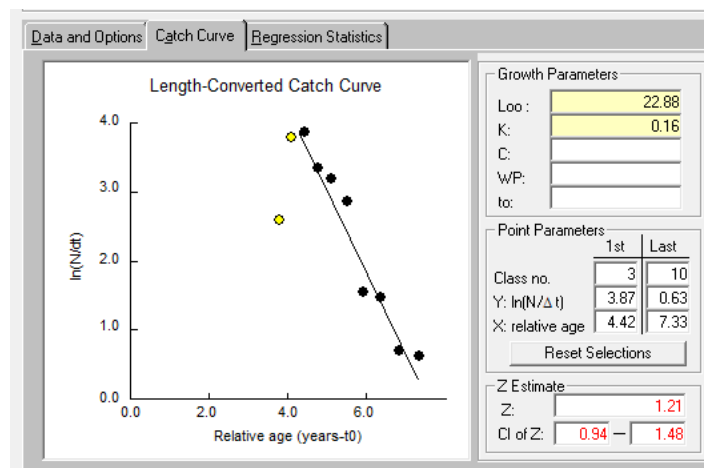


Figure 3.27. Valeur de Z estimée (Lenght-Converted Catch Curve) de *M. Scolopax*

3.2.2. Mortalité naturelle

Cette analyse a été effectuée en utilisant le logiciel Fisat II, version 1.2.2, en utilisant la fonction "Évaluation / Estimation de la mortalité / Z à partir de l'échantillon à l'état stable / Courbe convertie en longueur / Extrapolation de la probabilité."

La valeur de M est égale à **0,473 an⁻¹** (comme indiqué dans la figure 3.28).

The screenshot shows a software window with the following text and input fields:

The total and natural mortalities are required to extrapolate the probability of capture from the length-converted catch curve.

Total mortality (Z) from catch curve:	1.210
Total mortality (Z) to use:	1.210
Mean annual habitat temperature:	18.000 *
Natural mortality (M) from Pauly's empirical formula:	0.473
Natural mortality (M) to use:	0.473

* Required to estimate M given L_∞ (in cm) and K (/year).

Figure 3.28. Valeur de M estimée (Pauly's Equation) de *M. Scolopax*

3.2.3. Mortalité par pêche

La mortalité par pêche a été calculée par la soustraction suivante : $F=Z-M$

La mortalité par pêche est **F =0.737 an⁻¹**.

3.2.4. Estimation de l'état du stock de *Macroramphosus scolopax* (Linnaeus, 1758)

L'indice E renseigne sur l'état de l'exploitation de l'espèce. Il permet à lui seul d'estimer (grossièrement) si un stock est surexploité ou non.

$$E \approx 0,608$$

Les résultats de cette étude révèlent un taux d'exploitation de l'espèce *Macroramphosus scolopax* de 0,608, dépassant ainsi le seuil de 0,5 établi par l'hypothèse pour indiquer une surexploitation du stock.

Le fait que cette espèce soit régulièrement prise accidentellement dans les filets de pêche peut être attribuable à divers facteurs, notamment la forme de son museau ou son comportement de nage. Il est important de noter que même si une espèce n'a pas de valeur économique directe, elle peut avoir un rôle significatif dans l'écosystème marin en tant que proie pour d'autres espèces ou en contribuant à la biodiversité marine.

Par conséquent, maintenir une population saine de *Macroramphosus scolopax* est important pour l'équilibre de l'écosystème.

Dans ce contexte, il pourrait être nécessaire de prendre des mesures de gestion pour réduire le taux d'exploitation de cette espèce et prévenir une surexploitation.

Conclusion

En somme, cette étude sur les Syngnathiformes en Algérie révèle des changements significatifs dans la classification taxonomique de ces espèces marines, reflétant l'évolution constante de notre compréhension de la biodiversité. Elle met la lumière sur la préoccupante diminution des populations d'hippocampes le long des côtes algériennes, attribuable à une combinaison de facteurs environnementaux et socio-culturels. Par ailleurs, l'établissement d'une nouvelle espèce dans la région souligne les répercussions du changement climatique et de l'activité maritime sur les écosystèmes locaux.

Cette étude révèle une diversité d'espèces marines, mettant en évidence l'importance de préserver ces écosystèmes uniques. Les observations détaillées ont permis d'identifier plusieurs espèces, notamment *Macroramphosus scolopax*, *Fistularia commersonii*, *Syngnathus acus*, *S. typhle*, *Hippocampus hippocampus* et *H. guttulatus*.

L'étude de la morphologie de l'espèce *Macroramphosus scolopax* le long des côtes algériennes a révélé des différences significatives entre les populations des régions Centre et Ouest.

A cet effet l'Analyse en Composantes Principales a montré que les conditions du milieu (la répartition géographique) a une influence directe sur la taille, et cela joue un rôle clé dans la répartition des stocks de l'espèce. Certains individus atypiques ont également été identifiés comme des valeurs aberrantes en raison de leur taille nettement supérieure au reste de la population.

Pour les hippocampes, les tests de significativité n'ont pas révélé de différences significatives entre les mâles et les femelles en dépit du dimorphisme sexuel.

L'ACP a permis de réduire la dimensionnalité des données fortement corrélées en mettant en évidence les caractéristiques morphologiques discriminantes, et qui sont principalement liées à la longueur totale, la longueur du tronc et la longueur de la queue.

Les analyses ont montré que les individus de chaque espèce d'hippocampe tendent à se regrouper en fonction de leurs critères morphométriques, bien que des spécimens atypiques aient également été observés.

Tel que nous l'avons supposé, la bécasse de mer a fait l'objet d'une étude classique de la dynamique des populations. Cette étude nous a donc permis de recueillir des données fondamentales sur la biologie de la croissance et l'état d'exploitation du stock de *M. scolopax*. Ainsi, les paramètres de la croissance linéaire de von Bertalanffy (1934) retenus sont : L_{∞} de 22,88 cm et $K= 0,16 \text{ an}^{-1}$.

Conclusion

La relation taille-poids a montré une allométrie isomère, indiquant que le poids et la taille de la bécasse de mer augmentent simultanément.

Par ailleurs l'estimation de l'indice d'exploitation E a révélé que l'espèce *Macroramphosus scolopax* subit une pression de pêche $E \approx 0,608$ dépassant le seuil de 0,5, généralement, utilisé pour indiquer une surexploitation. Des mesures de gestion rationnelle sont recommandées pour prévenir la surexploitation de l'espèce et préserver son maintien.

En conclusion, nos résultats viennent enrichir la littérature de la région concernant l'ordre des Syngnathiformes en termes d'inventaire, de systématique et d'actualisation taxonomique. Et plus particulièrement, par une étude exhaustive des aspects de la dynamique des stocks et état d'exploitation appliqués à l'espèce la plus fréquemment observées.

Néanmoins, il convient de formuler un certain nombre de recommandations pour compléter ces résultats et améliorer les futures approches en perspectives.

- Afin de renforcer la validité de nos observations, il serait judicieux de réaliser un échantillonnage plus conséquent et étalé dans le temps
- Dans le but de renforcer la classification des différentes espèces de Syngnathiformes en Algérie, notamment en ce qui concerne les hippocampes, il serait pertinent de conduire des études génétiques visant à mieux comprendre la diversité génétique au sein de ces populations.
- Dans le but d'approfondir la distinction entre les stocks de *Macroramphosus scolopax* des régions centrale et occidentale, il est recommandé d'envisager l'utilisation de méthodes d'analyse plus spécifiques telles que l'analyse canonique, la répartition hiérarchique, et l'intégration des caractères méristiques tels que les branchies, la formule radiaire, et les otolithes.
- Pour mieux comprendre l'écologie et les adaptations des Syngnathiformes, il faudrait étudier leurs aspects comportementaux, leurs habitats, leurs stratégies alimentaires et de reproduction.
- La mise en place d'un programme de suivi des populations de Syngnathiformes en Algérie permettrait de surveiller les tendances à long terme, et d'adapter les mesures de conservation en conséquence.

Références bibliographiques

- ALLEN G.-R., ERDMANN M.-V., (2012).** Reef fishes of the East Indies. Ed. Perth, Australia: University of Hawai'i Press, Volumes I-III. Tropical Reef Research.
- APPUKUTTANNAIR BIJUKUMAR., KURIAN M. ABRAHAM, et al., (2008).** morphometry and meristics of longnose seahorse, *hippocampus trimaculatus* (actinopterygii: syngnathidae), from kerala, south-west coast of india, thiruvananthapuram, kerala, india
- BEN AMOR., BEN SALEM, M., et al. (2008).** Polymorphisme intraspécifique chez l'hippocampe moucheté, *hippocampus ramulosus* leach, 1814 (osteichthyes, syngnathidae) des eaux tunisiennes (méditerranée centrale). Bulletin De La Société Zoologique De France, 133(1-3), P.P.227-238
- BILECENOGLU MURAT., (2006).** Status of the genus *Macroramphosus* (Syngnathiformes: Centriscidae) in the eastern Mediterranean Sea. Zootaxa (1273), P.P.55-64
- BRAIK D.-J., 1989.** Etude de la dynamique sédimentaire devant Bou-Ismaïl-sédimentologie Morphologie-Problèmes d'érosion du littoral-Aménagement. Thèse Magistère en Géologie. Alger : U.S.T.H.B, 174 p.
- BOOKSTEIN F.-L., (1991).** Morphometric tools for landmark analysis. Ed. Cambridge University Press.
- BORGES L., (2001).** A new maximum length for the snipefish *Macrocramphosus scolopax*. Ed. Cybium 25(2):P.P.191-192
- CURTIS J.-M.-R. ET VINCENT A.-C.-J., (2005).** Distribution of sympatric seahorse species along a gradient of habitat complexity in a seagrass-dominated community. Ed. Mar. Ecol. Prog. Ser. P.P.81-91.
- DANIL'CHENKO P.- G., (1960).** Bony Fishes of the Maikop Deposits of the Caucasus. Ed. Kostistye Ryby Maikopskikh Otlozhenii Kavkaza .L'Université de Californie : 75 P
- DAWSON C.-E., (1986).** Syngnathidae. In M.M. Smith and P.C. Heemstra (eds.) Smiths' sea fishes. Ed. Springer-Verlag, Berlin. P.P. 445-458
- DERBAL FARID., (2011).** Biodiversité animale du littoral d'Annaba, Conférence : Journée de la Méditerranée, Conservatoire National des Formations à l'Environnement At : Annaba, Algérie
Affiliation : Direction de l'Environnement

- DERBAL FARID., (2011).** Biodiversité animale du littoral d'Annaba. Journée de la Méditerranée, Conservatoire National des Formations à l'Environnement, 25 septembre 2011, Annaba, Laboratoire Bioressources Marines, Université Badji-Mokhtar, Annaba (Algérie)
- DERBAL F ET KARA M.-H., (2001).** Inventaire des poissons des côtes de l'est algérien. Rapport Commission International Exploration Scientifique Mer Méditerranée : 258p
- DERBAL FARID ET KARA M. HICHEM., (2005).** Inventaire taxonomique de la faune côtière (Poissons, crustacés, mollusques) du littoral d'Annaba. Deuxième Atelier International NAFRINET, 24 - 25 septembre 2005, Tébessa, Algérie. Laboratoire Bioressources Marines, Université Badji-Mokhtar, Annaba (Algérie)
- DERBAL FARID., KARA M.-H. HICHEM., (2008).** Diversité ichtyologique des écosystèmes aquatiques de l'Est algérien : cas du golfe d'Annaba, de la lagune El-Mellah et du lac Oubeira. Séminaire international sur la biodiversité et la conservation des zones humides nord-africaines, 2-4 décembre 2008, Guelma. Laboratoire Bioressources marines, Université Badji-Mokhtar, Algérie.
- DIEUZEIDE R, NOVELLA M *et al.*, (1955).** Catalogue des poissons des cotes Algériennes. III : Ostéoptérygéens (suite et fin). *Bull. Trav. Stat. Aquic. Pêchecastiglione n.s.6*: 373 p.
- EHRICH S., (1986).** Macroramphosidae. Dans P.J.P. Whitehead, M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, J. Nielsen and E. Tortonese (eds.) *Fishes of the northeastern Atlantic and the Mediterranean*, Volume 2. Ed. Paris, Unesco: 627 p
- FRITZSCHE R.-A., (1976).** A review of the cornetfishes, genus *Fistularia* (Fistulariidae), with a discussion of intrageneric relationships and zoogeography. *Bull. Mar. Sci.* 26(2) :P. P.196-204
- FRITZSCHE R.-A., (1984).** *Fistulariidae*. Dans W. Fischer and G. Bianchi (eds.) *FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Indian Ocean fishing area 51. Vol. 2.*
- FRITZSCHE R.-A., (1990).** *Fistulariidae*. In J.C. Quéro, J.C. Hureau, C. Karrer, A. Post and L. Saldanha (eds.) *Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA)*. Ed. JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris. Vol. 2:P. P.654-655
- FRITZSCHE R.-A., THIESFELD K.-G., (1999).** *Aulostomidae. Trumpetfishes*. In K.E. Carpenter and V.H. Niem (eds.) *FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 4. Bony fishes part 2 (Mugilidae to Carangidae)*. Ed., Rome: FAO: 2277 p
- FROESE R., PAULY D., (2022).** (Page consultée le 07 avril 2023). FishBase.[en ligne]. Adresse URL : <https://www.fishbase.se/>, version (08/2022).

- FOSTER S.-J., VINCENT A.-C.-J., (2004).** Life history and ecology of seahorses: implications for conservation and management. Ed. J. Fish Biol. 65(1):1-61p.
- GILL T., (1905).** The life history of the sea horses (Hippocampus). Ed. Proceedings of the United States National Museum 28: P.P.805–814
- HEEMSTRA P.-C., (1986).** Macrorhamphosidae. In M.M. Smith and P.C.Ed. Heemstra (eds.) Smiths' seafishes. Springer-Verlag, Berlin :P. P.459-461
- IGLESIAS S.P., (2020).** – *PiscibusMarinis*- Guide des poisons marins, Europe et eaux adjacentes (Une classification naturelle basée sur des spécimens de collection, des barcodes ADN et des photos standardisées), Version provisoire 11, 12 octobre 2020. 421 p.
- KARA M.H., OUDJANE F., (2009).** First observations of the Indo-Pacific bluespottedcormetfish*Fistulariacommersonii*(Fistulariidae) from Algerian coasts. JMBA 2 - *Marine Biodiversity Records*, 2008(6470), 1-4.
- KONING S., HOEKSEMA B.-W., (2021).** Diversity of Seahorse Species (Hippocampus spp.) in the International Aquarium Trade.
- KOTTELAT M., FREYHOF J., (2007).** Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat.Ed. Cornol and Freyhof, Berlin: 646 p.
- KUITER R., (2000).** Seahorses, Pipefishes and their relatives: A comprehensive guide to Syngnathiformes. TMC Publishing: Chorleywood, UK.
- KUITER R.-H., TONOZUKA T., (2001).** Pictorial guide to Indonesian reef fishes.Ed. Part 1. Eels- Snappers, Muraenidae - Lutjanidae. Zoonetics, Australia: 302p
- LANKESTER E.-R., (1900).** A treatise on zoology.Ed. Londres: A. and C. Black: 413 p
- LECLAIRE L., (1972).** La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin Algéro-Baléares (Pré continent algérien). Mémoire du Muséum National d'Histoire Naturelle, série. C, Tome XXIV, Paris, 372-3.
- LE DANOIS E., (1924).** Recherches sur les fonds chalutables des côtes d'Algérie (Croisière du chalutier « Tanche »). Mémoire Office Science Technique Pêches Maritime., Série. Spéciale., 3, 75 p.
- LOUISY P., (2002).** Guide d'identification des poissons marins : Europe et Méditerranée. France : Ulmer.
- LOURIE S.-A., VINCENT A.-C.-J. et al., (1999).** Seahorses: an identification guide to the world's species and their conservation. Ed. Project Seahorse, London: 214 p

- LOURIE S.A., FOSTER S.J., ET AL. (2004).** A Guide to the identification of seahorses. Project Seahorse and TRAFFIC North America, University of British Columbia and World Wildlife Fund, Canada.
- MATET., (2009).** Quatrième rapport national sur la mise en œuvre de la convention sur la diversité biologique au niveau national. Ed. Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et du Tourisme, Algérie, 121 P.
- MASSUTI, E., GUIJARRO, B., et al., (2003).** Informe de la campaña Argelia 0203-DP para la evaluación de recursos demersales profundos en las costas de Argelia (Mediterráneo Sud Occidental). IEO, MPRH, SGPM (Palma de Majorque), 103 p.
- MASSUTI E., ORDINAS F., et al., (2004).** Informe de la campaña Argelia para la evaluación de recursos demersales en las costas de Argelia (Mediterráneo Sud Occidental). IEO, MPRH, SGPM (Palma de Majorque), 123 p.
- Matthiessen B., Fock H.-O., et al., (2003).** Evidence for two sympatric species of snipefishes macroramphosus spp. (syngnathiformes, centriscidae) on great meteor seamount. Helgoland Marine Research, 57(1), P.P. 63-72.
- MAURIN C., (1962).** Ecologie ichtyologique des fonds chalutables atlantiques (de la baie ibéro-marocaine à la Mauritanie) et de la Méditerranée occidentale. *Revue Travaux Institut Pêches Maritime*, 26(2), P.P.163-218.
- MAYR E., (1942).** Systematics and the origin of species. London: Ed. Harvard University Press.
- MOKSNESS E., (1982).** Food uptake, growth and survival of capelin larvae (*Mallotus villosus* Muller) in an outdoor constructed basin. Ed. Fisk. Dir. Skr. HavUnders: P.P. 267-285.
- MORITZ C., (1994).** Cryptic diversity in tropical forests: The importance of undetected species. Ed. Trends in Ecology & Evolution: P.P.31-35.
- MUUS B.-J., NIELSEN J.-G., (1999).** Sea fish. Scandinavian Fishing Year Book. Ed. Hedeusene, Denmark: 340 p.
- NARBERHAUS I., KRAUSE J. et al., (2012).** Threatened biodiversity in the German North and Baltic seas. Naturschutz und Biologische Vielfalt. Ed. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany: 117 p
- NELSON J.-S., (1994).** Fishes of the world. Ed. John Wiley et Sons, Inc, New York: 600 p.
- NELSON J.-S., (2006).** Fishes of the World. Hoboken. Ed. NJ: John Wiley & Sons: 600p.

- ORR J.-W., FRITZSCHE R.-A., (1993).** Revision of the ghost pipefishes, family Solenostomidae (Teleostei: Syngnathoidei). Ed. Copeia 1993(1):P.P.168-182 .
- ORR J.-W., FRITZSCHE R.-A. et al., (2002).** Solenostomushalimeda, a new species of ghost pipefish (Teleostei: Gasterosteiformes) from the Indo-Pacific, with a revised key to the known species of the family Solenostomidae. Ed. Aqua, J. Ichthyol. Aquat. Biol. 5(3) :P. P.99-108
- PAGE R.-D.- M., (1996).** Molecular evolution and systematics. Ed. Wiley-Blackwell.
- RON FRICKE., WILLIAM ESCHMEYER . et al., (2023).** Eschmeyer's Catalog of Fishes. Online Version, Institute for Biodiversity Science and Sustainability
- SILVA K., MONTEIRO N.-M., et al., (2006).** Reproductive behaviour of the black-striped pipefish *Syngnathus abaster* (Pisces; Syngnathidae).
- SMITH C.-L., (1997).** National Audubon Society field guide to tropical marine fishes of the Caribbean, the Gulf of Mexico, Florida, the Bahamas, and Bermuda. Ed. Alfred A. Knopf, Inc., New York: 720 p
- SOCIETE ROYALE ZOOLOGIQUE ET MALACOLOGIQUE DE BELGIQUE., (1910).** Annalen van de Koninklijke Belgische Vereniging voor Dierkunde, Volume 45. Ed. La Société, Bruxelles : 189 P
- Refes Wahid., Semahi Nadia., et al., (2010).** Inventaire de la faune ichtyologique du secteur oriental de la cote algerienne (el kala ; annaba ; skikda; jijel; bejaïa) . Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral, 16000, Alger, Algérie.
- ROMERO P., (2002).** An etymological dictionary of taxonomy. Madrid, unpublished.
- VOGT W.-P., (1993).** Dictionary of statistics and methodology: A nontechnical guide for the social sciences. Newbury Park, CA Sage, 365 p.
- WATSON W., SANDKNOP E.-M., (1996).** Fistulariidae: cornetfishes. Moser. Ed. In H.G the early stages of fishes in the California Current Region: P. P.718-723
- ZORICA B., VRGOC N., (2005).** Biometry and distribution of snipefish, *macroramphosusscolopax* (linnaeus, 1758), in the adriatic sea. Acta Adriatica, 46(1) :P. P.99-106.

Résumé

Cette présente étude s'articule autour de l'ordre des Syngnathiformes des côtes algériennes, une région dont les travaux restent encore fragmentaires concernant la biodiversité marine. Puisqu'ils demeurent insuffisants principalement au sujet des inventaires. L'objectif essentiel de l'étude est de combler ces lacunes, d'abord en contribuant à l'actualisation de l'inventaire des Syngnathiformes en Algérie, puis en se penchant sur leur description et systématique. Le projet se structure en trois parties complémentaires. En premier lieu, une compilation de données bibliographiques permettant ainsi d'établir un listing des espèces de Syngnathiformes en Algérie. Ensuite, effectuer une analyse morphologique détaillée, appuyée par l'études morphométrique pour confirmer l'identification des espèces observées. Enfin, la troisième section se penche sur la croissance et l'exploitation d'un stock, avec une attention particulière portée à *Macroramphosus scolopax* (Linnaeus, 1758), fréquemment capturée accidentellement par les pêcheurs locaux. Cette recherche a révélé des modifications significatives dans la classification taxonomique des syngnathiformes, tout en soulignant la préoccupante diminution des populations d'hippocampes observée lors de ces travaux, éventuellement due à des facteurs environnementaux et socio-culturels. Plusieurs espèces sont identifiées, notamment *Macroramphosus scolopax*, *Fistularia commersonii*, *Syngnathus acus*, *S. typhle*, *Hippocampus hippocampus* et *H. guttulatus*. De plus, les paramètres de croissance *Macroramphosus scolopax* ont été estimés, et l'indice d'exploitation E suggère une pression de pêche élevée car il dépasse le seuil de surexploitation.

Mot clés : Syngnathiformes, inventaires, Systématique, croissance, exploitation, ACP.

Abstract

This present study focuses on the order Syngnathiformes in the Algerian coast, a region where research on marine biodiversity remains fragmented. This is primarily due to insufficient inventories. The main objective of this study is to address these gaps by first contributing to the updating of the inventory of Syngnathiformes in Algeria and then delving into their description and systematics. The project is structured into three complementary parts. Firstly, a compilation of bibliographic data is conducted to establish a list of Syngnathiformes species in Algeria. Next, a detailed morphological analysis is carried out, supported by morphometric studies to confirm the identification of observed species. Finally, the third section focuses on the growth and exploitation of a stock, with particular attention given to *Macroramphosus scolopax* (Linnaeus, 1758), which is frequently caught accidentally by local fishermen. This research has revealed significant changes in the taxonomic classification of Syngnathiformes, while also highlighting the concerning decline in seahorse populations observed during this work, possibly due to environmental and socio-cultural factors. Several species are identified, including *Macroramphosus scolopax*, *Fistularia commersonii*, *Syngnathus acus*, *S. typhle*, *Hippocampus hippocampus*, and *H. guttulatus*. Additionally, growth parameters for *Macroramphosus scolopax* have been estimated, and the exploitation index (E) suggests a high fishing pressure as it exceeds the overfishing threshold.

Keywords: Syngnathiformes, inventories, Systematics, growth, exploitation, PCA

المخلص

هذا البحث يتناول تصنيف أنواع السمك الزعانف القليدية على السواحل الجزائرية، وهي منطقة لا تزال الأبحاث حول تنوع الحياة البحرية فيها غير مكتملة بشكل كامل. ويرجع ذلك أساساً إلى نقص التعدادات المتاحة. الهدف الرئيسي لهذا البحث هو سد هذه الفجوات أولاً من خلال المساهمة في تحديث قائمة أنواع السمك الزعانف القليدية في الجزائر، ثم من خلال التركيز على وصفها وتصنيفها. يتم تنظيم المشروع في ثلاثة أقسام مكتملة. أولاً، يتم إعداد مجموعة من البيانات المرجعية لإنشاء قائمة لأنواع السمك الزعانف القليدية في الجزائر. ثم يتم إجراء تحليل مورفولوجي مفصل مدعوم بدراسة مورفومترية لتأكيد تحديد الأنواع المرصودة. وأخيراً، يتعامل القسم الثالث مع نمو الذي يتم اصطاده بشكل شائع عن طريق *Macroramphosus scolopax* الأسماك واستغلال المخزون، مع التركيز الخاص على سمك الصدفة من قبل الصيادين المحليين. هذا البحث كشف عن تغييرات كبيرة في التصنيف التصنيفي للسمك الزعانف القليدية، مع التأكيد على الانخفاض الملحوظ في أعداد الأحصنة البحرية الملاحظة خلال هذه الدراسة، والذي يمكن أن يعود جزئياً إلى العوامل البيئية والاجتماعية *Macroramphosus scolopax* والثقافية. تم تحديد العديد من الأنواع، بما في ذلك بالإضافة إلى *H. guttulatus*، *Hippocampus hippocampus*، *S. typhle* و *Syngnathus acus* و *Fistularia commersonii*. إلى وجود ضغط صيد عالي نظراً E، ويشير مؤشر الاستغلال *Macroramphosus scolopax*، تم تقدير معلمات نمو سمك لتجاوزه لحد الاستغلال المفرط.

كلمات مفتاحية: (Syngnathiformes)، تحليل المكونات الرئيسية (PCA) التعدادات، التصنيف، النمو الاستغلال