REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES



Mémoire

Présenté pour obtenir le diplôme de **Master**

En Sciences de la nature et de la vie

Spécialité : Ecologie et environnement

Par :

LOUALICHE Farriel

OUELD GHORAF Zakaria

Thème :

Différenciation utilisant la morphologie somatique du corps de *Sardina pilchardus* sur les côtes algériennes

Soutenue publiquement le : 25 / 06 /2024, Devant le jury composé de :

BELHADJ H	**MCB**	U. Médéa	Président
CHAOUADI M	**MCB**	U. Médéa	Examinateur
MASMOUDI M. B	**MCB**	U. Médéa	Encadreur

Année universitaire 2023/2024

REMERCIEMENT

Nous tenons tout d'abord à remercier infiniment Allah, qui nous a donné le courage et la volonté pour la réalisation de ce travail.

Nous remercions Monsieur MASMOUDI .MB pour nous avoir guidés dans ce travail, pour tous les conseils et les informations précieuses, pour sa gentillesse et pour sa simplicité. Nous le remercions de nous avoir soutenus et aidés pour mener notre travail à bien. Qu'il soit assuré de nos plus vifs remerciements et de notre profonde reconnaissance. Nous n'oublierons jamais votre présence à nos côtes à chaque étape de ce travail, malgré la situation et la distance. Merci pour votre contribution extraordinaire qui a fait toute la différence.

Nous adressons nos respectueux remerciements aux membres du jury qui nous font l'honneur de participer à l'évaluation de ce travail :

Mr. BLEHADJ H, pour sa disponibilité bienveillante, et qui, en dépit de ses nombreuses occupations, a accepté de présider ce jury.

Mr. CHAOUADI. M pour avoir pris le temps d'examiner ce travail, et d'apporter ses critiques constructives.

Dédicaces

*A mes chère parents **Moussa** et **Maman**: qui m'a inspirée à poursuivre mes rêves et m'a soutenue à chaque étape de ce voyage académique. Votre sagesse, votre encouragement et votre amour ont été des sources constantes d'inspiration. Ce mémoire est dédié à vous, avec toute ma gratitude et mon affection sincère."*

*A mes **Frères** : Mohamed, Nour eldine, Samir, Djamel din, Harron, Abd elghani*

*Et mes **Sœurs** : Fouzia Et Zina*

Et toute Ma famille

Farriel

A mes chers parents, source de vie, d'amour et d'affection

A mes frères et sœurs, source de joie et bonheur

A tous mes amis et collèges

Merci à vous tous.

Zakaria

Résumé

Cette étude porte sur la caractérisation morphologique de la sardine commune *Sardina pilchardus*. Ce poisson téléostéen dont les échantillons ont été prélevés de la côte centrale et orientale de l'Algérie a fait l'objet d'une étude préliminaire, abordant trois principaux aspects qui sont : la morphométrie, l'âge et la croissance relative (relation taille-poids).

L'analyse morphométrique a révélé que parmi les 7 paramètres étudiés, l'allométrie majorante était le type prédominant caractérisant les relations entre différentes mesures corporelles ou pondérales. L'isométrie de croissance a également été observée, mais avec une fréquence non significative par rapport aux effectifs examinés.

La distribution des fréquences de tailles, suite à un échantillonnage de prises commerciales de Mars à Avril 2024, a indiqué une courte longévité du poisson étudié. L'estimation de l'âge, réalisée par la méthode indirecte de Bhattacharya, a permis de diviser l'échantillon en deux cohortes seulement avec l'absence des juvéniles. Une relation d'allométrie majorante a été établie entre les poids et les longueurs, indiquant une évolution pondérale plus importante que la croissance linéaire chez ce poisson. Nos résultats restent préliminaires et s'insèrent dans une contribution à l'étude de ce poisson, de sa biologie et de son écologie dans les régions étudiées.

Mot-clés: Sardine, côtes algériennes, Morphométrie, Age, croissance relative

Abstract

This study focuses on the morphological characterization of the common sardine, *Sardina pilchardus*. This teleost fish, sampled from the central and eastern coast of Algeria, was the subject of a preliminary study addressing three main aspects: morphometrics, age, and relative growth (length-weight relationship).

The morphometric analysis revealed that among the seven parameters studied, the type of major allometry was predominant, characterizing the relationships between various body or weight measurements. Isometric growth was also observed, but with a non-significant frequency compared to the examined population.

The size frequency distribution, following a sampling of commercial catches from March to April 2024, indicated a short lifespan for the studied fish. Age estimation, conducted using Bhattacharya's indirect method (1967), divided the sample into only two cohorts, with the absence of juveniles. A major allometric relationship was established between weights and lengths, indicating a more substantial weight evolution than linear growth in this fish. Our results remain preliminary and contribute to the study of this fish's biology and ecology in the studied regions.

Keywords: Sardine, Algerian coasts, Morphometry, Age, Relative growth

ملخص

تركز هذه الدراسة على التوصيف المورفولوجي للسردين، *Sardina pilchardus*. هذا السمك الذي تم اخذ العينات منه من الساحل الوسطي والشرقي للجزائر، كان موضوع دراسة أولية تناولت ثلاث جوانب رئيسية وهي: المورفومتريا، العمر والنمو النسبي (العلاقة بين الطول والوزن)

تظهر الدراسة المورفولوجية أن من بين المعايير السبعة التي تم النظر فيها، النمط الألومتري الموجب هو النوع الذي يميز معظم العلاقات بين القياسات الجسمية المختلفة أو الوزن. تم أيضًا ملاحظة النمو الإسومتري، ولكن بتردد غير معتبر مقارنة بالفئات المدروسة.

كشف توزيع ترددات الأحجام، عقب أخذ عينات من الصيد التجاري من مارس إلى أبريل 2024، عن عمر قصير للسمك المدروس. قسمت تقديرات العمر، التي تمت باستخدام الطريقة الغير مباشرة Bhattacharya (1967)، العينة إلى فقط اثنين من الفئات، مع غياب صغار السمك. تم تأسيس علاقة النمط الألومتري الموجب بين الأوزان والأطوال، مما يشير إلى تطور وزني أكبر من النمو الطولي في هذا السمك. تبقى نتائجنا أولية وتساهم في دراسة علم الأحياء والبيئة لهذا السمك في المناطق المدروسة.

الكلمات المفتاحية: السردين، السواحل الجزائرية، القياسات الجسمية، العمر، النمو النسبي

Abréviations

Do: Le diameter de l'œil

FAO: Food and agriculture organization.

Lc : La longueur céphalique

Lpa : Longueur pré anale

Lpd : Longueur pré dorsale

Lpp : Longueur pré pelvienne

Ls : La longueur standard

LT : La longueur totale

MADRP : Ministère de l'agriculture du développement rural et de la pêche et des ressources halieutiques.

MPRH: Ministère de la pêche et des ressources halieutiques.

N: Nord

ONS : Office National De Statistique

Pev: Poids éviscéré.

PP : petites pélagiques

PT : poids totale

Liste de figures

N°	Titres	Page
I.1	Evolution de la production halieutique par wilaya (ONS 2021)	**2**
I.2	Les divisions océaniques avec les zones pélagiques (www.aquaportail.com)	**4**
I.3	Individu de *Sardina pilchardus* (Walbaum 1792). Photo prise au laboratoire	**7**
I.4	Répartition géographique de *sardina pilchardus* (walbaum 1972) (https://www.fishbase.se, Juin 2024)	**8**
I.5	Photographies montrant la morphologie externe de *S. pilchardus*. **A**, corps couvert d'écailles caduques sauf sur la tête; **B**, tête avec museau légèrement pointu (pointillés jaunes)et opercule orné de stries rayonnantes (pointillés rouges); **C**, rangée horizontale de taches sombres peu accentuées sur le flanc (pointillés verts).	**9**
I.6	Etapes de déroulement d'un coup de senne (Ifremer 2008)	**11**
I.7	Schéma du Chalut pélagique remorqué	**11**
II.1	Carte géographique du littoral algérien (Google Earth 2024, Modifiée)	**14**
II.2	Carte géographique de Bou-Ismail (Google Earth 2024, Modifiée)	**16**
II.3	Carte géographique des côtes de la wilaya Jijel (Google Earth 2024, modifiée)	**17**
II.4	Carte géographique du golfe d'Annaba (Google Earth 2024)	**18**
II.5	Echantillons d'une prise commerciale (photo prise au laboratoire)	**19**
II.6	Différentes mesures effectuées chez *S. pilchardus*	**21**
II.7	Dissection du poisson pour identifier le sexe. Photo prise au laboratoire	**22**
II.8	Gonades mâles et gonades femelles (photo prise au laboratoire)	**22**
II.9	Taille approximative des otolithes	**27**
II.10	Anneaux de croissance visibles sur un otolithe	**27**
III.1	Evolution du poids en fonction de la taille (LT) de *S. pilcharuds* (Population totale)	**34**
III.2	Evolution du poids en fonction de la taille (LT) de *S. pilcharuds* (Individus males)	**35**
III.3	Evolution du poids en fonction de la taille (LT) de *S. pilcharuds* (Individus femelles)	**36**
III.4	Evolution du poids en fonction de la taille (LT) de *S. pilcharuds* (Population de Bou-smail)	**37**
III.5	Evolution du poids en fonction de la taille (LT) de *S. pilcharuds* (Population de Jijel)	**37**
III.6	Evolution du poids en fonction de la taille (LT) de *S. pilcharuds* (Population d'Annaba)	**38**
III.7	Distribution des effectifs sur les classes de tailles considérées (h=4mm)	**40**
III.8	Décomposition de la distribution des fréquences de tailles en 2 cohortes par la méthode de Bhattacharya (1976), (FISAT ll)	**41**

Liste des tableaux

N°	Titres	Page
I.1	Position systématique d'après (Fischer, et al. 1987)	**6**
III.1	Représentation des coefficients de corrélation (r), relation et type d'allométrie (a) ainsi que les équations des différents paramètres mesurés en fonction de (LT) ou (Lc) chez la sardine (population totale, sexes confondus)	**28**
III.2	Représentation des coefficients de corrélation (r), relation et type d'allométrie (a) ainsi que les équations des différents paramètres mesurés en de (LT) ou (Lc) chez la sardine (population totale, individus males)	**29**
III.3	Représentation des coefficients de corrélation (r), relation et type d'allométrie (a) ainsi que les équations des différents paramètres mesurés en fonction de (LT) ou (Lc) chez la sardine (population totale, individus femelles)	**30**
III.4	Représentation des coefficients de corrélation (r), relation et type d'allométrie (a) ainsi que les équations des différents paramètres mesurés en fonction de (LT) ou (Lc) chez la sardine (population de Bou-smail, sexes confondus)	**31**
III.5	Représentation des coefficients de corrélation (r), relation et type d'allométrie (a) ainsi que les équations des différents paramètres mesurés en fonction de (LT) ou (Lc) chez la sardine (population de Jijel, sexes confondus)	**32**
III.6	Représentation des coefficients de corrélation (r), relation et type d'allométrie (a) ainsi que les équations des différents paramètres mesurés en fonction de (LT) ou (Lc) chez la sardine (population de Annaba, sexes confondus)	**33**
III.7	Distribution des fréquences de tailles, par la méthode des différences logarithmiques de la sardine *S. pilchardus*. Avec: cc (cm), effectif N, et différences logarithmiques Δ Ln N	**39**
III.8	Représentation des résultats des clefs âge-longueur obtenus par la méthode de Bhattacharya (1967) (FISAT ll). n.a: non affiché, S.D écart type, S.I: indice de séparation, effectif (n)	**41**

Table des matières

Dédicaces
Remerciements
Résumés
Abréviations
Liste des figures
Liste des tableaux

Introduction. 1
Chapitre 1. Rappel bibliographiques 4
1. Les petites pélagiques 4
2. Les Clupeidae 5
3. Présentation du modèle biologique 6
3.1. Systématique de *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) 6
3.2. Nom vernaculaire 7
3.3. Répartition 7
3.4. Description 8
3.5. Alimentation de l'espèce 9
3.6. Reproduction 10
3.7. Croissance 10
3.8. Engins de pêche 10
Chapitre 2. Matériels et méthodes 14
1. Zone d'étude et ses caractéristiques 14
1.1. Le bassin Algérien 14
1.2. Baie de Bou-Ismail 15
1.3. Le golfe d'Annaba 17
1.4. La baie de Jijel 18
2. Échantillonnage et mesures sur les poissons 19
2.1. Technique d'échantillonnage 19
2.2. Mensurations, pesé et dissection 20
3. Analyses statistiques 23

3.1. Etude biométrique 23
3.2. Croissance relative (relation taille-poids) 24
3.4. Détermination de l'âge (Clé âge-longueur) 25
Chapitre 3. Résultats 27
1. Résultats 27
1.1. Etude biométrique 27
1.2. Relation taille-poids 33
1.3. Résultats des déterminations d'âges par l'utilisation du FISAT II 38
Discussion 41
Conclusion et perspectives 45
Références bibliographiques 47

Introduction.

Pour la population mondiale, le poisson est considéré comme une source primordiale de nutriments (la pêche) essentiels (Ghaly, et al. 2013). La production mondiale d'animaux aquatiques de 2020 est estimée à 178 million de tonnes (FAO 2022).Le secteur de la pêche présente une marge de progression et de développement, à même de lui faire jouer un rôle moteur dans la dynamique économique présente et future tant en matière d'entraînement qu'en termes de restructuration, consolidation et promotion d'activités diverses, même relevant d'autres secteurs (FAO 2018).

La Méditerranée ne représente que 0,8% de la surface des océans, mais constitue un pôle de biodiversité marine et côtière appréciable. Avec 28% d'espèces endémiques, 18% de la flore et 7,5% de la faune marine mondiale, elle héberge environ 10 000 espèces marines (http://www.rac-spa.org). L'activité halieutique dans l'ensemble du bassin méditerranéen jouit d'une longue tradition. Elle se caractérise notamment aujourd'hui par la coexistence, parfois conflictuelle, d'un secteur "artisanal" (ou plus exactement côtier) et d'un secteur industriel, par la polyvalence de la grande majorité des unités de pêche, et par une grande dispersion en général des activités de pêche et de commercialisation tout au long des côtes (ex. près de 800 ports/débarcadères en Italie) (Frangoudes, et al. 2017).

En Algérie, le secteur de la pêche et des ressources halieutiques revêt un caractère stratégique, de par ses capacités à contribuer à l'émergence d'une économie productive nationale et à la création et la préservation de l'emploi, mais également par son aptitude à participer à l'amélioration de la sécurité alimentaire du pays (MPRH 2014). Après des baisses successives enregistrées en 2019 et 2020, la production halieutique a marqué en 2021 une hausse de 11,3%, atteignant ainsi un volume de 97508 tonnes (y compris la production de plaisance, de l'aquaculture et du thon rouge).Par groupes d'espèces, la production des petits pélagiques qui représente 62,7% de la production nationale, a augmenté de 9% en 2020 par rapport à l'année écoulée. Les grands pélagiques ont aussi augmenté durant cette année passant de 2213 tonnes à 3305 tonnes (ONS 2021).

Au niveau régional, la wilaya de Tlemcen occupe le premier rang avec une proportion de 16,3% de la production nationale. Le volume pêché est passé de 8761 tonnes en 2020 à 12089 tonnes en 2021 marquant ainsi une hausse de 38% (Fig I.1). Il y a lieu de souligner que Ain Temouchent qui était la première productrice de poissons durant ces dernières années, s'est démarquée par une chute de 25% en 2021. En effet sa production est passée de

13626 tonnes à 10213 tonnes. (ONS 2021). Autres wilayas ont aussi régressée durant cette année à savoir Alger, Tizi ouzou, Skikda et Annaba avec des baisses de 8,6%, 35,4%, 27,3% et 41,2% respectivement.

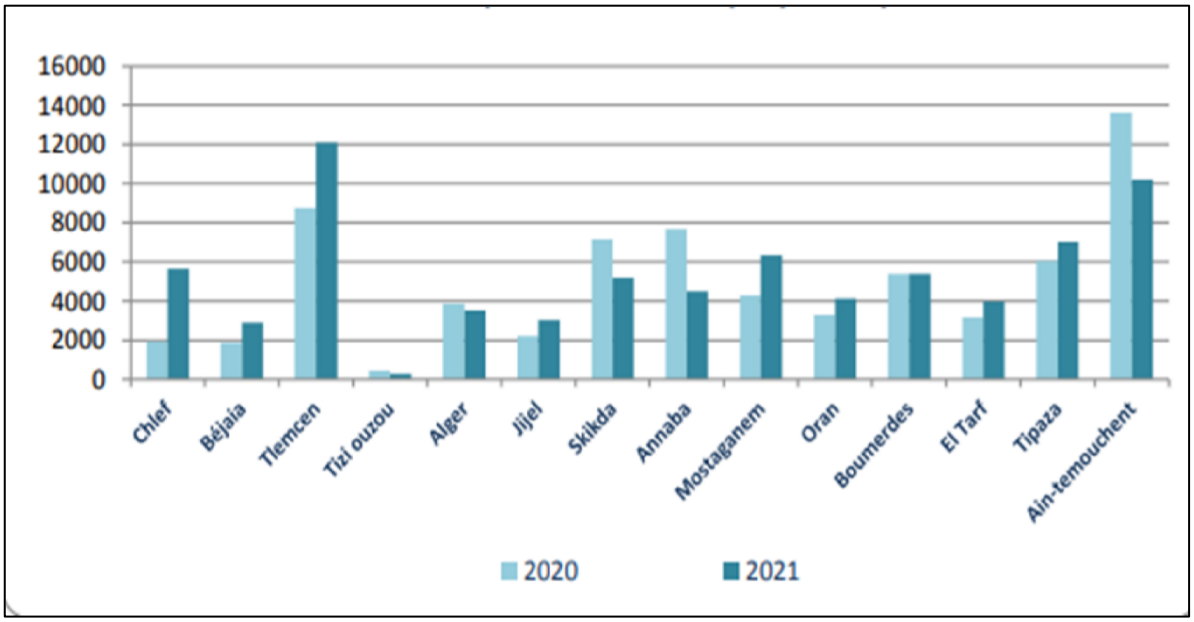


Figure I.1 : Evolution de la production halieutique par wilaya (ONS 2021)

En termes de production halieutique algérienne, les petits pélagiques représentent 80% de la production (MADRP 2014), ils jouent un rôle important dans la stabilité sociale et économique de la communié côtières. Ainsi, une gestion rationnelle et durable de cette ressource est plus que primordiale. Ils sont constitués de sardine Sardina pilchard, l'allache ou sardinelle ronde *Sardinella aurita*, la bogue *Boops boops*, la saurel *Trachurus trachurus* et *Trachurus medeterranus*, le maquereau scombrus, *Scomber japonicus* et l'anchois *Engraulis encrasicolus* (Mezedjri 2008). L'Algérie apparaît à la vue de tous comme un pays très favorable à la pêche avec ses 1200 Km de côte. A cause du terrain très accidenté, la frange littorale limite considérablement l'activité de pêche aux baies, seules régions ou les ports de pêches se sont développés.

Les connaissances sur la morphométrie, l'âge et la croissance des poissons, en particulier des petits pélagiques, sont cruciales pour diverses raisons, notamment la gestion durable des pêcheries, la conservation des espèces, et la compréhension des écosystèmes marins. La morphométrie, qui est l'étude des formes et des dimensions des poissons, permet de développer des modèles pour estimer la biomasse et la population des stocks de poissons (Pitcher, et al. 1998). Ces modèles sont essentiels pour évaluer l'état des populations et

déterminer des quotas de pêche durables, contribuant ainsi à prévenir la surexploitation. En régulant les tailles minimales de capture basées sur les tailles et les âges de maturité sexuelle des poissons, les gestionnaires peuvent garantir que les poissons ont une chance de se reproduire avant d'être pêchés, assurant ainsi la durabilité des stocks. (Nguyen 2012).

L'analyse de la croissance et de l'âge des poissons permet de suivre les variations des populations au fil du temps, ce qui est essentiel pour détecter les impacts des pratiques de pêche et des changements environnementaux (Lam, et al. 2020 ; Hollowed, et al. 2013). En identifiant les espèces ou les populations à risque à travers ces études, les chercheurs peuvent proposer des mesures de conservation appropriées. La restauration et la protection des habitats critiques, comme les zones de frai et les nurseries, sont également facilitées par une meilleure compréhension des besoins en croissance et en habitat des poissons (Ding, et al. 2017).

Comprendre les cycles de vie, les habitudes de reproduction et les migrations des poissons à travers l'étude de leur croissance et de leur âge est crucial pour comprendre leur rôle dans l'écosystème (Beverton 1992) Les adaptations morphologiques, révélées par l'étude des caractéristiques morphologiques, montrent comment les poissons se sont adaptés à leur environnement et comment ils interagissent avec d'autres espèces, y compris leurs prédateurs et leurs proies. Les changements dans les schémas de croissance et les caractéristiques morphologiques peuvent indiquer des réponses aux stress environnementaux tels que la pollution, le changement climatique et la surexploitation (Wootton and Smith 2014).

En résumé, l'étude de la morphométrie, de l'âge et de la croissance des petits poissons pélagiques est essentielle pour une gestion durable des ressources halieutiques, la conservation des espèces, la compréhension des écosystèmes marins et l'optimisation des rendements économiques. Ces connaissances permettent de prendre des décisions éclairées pour assurer la pérennité des stocks de poissons et la santé des écosystèmes marins.

Chapitre 1. Rappel bibliographiques

1. Les petites pélagiques

Le groupe des petits pélagiques est constitué par l'ensemble des poissons de petite taille qui passent la plus grande partie sinon la quasi-totalité de leur phase adulte en surface ou en pleine eau. Ces espèces sont totalement libres à l'égard du fond et sont indépendantes de la nature du substrat (Laloë and Samba 1990 ; Collignon 1991).

Les petites pélagiques, constituent la plus grande part des captures marines mondiales (Fréon, et al. 2005). Ils sont également appelés «poissons bleus», vivant entre la surface et le fond (appelée zone pélagique où colonne d'eau) entre 0 et -200 m (Fig I.2). Les petits poissons pélagiques (PP) regroupent plusieurs centaines d'espèces qui se caractérisent par des migrations horizontale et verticale dans les eaux côtières (Fréon, et al. 2005) .Ils sont des espèces clés dans la chaîne trophique marine et leur présence est nécessaire pour maintenir L'équilibre des écosystèmes (Smith, et al. 2011). Les espèces couramment connues comme petits pélagiques comprennent les sardines, les anchois, les harengs et les maquereaux. En raison de leur abondance et de leur grande capacité de reproduction, ces poissons sont une ressource importante pour la pêche commerciale et artisanale dans de nombreuses régions du monde.

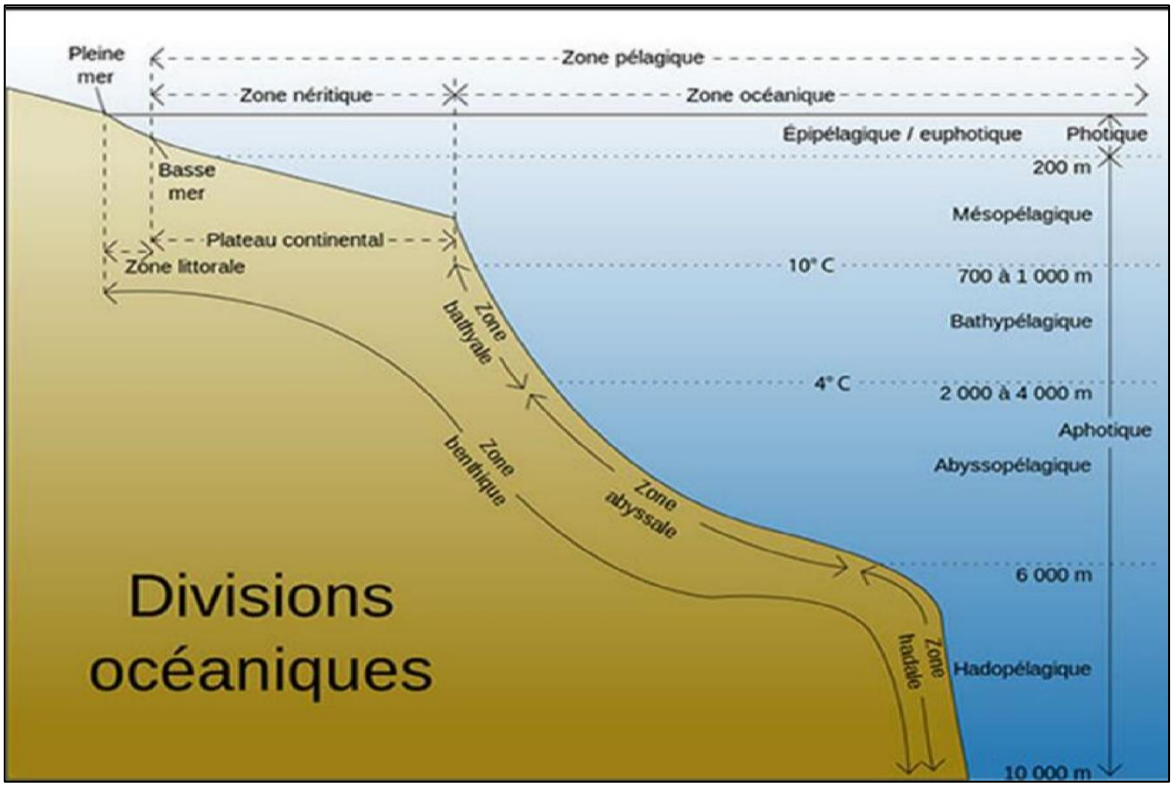


Figure I.2 : Les divisions océaniques avec les zones pélagiques (www.aquaportail.com)

Ces espèces constituent la plus grande part des captures marines mondiales. Ils représentaient, selon la FAO (2005). En Méditerranée, les petits pélagiques exploités totalisent presque 50% des débarquements totaux annuels de pêche (Lleonart, et al. 2003).

Les fluctuations naturelles et les impacts du changement climatique sur les populations de petits pélagiques exigent une surveillance et une gestion continues pour prévenir la surexploitation et préserver leur rôle écologique. Il est à noter que la pêche des PP en Algérie porte essentiellement sur l'anchois, *Engraulis encrasicolus*, la sardine, *Sardina pilchardus* et la sardinelle, *Sardinella aurita*, Téléostéens pélagiques dont l'exploitation a une importance stratégique sur le plan économique et social (Bacha and Amara 2009). Les petits pélagiques représentent 80% de la production en Algérie (MADRP 2014).

2. Les Clupeidae

Les Clupéidés sont un sous-ensemble important des petits pélagiques. Leur comportement en bancs, leur habitat proche de la surface et leur petite taille les rendent typiques de cette catégorie. Les clupéidés appartiennent à l'ordre des clupéiformes, un groupe des poissons qui existent depuis, plus de 120 million d'années (Fleury 2009). Les clupéidés constituent la majeure partie des poissons que l'on désigne communément sous le nom de poisson bleus. Malgré leur appartenance à des groupes divers, les poissons bleus possèdent en commun, un certains nombres des caractères qui leurs donnent « comme un air de famille » (Santa 1961).

La famille des Clupeidae à une grande importance économique (Gouréne 1988).Elle regroupe plusieurs espèces de poissons marins et d'eau douce (Gouréne and Teugels 1989). Les espèces les plus abondantes sont les harengs, les aloses et les sardines. Ils ont la capacité de s'adapter à un écosystème marin dynamique (Matsuura 1999).

Ce sont des poissons à corps plus ou moins comprimé, nu ou couvert d'écailles petites et cycloïdes. La tête est comprimée, avec une crête occipitale en forme de lame tranchante. Le prémaxillaire est protractile .La ligne latérale est courbée antérieurement puis droite et peut être garnie chez certains genres de larges lames ou écussons (Gharram 2019). C'est une famille cosmopolite qui comprend des espèces d'eaux froides et des espèces d'eaux chaudes, ces dernières étant les plus diversifiées (Seret 1990).

3. Présentation du modèle biologique

3.1. Systématique de *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)

Le terme ‹‹sardine›› est apparu au XIII éme siècle. Il vient de l'expression latine sardaesine sardine, littéralement ‹‹poisson de Sardaigne›› (Larousse 1971). La sardine est une espèce pélagique vivant dans les eaux côtières et jusqu'à 120 m de profondeur. Elle vit en bancs par fois importants, près de la surface la nuit et plus en profile jour (Dumay 2006).

Les sardines appartiennent à un groupe taxonomique complexe regroupant les poissons pélagiques marins ou dulçaquicoles comme les aloses et les harengs (Lavoué, et al. 2007). Dans le genre Sardina, il n'existe qu'une seule espèce, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792), ou européenne sur le plan systématique, elle occupe la position suivante (Tab 1)

Tableau I.1 : Position systématique d'après (Fischer, et al. 1987)

Systématique	*S. pilchardus*	*S. aurita*	*B. boops*	*T. trachurus*
Embranchement	*Chordés*			
S/Embranchement	*Vertébrés*			
Superclasse	*Ostéichtyens (poissons osseux)*			
Classe	*Actinoptérygiens*			
Superordre	*Téléostéens*			
Ordre	*Clupéiformes*		*Perciformes*	
Sous-ordre	*Clupéoidés*		*Percoidés*	
Famille	*Clupéidés*		*Sparidés*	*Carangidés*
Genre	*Sardina*	*Sardinella*	*Boops* Cuvier,1814	*Trachurus* Rafinesque, 1810
Espèce	*pilchardus* (Walbaum, 1792)	*aurita* (Valenciennes, 1847)	*boops* Linné, 1758	*trachurus* Linné, 1758

3.2. Nom vernaculaire

Le mot sardine dérive de sarda «poisson abondant sur les côtes de Sardaigne» et c'est un terme latin sardina qui veut dire «poisson». Cette espèce est connue au plusieurs noms dans différents pays : Les noms communs attribués à cette espèce (Fig I.3) sont: (Davidson 2002)

Algérie : Sardine

Angleterre : European pilchard; sardine (petite), pilchard (adulte)

Espagne : Sardina europea

France : Sardine commune

Grèce : Sardèlla

Italie : Sardina

Tunisie : Sardina

Turquie : Sardalya



Figure I.3 : Individu de *Sardina pilchardus* (Walbaum 1792). Photo prise au laboratoire

3.3. Répartition

La sardine, *Sardina pilchardus* possède une aire de répartition assez large (Fig I.4), elle est rencontrée en Atlantique Nord, en Méditerranée et en Mer Noire, elle est présente aussi sur les côtes Atlantiques, depuis le Dogger-Bank en mer du Nord jusqu'à la côte saharienne en Mauritanie (Forest 2001 ; Quéro, et al. 2003). Des populations résiduelles ont été signalées également, aux Iles Madères, aux Açores et aux Iles Canaries (Froese and pauly 2011).

Sa répartition et son abondance sont très influencées par les conditions hydro climatiques, l'isotherme 13°C marque à peu près sa limite septentrionale et l'isotherme 25°C sa limite méridionale (Parrish, et al. 1989).Très commune dans la méditerranée, elle est capturée toute l'année vu son abondance, bien qu'elle soit plus abondante dans le bassin

occidental que dans oriental (Bauchot, 1980) .En Algérie, elle est présente le long du littoral (Djabali et al., 1993) Souvent associé à l'allache, la sardine rapproche rarement des haut fonds, elle se tient au large entre 10 et 50 mètres sous la surface. Ceci fut, sa présence de longe des cotés ne passe pas inaperçue, tant que par la compacité des bancs (Mouhoub 1986).

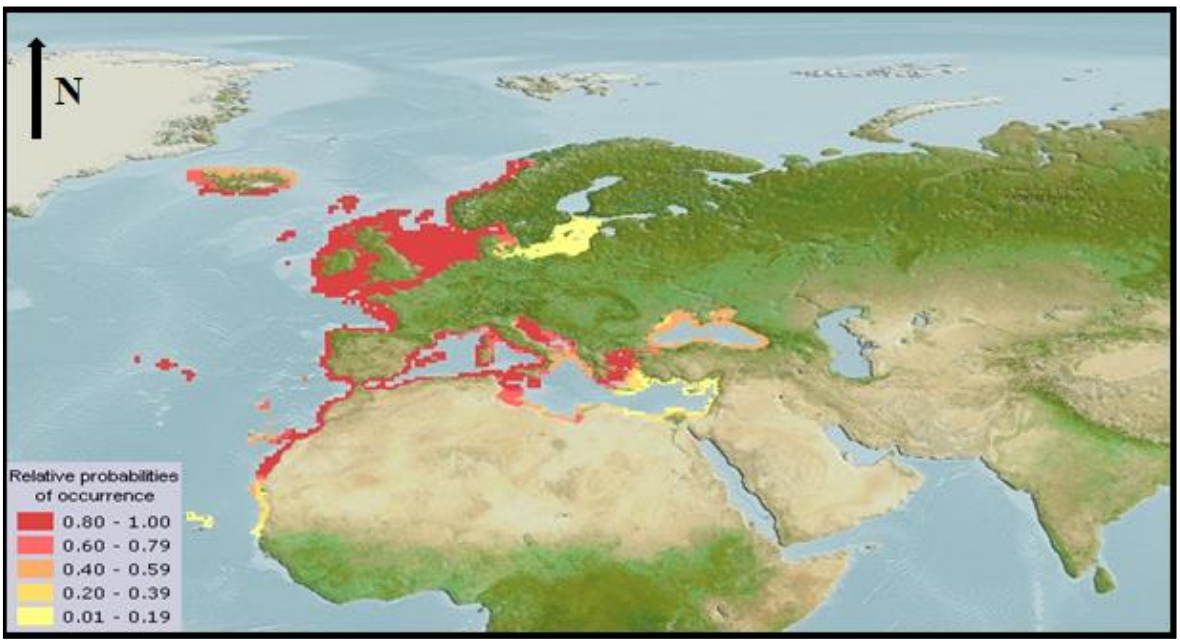


Figure I.4 : Répartition géographique de *sardina pilchardus* (walbaum 1972) (https://www.fishbase.se, Juin 2024)

3.4. Description

La sardine commune, *S. pilchardus* est un PP à corps élancé et de section transversale ovale avec une carène ventrale peu développée. Elle est couverte de grandes écailles, argentées et caduques sauf sur la tête (Fig I.5. A). La sardine possède 2 opercules non échancrés ornés de stries rayonnantes bien marquées, avec un museau légèrement saillant (Fig I.5. B), elle présente une rangée horizontale de taches sombres peu accentuées sur les flancs (Fig I.5. C). La sardine ne possède pas de nageoire adipeuse et l'origine de sa nageoire dorsale est située en avant des pelviennes, son dos est verdâtre, ses flancs dorés et son ventre blanc argenté (Fischer, et al. 1987 ; Quero 1997). La taille maximale de la sardine est de 25 cm en Atlantique et 22 cm en Méditerranée. La taille commune est comprise entre 10 et 20 cm. C'est un poisson pélagique jusqu'à -180 m de profondeur (Holden, et al. 1974). Elle réalise aussi des déplacements le long des côtes qui sont probablement aussi conditionnées par l'âge des individus, la disponibilité de la nourriture essentielle, la température et la reproduction (Forest 2001).

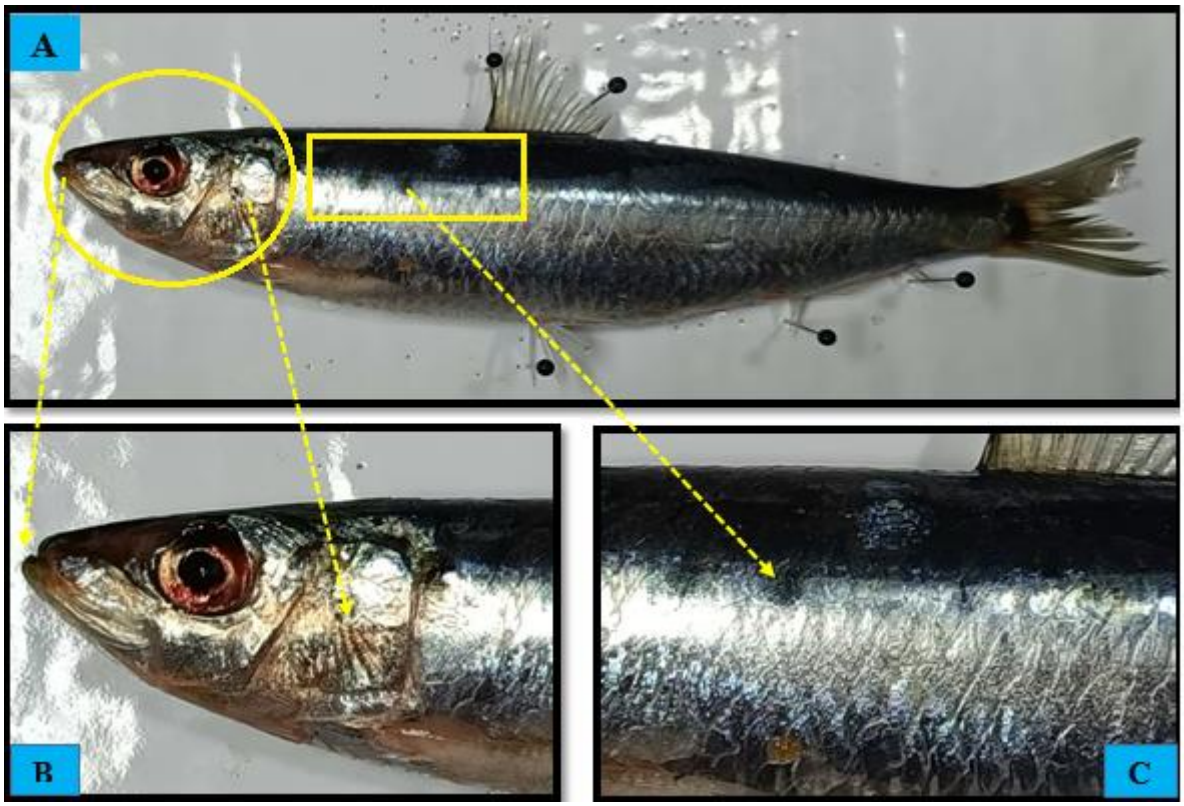


Figure I.5 : Photographies montrant la morphologie externe de *S. pilchardus*. **A**, corps couvert d'écailles caduques sauf sur la tête; **B**, tête avec museau légèrement pointu (pointillés jaunes)et opercule orné de stries rayonnantes (pointillés rouges); **C**, rangée horizontale de taches sombres peu accentuées sur le flanc (pointillés verts).

3.5. Alimentation de l'espèce

La sardine est une espèce planctophage (se nourrit de crustacés, œufs, et larves de poissons) qu'elle filtre grâce à ses branchies. Sa nourriture se compose essentiellement de copépodes, larves de mollusques, également celles des cladocères, elle se nourrit également de phytoplancton et zooplancton de petite taille (Fisher, et al 1987).Ils se nourrissent aussi de zooplancton, principalement de copépodes, cladocères, larves de crustacés, euphaucidae (krill) et le phytoplancton. Ce dernier, représenté entre autres par des Diatomées, est surtout abondant dans les contenus stomacaux des larves et des jeunes individus (Garrido, et al. 2006 ; Varela, et al 1988).

3.6. Reproduction

La ponte de la sardine est fortement corrélée aux facteurs environnementaux, comme la température et l'hydrodynamisme (Olivar, et al. 2001). Entre le mois de Septembre et Juin, la sardine pond ces œufs principalement sur les côtes Atlantiques européennes et en Méditerranée, et d'octobre à Juin au niveau des côtes africaines (Ettahiri, et al. 2003). La maturité sexuelle est atteinte lorsque le poisson mesure entre 10 cm et 20 cm, en fonction du groupe concerné. La période de reproduction est très étalée dans le temps, elle atteint un maximum au printemps, décline ensuite pour reprendre en automne et en hiver (Monfort and Vallet 2008).

La femelle pond de 50 000 à 60 000 œufs pélagiques, mesurant environ 1.5 mm, dans la mer ou près des côtes, elle pond, de juin à août, tout au sud de la mer du Nord, en Avril dans la Manche, de Février à Avril au Portugal, et de Mai à Septembre dans la Méditerranée (Muus, et al. 1998).Les œufs éclosent au bout de 2 à 4 jours, les larves mesurant 4 mm de longueur (Muus, et al. 1998). La phase larvaire dure 60 jours (Ramirez, et al. 2001), les larves vivent entre 10 et 40 m de profondeur et se dispersent plus largement la nuit (Olivar, et al. 2001).

3.7. Croissance

La sardine présente un cycle de vie qui se caractérise essentiellement par une croissance rapide, une durée de vie courte, une taille petite, une maturation rapide associée à une grande fécondité et une mortalité élevée surtout en phase larvaire (Rochet 2000 ; Rose, et al. 2001). Pendant son cycle de croissance, la taille de la sardine peut atteindre 27 cm dont 90 % sont aperçus durant la première année. (Whitehead 1985). Dans la région du Nord-Ouest Africain, la taille de la sardine augmente du nord au sud (FAO 2007) La sardine atteint sa maturité sexuelle durant les deux premières années de sa vie. La croissance et la maturité sexuelle présentent de larges variations tout au long de l'aire de répartition (FAO 2001).

3.8. Engins de pêche

La pêche de la sardine utilise divers engins tels que la senne coulissante (Fig I.6), le chalut pélagique (Fig I.7), les filets maillants, les filets de levée et les lamparos. La senne coulissante, efficace pour capturer de grandes quantités, est couramment utilisée dans les pêches industrielles, tandis que les filets maillants, moins coûteux et plus sélectifs, sont souvent employés par les pêcheurs artisanaux. Le chalut pélagique cible les sardines en pleine eau et les filets de levée sont utilisés pour des captures rapides. Les lamparos, utilisant

des lumières pour attirer les poissons, sont populaires dans certaines régions côtières. Chaque méthode présente des avantages spécifiques, mais une gestion durable et des pratiques sélectives sont essentielles pour préserver les populations de sardines et l'écosystème marin.

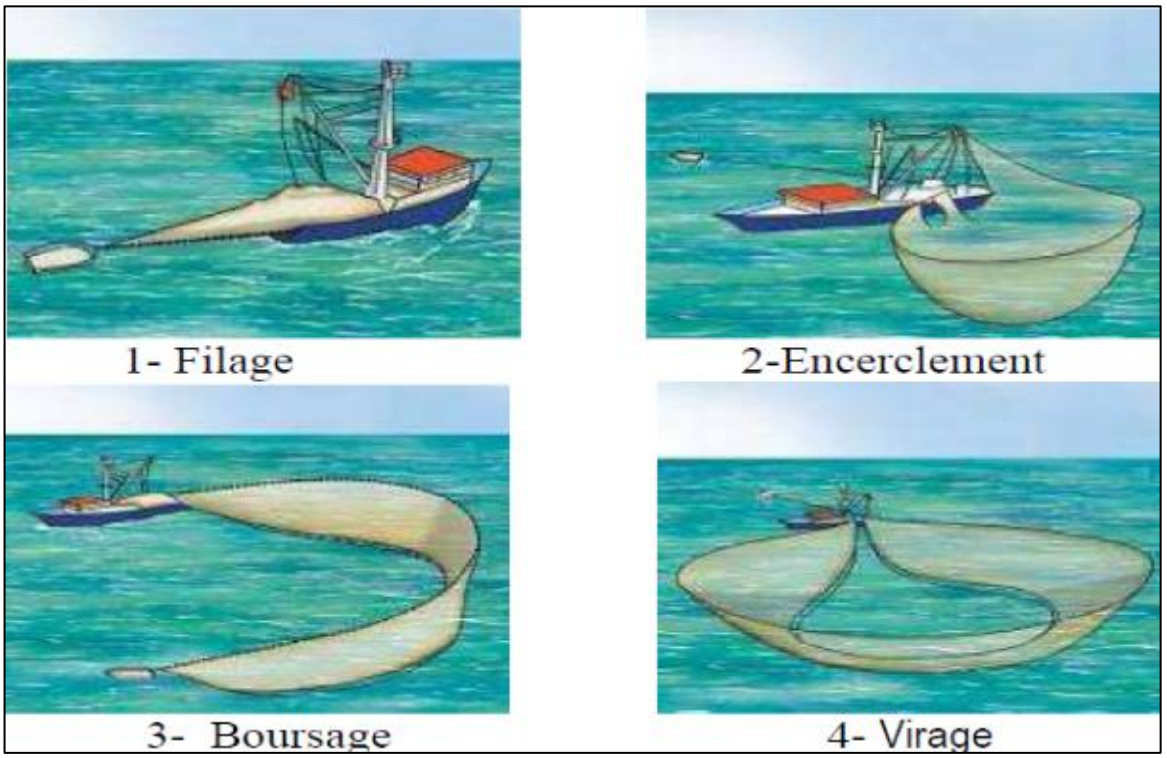


Figure I.6 : Etapes de déroulement d'un coup de senne (Ifremer 2008)

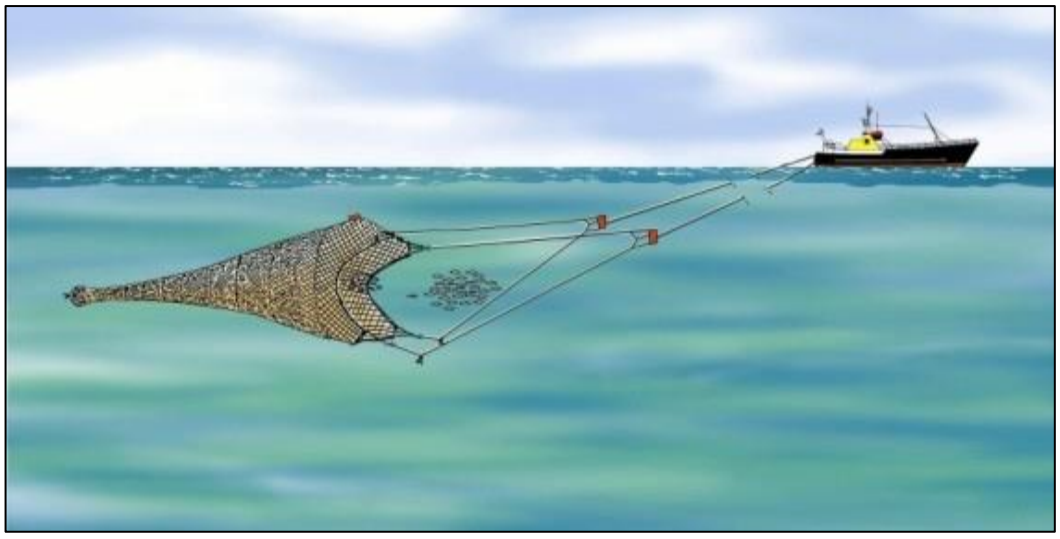


Figure I.7 : Schéma du Chalut pélagique remorqué

3.9. Espèce confondues

La sardine européenne, *Sardina pilchardus*, est souvent confondue avec plusieurs autres espèces de poissons en raison des similitudes morphologiques, mais aussi parce que ces espèces peuvent se retrouver dans les mêmes régions géographiques et être pêchées ensemble. Les espèces les plus fréquemment confondues sont :

Anchois (*Engraulis encrasicolus*)

Taille et forme : Les anchois sont généralement plus petits que les sardines, mesurant environ 10 à 20 cm de long. Ils ont un corps mince et allongé.

Apparence : Les anchois ont une mâchoire inférieure proéminente qui dépasse la mâchoire supérieure. Leur corps est argenté avec une teinte bleutée sur le dos.

Habitat : Les anchois se trouvent dans les eaux côtières de l'Atlantique, de la Méditerranée et de la mer Noire.

Utilisation culinaire : Les anchois sont souvent utilisés dans les pizzas, les salades, les sauces et les marinades.

Sprat (*Sprattus sprattus*)

Taille et forme : Les sprats sont plus petits que les sardines, mesurant environ 10 à 12 cm de long. Ils ont un corps compact et argenté.

Apparence : Les sprats ont une ligne latérale argentée distincte et des écailles plus fines. Ils peuvent avoir une teinte bleue ou verte sur le dos.

Habitat : Les sprats se trouvent dans les eaux côtières de l'Atlantique nord-est, de la Baltique et de la mer du Nord.

Utilisation culinaire : Les sprats sont souvent fumés, en conserve ou utilisés comme appâts de pêche.

Pilchard (*Sardinops spp*.)

Taille et forme : Les pilchards sont plus gros que les sardines, mesurant environ 20 à 25 cm de long. Ils ont un corps robuste et argenté.

Apparence : Les pilchards ont des écailles plus grandes et une teinte bleu-vert sur le dos.

Habitat : Les pilchards se trouvent dans les eaux tempérées de l'Atlantique, de l'océan Indien et du Pacifique.

Utilisation culinaire : Les pilchards sont souvent en conserve, grillés ou utilisés dans des plats cuits au four.

Hareng (*Clupea harengus*)

Taille et forme : Les harengs sont plus grands que les sardines, mesurant environ 25 à 40 cm de long. Ils ont un corps plus arrondi et argenté.

Apparence : Les harengs ont des écailles plus petites et une teinte bleu-vert sur le dos.

Habitat : Les harengs se trouvent dans les eaux froides de l'Atlantique nord et de la mer Baltique.

Utilisation culinaire : Les harengs sont souvent fumés, marinés ou utilisés dans des plats traditionnels comme le hareng fumé ou le hareng mariné.

Alosa (*Alosa spp*.)

Taille et forme : Les espèces d'Alosa, comme l'alose feinte, peuvent être plus grandes que les sardines, mesurant environ 30 à 50 cm de long. Elles ont un corps allongé et argenté.

Apparence : Les Alosa ont une rangée de taches noires le long de leur flanc et une teinte bleu-vert sur le dos.

Habitat : Les Alosa se trouvent dans les eaux côtières et les estuaires de l'Atlantique nord.

Utilisation culinaire : Les Alosa sont souvent grillées ou fumées, et leur chair est appréciée pour sa saveur riche.

Menhaden (*Brevoortia spp*.) :

Taille et forme : Les menhadens sont plus volumineux que les sardines, mesurant environ 25 à 30 cm de long. Ils ont un corps robuste et argenté.

Apparence : Les menhadens ont une tête plus arrondie et une couleur plus terne, avec une teinte jaune-verte sur le dos.

Habitat : Les menhadens se trouvent dans les eaux côtières de l'Atlantique ouest et du golfe du Mexique.

Utilisation culinaire : Les menhadens sont principalement utilisés pour produire de l'huile de poisson et des farines de poisson, mais ils sont également utilisés comme appâts de pêche.

Ces distinctions sont importantes pour les pêcheurs, les consommateurs et les scientifiques afin d'assurer une identification précise et une gestion appropriée des stocks de poissons.

Chapitre 2. Matériels et méthodes

Les données analysées dans cette étude biométrique ont été recueillies le long des côtes algériennes. Plus spécifiquement, elles proviennent de l'est ; golfe d'Annaba et Jijel et au centre Tipaza ; Baie de Bou-Ismail, afin de comparer les résultats obtenus pour la population globale et ou les 2 sexes séparés.

1. Zone d'étude et ses caractéristiques

1.1. Le bassin Algérien

Le bassin algérien (Fig II.1) est une région maritime qui fait partie de la mer Méditerranée occidentale. Il s'étend le long de la côte nord de l'Algérie, bordé par les montagnes de l'Atlas au sud et la mer Méditerranée au nord. Ce bassin est caractérisé par une diversité écologique riche, des conditions océanographiques variées et une importante biodiversité marine. Il est localisé au sud du bassin occidental méditerranéen à une latitude de 35°0 à 40° Nord pour une longitude de 2° Ouest à 75° 45 Est. Il est situé à l'Est de la mer d'Alboran, entre l'Algérie au Sud, les iles Baléares au nord-ouest et la Sardaigne au nord-est (Benzohra and Millot 1995).

L'Algérie dispose d'un littoral riche et diversifié qui se situe au cœur de la Méditerranée et s'étend sur une superficie de 2381741 km2. Cette façade maritime longe la Méditerranée d'Est en Ouest sur 1622 km et s'étirent du Nord vers le Sud sur près de 2000 km (Matet 2009) alternant rivage rocheux, plages sablonneuses et zones humides.



Figure II.1 : Carte géographique du littoral algérien (Google Earth 2024, Modifiée)

Dans le cadre de notre étude, nous nous concentrons sur plusieurs baies spécifiques situées dans le bassin algérien, afin de mieux comprendre les dynamiques écologiques locales et les impacts environnementaux potentiels de chaque région. Nous avons opté pour les baies d'Annaba, Jijel et Bou-smail, en se basant sur la faisabilité de l'échantillonnage, la diversité écologique présente et l'importance économique et environnementale de ces zones.

1.2. Baie de Bou-Ismail

Située à environ 50 Km à l'Est d'Alger (Fig II.2) et localisée géographiquement entre 2°25 à l'Ouest et 2°55 à l'Est. Cette zone est alimentée principalement par deux Oueds à débit irrégulier l'Oued Mazafran et l'Oued Nador. Le climat caractéristique est type subhumide, avec un été chaud e sec et un hiver tempéré, doux et humide. Les vents dominants sont de secteur Ouest et Nord-Ouest en hiver et Est et Nord-Est en été. (Tazerouti 2007).

La température des eaux superficielle varie entre 25°C en été, contre 16°C en hiver. Alors que la salinité est comprise entre 36,5 et 38,5 PSU depuis la surface et jusqu'à 200 m de profondeur (Tazerouti 2007). La baie de Bou-Ismail est caractérisée par un fond vaseux à l'Ouest, les sables grossiers recouvrent la zone de Bou-Ismail alors que le fond de la baie d'El Djamila est recouvert par les sables fins (Boufersaoui 2012).

La baie abrite une diversité d'espèces marines, favorisant la pêche artisanale, une activité économique clé pour les communautés locales. Cependant, la baie fait face à des défis environnementaux tels que la pollution marine et la surexploitation des ressources. Des efforts de conservation sont nécessaires pour préserver sa biodiversité et garantir la durabilité des activités économiques, en réduisant la pollution et en promouvant des pratiques de pêche durables. La baie de Bou-smail est également un site d'intérêt pour la recherche scientifique, fournissant des données précieuses pour des stratégies de gestion et de conservation adaptées.

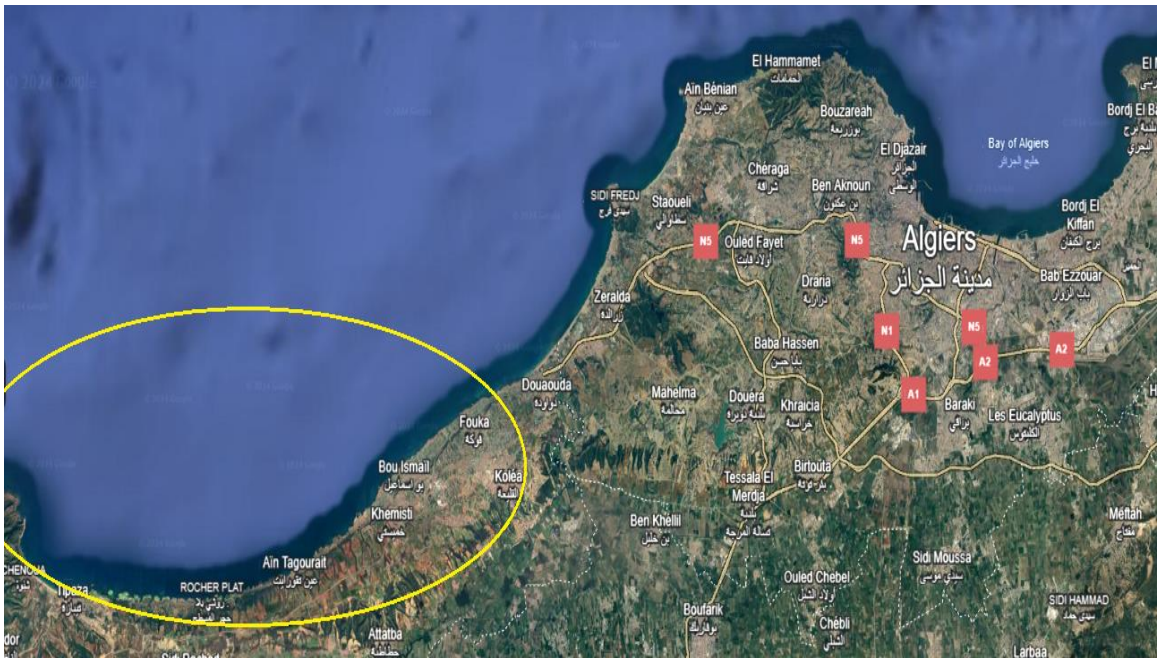


Figure II. 2. Carte géographique de Bou-Ismail (Google Earth 2024, Modifiée)

1.3. La baie de Jijel

La wilaya de Jijel est située au Nord - Est de l'Algérie (Fig II.4), elle s'étend sur une superficie de 2.398,69 km², elle est limitée par la mer Méditerranée au Nord, par la wilaya de Bejaia à l'Ouest, Sétif et Mila au Sud, et Skikda à l'Est. Elle se situe entre les latitudes Nord 36° :10' et 36° :50' et les longitudes Est 5° :25' et 6° :30'. La wilaya de Jijel possède une façade maritime de 120 km. La Partie ouest de Jijel ville est formée de criques rocheuses intercalées par quelques petites plages sableuses, par contre la côte Est constituée d'une plage sableuse rectiligne et assez large. La superficie de la zone réservée à la pêche (eaux sous juridiction nationale) est de 10660 km2. La zone de pêche autorisée du premier septembre au 30 Avril, commence à la limite de l'isobathe de 40 mètres. Du 1 Mai au 31 Aout, la pêche chalutière s'exerce au-delà des 3 miles nautiques à compter des lignes de référence pêche (DPRH 2018).

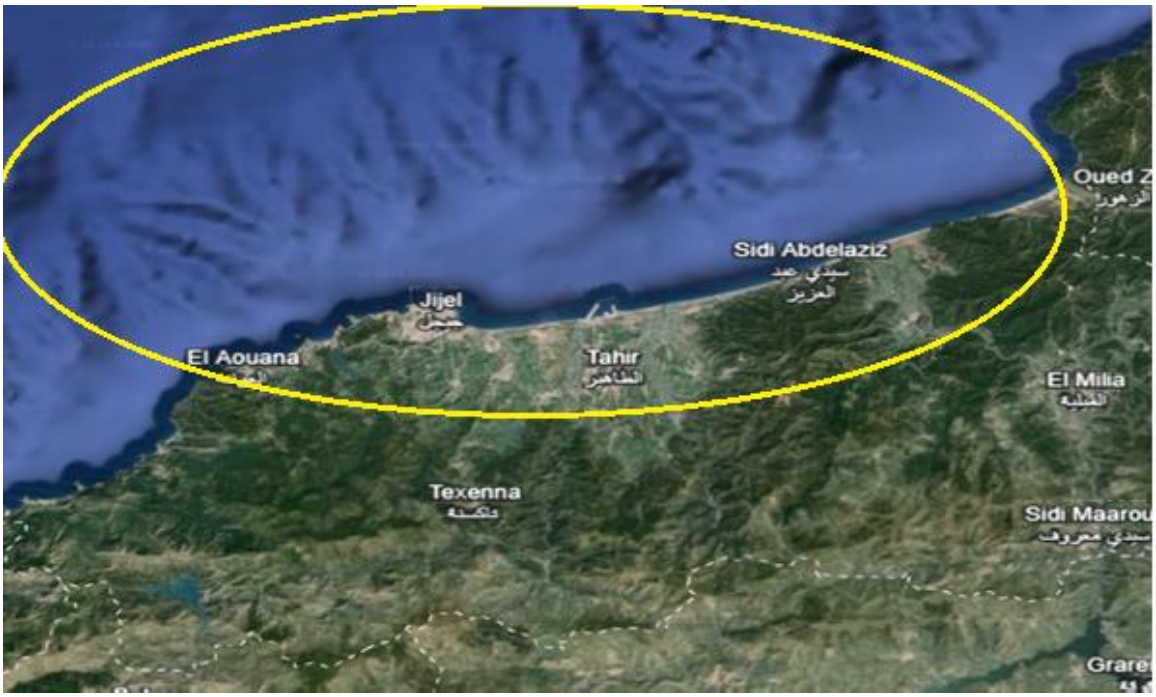


Figure II.3 : Carte géographique des côtes de la wilaya Jijel (Google Earth 2024, modifiée)

1.4. Le golfe d'Annaba

Du cap de Garde jusqu'à la pointe du Lion (port d'Annaba) (Fig II.3)**,** la côte est orienté Nord Sud. Il existe une alternance de falaises, d'anses (Lazaret, Maison cassée) et de petites plages (Aïn Achir, Belvédère, La Caroube, Chapuis, Saint-Cloud et Lever de l'Aurore), créées dans les sinuosités du rivage sur un parcours d'environ 15 km. A l'extrémité de la pointe du Lion, s'enracine la jetée du Lion, orientée Nord-Est, qui forme l'avant-port d'Annaba et le protège des tempêtes Nord-Ouest.

Dans la région d'Annaba, le plateau continental est étroit dans son ensemble avec un fond hétérogène surtout au voisinage des caps de Garde et Rosa. Il est restreint au Nord du cap de Garde (4,5 milles), puis s'étend dans le Golfe jusqu'à 14,5 milles et se rétrécit légèrement l'Est, au voisinage du cap Rosa. Entre les deux caps, la profondeur moyenne est estimée à 50 m. Dans le golfe d'Annaba (Fig.), le fond marin débute généralement par du sable grossier, Tout le longe la ligne de rivage, l'herbier de posidonie est généralement clairsemé. Il s'édifie sur un substrat dur jusqu'à de faibles profondeurs avec des feuilles assez courtes. Dans certaines plages (Belvédère et la Caroube), l'herbier s'élève en véritables mattes pouvant atteindre 1 m. Par endroits, il se forme de petits puits inter-mattes où se trouve un sédiment détritique de sable fin. Le port d'Annaba joue un rôle crucial dans le commerce maritime et la pêche industrielle. Toutefois, le golfe d'Annaba est confronté à des défis environnementaux, notamment la pollution industrielle et urbaine, ainsi que la surexploitation des ressources marines.



Figure II.4 : Carte géographique du golfe d'Annaba (Google Earth 2024)

2. Échantillonnage et mesures sur les poissons

2.1. Technique d'échantillonnage

L'étude que nous avons menée sur l'espèce choisie se base principalement sur des échantillons provenant du marché, spécifiquement de la prise commerciale. Cette approche a été adoptée en raison des difficultés logistiques et techniques rencontrées lors des tentatives de collecte d'échantillons directement sur le terrain.

Recourir aux échantillons de la prise commerciale présente plusieurs avantages. Tout d'abord, ces échantillons reflètent les espèces effectivement capturées et commercialisées, fournissant ainsi une représentation réaliste des ressources halieutiques exploitées dans les zones étudiées. De plus, cette méthode permet une collecte de données plus régulière et systématique, facilitant l'analyse des tendances et des variations saisonnières.

Cependant, il est crucial de noter que cette approche comporte aussi certaines limitations. Les échantillons de marché peuvent ne pas représenter toutes les classes de tailles de *S. pilchardus* présentes dans les golfes, car ils sont biaisés par les pratiques de pêche et les préférences commerciales. Malgré cela, l'utilisation de la prise commerciale comme source d'échantillons constitue une solution pragmatique et efficace pour surmonter les défis d'échantillonnage en mer, tout en offrant des données précieuses pour l'évaluation des stocks et la gestion durable des ressources marines.

Les prises ont été réalisées entre Avril et Mai 2024. Un échantillon de 30 individus (Fig II.5), au minimum, est pris en considération. Au total, 169 individus ont été collectés en respectant autant que possible toutes les classes de tailles présentes au marché.



Figure II.5 : Echantillons d'une prise commerciale (photo prise au laboratoire)

2.2. Mensurations, pesé et dissection

Au laboratoire, chaque poisson est pesé en entier poids total (PT) et poids éviscéré (PE) au centième de gramme prés à l'aide d'une balance de précision.

Une série de mesures morphométrique sont effectuées sur chaque poisson, Les détails sont donnés sur (Fig II.6). Toutes les mesures métriques sont réalisées, au centimètre près. Les paramètres métrique pris en considération sont les suivants.

La longueur totale (LT) en cm (longueur prise depuis l'extrémité de la mâchoire supérieure à l'extrémité des plus grands rayons de la nageoire caudale).

La longueur céphalique (Lc) en cm (la mesure de la longueur de la tête, généralement du museau jusqu'à l'arrière de l'opercule)

La longueur standard (Ls) en cm (longueur prise depuis l'extrémité de la mâchoire supérieure à l'articulation du pédoncule caudal).

Longueur pré pelvienne (Lpp) en cm (longueur prise depuis le museau du poisson jusqu'à la base de la nageoire pelvienne).

Longueur pré anale (Lpa) en cm (longueur allant de l'extrémité de la nageoire anale du côté de la tête à l'extrémité de la mâchoire supérieure)

Longueur pré dorsale (Lpd) en cm (longueur allant de l'extrémité de la nageoire dorsale du côté de la tête à l'extrémité de la mâchoire supérieure)

Le diamètre de l'œil (Do) en cm

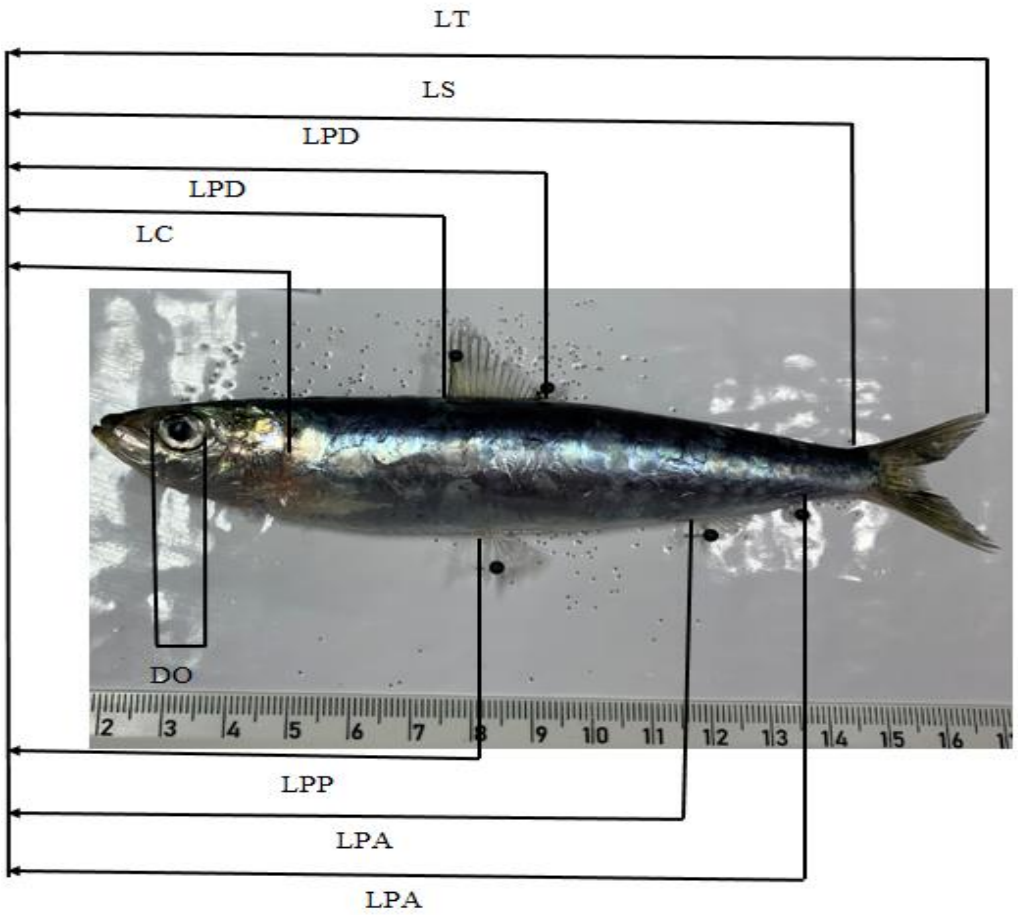


Figure II.6 : Différentes mesures effectuées chez *S. pilchardus*

Les poissons sont ensuite disséqués à l'aide d'un ciseau (Fig II.7) pour l'identification du sexe en révélant les gonades à l'intérieur situées près de l'intestin avec une pince.



Figure II.7 : Dissection du poisson pour identifier le sexe. Photo prise au laboratoire

Après dissection, le sexe des individus est identifié à l'Œil nu en se basant sur la forme et la couleur des gonades mâles ou femelles.

Chez les mâles : la forme des testicules est en lame de couteau. Ils sont de couleur rose à blanchâtre (Fig II. 8).

Chez les femelles : la gonade est en forme de sac. Sa coloration est plutôt jaune orangé

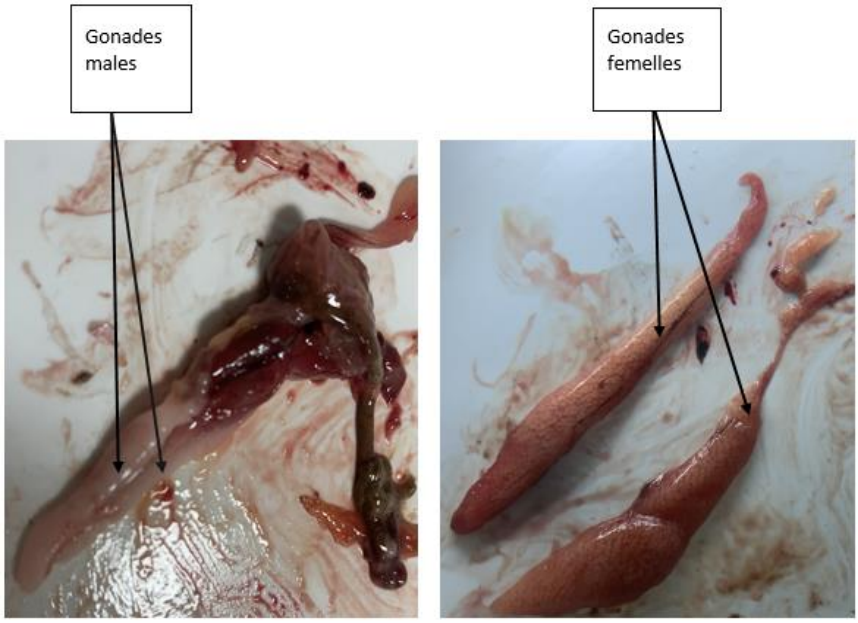


Figure II. 8 : Gonades mâles et gonades femelles (photo prise au laboratoire)

3. Analyses statistiques

3.1. Etude biométrique

Pour caractériser l'évolution dimensionnelle de chaque paramètre durant la croissance du poisson, les mesures précisées sont exprimées en fonction de la longueur totale (LT) ou la longueur céphalique (Lc) selon l'équation de régression de type axe majeur réduit (Teissier 1979) de la forme:

$$y = a + bx$$

y et x: paramètres mesurés pour chaque poisson.

a : Ordonnée a l'origine ;

b : Pente.

La détermination de la relation de croissance qui existe entre 2 paramètres métriques nécessite la connaissance du type d'allomètrie. Pour cela un test de conformité du coefficient d'allomètrie a été effectué:

$$H_0: b = b_0$$

b_o: pente théorique égal à 1.

La conformité est déterminée par le test t de Student (Dagnelie 1975, 1998).

Une valeur t_{obs} est calculée puis comparée à la valeur t 1-α /2 pour α = 5% à n - 2 ddl.

$$t0 = \frac{|b^2 - 1|\sqrt{n-2}}{2b\sqrt{1-r^2}}$$

Avec:

b_0: Pente théorique

b: Pente

r: Coefficient de corrélation

n: effectif

Si $t_{obs} \leq t_{théo}$ ⟶ Isométrie

Si $t_{obs} \geq t_{théo}$ ⟶ Si b≥ 1: Allomètrie majorante

Sib≤1:Allomètrie minorante

3.2. Croissance relative (relation taille-poids)

D'une manière générale, la croissance relative permet de vérifier l'existence d'une corrélation liant le poids à la taille du poisson et de modéliser la relation. Si le poisson garde la forme générale et le même poids durant toute son existence, son poids sera proportionnel au cube de sa longueur selon la relation suivante (Saila, et al. 1988) :

$$\mathbf{PT = a.\ LT^{b}}$$

Ou

Pt: Le poids (g);

LT: La longueur totale;

a: La constante,

b: Le coefficient d'allometrie.

Par transformation logarithmique, cette équation est alinéatisée et s'écrit comme suit :

$$\mathbf{Ln\ PT = b\ Ln\ LT + Ln\ a}$$

Si:

b < 3: L'allométrie est minorante, le poids croit moins vite que le cube de la longueur.

b = 3: La croissance est dite isométrique, le poids croit proportionnellement au cube de la longueur.

b > 3: L'allomètrie est majorante, le poids croit plus vite que le cube de la longueur.

3.4. Détermination de l'âge (Clé âge-longueur)

Pour déterminer l'âge du poisson, nous avons opté deux méthodes, une méthode direct et d'autre indirect, la méthode indirect c'est à partir la méthode de Bhattacharya (1967) qui repose sur la décomposition des fréquences de tailles effectuée à l'aide du logiciel FISAT II (Gayanilo, et al. 2004). Sur le graphe obtenu, on recherche des points de droite à pente négative. Le nombre de droites correspond au nombre de composantes, autrement dit, aux cohortes de l'espèce. (Bedairia 2003, 2009)

Analyse statistique par le logiciel FISAT II

FISAT (Fish Stock Assessment Tools) est un outil d'évaluation des stocks de poissons recommandé par la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture) et l'ICLARM (International Center for Living Aquatic Resources Management). Ce logiciel est le résultat de la fusion de deux systèmes précédents : LFSA (Length-based Fish Stock Assessment) développé par la FAO (Sparre 1987) et ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis) développé par l'ICLARM (Gayanilo, et al 2005). FISAT II, la version améliorée de cet outil, intègre toutes les routines des logiciels précédents et ajoute de nouvelles fonctionnalités nécessaires pour une évaluation complète des stocks. Cet outil est conçu pour aider les gestionnaires de pêcheries à formuler des stratégies de gestion, notamment dans les contextes tropicaux où les données peuvent être limitées. Principalement destiné à l'analyse des données de fréquence de taille, FISAT II permet également d'effectuer d'autres types d'analyses, telles que les relations taille-âge, les captures par âge, la sélection, et plus encore (FAO 2005).

Cet outil est particulièrement précieux pour les régions où les ressources pour la collecte de données détaillées sont souvent limitées. En utilisant les fréquences de taille des captures de poissons, FISAT II peut estimer des paramètres importants comme la croissance, la mortalité et la taille à maturité des poissons, fournissant ainsi une base pour des décisions de gestion éclairées.

L'estimation des paramètres de la croissance a été effectuée en passant par la méthode Bhattacharya (1976) du logiciel FISAT II (Gayanilo, et al. 2005) qui permet de décomposer les distributions modales de chaque échantillon en plusieurs composantes normales en utilisant les différences des logarithmes des effectifs regroupés en classes de taille d'égales amplitudes h = 0.4 mm.

La méthode Bhattacharya est particulièrement utile pour analyser les populations de poissons dont les classes d'âge se chevauchent. En décomposant les distributions de taille en composantes normales, il devient possible de distinguer les différents groupes d'âge présents dans un échantillon. Cela permet une estimation plus précise des paramètres de croissance, tels que la longueur asymptotique ($L\infty$) et le coefficient de croissance (K) du modèle de croissance de von Bertalanffy.

Chapitre 3. Résultats

1. Résultats

1.1. Etude biométrique

Chez la population totale, les relations présentées montrent des corrélations fortes à très fortes entre différentes mesures biologiques, qui se résument comme suit :

- La plupart des relations ont un coefficient de corrélation (r) supérieur à 0.9, indiquant des associations très fortes entre les variables prises en considération. Les exposants de puissance (>1) dans les relations allométriques indiquent que la croissance de certains paramètres est plus rapide que d'autres, suggérant une croissance disproportionnée (allométrie majorante) pour la majorité des variables (Tab III.1). Une seule relation (Lc=f(LT)) est isométrique, où la croissance est presque proportionnelle entre ces deux paramètres. Les limites des mesures sont définies, montrant une variation naturelle attendue dans les dimensions biologiques étudiées.

Tableau III.1 : Représentation des coefficients de corrélation (r), relation et type d'allométrie (a) ainsi que les équations des différents paramètres mesurés en fonction de (LT) ou (Lc) chez la sardine (population totale, sexes confondus)

Fonction	r	relation	Type d'allo	limites
				9.19≤Lt≤18.47
Lc=f(Lt)	0.82	$0.154\ Lt^{1.078}$	Iso	1.78≤Lc≤3.65
Do=f(Lc)	0.88	$0.221\ Lc^{1.172}$	A.Maj	0.48≤Do≤1
Lpd=f(Lt)	0.97	$0.268\ Lt^{1.122}$	A.Maj	3.22≤Lpd≤6.97
Lpa=f(Lt)	0.98	$0.477\ Lt^{1.111}$	A.Maj	5.69≤Lpa≤11.93
LPP=f(Lt)	0.97	$0.341\ Lt^{1.072}$	A.Maj	3.82≤LPP≤7.69
Ls=f(Lt)	0.99	$0.76\ Lt^{1.025}$	A.Maj	7.46≤Ls≤15.23
Pt=f(Lt)	0.92	$0.002\ Lt^{3.37}$	A.Maj	4.35≤Pt≤49.56
Pev=f(Lt)	0.92	$0.002\ Lt^{3.46}$	A.Maj	3.7≤Pev≤44.46

Echantillons d'individus males

Chez l'échantillon contenant que les individus de sexe male, les relations présentées montrent une forte corrélation entre les variables dépendantes (Lc, Do, Lpd, Lpa, Lpp, Ls, Pt, Pev) et la variable indépendante Lt dans l'intervalle $9.19 \leq Lt \leq 18.47$. Les coefficients de corrélation, allant de 0.73 à 0.99, indiquent des relations importantes. En particulier, les relations entre Lpd, Lpa, Lpp, Ls et Lt montrent des corrélations très élevées (0.95 à 0.99), suggérant une grande fiabilité dans la prédiction des longueurs en fonction de Lt. Les relations exponentielles de Pt et Pev avec Lt (corrélation de 0.87) indiquent une augmentation rapide de ces variables en fonction de Lt. Les relations de Lc avec Lt (corrélation de 0.73) et de Do avec Lc (corrélation de 0.84) montrent des dépendances importantes mais légèrement plus faibles. Globalement, ces résultats montrent que les modèles sont bien adaptés et peuvent être utilisés de manière fiable pour estimer les variables dépendantes à partir de LT. (Tab III.2)

Tableau III.2 : Représentation des coefficients de corrélation (r), relation et type d'allométrie (a) ainsi que les équations des différents paramètres mesurés en de (LT) ou (Lc) chez la sardine (population totale, individus males)

Fonction	r	relation	Type d'allo	limites
				$9.19 \leq Lt \leq 18.47$
Lc=f(Lt)	0.73	$0.125\ Lt^{1.154}$	A.Maj	$1.78 \leq Lc \leq 3.56$
Do=f(Lc)	0.84	$0.233\ Lc^{1.127}$	A.Maj	$0.48 \leq Do \leq 1$
Lpd=f(Lt)	0.95	$0.272\ Lt^{1.117}$	A.Maj	$3.22 \leq Lpd \leq 6.97$
Lpa=f(Lt)	0.98	$0.522\ Lt^{1.078}$	A.Maj	$5.69 \leq Lpa \leq 11.87$
LPP=f(Lt)	0.96	$0.361\ Lt^{1.051}$	Iso	$3.82 \leq LPP \leq 7.69$
Ls=f(Lt)	0.99	$0.76\ Lt^{1.025}$	A.Maj	$7.46 \leq Ls \leq 15.23$
Pt=f(Lt)	0.87	$0.003\ Lt^{3.294}$	A.Maj	$4.35 \leq Pt \leq 49.56$
Pev=f(Lt)	0.87	$0.002\ Lt^{3.377}$	A.Maj	$3.7 \leq Pev \leq 44.46$

Echantillons d'individus femelles

Les relations présentées montrent une forte corrélation entre les variables dépendantes (Lc, Do, Lpd, Lpa, Lpp, Ls, Pt, Pev) et la variable indépendante LT dans l'intervalle $10.82 \leq Lt \leq 18.08$. Les coefficients de corrélation, allant de 0.81 à 0.99, indiquent des relations importantes et robustes. En particulier, les relations entre Lpd, Lpa, Lpp, Ls et Lt montrent des corrélations très élevées (0.97 à 0.99), suggérant une grande fiabilité dans la prédiction des longueurs en fonction de Lt. Les relations exponentielles de Pt et Pev avec Lt (corrélations de 0.89 et 0.90 respectivement) indiquent une augmentation rapide de ces variables en fonction de LT (Tab III.3). Les relations de Lc avec Lt (corrélation de 0.81) et de Do avec Lc (corrélation de 0.89) montrent des dépendances importantes mais légèrement plus faibles. Globalement, ces résultats montrent que les modèles sont bien adaptés et peuvent être utilisés de manière fiable pour estimer les variables dépendantes à partir de LT.

Tableau III.3 : Représentation des coefficients de corrélation (r), relation et type d'allométrie (a) ainsi que les équations des différents paramètres mesurés en fonction de (LT) ou (Lc) chez la sardine (population totale, individus femelles)

Fonction	r	relation	Type d'allo	limites
				$10.82 \leq Lt \leq 18.08$
Lc=f(Lt)	0.81	$0.156\ Lt^{1.078}$	Iso	$2.04 \leq Lc \leq 3.65$
Do=f(Lc)	0.89	$0.208\ Lc^{1.191}$	A.Maj	$0.5 \leq Do \leq 0.97$
Lpd=f(Lt)	0.97	$0.28\ Lt^{1.105}$	A.Maj	$3.9 \leq Lpd \leq 6.93$
Lpa=f(Lt)	0.99	$0.483\ Lt^{1.106}$	A.Maj	$6.72 \leq Lpa \leq 11.93$
LPP=f(Lt)	0.97	$0.363\ Lt^{1.053}$	Iso	$4.42 \leq LPP \leq 7.63$
Ls=f(Lt)	0.99	$0.718\ Lt^{1.046}$	A.Maj	$8.79 \leq Ls \leq 15.09$
Pt=f(Lt)	0.89	$0.002\ Lt^{3.395}$	A.Maj	$8.41 \leq Pt \leq 41.09$
Pev=f(Lt)	0.9	$0.005\ Lt^{3.081}$	A.Maj	$7.59 \leq Pev \leq 36.97$

Population de la région centre (Bou-smail)

Les résultats présentent des relations allométriques différentes entre différentes mesures et poids chez *S. pilchardus* des cotes centrales (Tab III.5). Les coefficients de détermination (r^2) suggèrent que ces relations sont relativement bien ajustées aux modèles proposés, variant de 0.59 à 0.98. Les types d'allométrie varient entre allométrie majeure (A.Maj) et isométrie (Iso), où la croissance est proportionnelle. La longueur céphalique (Lc) semble augmenter avec Lt de manière allométrique, tout comme le diamètre oculaire (Do), la longueur pré-dorsale (Lpd), la longueur pré-anale (Lpa), la longueur pré-pelvienne (Lpp), la longueur standard (Ls), le poids total (Pt) et le poids éviscéré (Pev). Ces résultats fournissent un aperçu détaillé de la croissance et de la variation des différentes paramètres considérés en fonction de la taille des poissons.

Tableau III.4 : Représentation des coefficients de corrélation (r), relation et type d'allométrie (a) ainsi que les équations des différents paramètres mesurés en fonction de (LT) ou (Lc) chez la sardine (population de Bou-smail, sexes confondus)

Fonction	r	relation	Type d'allo	limites
				13.36≤Lt≤18.08
Lc=f(Lt)	0.59	$0.05\ Lt^{1.489}$	A.Maj	2.49≤Lc≤3.65
Do=f(Lc)	0.81	$0.215\ Lc^{1.148}$	Iso	0.6≤Do≤0.94
Lpd=f(Lt)	0.92	$0.293\ Lt^{1.091}$	Iso	4.85≤Lpd≤6.93
Lpa=f(Lt)	0.97	$0.513\ Lt^{1.084}$	A.Maj	8.57≤Lpa≤11.93
LPP=f(Lt)	0.93	$0.397\ Lt^{1.021}$	Iso	5.68≤LPP≤7.63
Ls=f(Lt)	0.98	$0.72\ Lt^{1.046}$	Iso	10.83≤Ls≤15.09
Pt=f(Lt)	0.78	$0.003\ Lt^{3.295}$	A.Maj	17.79≤Pt≤41.09
Pev=f(Lt)	0.81	$0.005\ Lt^{3.107}$	A.Maj	15.91≤Pev≤36.97

Population de la région Est (Jijel)

Ces résultats présentent des modèles de croissance allométrique pour divers paramètres métriques des poissons provenant de la région de Jijel montrant des tendances de croissance variables. La longueur céphalique (Lc) semble croître plus rapidement que la longueur totale (Lt), et la longueur pré-dorsale (Lpd) croît plus rapidement que la longueur totale. En revanche, la longueur pré-anale (Lpa) et la longueur standard (Ls) sont proportionnelles à la longueur totale, ces deux relations étant isométriques. La longueur pré-pelvienne (Lpp) et le poids total (Pt) augmentent plus rapidement que la longueur totale, tandis que le poids éviscéré (Pev) croît également plus rapidement que la longueur totale. (Tab III.6)

Tableau III.5 : Représentation des coefficients de corrélation (r), relation et type d'allométrie (a) ainsi que les équations des différents paramètres mesurés en fonction de (LT) ou (Lc) chez la sardine (population de Jijel, sexes confondus)

Fonction	r	relation	Type d'allo	limites
				13.41≤Lt≤16.51
Lc=f(Lt)	0.72	$0.06\ Lt^{1.441}$	A.Maj	2.43≤Lc≤3.45
Do=f(Lc)	0.7	$0.141\ Lc^{1.576}$	A.Maj	0.59≤Do≤0.97
Lpd=f(Lt)	0.84	$0.242\ Lt^{1.163}$	A.Maj	4.96≤Lpd≤6.38
Lpa=f(Lt)	0.92	$0.667\ Lt^{0.989}$	Iso	8.66≤Lpa≤10.52
LPP=f(Lt)	0.87	$0.278\ Lt^{1.15}$	A.Maj	5.58≤LPP≤7.08
Ls=f(Lt)	0.97	$0.837\ Lt^{0.988}$	Iso	10.82≤Ls≤13.37
Pt=f(Lt)	0.62	$0.007\ Lt^{3.03}$	A.Maj	18.8≤Pt≤32.68
Pev=f(Lt)	0.62	$0.007\ Lt^{2.985}$	A.Maj	17.5≤Pev≤30.92

Population de la région Est (Annaba)

Les résultats des différentes relations biométriques des individus provenant de la région de Annaba, d'un effectif de 86 individus, sont présentés dans (Tab III.4). Parmi ces relations, on observe que le poids total (Pt) et le poids éviscéré (Pev) présentent une allométrie de croissance majorante en relation avec la longueur totale. Cela signifie que ces paramètres augmentent de manière disproportionnée par rapport à la longueur totale. En revanche, le seul paramètre qui présente une isométrie de croissance par rapport à la variable indépendante est la longueur céphalique (Lc). Cela signifie que ce paramètre augmente proportionnellement à la longueur totale, sans montrer de variation significative dans leur relation de croissance.

Tableau III.6 : Représentation des coefficients de corrélation (r), relation et type d'allométrie (a) ainsi que les équations des différents paramètres mesurés en fonction de (LT) ou (Lc) chez la sardine (population de Annaba, sexes confondus)

Fonction	r	Relation	Type d'allo	limites
				9.19≤Lt≤18.47
Lc=f(Lt)	0.86	$0.208\ Lt^{0.956}$	Iso	1.78≤Lc≤3.56
Do=f(Lc)	0.95	$0.215\ Lc^{1.224}$	A.Maj	0.48≤Do≤1
Lpd=f(Lt)	0.98	$0.284\ Lt^{1.096}$	A.Maj	3.22≤Lpd≤6.97
Lpa=f(Lt)	0.99	$0.479\ Lt^{1.107}$	A.Maj	5.69≤Lpa≤11.87
LPP=f(Lt)	0.98	$0.368\ Lt^{1.04}$	A.Maj	3.82≤LPP≤7.69
Ls=f(Lt)	0.99	$0.759\ Lt^{1.026}$	A.Maj	7.46≤Ls≤15.23
Pt=f(Lt)	0.95	$0.002\ Lt^{3.458}$	A.Maj	4.35≤Pt≤49.56
Pev=f(Lt)	0.95	$0.001\ Lt^{3.567}$	A.Maj	3.7≤Pev≤44.46

1.2. Relation taille-poids

La relation entre la taille et le poids de *S. pilchardus* est exprimée par rapport à la population totale (Fig III.1), et par rapport à chaque région analysée, ainsi que pour les mâles et les femelles séparément. La relation liant le poids éviscéré du poisson à sa longueur totale est exprimée par la relation : Pev = 0.002 $Lt^{3.46}$ (r^2 = 0.92) pour la population totale. Le coefficient d'allométrie est supérieur à 3 ce qui signifie que l'allométrie entre la taille et le poids est majorante, ce qui traduit une croissance pondérale plus rapide que la croissance linéaire. En d'autres termes, à mesure que la longueur du poisson augmente, son poids éviscéré augmente à un rythme encore plus rapide, indiquant une croissance exponentielle en poids par rapport à la croissance en longueur.

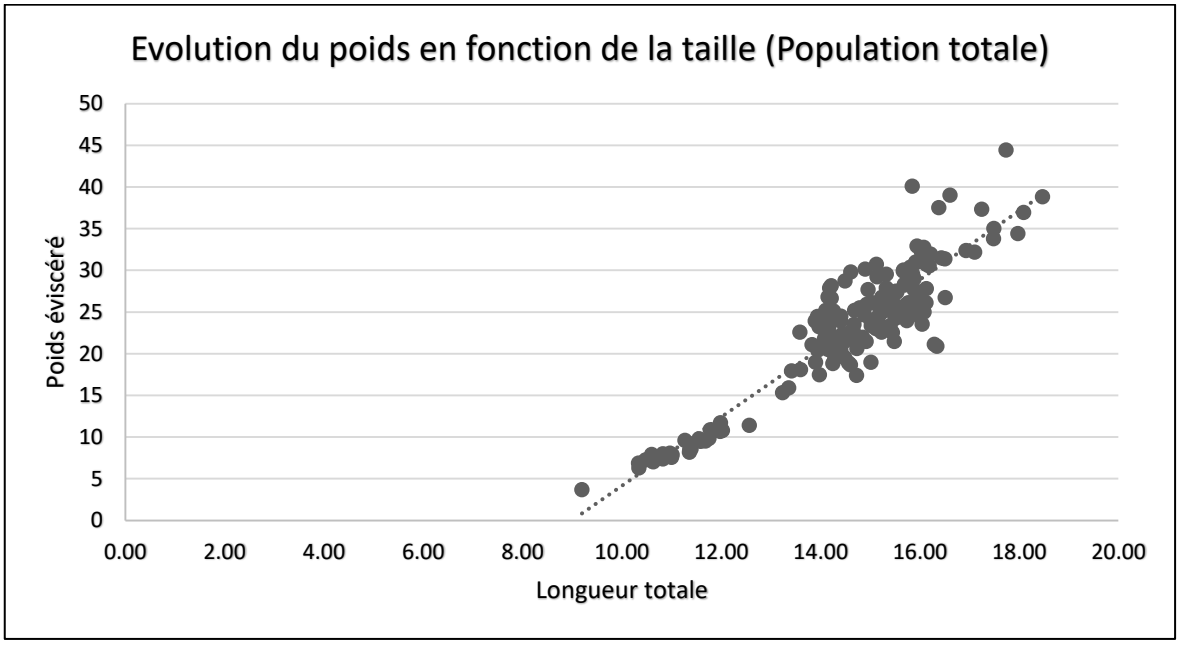


Figure III.1 : Evolution du poids en fonction de la taille (LT) de *S. pilcharuds* (Population totale)

De même pour les mâles, le poids est fortement corrélé à la taille avec une allométrie majorante de croissance, signifiant que le poisson croit en poids rapidement par rapport à sa croissance en taille (Fig III.2)

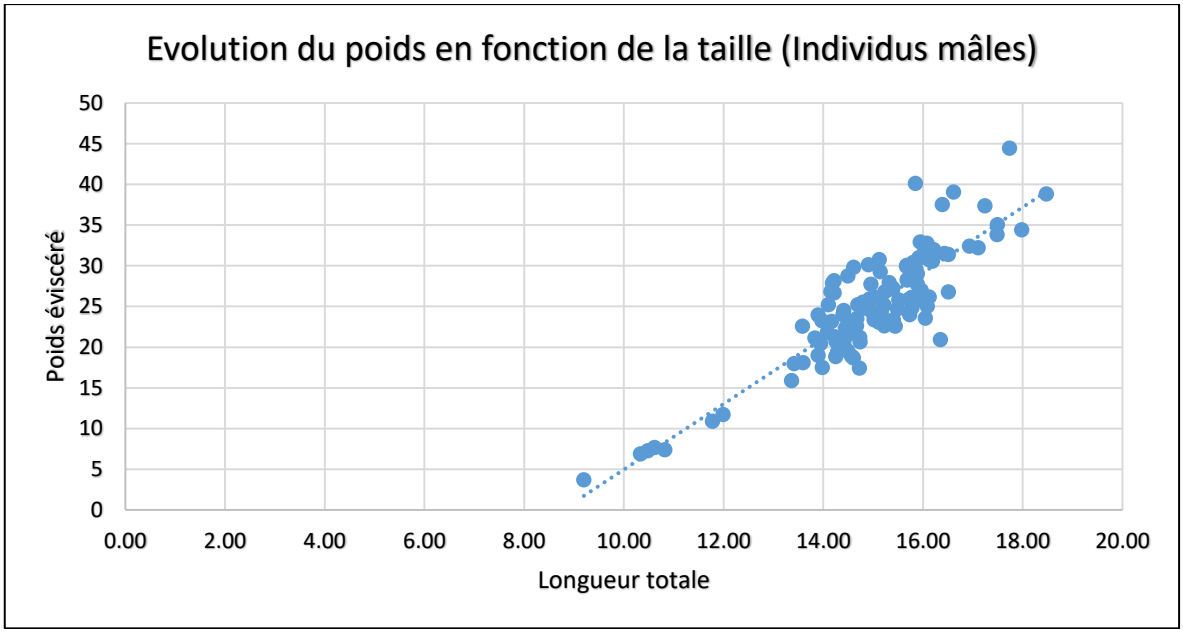


Figure III.2 : Evolution du poids en fonction de la taille (LT) de *S. pilcharuds* (Individus males)

L'expression mathématique de la relation taille-poids a été établie pour la population totale, ainsi que pour les mâles et femelles de *S. pilchardus*. Les résultats obtenus mettent en évidence une corrélation significative entre la taille et le poids (r^2 = 0.9), où l'analyse statistique révèle une allométrie majorante chez les femelles. Le type de croissance rencontré est le même que celui observé pour la population totale (Fig III.3)

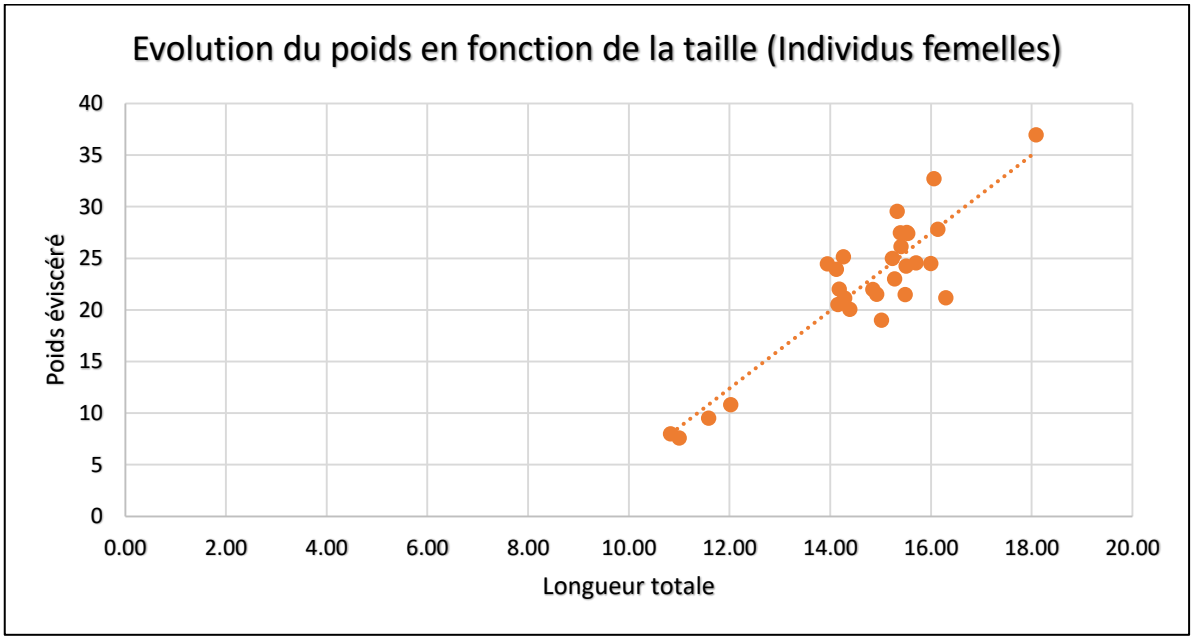


Figure III.3 : Evolution du poids en fonction de la taille (LT) de *S. pilcharuds* (Individus femelles)

La relation taille-poids a été déterminée pour l'ensemble des populations échantilonnées dans les trois sites choisi, et les résultats montrent une corrélation significative entre la taille et le poids (r^2 = 0,9). L'analyse statistique révèle une allométrie positive chez *S. pilchardus.* Le type de croissance observé est identique à celui de la population totale (Fig III.4, III.5, III.6).

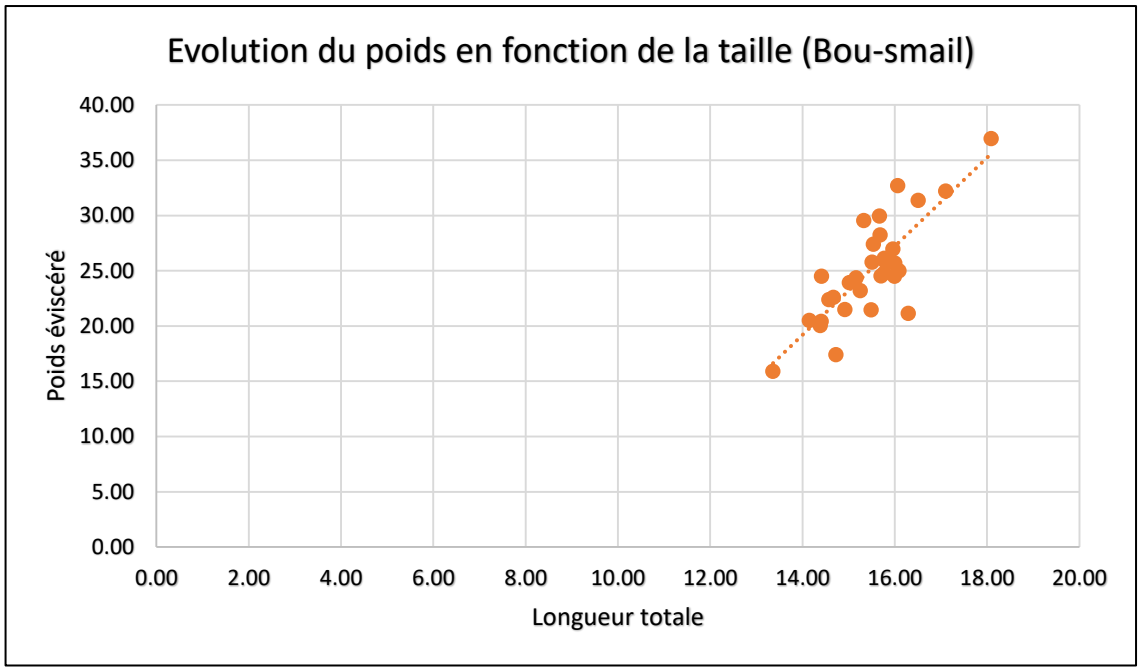


Figure III.4 : Evolution du poids en fonction de la taille (LT) de *S. pilcharuds* (Population de Bou-smail)

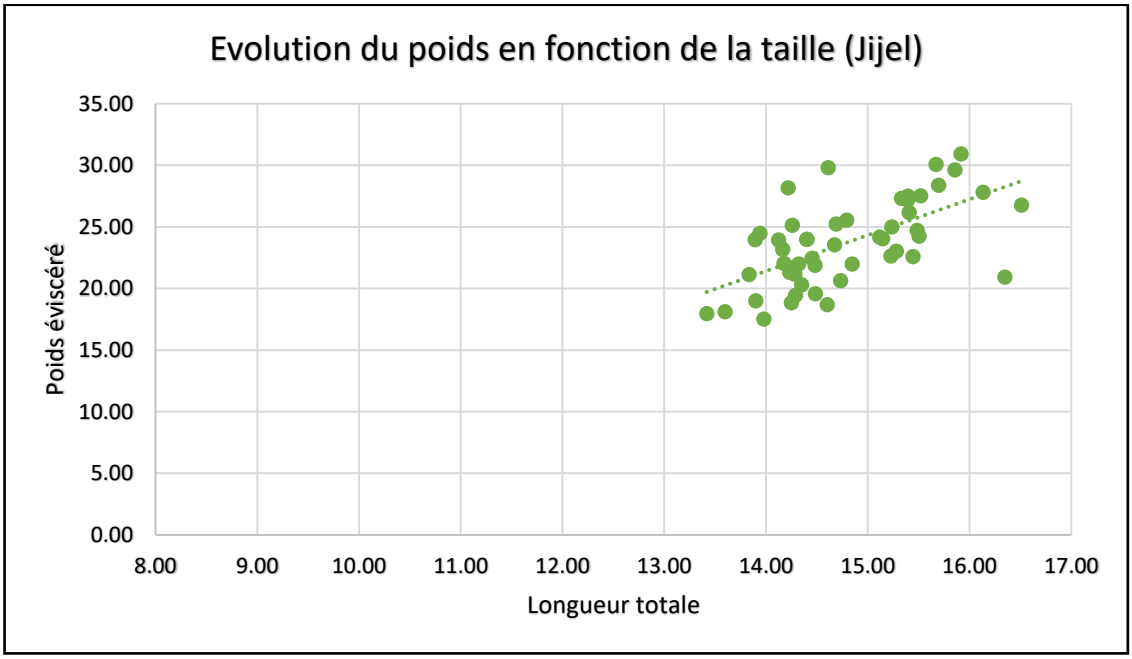


Figure III.5 : Evolution du poids en fonction de la taille (LT) de *S. pilcharuds* (Population de Jijel)

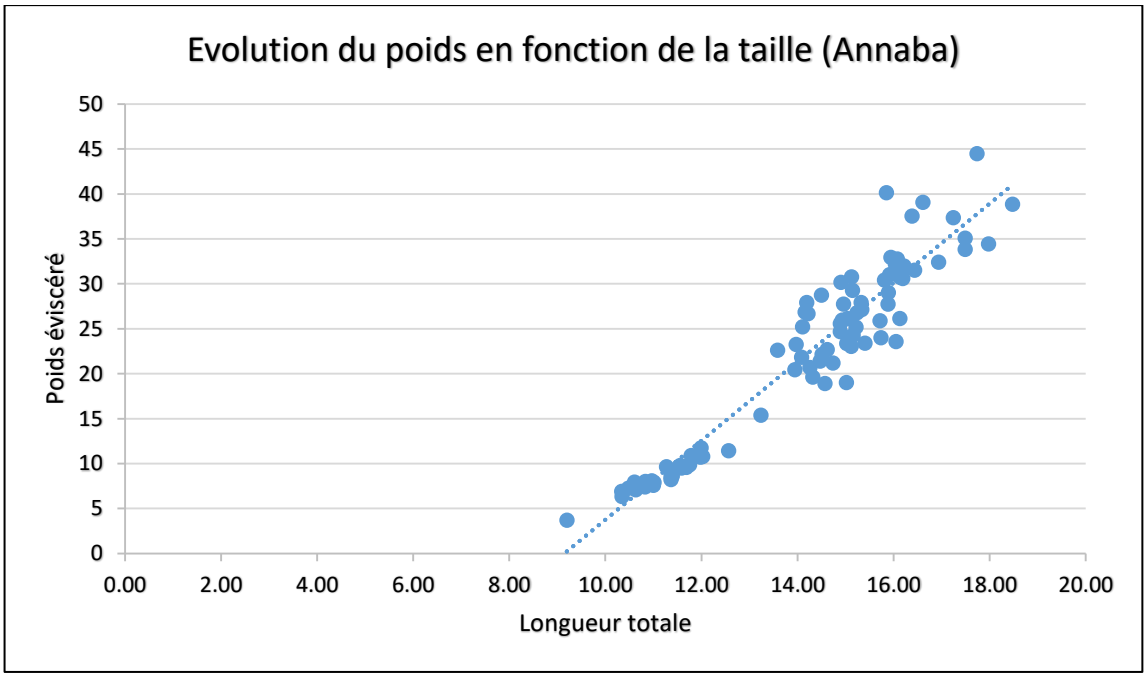


Figure III.6 : Evolution du poids en fonction de la taille (LT) de *S. pilcharuds* (Population d'Annaba)

1.3. Résultats des déterminations d'âges par l'utilisation du FISAT II

Les variables requises pour estimer l'âge du poisson, en utilisant la méthode des différences logarithmiques ou celle de Bhattacharya (1967) pour la sardine *S. pilchardus*, sont présentées dans le tableau (Tab III.7).

Tableau III.7 : Distribution des fréquences de tailles, par la méthode des différences logarithmiques de la sardine *S. pilchardus*. Avec: cc (cm), effectif N, et différences logarithmiques Δ Ln N

CC	N	Ln N	Δ Ln N
9.4	1	0	-
9.8	0	-	-
10.2	2	0.69314718	0.69314718
10.6	4	1.38629436	0.22314355
11	5	1.60943791	-0.22314355
11.4	4	1.38629436	0.55961579
11.8	7	1.94591015	-0.84729786
12.2	3	1.09861229	-1.09861229
12.6	1	0	-
13	0	-	-
13.4	3	1.09861229	0.84729786
13.8	7	1.94591015	1.04982212
14.2	20	2.99573227	0.13976194
14.6	23	3.13549422	-0.30228087
15	17	2.83321334	0.34484049
15.4	24	3.17805383	-0.23361485
15.8	19	2.94443898	-0.23638878
16.2	15	2.7080502	-1.09861229
16.6	5	1.60943791	-0.91629073
17	2	0.69314718	0.40546511
17.4	3	1.09861229	-1.09861229
17.8	1	0	0.69314718
18.2	2	0.69314718	-0.69314718
18.6	1	0	0

Selon les effectifs échantillonnés, on observe la présence de tailles similaires sans qu'une classe ne domine clairement les autres, avec une absence totale de juvéniles (Fig III.7). La taille minimale enregistrée est de 8,8 cm

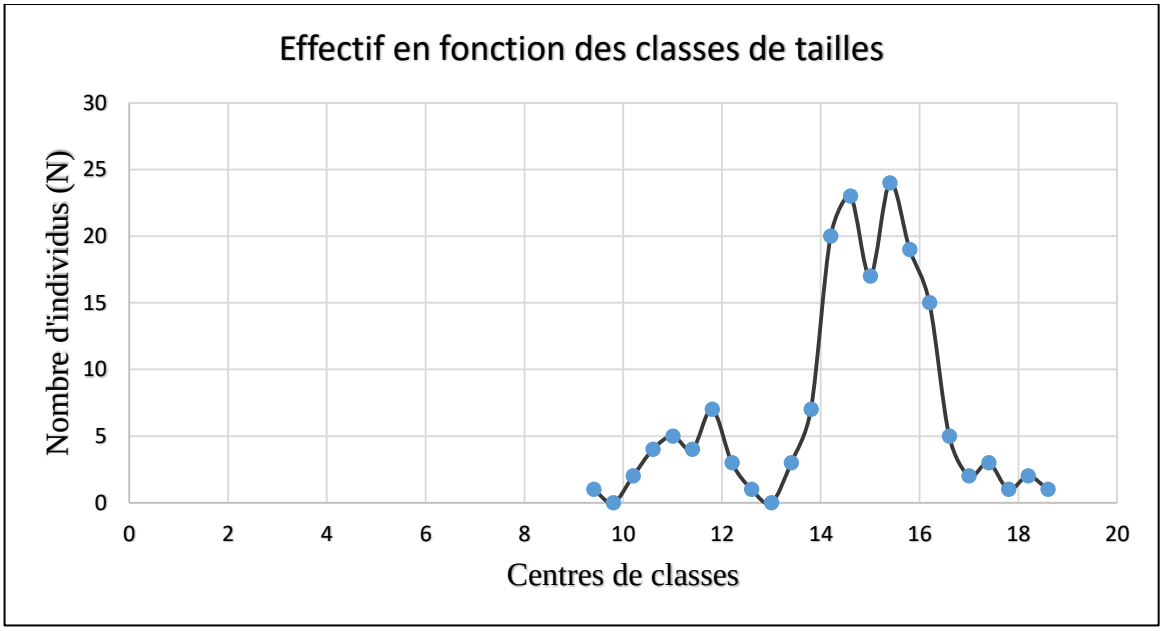


Figure III.7 : Distribution des effectifs sur les classes de tailles considérées (h=4mm)

Différentes amplitudes n'ont pas permis une bonne séparation des cohortes (Fig III.8). Ainsi, nous avons retenu une amplitude h = 0.4 cm. Cette méthode est souvent soumise à deux conditions :

- L'histogramme ne doit pas comporter de classes vides, ces dernières peuvent être évitées par un lissage ou une moyenne entre les deux classes intermédiaires.
- L'intervalle I doit être petit par rapport à chacun des écarts types ($I/s \leq 2.2$) (Tab III.8)

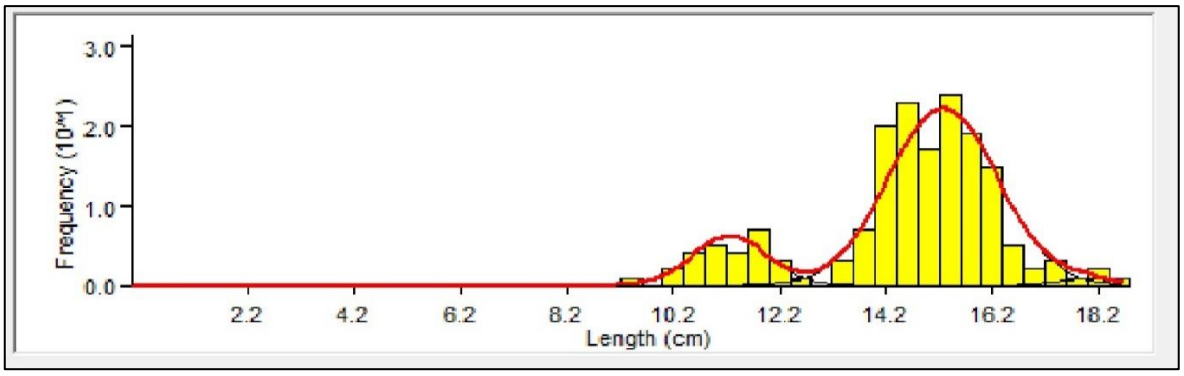


Figure III.8 : Décomposition de la distribution des fréquences de tailles en 2 cohortes par la méthode de Bhattacharya (1976), (FISAT ll)

Tableau III.8 : Représentation des résultats des clefs âge-longueur obtenus par la méthode de Bhattacharya (1967) (FISAT ll). n.a: non affiché, S.D écart type, S.I: indice de séparation, effectif (n)

Group	Computed Mean	S.D.	Population	S.I.
1	11.26	0.7	27.42	n.a
2	15.28	1.03	144.1	2.38

Discussion

Cette étude porte sur la morphométrie, l'âge et la croissance d'un échantillon de poisson côtier algérien *Sardina pilchardus.*

Les résultats d'une étude morphométrique de la sardine dans trois régions des côtes algériennes révèlent la possibilité d'existence de dimorphisme sexuel pour certaines variables. Après avoir décrit les données obtenues à partir des échantillons étudiés, il a été observé que les mâles et les femelles présentent des différences importantes dans certaines parametres métriques considérés dans cette étude. En effet, le dimorphisme sexuel chez les poissons fait référence aux différences physiques entre les mâles et les femelles d'une même espèce. Ces différences peuvent se manifester par la taille, la couleur, la forme des nageoires etc.. Le sexe ratio (Rapport entre le nombre d'individus de sexe masculin et ceux de sexe féminin) ne permet pas de valider cette observation suite à la dominance des mâles dans l'ensemble des populations échantillonnées. Cette dominance est peut être liée au comportement différé du poisson durant la période de reproduction où les mâles sont souvent plus actifs dans la recherche de partenaires. Les études détaillées sur le dimorphisme sexuel chez la sardine sont moins abondantes comparées à celles sur d'autres espèces, en partie à cause de la difficulté de distinguer les sexes à l'œil nu sans une inspection interne.

Concernant l'étude de l'âge et de la croissance, nous avons opté pour l'utilisation de méthodes indirectes, imposées par la difficulté rencontrée lors de la lecture des otolithes suite au manque de maitrise de la méthode et surtout par le temps restreint de l'étude. Par ailleurs, toutes les paires d'otolithe de nos populations sont stockées pour une éventuelle étude approfondie. Cette dernière se révèle être une méthode extrêmement précieuse pour déterminer de manière précise et fiable l'âge du stock étudié. En effet, en comptant et analysant méticuleusement les anneaux de croissance présents sur ces otolithes, il est possible d'obtenir d'importantes informations sur la croissance individuelle des poissons, mais également sur les variations de croissance au sein d'une même population (Bourillon, et al. 2019).

Ces données récoltées grâce à l'étude des otolithes revêtent une importance capitale dans l'évaluation de la santé des stocks de poissons. En comprenant comment les poissons grandissent et évoluent au fil du temps, il devient alors possible d'adapter de manière appropriée les stratégies de pêche en fonction de l'âge et de la taille des individus présents au sein de la population de poissons.

Ainsi, une analyse approfondie des otolithes reste nécessaire pour permettre de garantir des approches de pêche durables et responsables, car il est primordial de préserver l'équilibre des écosystèmes marins ainsi que la disponibilité des ressources halieutiques. Grâce à ces informations essentielles, les décisions prises par les gestionnaires des ressources marines peuvent être mieux informées et plus éclairées, contribuant ainsi à la conservation de ces espèces marines vitales. (Olivier, et al. 2023) (Gauthier, et al. 2021).

La méthode de Bhattacharya (1976) a été utilisée pour décomposer notre population de sardine échantillonnée à un instant (t) en quatre deux distinctes, chacune représentant un groupe d'âge spécifique. Pour chaque cohorte, nous avons déterminé une taille moyenne exprimée en millimètres (mm) ainsi qu'un effectif (N), ce qui nous a permis d'analyser de manière détaillée la structure par âge de cette population. Les valeurs moyennes observées pour chaque cohorte étaient relativement proches et semblables, suggérant une régularité et une continuité dans la croissance des individus au sein de chaque groupe d'âge. Initialement, une troisième cohorte a été identifiée, mais elle a été éliminée en raison d'un nombre insuffisant d'individus dans cette classe de taille. Cette décision a été prise pour assurer la fiabilité des résultats, en gardant uniquement les deux cohortes où les effectifs étaient suffisamment importants pour une analyse statistique robuste. En utilisant cette méthode, nous avons pu obtenir des estimations précises des tailles moyennes et des effectifs pour chaque groupe d'âge, ce qui est crucial pour la gestion des ressources halieutiques et les études écologiques. La capacité à décomposer une population en cohortes distinctes facilite la compréhension des dynamiques de croissance et des facteurs environnementaux influençant la survie et la reproduction des individus, contribuant ainsi à des décisions éclairées pour la gestion durable des pêcheries (Bareille, et al 2022).

L’absence de l’âge 1 dans notre étude est due au fait que nous n'avons pas trouvé de jeunes spécimens parmi les échantillons recueillis. Cette absence est attribuable au type d’échantillonnage adopté, qui se concentre exclusivement sur les prises commerciales. Les jeunes sardines, ou alevins, échappent souvent aux mailles des chalutiers utilisés pour les prises commerciales, car ces engins de pêche sont conçus pour capturer des poissons de taille plus grande, correspondant généralement aux cohortes plus âgées. Les alevins, étant plus petits, passent à travers les mailles des chalutiers, ce qui explique leur absence dans nos échantillons. Ce biais dans la méthode d’échantillonnage limite notre capacité à évaluer les jeunes cohortes, et par conséquent, à obtenir une image complète de la structure par âge de la population de sardinelle. Pour une analyse plus exhaustive incluant tous les groupes d'âge,

il serait nécessaire d'utiliser des méthodes d'échantillonnage complémentaires, telles que des filets à mailles fines, spécifiquement adaptés pour capturer les plus jeunes spécimens.

La longévité de la sardine commune (*Sardina pilchardus*) varie en fonction de plusieurs facteurs, notamment les conditions environnementales, la disponibilité de la nourriture, la prédation et les impacts des activités humaines. En général, les sardines ont une durée de vie relativement courte par rapport à d'autres espèces de poissons, généralement de trois à six ans (Ganias 2014). Cependant, il existe des variations régionales et des différences individuelles dans la longévité. Par exemple, les sardines des eaux plus froides ont tendance à vivre plus longtemps que celles des eaux plus chaudes. De plus, les sardines peuvent avoir des taux de croissance rapides, atteignant la maturité sexuelle en un an dans certaines conditions, ce qui contribue à leur statut de poisson à cycle de vie court. (Sinovčić, et al. 2008).

Le modèle qui décrit l'évolution du poids (Pt) en fonction de la longueur totale (LT) révèle une croissance de type allométrie majorante. Cela signifie que la croissance pondérale des poissons est plus rapide que leur croissance linéaire. Cette observation est confirmée non seulement pour l'analyse de la population totale, mais également pour les analyses effectuées par région. En effet, l'allométrie majorante est observée chez les spécimens de Annaba, Jijel et Bou-smail, lorsqu'ils sont analysés séparément. Cette constatation suggère que la croissance des poissons dans ces régions suit un schéma similaire, avec un rapport poids-longueur qui augmente à mesure que les poissons grandissent. Cette information est précieuse pour la gestion des ressources halieutiques, car elle permet de mieux comprendre la dynamique de croissance des populations de poissons et d'ajuster les stratégies de gestion en conséquence.

La comparaison entre les régions étudiées dans ce travail soulève la nécessité d'analyses complémentaires pour confirmer la significativité des différences observées. Cette démarche soulève également la question fondamentale du rôle de la génétique par rapport au déterminisme environnemental, c'est-à-dire la plasticité, dans la détermination de la forme du corps des poissons. (Staszny, et al. 2012) a abordé cette question de manière expérimentale en analysant si les facteurs environnementaux ou génétiques influent davantage sur la forme du corps des poissons. Les résultats ont prouvé que les variations intra-spécifiques de la forme du corps sont la résultante d'interactions entre facteurs génétiques et environnementaux (Kinsey, et al. 1994 ; Shepherd 1991 ; West-Eberhard

1989), reflétant la plasticité phénotypique. Cette étude, et d'autres similaires, contribuent à éclairer notre compréhension de la plasticité phénotypique et de l'adaptation des poissons à leur environnement, des aspects cruciaux pour la gestion et la conservation des populations de poissons dans des conditions environnementales changeantes (Capoccioni, et al. 2011).

Conclusion et perspectives

L'étude menée sur la sardine *Sardina pilchardus* des côtes algériennes a permis de mettre en lumière les points suivants.

D'abord, la morphométrie de *S. pilchardus* est caractérisée par une corrélation significative ($0.82 \leq r \geq 0.99$) entre les paramètres métriques mesurés et la longueur totale ainsi que la longueur céphalique, indiquant une croissance relative des différentes parties du corps dominée par une allométrie majorante de croissance.

En ce qui concerne la relation entre le poids du poisson et sa longueur totale, nos résultats montrent qu'elle est de type allométrie majorante, ce qui signifie que le poids croît plus rapidement que la longueur totale.

L'analyse de la distribution des fréquences de tailles des échantillons pêchés entre mars et Mai 2024 révèle deux cohortes, ce qui concorde avec la courte longévité de l'espèce étudiée.

En termes de perspectives, les problèmes rencontrés lors de l'étude sur la sardine des côtes algériennes, ainsi que les difficultés liées à sa réalisation, soulignent la nécessité d'une étude complémentaire. Trois actions sont proposées pour approfondir notre compréhension de la biologie de la sardine et améliorer la gestion de cette ressource :

Mieux comprendre la structure de la population et suivre son évolution temporelle à travers l'étude de plusieurs cycles biologiques. Cela permettra d'obtenir des données plus complètes sur la composition démographique de la population et sur les variations de celle-ci au fil du temps, ce qui est crucial pour évaluer la santé de la population et prendre des décisions de gestion appropriées.

Améliorer la collecte de données et l'échantillonnage en mer afin de réduire les incertitudes liées à l'échantillonnage. Cela pourrait impliquer l'utilisation de méthodes d'échantillonnage plus précises et standardisées, ainsi que l'augmentation de la taille des échantillons pour obtenir des résultats plus représentatifs.

Compléter l'étude de l'âge des poissons en réalisant des lectures sous microscope des otolithes. Les otolithes, structures calcaires situées dans l'oreille interne des poissons, permettent de déterminer l'âge des individus en fonction de leurs anneaux de croissance. Cette approche permettrait d'obtenir des données plus précises sur l'âge et la croissance des

poissons, ce qui est essentiel pour comprendre la dynamique de la population et mettre en place des mesures de gestion appropriées.

En mettant en œuvre ces actions, il sera possible d'approfondir notre compréhension de la biologie de la sardine et d'améliorer la qualité des données disponibles pour une gestion plus efficace et durable de cette ressource en Algérie.

Références bibliographiques

Bacha, M, and R Amara

2009 Spatial, temporal and ontogenetic variation in diet of anchovy (Engraulis encrasicolus) on the Algerian coast (SW Mediterranean). Estuarine, Coastal and Shelf Science 85(2):257-264.

Bareille, Gilles, et al.

2022 2022. Work Package 3–Evaluer l'aptitude de la forme de l'otolithe du saumon atlantique pour discriminer son origine à différentes échelles spatiales de la Bidassoa au Rhin, IPREM UMR5254 CNRS/UPPA-Institut des Sciences analytiques et de physico ….

Bedairia, Assia, and Abdallah Borhane Djebar

2009 A preliminary analysis of the state of exploitation of the sardine, Sardina pilchardus (Walbaum, 1792), in the gulf of Annaba, East Algerian. Animal biodiversity and conservation 32(2):89-99.

Benzohra, M

1993 Les structures hydrodynamiques le long des côtes algériennes. Workshop sur la circulation des eaux et pollution des côtes méditerranéennes du Maghreb, INOC, Izmir, 1993, pp. 33-46.

Beverton, RJH

1992 Patterns of reproductive strategy parameters in some marine teleost fishes. Journal of Fish Biology 41:137-160.

Boens, Andy

2022 Compromis croissance-survie: mortalité sélective et diminution des tailles-aux-âges chez deux poissons pélagiques (l'anchois Engraulis encrasicolus et la sardine Sardina pilchardus), Nantes Université.

BOUFERSAOUI, Samira

2012 Contribution à l'étude du Sparidé Pagellus acarne (Risso, 1826) dans la région d'Alger: la structure des peuplements associés, les indices de reproduction, la croissance et l'exploitation.

Bourillon, B, et al.

2021 Suivi et estimation du flux d'échappement des anguilles argentées de la Loire fluviale de 2017 à 2019 et retour d'expériences sur le repeuplement, Museum National d'Histoire Naturelle, station de Dinard, France.

Bruford, Alan

1994 CuChulainn an ill made hero? ed) H. Tristram, Text und Zeitteife:185-215.

Cadiou, Sandra

Difficulté de l'enseignant: à qui appartient-elle? de quoi parle-t-on?

Dauzat, Albert, Jean Dubois, and Henri Mitterand

1971 Nouveau dictionnaire étymologique et historique. (No Title).

Ding, Qi, et al.

2017 Vulnerability to impacts of climate change on marine fisheries and food security. Marine Policy 83:55-61.

Djabali, Farid, Boualem Brahmi, and Madani Mammasse

1993 Poissons des côtes algériennes.

Dumay, Justine

2006 Extraction de lipides en voie aqueuse par bioréacteur enzymatique combiné à l'ultrafiltration: application à la valorisation de co-produits de poisson (Sardina pilchardus), Université de Nantes.

Ettahiri, O, et al.

2003 Observation on the spawning of Sardina and Sardinella off the south Moroccan Atlantic coast (21–26 N). Fisheries Research 60(2-3):207-222.

Fischer, W

1987a Fiches FAO d'identification des especes pour les besoins de la peche.(Rev 1). Mediterranee et mer Noire. Zone de Peche 37. Vertebres 2.

—

1987b Méditerranée et mer Noire. Fiches FAO d'identification des especes pour les besoins de la peche 1:334.

Fischer, William

1987c Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la peche: Mediterranée et Mer Noire (Zone de pêche 37).

Food, and Agriculture Organization of the United Nations. Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa. Meeting

2001 Report of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish Off Northwest Africa, Nouadhibou, Mauritania, 24-31 March 2001: Rapport Du Groupe de Travail de la FAO Sur L'évaluation Des Petits Pélagiques Au Large de L'Afrique Nord-occidentale, Nouadhibou, Mauritanie, 24-31 Mars 2001: FAO.

Forest, Andre

2001 Ressources halieutiques hors quotas du Nord Est Atlantique: bilan des connaissances et analyse de scénarios d'évolution de la gestion.

Fréon, Pierre, et al.

2005 Sustainable exploitation of small pelagic fish stocks challenged by environmental and ecosystem changes: a review. Bulletin of marine science 76(2):385-462.

Furnestin, Marie-Louise, et al.

1966 Eléments de planctonologie appliquée. Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes 30(2-3):117-283.

Ganias, Konstantinos

2014 Biology and ecology of sardines and anchovies: CRC Press.

Garrido, Susana, Maria Emilia Cunha, and Carl van der Lingen

2006 Diet composition and feeding behaviour of Iberian sardine (Sardina pilchardus).

Gauthier, Charlotte, et al.

2021 Rétablissement du flétan atlantique dans le golfe du Saint-Laurent: état des connaissances biologiques et défis de gestion. Le Naturaliste canadien 145(2):49-61.

Ghaly, AE, et al.

2013 Fish processing wastes as a potential source of proteins. Amino acids and oils: A critical review. J. Microb. Biochem. Technol 5(4):107-129.

Gherram, M

2019 Ecobiologie De Trois Taxons De Saurel, Trachurus trachurus(L, 1758), Trachurus mediterraneus (s, 1868) Et Trachurus picturatus (b, 1825) De La Baie D'oran: Dynamique De Population Et Diversité Génétique, Doctoral dissertation. University Ahmed Ben Bella, Oran.

Grasse, Pierre-Paul

1958 L'oreille et ses annexes. Traité de zoologie 13(2):1061-1099.

Houria, HANDJAR

2020 Biologie, écologie et évaluation des stocks de petits pélagiques dans la région ouest du bassin algérien, Université Ibn Khaldoun-Tiaret-.

Laloë, Francis, and Alassane Samba

1989 La pêche artisanale au Sénégal: Ressource et stratégie de pêche, Paris 11.

Lam, Vicky WY, et al.

2020 Climate change, tropical fisheries and prospects for sustainable development. Nature Reviews Earth & Environment 1(9):440-454.

Lavoué, Sébastien, et al.

2007 Phylogenetic relationships among anchovies, sardines, herrings and their relatives (Clupeiformes), inferred from whole mitogenome sequences. Molecular phylogenetics and evolution 43(3):1096-1105.

LES EX, EC, et al.

tion de.

Matsuura, Yasunobu

1999 Large-scale fluctuations of small pelagic fish populations and climate change: a review.

Mezedjri, L, AT Bensahla, and A Tahar

2005 Détermination de L'âge et Modélisation de la Croissance D'un Poisson: L'anchois Européen (Engraulis Encrasicolus) Dans le Golfe de Skikda. Editorial Advisory Board e 21(2):229-238.

Millot, Claude

1985 Some features of the Algerian Current. Journal of Geophysical Research: Oceans 90(C4):7169-7176.

Morales-Nin, BYO

1987 The influence of environmental factors on microstructure of otoliths of three demersal fish species caught off Namibia. South African Journal of Marine Science 5(1):255-262.

Muus, Bent J, and Jean-Louis Parmentier

1966 Guide des poissons de mer et pêche. (No Title).

Nguyen, Thanh Viet

2012 Ecosystem-based fishery management: a review of concepts and ecological economic models. Journal of Ecosystems and Management 13(2).

Olivar, M Pilar, Jordi Salat, and Isabel Palomera

2001 Comparative study of spatial distribution patterns of the early stages of anchovy and pilchard in the NW Mediterranean Sea. Marine Ecology Progress Series 217:111-120.

Olivier, Zagabe Mulumeoderhwa, et al.

2023 Etude de l'élevage et écologie alimentaire de deux espèces des poissons (Tilapia Niloticus et Clarias Gariepinus) dans le bassin du lac Kivu (Cas de Kalengera). International Journal of Innovation and Applied Studies 40(4):1349-1412.

Omnes, Marie Hélène

2002 Le saint-pierre (Zeus faber): biologie, pêche, marché et potentiel aquacole: Editions Quae.

Oxman, Dion S, et al.

2007 The effect of vaterite deposition on sound reception, otolith morphology, and inner ear sensory epithelia in hatchery-reared Chinook salmon (Oncorhynchus tshawytscha). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 64(11):1469-1478.

Pinnegar, JK, N VC Polunin, and F Badalamenti

2003 Long-term changes in the trophic level of western Mediterranean fishery and aquaculture landings. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 60(2):222-235.

Pitcher, Tony J, and Daniel Pauly

1998 Rebuilding ecosystems, not sustainability, as the proper goal of fishery management. *In* Reinventing fisheries management. Pp. 311-329: Springer.

Rabah, Mr RAMDANI, and Diplôme de MASTER

Etude morphologique et biologique de la sardine dans la région de Béni-Saf.

Ramírez, T, D Cortés, and A Garcíaa

2001 Growth of North Alboran Sea sardine larvae estimated by otolith microstructure, nucleic acids and protein content. Journal of fish biology 59(2):403-415.

Rochet, Marie-Joëlle

2000 A comparative approach to life-history strategies and tactics among four orders of teleost fish. ICES Journal of Marine Science 57(2):228-239.

Rodríguez, Manuel Varela, et al.

1988 Contenido estomacal de la sardina (Sardina pilchardus Walbaum) durante la campana Saracus 871 en las plataformas Cantábrica y de Galicia en febrero de 1987. Boletín. Instituto Español de Oceanografía 5(1):17-28.

Roos, David

2012 Populations ichtyologiques de petits pélagiques. Sous-région marine Méditerranée occidentale. Evaluation initiale DCSMM.

Rose, Kenneth A, et al.

2001 Compensatory density dependence in fish populations: importance, controversy, understanding and prognosis. Fish and Fisheries 2(4):293-327.

Sinovčić, Gorenka, Vanja Čikeš Keč, and Barbara Zorica

2008 Population structure, size at maturity and condition of sardine, Sardina pilchardus (Walb., 1792), in the nursery ground of the eastern Adriatic Sea (Krka River Estuary, Croatia). Estuarine, Coastal and Shelf Science 76(4):739-744.

Smith, Anthony DM, et al.

2011 Impacts of fishing low–trophic level species on marine ecosystems. Science 333(6046):1147-1150.

Tazerouti, Fadila

2007 Biodiversité et bio-écologie des parasites de poissons sélaciens hypotremata du littoral Algérois, Alger.

Tessier, APGC, Peter GC Campbell, and MJAC Bisson

1979 Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. Analytical chemistry 51(7):844-851.

Whitehead, Peter JP

1985 Clupeoid fishes of the World (Suborder Clupeoidei): An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf herrings. Part 1. Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. FAO Fisheries Synopsis 125:1.

Wootton, Robert J, and Carl Smith

2014 Reproductive biology of teleost fishes: John Wiley & Sons.

Zeyneb, Guenane, and R Encadreur Mohdeb

2018 Morphométrie de la sardine Sardina pilchardus (Walbaum, 1792) de la côte de Jijel, Est algérien, Université de Jijel.