République **A**lgérienne **D**émocratique et **P**opulaire
Ministère de l'**E**nseignement **S**upérieur et de la **R**echerche **S**cientifique

Université **Y**ahia **F**ares - **M**édéa

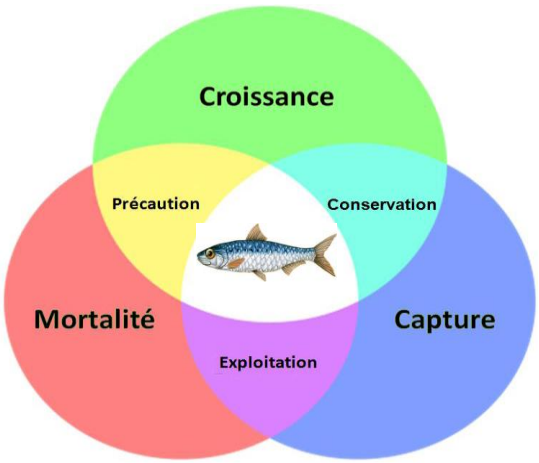
Faculté des **S**ciences
Département des **S**ciences de la **N**ature et de la **V**ie

***Filière* : E**cologie
***Spécialité* : E**cologie et **E**nvironnement

Mémoire
Présenté pour l'obtention du diplôme de Master académique

Thème

Morphologie comparée entre population de poisson téléostéen
(Cas de la sardine : *sardinella pilchardus*)
Dans les cotes algériennes .



Présenté par :

*NASROUN **N**ouha **F**atima*
***K**ADRI **N**adai*

Devant le jury composé de :

*Mr. **M**ASMOUDI .Mb*	*Promoteur*	*M.C.B*	*UYF-Médéa*
*Mr. **CH**AOUADI .M*	*Président*	*M.C.B*	*UYF -Médéa*
*Mr. **KH**AMES .Y*	*Examinatrice*	*M.C.B*	*UYF-Médéa*
*Mme . **A**TTAL .M*	*Examinatrice*	*M.C.B*	*UYF-Médéa*

Année universitaire : 2021-2022

Remerciement

*En premier lieu, nous remercions **ALLAH** le tout puissant, qui nous a Aidé à terminer ce travail et nous a facilité la tache.*

*Nous adressons également nos sincères remerciements au supervisant de ce Travail Dr. **Masmoudi Moutassem Billah** , qui nous et a aidé par ses Conseils et ses orientations.*

*Nous remercions aussi les membres de jury Mr. **CHaouadi . M** , Mr. **Khames .Y** ,et Mme. **Attal .M** qui ont accepté de juger ce travail.*

Nous voudrons exprimer nos remerciements à tous les Enseignants Qui ont contribué à notre formation.

*Nous remercions également Mr **harachi .M** et Dr **salhi O** .*

Je remercie toute personne qui a intervenue à un moment ou à un autre pour Apporter une aide, un conseil, une orientation ou simplement un Encouragement.

Merci beaucoup……..



Dédicaces

A ma famille chérie

On ne choisit pas sa famille, ô oui merci ***ALLAH*** *infiniment d'avoir si bien chois pour moi .*

Aucune expression humaine ne saurait décrire l'amour et la fierté que j'ai Pour vous et mes mots seraient trop fades pour vous dire merci. Puisse dieu vous combler au-delà de toute espérance.

Mama de mon cœur *sans ton amour, tes prières, tes lettres et tes encouragements je ne sais pas si j'y serai aujourd'hui. Ton sourire un moteur, je t'aime.*

Papa chéri*, ton amour, ton soutien, tes conseils, ta confiance, ta présence n'ont mené jusqu'à aujourd'hui. J'ai le plus merveilleux papa de monde que dire de plus si non que je t'aime.*

A ***charmantes sœurs****, et* ***cher frère*** *vouez été la source de mon bonheur.*

A ma belle nièce ***Alaa*** *et mes Neveu* ***Diyaa*** *et* ***Racim.***

A mes chers amis

A tous ceux qui me sont chers .

……..

Nouha

Résumé

Ce travail constitue une étude préliminaire pour l'étude de la variation inter spécifique et éventuellement intra spécifique de la forme du corps et la croissance des différents paramètres métriques, utilisant la morphogéomtrie du corps et les paramètres métriques.

Les résultats montrent que l'ensemble des paramètres métriques sont très hautement corrélés avec la taille totale (Lt) ou avec la longueur céphalique (Lc) du poisson, l'analyse factorielle discriminante utilisant les paramètres métriques montre une différence significative avec deux groupes distincts, les deux populations de *S. pilchardus* formant le premier groupe, et celle de *S. aurita* formant le deuxième.

L'analyse morphogéométrique de la variation interspécifique de la forme du corps de la sardine (*S. pilchardus*) des côtes d'Annaba, montre que cette dernière forme un ensemble homogène.

Mots-clés: *S. pilchardus*, Morphogéométrie, Mer Méditerranée.

Abstract

This work constitutes a preliminary study for the study of interspecific and possibly intraspecific variation of body shape and growth of different metric parameters, using body morphogeometry and metric parameters.

The results show that all the metric parameters are very highly correlated with the total size (Lt) or with the cephalic length (Lc) of the fish, the discriminant factor analysis using the metric parameters shows a significant difference with two distinct groups, the two populations of *S. pilchardus* forming the first group, and that of *S. aurita* forming the second.

The morphogeometric analysis of the interspecific variation of the shape of the body of the sardine (*S. pilchardus*) of the coasts of Annaba, shows that the latter forms a homogeneous cluster.

Keywords: *S. pilchardus*, Morphogeometry, Mediterranean Sea.

ملخّص

يشكل هذا العمل دراسة أولية لدراسة الاختلاف بين الأنواع وربما الاختلاف غير المحدد في شكل الجسم ونمو المعلمات المترية المختلفة ، باستخدام قياس شكل الجسم والمعايير المترية.

أظهرت النتائج أن جميع المعلمات المترية مرتبطة ارتباطًا وثيقًا بالحجم الكلي **(Lt) أو بطول الرأس (Lc)** للأسماك ، وأظهر تحليل العامل التمييزي باستخدام المعلمات المترية فرقًا كبيرًا مع مجموعتين متميزتين ، وهما المجموعتان. تشكل عشائر ***S. pilchardus*** **المجموعة الأولى ، و** *S. aurita* مكونة المجموعة الثانية.

يوضح التحليل المورفوجيومتري للتباين بين الأنواع لشكل جسم السردين **(***S. Pilchardus***)** لسواحل عنابة ، أن الأخير يشكل **كلاً متجانسًا.**

الكلمات المفتاحية ***S. Pilchardus* :**، Morphogeometry، البحر الأبيض المتوسط

Liste des tableaux

N°	TITRES	p
1	Classification et position systématique de la famille des *Clupeidae*	**3**
2	Classification de l'espèce et caractéristiques morphologiques	**12**
3	Connaissance sur l'écologie de la reproduction de la sardine (Aldeberet et Tournier. 1971).	**14**
4	Effectifs, limites de taille et de poids pour chaque population de *S. aurita* et *S. pilchardus*	**28**
5	Représentation des coefficients de corrélation (r), relation et type d'allométrie (a) ainsi que les équations des différents paramètres mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez la sardine (population totale, sexes confondus)	**29**
6	Représentation des coefficients de corrélation (r), relation et type d'allométrie (a) ainsi que les équations des différents paramètres mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez la sardine (population du centre)	**30**
7	Représentation des coefficients de corrélation (r), relation et type d'allométrie (a) ainsi que les équations des différents paramètres mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez la sardine (population de Annaba)	**31**
8	Représentation des coefficients de corrélation (r), relation et type d'allométrie (a) ainsi que les équations des différents paramètres mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez la sardine (individus femelles)	**32**
9	Représentation des coefficients de corrélation (r), relation et type d'allométrie (a) ainsi que les équations des différents paramètres mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez la sardine (individus males)	**33**
10	Distribution des fréquences de tailles, par la méthode des différences logarithmiques de la sardine *S. pilchardus*. Avec: cc (mm), effectif N, et différences logarithmiques Δ Ln N	**39**
11	Représentation des résuLTats des clefs âge-longueur obtenus par la méthode de Battacharya (1967) (FISAT ll). n.a: non affiché, S.D écart type, S.I: indice de séparation, effectif (n)	**41**
12	Coefficient de corrélation et relation d'allométrie entre les différents couples de longueurs chez la population totale de *S. pilchardus* (Annaba).	**42**
13	Coefficient de corrélation et relation d'allométrie entre les différents couples de longueurs chez la population totale de *S. pilchardus* (Alger).	**43**
14	Coefficient de corrélation et relation d'allométrie entre les différents couples de longueurs chez la population totale de *S. aurita* (Alger).	**43**
15	Pourcentage du bon taux de reclassement par validation croisée des individus au sein de chacun des sites de prélèvement utilisant les caractères métriques. Les rangés représente les groupes actuelles, alors que les colonnes les groupes prédis. Le pourcentage du bon taux de reclassement est donné en gras.	**44**
16	Clé âge- longueur obtenu par analyse des distributions de fréquences de tailles de la sardine dans différente régions. (Belouahem, 2009)	**51**

Liste des figures

N°	TITRES	p
1	Capture marines mondiales en 2002 (millions de tonnes), par grande groupes d'espèces (FAO, 2005)	**2**
2	Répartition géostatistique FAO des zones de pêche [CGPM, 2007 (*modifiée*)].	**7**
3	Limites géographiques des zones de pêche et photographies des ports correspondants, Golfe d'Annaba à partir desquelles nous avons échantillonnés notre espèce (a). La pêcherie de la sardine du port de pêche d'Annaba [Sardinier (en haut à gauche) et Chalutier pélagique (en haut à droite)]. (b).	**8**
4	Carte géographique des baies (baie d'Alger et baie de Bou-smail) (Google Earth, 2021, modifiée)	**9**
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).	**10**
6	Répartition géographique de *S. pilchardus* (www.fishbase.org). L'échelle des couleurs illustre l'occurrence d'apparition de l'espèce dans les zones indiquées. Noter que pour l'Algérie cette occurrence est comprise entre 0.8 et 1	**13**
7	Cycle de vie de la sardine, *sardina pilchardus*, et influence de différents paramètres sur les étapes du cycle de vie. (Olivar et al ,. 2001).	**15**
8	Proies consommées par la sardine (FISHER et al,. 1987).	**16**
9	Photographies montrant des caisses de sardines fraiches à la pêcherie de Médéa ainsi que les nos échantillons au laboratoire	**17**
10	Différentes mesures effectuées chez *Sardina pilchardus*	**18**
11	Méthode de mesure des paramètres considérés dans cette étude	**19**
12	Photos illustrant la dissection du poisson ainsi que la trousse de dissection.	**20**
13	Pesage des différents paramètres (poids total et éviscéré, poids de la gonade (photo prise au laboratoire)	**20**
14	Gonades femelles (♀), gonade mâle (♂)	**20**
15	Foie en bon état prélevé d'un poisson frais	**22**
16	Prélèvement des otolithes (photos prises au laboratoire)	**25**

17	Anneaux de croissance visibles sur un otolithe	**27**
18	Microscope optique doté de caméra utilisé pour la lecture des otolithe	**27**
19	Localisation des sept points repères homologues (landmarks) digitalisés sur chaque individu dans le programme tpsDig2.	**29**
20	Présentation de l'interface graphique du logiciel tpsDig2.	**30**
21	Illustration des trois étapes de la superposition Procruste (GPA) (Mitteroecker & Gunz 2009).	**31**
22	Evolution du poids en fonction de la taille (LT) de *S. pilchardus* (population totale)	**34**
23	Evolution du poids en fonction de la taille (LT) de *S. pilchardus* (population du centre)	**35**
24	Evolution du poids en fonction de la taille (LT) de *S. pilchardus* (population de Annaba)	**36**
25	Evolution du poids en fonction de la taille (LT) de *S. pilchardus* (Individus femelles)	**37**
26	Evolution du poids en fonction de la taille (LT) de *S. pilchardus* (Individus mâles)	**38**
27	Distribution des effectifs sur les classes de tailles considérées (h=4mm)	**40**
28	Décomposition de la distribution des fréquences de tailles en 4 cohortes par la méthode de Battacharya (1976), (FISAT ll)	**41**
29	Classification hiérarchique réalisée utilisant les moyennes des caractères métriques des différentes populations échantillonnées de *S. aurita* et *S. pilchardus* . La ligne noire en gras correspond à la coupure arbitraire choisie.	**44**
30	Diagramme de distribution cumulative des distances des échantillons individuels et de la forme moyenne de l'échantillon complet.	**45**
31	Résultat de la superposition de Procruste.	**45**
32	Changement de la forme du corps associé à l'axe de l'analyse discriminante pour la population de *S. pilchardus* d'Annaba.	**46**
33	Otolithes de *S. pilchardus* sous microscope optique	**47**
34	Ecailles de *S. aurita* sous microscope optique	**48**

Table des matières

Remerciements
Résumés
Liste des tableaux
Liste des figures

Chapitre 1. Généralités 1
Introduction 1
2. Rappel bibliographique 3
2.1. Généralité sur la famille des Clupeidae 3
2.2. Morphologie de la famille des Clupeidae 4
2.3. Caractéristiques éco-biologiques de la sardine européenne, *Sardina pilchardus* 4
Chapitre 2. Matériel et méthodes 6
1. Zone d'étude 6
2. Golfe d'Annaba et les sous-divisions 6
3. La baie de Bou-Ismail 9
4. La baie d'Alger 9
5. Matériel biologique 10
5.1. Morphologie et caractères distinctifs 10
5.2. Position systématique 11
5.3. Distribution géographique 13
5.4. Reproduction de l'espèce 14
5.5. Régime alimentaire 15
6. Echantillonnage et travail de paillasse 17
7. Etude biométrique 17
8. Dissection et pesage 19
9. Rapport gonado-somatique (RGS) 21
10. Rapport hépato-somatique (RHS) 22
11. Croissance relative (relation taille-poids) 23
12. Détermination de l'âge 24
12.1. Clé âge-longueur 24

12.2. Technique de prélèvement et de lectures des otolithes 25
13. Analyse morpho-géométrique 27
13.1. Échantillonnage 27
Chapitre 3. Résultats et discussion 29
1. Biométrie (population totale) 29
2. Biométrie (population du Centre) 30
3. Biométrie (population de la région Est, Annaba) 31
4. Biométrie (individus femelles) 32
5. Biométrie (individus mâles) 33
6. Relation taille-poids 34
7. Résultats des déterminations d'âges des sardines par l'utilisation du FISAT II 39
8. Analyse discriminante utilisant les paramètres morpho-somatique 42
8.1 Caractérisation morphosomatique 42
8.2 Analyse discriminante utilisant les paramètres morpho-somatique 43
8.3 Analyse morpho-géométrie 44
8.3.1 Vérification des valeurs aberrantes 44
8.3.2 Superposition de Procruste 45
8.3.3 Comparaison intra-specifique de *S. pilchardus* (Annaba) 45
11. Lecture des otolithes 47
12. Lecture des écailles 48
Discussion 49
Conclusion 53

Chapitre 1. Généralités

Introduction

Le terme « biodiversité » fut utilisé pour la première fois par l'écologue américain W.Rosen en 1985 et, par la suite, largement dissémine par l'entomologiste américain E.O. Wilson. La biodiversité marine est un élément fondamental de la vie dans les océans mais également sur terre, présente plusieurs traits saillants : les niveaux exceptionnels de biodiversité dans les océans, son importance dans le fonctionnement des écosystèmes et la croissance accélérée de l'emprise des menaces auxquelles les taxa marine sont exposés.

Les espèces de poissons sont parmi les mieux documentées et représentent plus de la moitié de tous les vertébrés vivants, ce qui représente 48 000 espèces au total. En termes de répartition, 58 % des espèces de poissons sont d'origine marine, pour 41 % d'eaux douces avec seulement1% occupant ces deux environnements. Parmi les 14 500 espèces de poissons qui ont été décrites dans la base« Fishbase », la grande majorité (69 %) vit en eaux peu profondes (e.g., récifs coralliens). Seulement 2 % des espèces de poissons vivent dans le domaine pélagique, des espèces pélagiques comme les sardines, les anchois, les thons.

L'environnement marin est particulièrement sensible aux perturbations de nature variée qu'il subit, dont celles d'origine climatique, comme les changement de la circulation thermohaline en Atlantique Nord, les modifications des glaces aux pôles, le renforcement la stratification des eaux de surface et leur acidification, aussi la pollutions, la surexploitation, l'eutrophisation,les invasions biologiques et le changement climatique, induisent des changements en matière de répartition et d'abondance d'espèces marines (Jackson etal., 2001; Pauly et al, 2002; Worm et al., 2006; Cury et al.,2009), comme des extinctions locales. Et les menaces que l'activité de l'homme fait peser comme pratiques de destruction classiques que sont les chalutages de fond, les rejets illicites, l'exploration et l'exploitation des ressources minières, s'ont venues s'ajouter les nuisances dues au bruit marine.

Le Ministère de la pêche a commandité une étude de consommation de poissons par les Ménages en Algérie dont l'étude aboutit que les ménages algériens ont une préférence de Consommation pour le poisson frais. Ainsi, 93,8% de la consommation moyenne par tête sont constitués de poissons frais, 2,3% de congelés et 2,7% de conserves. Ainsi que, Les espèces de

poisson les plus consommés par les ménages, pour le poisson frais, sont la sardine (83,1%), le saurel (5,0%) et le rouget (1,6%). Les 10,3% restants se répartissent entre différentes espèces de poisson blanc et de poisson bleu. (MPRH ,2014).

Les poissons pélagiques (sardines, anchois, maquereaux, sprats et sardinelles) constituent la plus grande part des captures marines mondiales. En Méditerranée, ils totalisent presque 50 % des débarquements totaux annuels de pêche (Lleonart et Maynou,.2003). Parmi eux, l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) et la sardine (*S. pilchardus*) sont les espèces les plus importantes en termes d'intérêt commercial et de biomasse (Pinnegar et al,. 2003; FAO,. 2005). Les poissons pélagiques représentaient, selon la FAO (2005) , 26% des capture mondiales en 2002 soit 22,5 millions de tonnes (fig. .1)

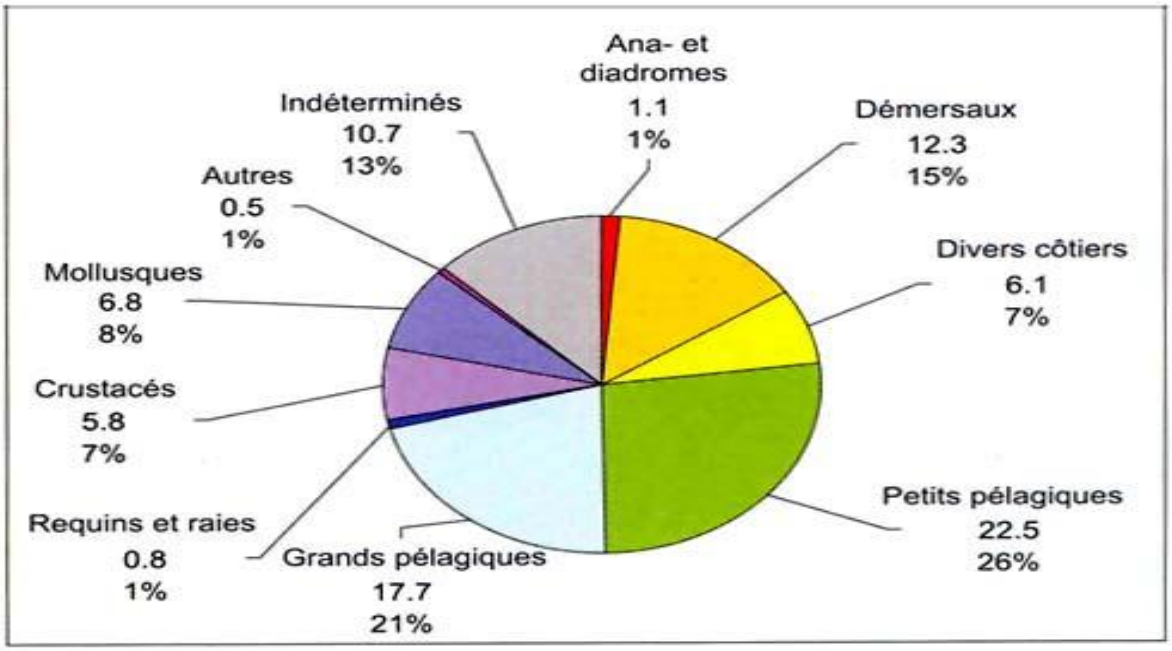


Figure 1. Capture marines mondiales en 2002 (millions de tonnes), par grande groupes d'espèces (FAO, 2005)

La pêche à la sardine est une activité influencée par les conditions hydrologiques et climatiques, car la température agit directement sur la localisation et la concentration des bancs de sardines et donc sur l'accessibilité aux flottilles de pêche (Forest,. 2001). Dans les côtes algériennes, la pêche est effectuée à environ 60 m de profondeur (Bedairia et Djebbar,. 2009).

L'augmentation incessante de la pression de pêche sur des stocks halieutiques de plus en plus limités, malgré leur aptitude à s'auto renouveler, est désignée comme étant la principale cause

de la diminution des abondances des ressources halieutiques et constitue la plus grande menace au développement durable de l'activité de pêche. Qu'en est-il donc du stock de la sardine (*Sardina pilchardus*) exploité dans cotes algériennes ? Et quelle est la quantité maximum qui puisse être pêchée annuellement sans affecter la capacité du stock à se régénérer convenablement ? Dans ce contexte et afin de répondre à ces questions pertinentes, des études d'évaluation du stock halieutique de *S. pilchardus* exploité dans l'Algérie ont été entreprises, et ce, en vue d'estimer la biomasse disponible (exploitable) et de proposer des recommandations de gestion sur la base d'un diagnostic du stock et du régime d'exploitation. Ces recommandations se veulent et doivent être rationnelles, responsables et respectueuses des principes de précaution et de la durabilité de l'activité de pêche.

2. Rappel bibliographique

2.1. Généralité sur la famille des Clupeidae

Cette famille, connue surtout par ses formes marines (sardines, harengs et anchois), comprend plusieurs genres et espèces qui se sont adaptés aux eaux douces et saumâtres et d'autres qui pénètrent dans les lagunes. Comme tous les Clupéiformes, les clupéidés possèdent un ou plusieurs écussons ventraux ou pelviens. I1 existe, dans la littérature, très peu de données concernant la biologie de ces poissons. Gourene (1988) a effectué une révision systématique des Clupéidés d'eaux douces de l'Ouest et du Centre africain. Six genres ont été retenus dans la zone considérée : quatre en eau douce et deux en eau saumâtre.

Tab 1. Classification et postion systématique de la famille des Clupeidae

Embranchement	Chordata
Superclasse	Osteichthyes
Classe	Actinopterygii
Sous-classe	Neopterygii
Infra-classe	Teleostei
Super-ordre	Clupeomorpha
Ordre	Clupeiformes
Sous-ordre	Clupeoidei
Famille	Clupeidae
Sous-famille	Clupeinae

2.2. **Morphologie de la famille des Clupeidae**

Les poissons marins Clupéidés, dans la famille Clupeidae, sont des Clupéiformes à nageoires rayonnées dont certains sont d'une importance économique considérable comme les harengs, les sardines et les aloses. Ces espèces alimentaires sont parmi les plus consommées dans le monde. Ils sont aussi couramment capturés en pêche industrielle pour la production d'huile de poisson et de farine, la farine de poisson. Les poissons mesurent de 3 à 76 cm de long.

De nombreux membres de la famille ont un corps protégé avec écailles brillantes cycloïdes (très lisses et uniformes), une seule nageoire dorsale, avec un corps fusiforme qui a évolué pour leur apporter de la vitesse, avec une nage évasive. Les clupéidés poursuivent de petites proies composées de zooplancton, des animaux planctoniques. En raison de leur petite taille, et la position basse dans le réseau trophique marin (niveau trophique hierarchique faible), les niveaux de méthylmercure bioaccumulables sont très faibles, ce qui réduit le risque d'empoisonnement au mercure lorsqu'ils sont consommés.se rencontre presque partout dans le monde dans tous les océans entre 70 ° de latitude nord et 60 ° de latitude sud, mais surtout sous les tropiques. Environ 57 espèces, comme l'alose Alosa alosa ou la sardine du lac Tanganyika Limnothrissa miodon vivent en eau douce. En particulier, les espèces de la mer Caspienne sont des poissons migrateurs anadromes et passent de l'eau douce à l'eau saumâtre.

2.3. Caractéristiques éco-biologiques de la sardine européenne, *Sardina pilchardus*

La sardine européenne ou encore sardine commune, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) est un poisson Téléostéen, Clupéiforme de la famille des Clupéidés. Les espèces les plus communes de sardines correspondent aux genres Sardina et Sardinops

La sardine dont la systématique a demeurée longtemps confuse, était d'abord considérée comme un petit hareng puis confondue avec le sprat. En 1792, Walbaum sépare la sardine du sprat et lui attribue son nom d'espèce, *Sardina pilchardus*. Les naturalistes qui lui succèdent, continuent à la nommer Clupea sprattus. En 1826, Risso à fait de la sardine méditerranéenne une espèce particulière et lui donne le nom de Clupanodon sardina, mais Cuvier, dans «le Règne animal», reprend le nom d'espèce, Sardina pilchardus (Lee, 1961).

Dans le genre Sardina, il n'existe qu'une seule espèce, Sardina pilchardus (Walbaum, 1792).

Chapitre 02: Matériels et Méthodes

Chapitre 2. Matériel et méthodes

Dans ce chapitre nous parlerons des méthodes et techniques utilisées pour notre étude biométrique de la sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792).

1. Zone d'étude

L'Algérie dispose d'une large façade maritime qui se situe au cœur de la Méditerranée, partie intégrante du continent nord-africain, du point de vue écologique, le Littoral algérien est riche et diversifié. Sa façade maritime longue alterne rivage rocheux, plages sablonneuses et zones humides (Benzohra et Millot,. 1995). Nos échantillons proviennent de deux localités des cotes algérienne, d'abord la région Est (Golfe d'Annaba) et ensuite la région du centre (Baie de bou-ismail, et Bou Haroun).

2. Golfe d'Annaba et les sous-divisions

Le golfe de Annaba fait partie, selon la répartition géostatistique FAO, de la sous division 1.1.4 (bassin algérien) du CGPM-GSA (Geographical Sub-Area), de la division 1.1, englobant la mer d'Alboran et le bassin algérien, de la sous zone 1 (Méditerranée Occidentale) appartenant à la zone de pêche 37 représentant la Méditerranée et la mer Noire (Fig. 2). Farrugio *et al.*, (1994) précisent qu'au plan du peuplement, il est pratiquement impossible à l'heure actuelle de délimiter géographiquement des populations au sens biologique mais on peut définir des "stocks", unités d'exploitation halieutique qui peuvent représenter tout ou partie d'une ou plusieurs populations. En pratique, les limites que l'on attribue à ces stocks correspondent à celles des zones d'activité des flottilles qui les exploitent.

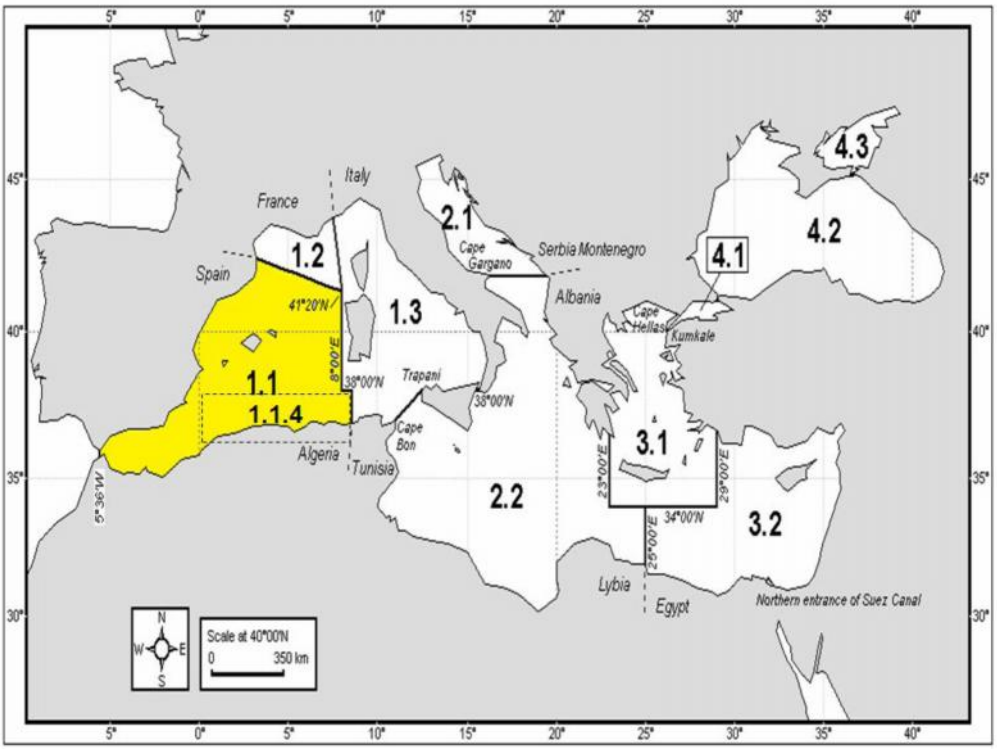


Figure 2. Répartition géostatistique FAO des zones de pêche [CGPM, 2007 (*modifiée*)].

Le golfe d'Annaba (Fig. 3) est limité à l'Est par le cap Rosa (8°15' Est et 36°58' Nord) et à l'ouest par le cap de Garde (7°47'Est et 36°58'Nord). La distance séparant les deux caps est d'environ 40 km et la profondeur maximale des eaux est estimée à 65 mètres (moyenne = 50 m). Selon (Vaissière et Fredj 1963), le plateau continental est généralement étroit, avec un fond hétérogène; ce dernier est accidenté, nettement restreint au nord du cap de garde, puis s'élargit dans le golfe jusqu'à 27 km puis se rétrécie légèrement au niveau du cap Rosa.

La température et la salinité varient entre 19,4°C et 25,8 °C et 36,9 psu à 38,1 psu, respectivement (Hannachi, 2015). Le golfe est battu par les vents Nord à Nord-Ouest de la fin de l'automne jusqu'à la fin du printemps et par un vent d'Est en été. La côte Sud-ouest, particulièrement exposée aux vents du Nord, est sujette à d'intenses transports et accumulations sédimentaires générés par l'action hydrodynamique. A proximité du cap de Garde, il existe un courant principal résiduel qui progresse vers la côte en prenant une direction Sud (150° - 180°) avec une vitesse de 0,25 à 0,35 m/s. En l'absence de toute autre cause motrice de l'eau, de lents tourbillons plus au moins vastes prennent naissance le long du rivage, d'origines non précisées. Plus au Sud du cap, le courant se dirige vers l'Est aux environs de l'oued Mafrag (90° - 100°) en diminuant d'intensité (0,10 à 0,25 m/s) (Anonyme, 1996).

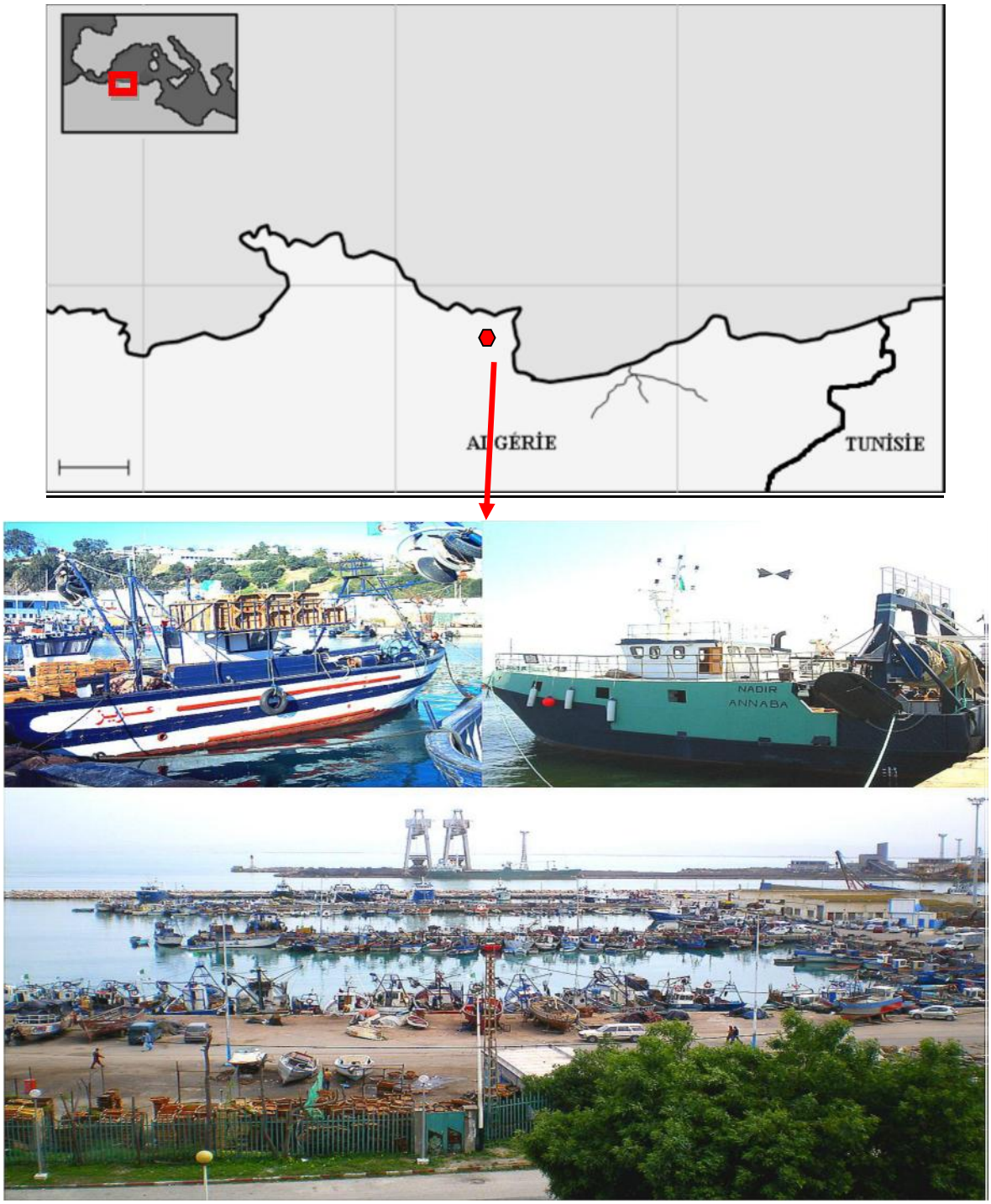


Figure 3. Limites géographiques des zones de pêche et photographies des ports correspondants, Golfe d'Annaba à partir desquelles nous avons échantillonnés notre espèce (a). La pêcherie de la sardine du port de pêche d'Annaba [Sardinier (en haut à gauche) et Chalutier pélagique (en haut à droite)]. (b).

3. La baie de Bou-Ismail

La baie de Bou-Ismail (Algérie) se trouve dans le sous bassin algérien de la méditerranée occidentale (Fig. 4) entre 2° 54 Est-36° 48 Nord et 2° 24 Est-36° 38 Nord. Elle est orientée du Sud-Ouest au Nord- Est avec une ouverture de 40 Km et une superficie d'environ 350 Km2 (Houma, 2009). La température de surface dans la baie de Bou-Ismaïl est comprise entre 21 °C et 27 °C (Houma, 2009), avec une moyenne de 24.36°C. Dans les eaux profondes, la température est relativement stable (Lalami-Taleb, 1970). Elle varie entre 15 °C (à 150 m), et 16.9 °C (à 100 m) (Houma, 2009). Les eaux de la baie de Bou-Ismail se caractérisent par une certaine homogénéité. La salinité varie de 0,1‰ à 0,2‰ entre la surface et le fond (LalamiTaleb, 1970).

4. La baie d'Alger

Ouvert sur la mer méditerranéenne, le port d'Alger est situé sur le littoral ouest d'une longue baie en forme de croissant constituent, la baie d'Alger (Fig. 4). Le port, s'étend sur une surface globale de 126 hectares. Dans le cycle saisonnier annuel, on note deux périodes. La première, chaude, s'étale de mai à octobre avec un maximum en aout (39,2°C). La seconde, relativement froide, couvre les autres mois de l'année avec un minimum en février (3°C). La différence des températures moyennes entre ces deux périodes est de 15,5°C (LEM, 2006). Les valeurs de la salinité de l'eau de mer du port d'Alger fluctuent entre 35,4 et 35,9 PSU en février et entre 36 et 36,5 PSU en avril. Les moyenne de salinité sont 35,6 et 36,2 PSU en février et avril respectivement (Kaci, 2017).



Figure 4. Carte géographique des baies (baie d'Alger et baie de Bou-smail) (Google Earth, 2021, modifiée)

5. Matériel biologique

5.1. Morphologie et caractères distinctifs

La sardine commune, *S. pilchardus* est un poisson pélagique, 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. 5) . La sardine possède 2 opercules non échancrés ornés de stries rayonnantes bien marquées, avec un museau légèrement saillant (Fig. 5), elle Présente une rangée horizontale de taches sombres peu accentuées sur les flancs (Fig. 5) . 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) . Elle est commune de 15 à 20 cm et peut atteindre une taille maximale de 25 cm (Fischer *et al*., 1987) .

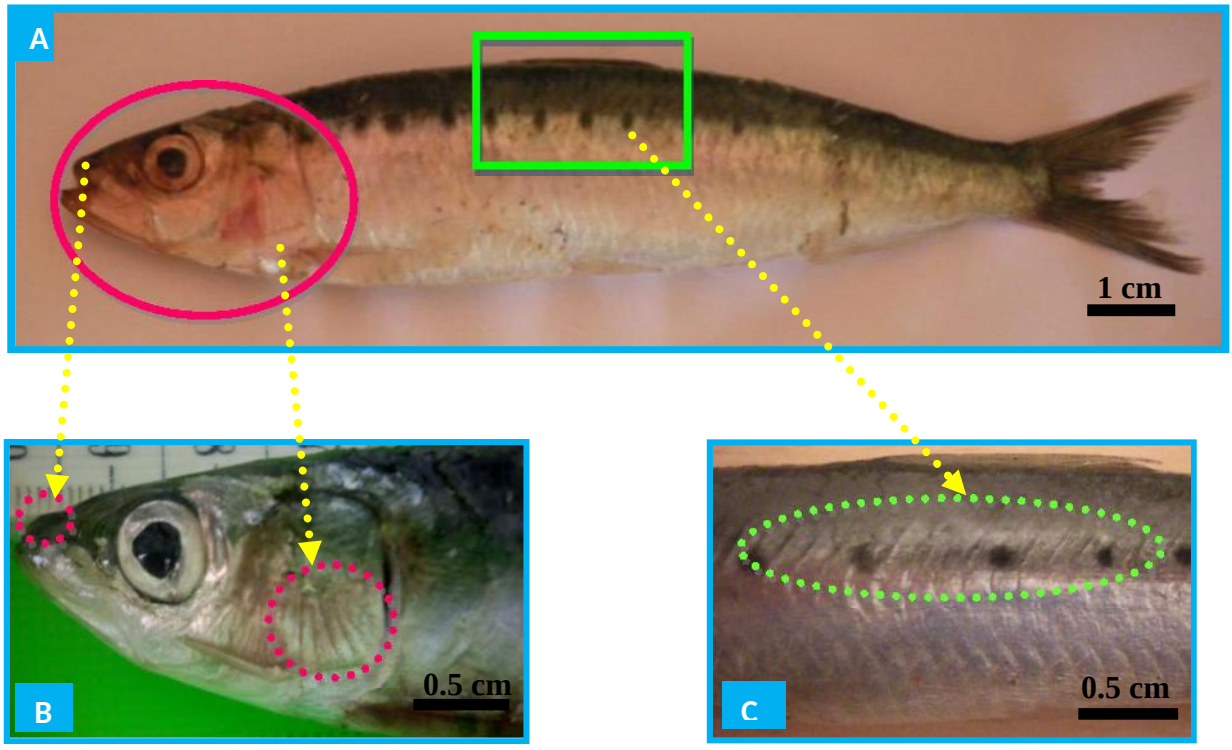


Figure 5. Photographies montrant la morphologie externe de *S. pilchardus*. **A**, corps couvert d'écailles caduques sauf sur la tête ; **B**, tête avec museau légèrement pointu (pointillés jaunes) et opercule orné de stries rayonnantes (pointillés rouges); **C,** rangée horizontale de taches sombres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

5.2. Position systématique

La sardine dont la systématique a demeurée longtemps confuse, était d'abord considérée comme un petit hareng puis confondue avec le sprat. En 1792, Walbaum sépare la Sardine du sprat et lui attribue son nom d'espèce, *Sardina pilchardus*. Les naturalistes qui lui Succèdent, continuent à la nommer *Clupea sprattus*. En 1826, Risso a fait de la sardine Méditerranéenne une espèce particulière et lui donne le nom de *Clupanodon* sardina, mais Cuvier, dans «le Règne animal», reprend le nom d'espèce, *Sardina pilchardus* (Lee, 1961). Dans le genre Sardina, il n'existe qu'une seule espèce, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792), Dont la systématique est la suivante (Tab. 2)

Ainsi, la sardine a reçu plusieurs dénominations parfois utilisées, mais non valides :

Clupea pilchardus **(Bloch, 1795).**
Clupanodon sardina **(Risso, 1826).**
Sardina pilchardus sardina **(Risso, 1827).**
Clupea sardinia **(Lowe, 1837).**
Sardina dobrogica **(Antipa, 1904).**

Systématique	Noms scientifiques	Noms communs	Caractéristiques morphologiques
Embranchement	*Chordata*	Chordés	Animaux avec organisation complexe, définie par 3 caractères originaux: tube nerveux dorsal, chorde dorsale, et tube digestif ventral.
Sous-embranchement	Vertebrata	Vertébrés	Chordés possédant une colonne vertébrale et un crâne qui contient la partie antérieure du système nerveux.
Super-classe	Osteichtyes	Ostéichtyens	Vertébrés à squelette osseux.
Classe	Actinopterygii	Actinoptérygiens	Ossification du crâne ou du squelette tout entier. Poissons épineux ou à nageoires rayonnées.
Sous-classe	Neopterygii	Néoptérygiens	
Super-ordre	Teleostei	Téléostéens	Poissons à arêtes osseuses, présence d'un opercule, écailles minces et imbriquées.
Ordre	Clupeiformes	Clupéiformes	
Famille	Clupeidae	Clupéidés	Poissons marins. Absence d'écailles sur la tête, certaines espèces en sont même dépourvues sur le corps. Ligne latérale courte ou absente, dents minuscules ou absentes. Planctonophages.
Genre			***Sardina***
Espèce			***Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)**

5.3. Distribution géographique

La sardine, *Sardina pilchardus* est rencontrée tout le long des côtes atlantiques et méditerranéennes (Fig. 6). En Méditerranée, la sardine se trouve tout le long de la bordure Nord des bassins occidental et oriental, des côtes espagnoles jusqu'au sud de la Turquie, en mer Égée et en mer Noire. Sa présence est rare dans le bassin oriental et au large des côtes libyennes (Fischer et al. 1987). En Atlantique Est, son aire de distribution se prolonge de la mer du Nord au Sénégal (Fréon et al. 1978; Mouhoub, 1986), aux archipels des Açores, de Madère et des Canaries (Furnestin, 1952; Silva, 2003). Sur la côte du Nord-Ouest de l'Afrique, l'aire d'extension des sardines est très liée à celle des Upwellings côtiers et sa distribution se limite aux isothermes de surface 12 à 20°C (Bauchot, 1987).

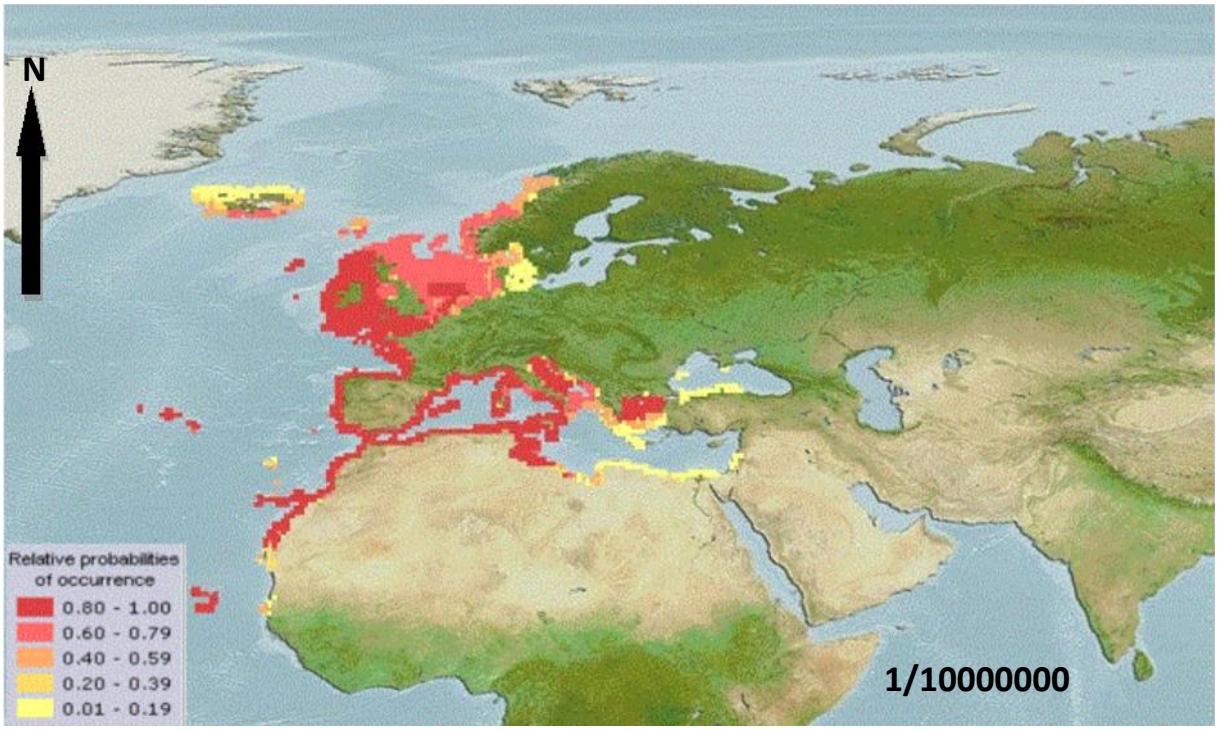


Figure 6. Répartition géographique de *S. pilchardus* (www.fishbase.org). L'échelle des couleurs illustre l'occurrence d'apparition de l'espèce dans les zones indiquées. Noter que pour l'Algérie cette occurrence est comprise entre 0.8 et 1

5.4. Reproduction de l'espèce

Tab 3. Connaissance sur l'écologie de la reproduction de la sardine (Aldeberet et Tournier. 1971).

Période de sardine	**Septembre – juin**
Pics de pontes	Janvier – février
Condition favorables à la ponte	Température 10° à 18° Salinité 37.6 à 38%

La sardine présente un cycle de vie qui se caractérise essentiellement par une croissance rapide, une durée de vie courte qui peut aller jusqu'à 14 ans, une taille petite qui peut atteindre 27 cm dont 90% est atteinte durant la première année de son cycle, une maturation rapide qui est un paramètre biologique important. Elle est utilisée principalement pour définir la saison de ponte d'une espèce et pour suivre à long terme les changements dans le cycle de ponte. La maturité de sardine associée à une grande fécondité et une mortalité élevée surtout en phase larvaire (Whitehead. 1985; Rochet. 2000; Rose et al, 2001).

La période de reproduction de la sardine à lieu tout l'année. Les pontes sont faibles de Septembre à Octobre, puis elles s'intensifient rapidement jusqu'à fin Décembre pour atteindre leur maximum début Janvier. Elles restent néanmoins assez fortes jusqu'en Février. Les reproducteurs deviennent adultes a 2ans.(Aldebert et Tournier). La sardine acquiert sexuelle entre 10 et 20 cm selon les populations (Quéro et vayne,. 1997).

La femelle se reproduit dés la deuxième année, elle possède une forte fécondité, elle peut libérer jusqu'à 35 000 œufs pélagiques (Whitehead, 1985), qui dérivent au gré des courants et éclosent en 2 à 4 jours après la ponte, l'alevin mesure 4 mm (Quéro et vayne,. 1997).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).

L'identification et la définition des unités de stocks halieutiques sont une donnée importante dans l'aménagement des pêcheries. Elle nécessite une parfaite connaissance du cycle de vie du poisson .Le cycle de vie d'un poisson peut être schématisé par deux phases, la phase larvaire et la phase adulte, reliée sente elles par deux phénomènes biologiques, le recrutement et la reproduction (Fig. 7)

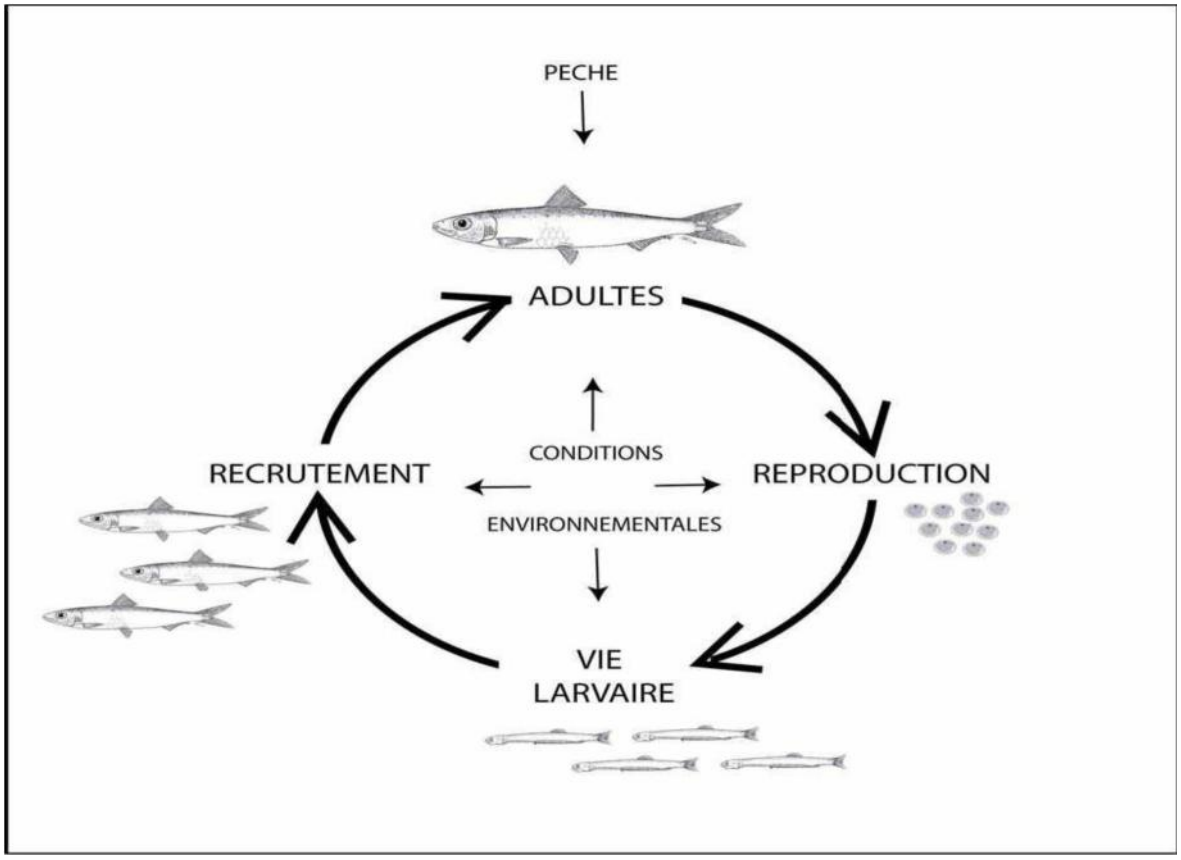


Figure 7. Cycle de vie de la sardine, *sardina pilchardus*, et influence de différents paramètres sur les étapes du cycle de vie. (Olivar et al ,. 2001).

5.5. Régime alimentaire

La sardine et les autres petits poissons pélagiques sont surnommés « fourrage de la Mer », en effet, ils constituent une nourriture abondante qui va servir à nourrir d'autres êtres. Ils sont au milieu de la chaine alimentaire (pyramide des biomasses), c'est-à-dire qu'ils sont à la fois proies et prédateurs. 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). (Fig. 8).

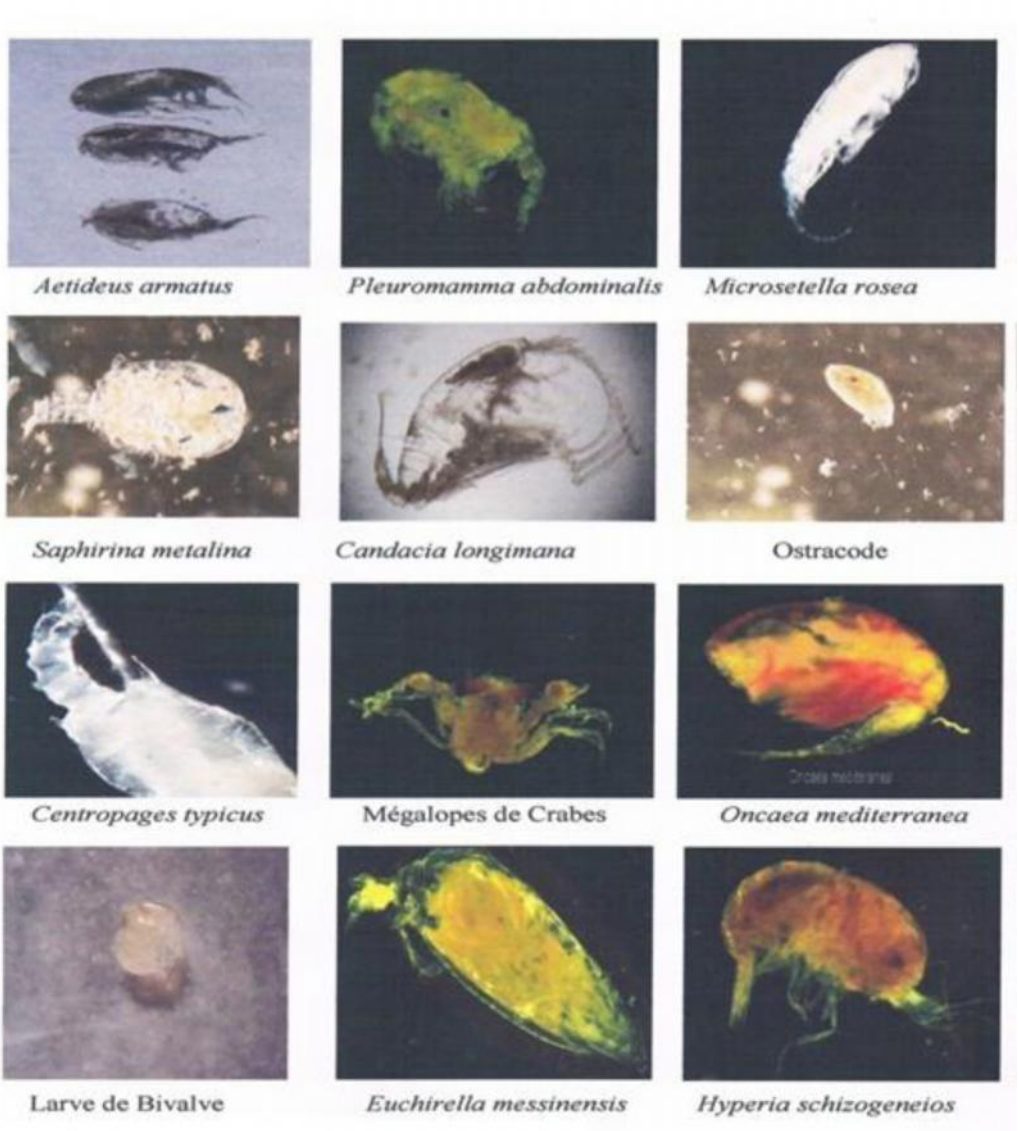


Figure 8. Proies consommées par la sardine (FISHER et al,. 1987).

6. Echantillonnage et travail de paillasse

Le choix de l'échantillonnage est un critère important est indispensable à prendre en considération, car il n'est pas facile, d'obtenir un échantillon qui soit représentatif, de la population étudiée. D'ailleurs il est l'un des problèmes les plus difficiles à résoudre (D'agent, 1976). Un échantillon est dit aléatoire, lorsque tout individu faisant partie du stock a autant de chances d'être tiré que les autres (Sparre, 1996). Plusieurs facteurs interviennent dans le biais de l'échantillonnage. Certains sont dus au comportement du poisson (migration, recrutement); autres sont dus, à la sélection de l'engin de pêche.

Cette étude est basée sur un échantillonnage bihebdomadaire qui a été effectué à partir des poissonneries de Médéa et celles de Annaba, entre Mars et Mai 2022. Un total de 130 individus est choisi soigneusement tout en respectant autant que possible toutes les classes de tailles présentes. Apres échantillonnage, les poissons sont rapidement enveloppés par du plastique et mis en congélation. L'étude porte sur la biologie, la biométrie, la croissance et l'âge de la sardine.

Au laboratoire (Fig. 9), Les poissons ont été mesurés, pesés puis disséqués (Fig. 9). Le foie, les gonades, les otolithes et les écailles ont été prélèves afin d'être fixés.



Figure 9. Photographies montrant des caisses de sardines fraiches à la pêcherie de Médéa ainsi que les nos échantillons au laboratoire

7. Etude biométrique

Au laboratoire une série de 9 mesures morphométriques et méristiques sont effectuées sur chaque poisson. Ces mesures ont été faites sur la base des études précédentes, de façon à obtenir un maximum d'information sur le poisson étudié. Toutes les mesures métriques sont réalisées, au centimètre près, sur une planche à mesurer, composée d'une règle graduée et la lecture est effectuée sur la règle. La détermination du sexe a été réalisée après la dissection des poissons.

Les différentes mesures relevées (Fig. 10) :

- 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 à la fourche (Lf) en cm (longueur prise depuis l'extrémité de la mâchoire supérieure à l'extrémité de l'échancrure de la nageoire caudale).
- la longueur standard (Ls) en cm (longueur prise depuis l'extrémité de la mâchoire supérieure à l'articulation du pédoncule caudal).
- Longueur céphalique (Lc) en cm (longueur allant de l'extrémité de la mâchoire au bord postérieur de l'opercule).
- Longueur pré anale (Lpa) (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) (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.

Les mesures ont été réalisées avec un compas à pointe sèche (Fig. 11)

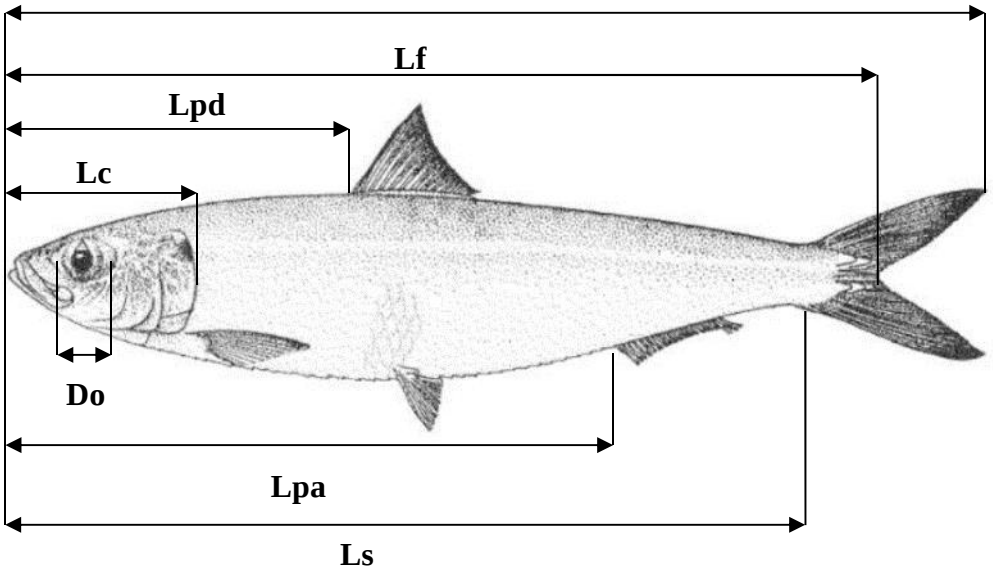


Figure 10. Différentes mesures effectuées chez *Sardina pilchardus*



Figure 11. Méthode de mesure des paramètres considérés dans cette étude

8. Dissection et pesage

La dissection des spécimens de poissons échantillonnés a été réalisée grâce à une trousse de dissection, d'abord à l'aide d'une pince fine et des ciseaux. Pour faire une dissection proprement dit, il faut tout d'abord faire une incision à la hauteur de l'orifice uro-génital jusqu'au cœur (Fig. 12). Cette dissection nous permettra de retirer le tube digestif et ses annexes, et de disposer le tout dans une boite de Pétri pour observation. Chaque partie d'organe du tube digestif est incisée longitudinalement.

Pour déterminer la taille pour laquelle le sexe est identifiable à l'œil nu. La détermination du sexe a eu lieu après dissection des spécimens du poisson, et à partir des critères morphologiques (forme et couleur) des gonades on peut séparer les gonades mâles et les gonades femelles (Marcano et al., 2007). On distingue alors le mâle qui présente des gonades blanches à jaunâtre et les femelles avec des gonades de couleur brique à rougeâtre.

Les poissons sont disséqués sur une planche en verre propre. Une incision est faite de l'anus jusqu'aux branchies, le prélèvement des gonades et des foies est effectué sur l'ensemble de l'échantillonnage puis on pèse les différents organes afin d'établir les rapports de somatique.



Figure 12 . Photos illustrant la dissection du poisson ainsi que la trousse de dissection.



Figure 13. Pesage des différents paramètres (poids total et éviscéré, poids de la gonade (photo prise au laboratoire)

Le sexe est identifié à l'œil nu. Chez les mâles, la forme des testicules est en lame de couteau de couleur rose à blanchâtre (Fig. 14) alors que chez les femelles, la gonade est en forme de sac et sa coloration est plutôt jaune orangée (Fig. 14)



Figure 14. Gonades femelles (♀), gonade mâle (♂)

9. Rapport gonado-somatique (RGS)

La taille des gonades est un critère souvent utilisé dans les échelles macroscopiques de développement des ovaires ou des testicules. Devant l'incertitude du diagnostic de ces échelles, une mesure plus objective mettant en relation le poids des gonades et celui du corps a été introduite, le rapport gonado-somatique (**RGS**). En plus d'indiquer le stade de développement des gonades, la forme de la courbe d'évolution de **RGS** peut aussi donner une indication sur la stratégie et la période de ponte d'une espèce (West, 1990 ; Mahé et al. 2005).

L'évolution temporelle du **RGS** d'un poisson mature suit généralement trois phases. Une première phase où ce rapport est minimum et qui correspond à la période de repos biologique. Une deuxième phase où Le **RGS** commence à augmenter et qui correspond à la phase de maturation des ovocytes et enfin une phase où il commence à diminuer après le pic et qui correspond à la période de ponte proprement dite.

Le type des gonades ainsi que leurs poids sont déterminés après dissection des poissons (Fig. 15)

La formule utilisée pour établir le **RGS** individuel est la suivante :

$$\mathbf{RGS = G^* 100/W}$$

Avec :

G : poids de la gonade (g) ;

W : poids du poisson total (g).

10. Rapport hépato-somatique (RHS)

Chez les Poissons, le foie joue un rôle très important dans les processus liés à l'élaboration des produits génitaux. Il a été démontré chez les femelles de certains poissons que cet organe participe à la synthèse de la vitéllogénine, principale protéine précurseur du vitellus des oeufs (Nunez, 1985).

Le foie est soigneusement prélevé après dissection pour évier sa dégradation (Fig. 18)



Figure 15. Foie en bon état prélevé d'un poisson frais

Le rapport hépato-somatique **RHS** est égal à cent fois le poids du foie sur le poids total du poisson (Bougis, 1952).

$$\mathbf{RHS = (F/ W) *100}$$

Avec :

F: poids du foie (g) ;

W : poids du poisson total (g).

Son évolution saisonnière permet de quantifier les variations pondérales du foie au cours du cycle reproducteur (Bertin, 1958).

11. 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) :

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

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 :

$$Ln\ PT = b\ Ln\ LT + Ln\ a$$

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.

12. Détermination de l’âge

12.1. 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 et 2009).

Analyse statistique par le logiciel FISAT II

FISAT est un outil d’évaluation des stocks préconisé par la FAO-ICLARM, c’est un produit résultant de la fusion de LFSA (evaluation des stocks basée sur les fréquences de taille) développé par la FAO (Sparre, 1987) et ELEFAN (analyse electronique des Fréquences de taille) développé par l’ICLARM* (International Center for Living Aquatic Resources Management) (Gayanilo *et al.* 2005). Toutes les routines dans le logiciel précédent et quelques autres routines nécessaires sont incluses dans FISAT II.

C’est un logiciel qui permet aux usagers de formuler des options d’aménagement pour les pêches, plus spécialement dans les contextes tropicaux qui manquent de données. Il a été développé principalement pour des analyses de données de fréquence de taille, mais permet également d’autres types d’analyses sur les données de taille-âge, de captures par âge, sélection et autres (FAO, 2005).

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.

Pour ce qui est de la méthode directe, une extraction des 155 paires d'otolithes est réalisée afin de déterminer l'âge des poissons. Les otolithes sont nettoyés à l'eau distillée et séchés pour être conservés afin de les observer ultérieurement sur fond noir sous photomicroscope optique.

12.2. Technique de prélèvement et de lectures des otolithes

Description et fonction des otolithes

Les otolithes sont des concrétions calcaires localisées dans le labyrinthe membraneux de l'oreille interne des poissons (Grasse, 1958). Les otolithes jouent un rôle important dans les fonctions de maintien de l'équilibre et d'orientation du poisson (Oxman et al. 2007). Ils sont composés principalement de carbonates de calcium ($CaCO_3$) sous la forme de cristaux d'aragonite (Morales-Nin, 1987).

Les otolithes sont des enregistreurs naturels de données de variations de croissances et de changements d'habitats, et inscrivent les informations dans leurs microstructures et leur chimie. Ces informations telles que l'âge, la croissance, les migrations, la reproduction ou le stress sont fondamentales pour l'étude de la dynamique des populations et la gestion des pêcheries (Begg et al. 2005). (Fig. 16).

La petite pellicule membranaire qui enveloppe l'otolithe, ces derniers ont été soigneusement nettoyés à l'eau puis essuyés (Panfili, 1992). Les otolithes ont été numérotés et conservés dans des pochettes en papier.



Figure 16. Prélèvement des otolithes (photos prises au laboratoire)

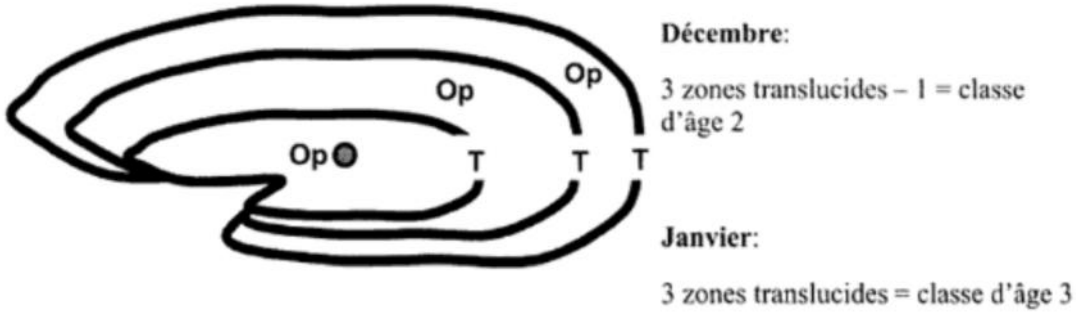
Estimation de l’âge à partir des otolithes

Presque toutes les structures squelettiques (écailles, arêtes, rayons de nageoire…) sont utilisées pour l’estimation de l’âge des poissons (sclérochronologie). Ce sont, toutefois, les otolithes qui permettent généralement de déterminer le plus précisément l’âge. En effet, autour du noyau de l’otolithe, ou *nucleus,* se forment des cercles concentriques (Fig. 17). Ces accroissements sont donc formés par dépôts successifs de calcium et de protéines correspondant respectivement à une zone transparente (zone-L) et une zone opaque (zone-D).

Les otolithes sont les premières pièces minéralisées qui apparaissent au cours des phases initiales de l'ontogenèse. A l'éclosion, la larve possède déjà ses paires de *sagitta* et de *lapilli* et leur formation est continue tout au long de la croissance, sans discontinuité, même en cas de privation alimentaire (Campana et Neilson 1985).

L’âge peut être estimé sur les otolithes à une échelle annuelle (Arneri et al. 2001; Panfili, 1993), mais également à une échelle journalière (Morales-Nin et Panfili, 2005). Par ailleurs, ces marques journalières ont permis d’établir la durée de la phase larvaire, l’âge de la métamorphose, le passage d’un habitat à un autre, la reproduction (Arai et al. 2000; De Casamajor et al. 2001; Taillebois et al. 2012).

L’observation des otolithes prélevés a été faite sous microscope optique, doté d’une caméra à haute résolution. Plusieurs photos sont prises pour chaque individu afin de déterminer la combinaison (contraste/clarté) des images à traiter.



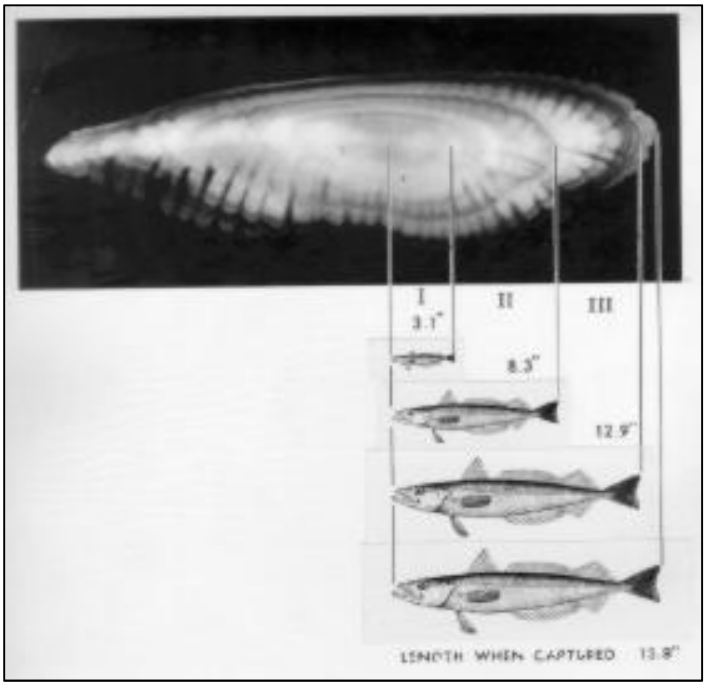


Figure 17. Anneaux de croissance visibles sur un otolithe

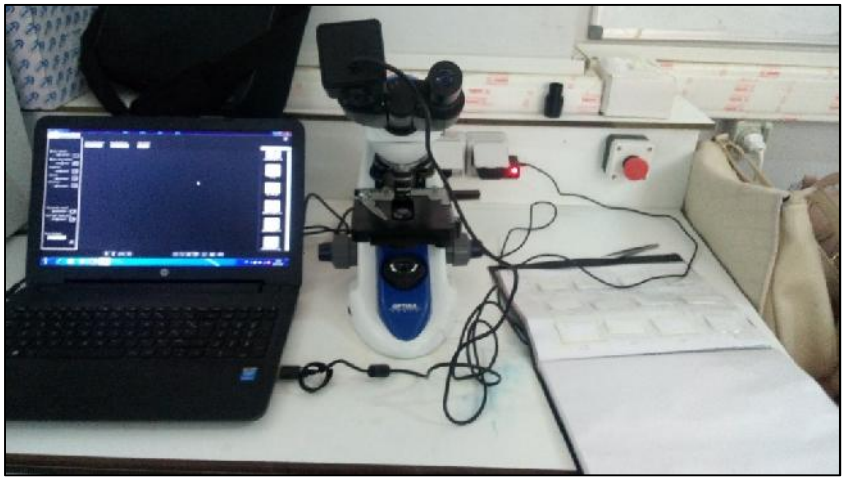


Figure 18. Microscope optique doté de caméra utilisé pour la lecture des otolithe

13. Analyse morpho-géométrique

13.1. Échantillonnage

L'échantillonnage issu de plusieurs prélèvements des débarquements de *S.aurita et S. pilchardus* réalisés au port de pêche d'Annaba (La Grenouillère). L'échantillon est composé de 179 individus, dont 59 individus de *S. pilchardus* (Annaba), 50 individus de *S. pilchardus* (Alger) et 70 specimens de *S. aurita* (Alger), les effectifs, limites de taille et de poids pour chaque population sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4. Effectifs, limites de taille et de poids pour chaque population de *S. aurita* et *S. pilchardus*.

		S. pilchardus (Annaba)			*S. pilchardus* (Alger)			*S. aurita* (Alger)		
		Popt	M	F	Popt	M	F	Popt	M	F
	N	59	36	6	50	8	38	70	35	35
Lt	Min	8,637	8,637	10,771	9,7	10,4	9,7	11	11,3	11
	Max	22,587	22,32	22,587	13,9	13,8	13,9	21,7	21,3	21,7
Pt	Min	4,35	4,35	8,41	6,57	8,87	6,57	10,21	20,3	10,21
	Max	87,81	77,77	87,81	22,79	21,41	22,79	86,2	83,04	86,2

Analyses

Pour une meilleure estimation des divergences entre les échantillons, nous avons procédé à des analyses multidimensionnelles traitant simultanément tous les caractères et échantillons analysés. Pour se faire, une analyse factorielle discriminante (AFD) a été utilisée. Ceci permet de discriminer, au mieux, les échantillons d'une même espèce ou d'espèces différentes (Dagnelie, 1975; Semple *et al.*, 1991). A fin d'enlever l'effet de la taille. Utilisant Excel, la matrice de données a était transformé en matrice de résidus.

Chaque population a était scinder aléatoirement en deux partie pour vérifié l'effet inter et intra spécifique. Les barycentres propres à chaque paramètres et population on était déterminé, utilisant le logiciel SPSS, et le clustering a était effectuer en utilisant le logiciel R®.

13.2. Morpho-géométrie

La morpho-géométrie est une méthode de biologie comparative qui permet de quantifier les variations de forme entre organismes, et ce indépendamment de leurs tailles. Dans cette méthode d'analyse morphologique, la forme est spécifiée à partir de coordonnées de points-repères ou « landmarks » homologues positionnés sur le contour du corps ou d'organes externes de chaque organisme. Les profils géométriques ainsi obtenus servent de représentations graphiques des variations morphologiques et sont utilisés pour déterminer les facteurs environnementaux impliqués dans la mise en place de variations morphologiques inter ou intraspécifique.

L'étude de la morpho-géométrie du corps n'a été effectuée que sur l'échantillon d'Annaba (59 individus).

Les individus ont été photographiés, tous les poissons ont été photographiés sur le côté droit et en vue dorsale.

Douze points-repères (landmarks) ont été sélectionnés de manière à intégrer la forme générale du

corps (Fig. 19). Ces landmarks décrivent des coordonnées en deux dimensions et ont été digitalisés sur les photographies à l'aide du logiciel TpsDig2 version 2.16 (Fig. 20) (Rohlf, 2010). Les fichiers tps ont été créés et organisés avec le programme tpsUtility version 1.53 (Rohlf, 2010)**.**

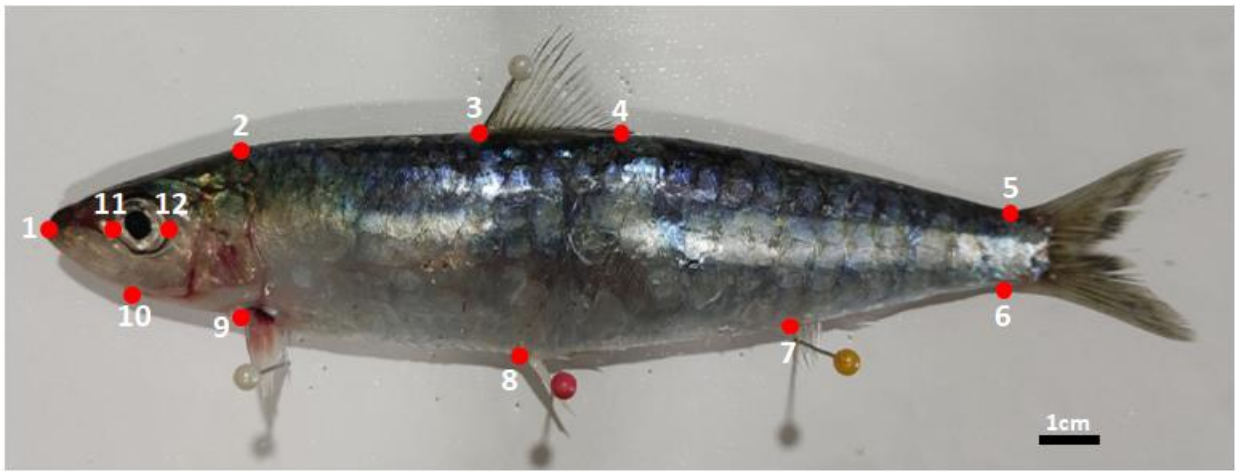


Figure 19 . Localisation des sept points repères homologues (landmarks) digitalisés sur chaque individu dans le programme tpsDig2.

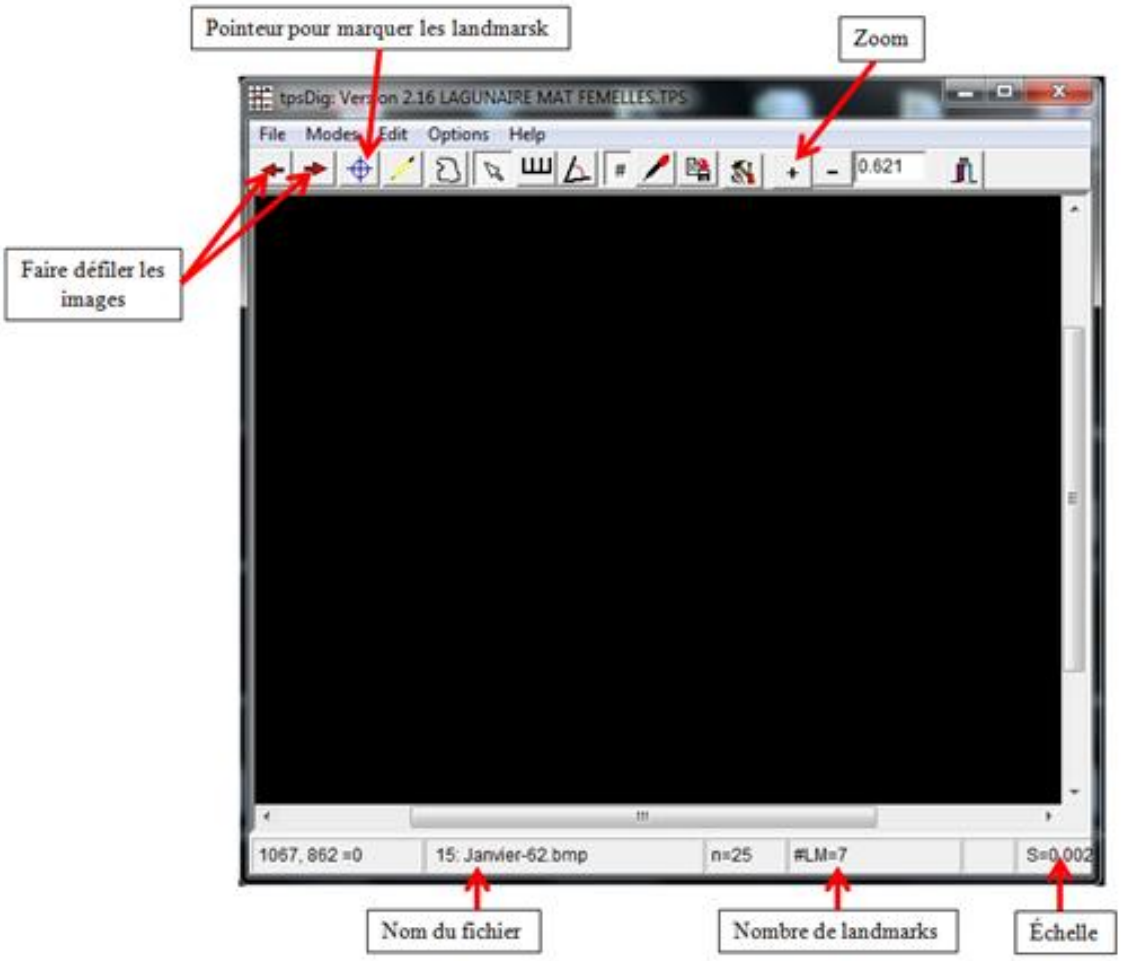


Figure 20. Présentation de l'interface graphique du logiciel tpsDig2.

Une fois les données récoltées, l'une des premières étapes est d'inspecter l'ensemble des données pour la vérification des données, l'élimination des données aberrantes, ou encore pour corriger toute erreur d'inattention, notamment la digitalisation de points repères inter changés avec le logiciel MorphoJ version 1.06d (Klingenberg, 2011).

Par la suite, afin de s'affranchir des différences de taille, l'orientation et la position du caractère étudié entre les différents individus, nous avons utilisée la méthode traditionnelle d'alignement des conformations géométriques dite de superposition Procruste (« Generalized Procrustes Analysis », GPA) (Klingenberg 2011).

Cette superposition se décompose en trois étapes: 1) une mise à l'échelle des configurations par rapport à la taille centroïde, 2) une translation des configurations permettant la superposition des centroïdes (centres de gravité) et 3) une rotation des configurations autour de leurs centroïdes afin d'obtenir une superposition optimale des points repères homologues (Fig. 21). Les nouvelles

coordonnées obtenues, appelées coordonnées Procruste, contiennent l'information complète sur la forme. Elles sont ainsi utilisées comme variables de forme.

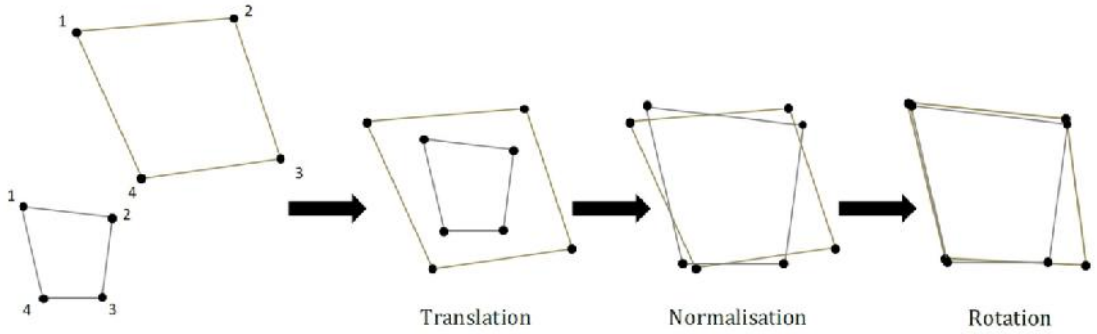


Figure 21. Illustration des trois étapes de la superposition Procruste (GPA) (Mitteroecker & Gunz 2009).

Nous avons procédé par la suite à une analyse canonique de la variance (CVA) ainsi qu'une analyse discriminante (Discriminant Function Analysis ''DFA'') pour les comparaisons deux-à-deux (Albrecht, 1980) sur les coordonnées procuste de chaque groupe d'individus utilisant le logiciel MorphoJ version 1.06d (Klingenberg, 2011).

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Chapitre 3. Résultats et discussion

1. Biométrie (population totale)

Les résultats des différentes relations biométriques de la population totale (sexes confondus) d'un effectif de 130 individus sont regroupés dans le tableau 5. Trois sur 07 paramètres présentent une allométrie de croissance majorante en relation avec la longueur totale, à savoir : la longueur pré anale (Lpa), le poids total (Pt), et le poids éviscéré (Pev). Trois paramètres présentent une isométrie de croissance et qui sont: la longueur standard (Ls) et la longueur pré dorsale (Lpd) ainsi que le diamètre oculaire (Do) par rapport à la longueur céphalique (Lc). Le seul paramètre qui présente une allométrie minorante par rapport à la longueur totale est la longueur céphalique (Lc).

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

Fonction	r	relation	Type d'allométrie	limites
				8.77≤LT≤23.74
Lc=f(LT)	0.87	$0.262LT^{0.89}$	A.Min	1.75≤Lc≤4.5
Do=f(Lc)	0.83	$0.265Lc^{1.025}$	Iso	0.51≤Do≤1.23
Lpd=f(LT)	0.95	$0.387LT^{0.974}$	Iso	3.28≤Lpd≤8.56
Lpa=f(LT)	0.97	$0.544LT^{1.056}$	A.Maj	5.62≤Lpa≤14.93
Ls=f(LT)	0.94	$0.754LT^{1.035}$	Iso	7.5≤Ls≤26.1
Pt=f(LT)	0.95	$0.004LT^{3.196}$	A.Maj	4.35≤Pt≤87.81
Pev=f(LT)	0.96	$0.004LT^{3.2}$	A.Maj	3.7≤Pev≤81.75

2. Biométrie (population du Centre)

Les résuLTats des différentes relations biométriques des individus provenant de la région centre d'un effectif de 61 individus sont regroupés dans le tableau 6. Quatre sur 07 paramètres présentent une allométrie majorante de croissance en relation avec la longueur totale, à savoir : la longueur pré anale (Lpa), la longueur standard (Ls), le poids total (Pt) ainsi que le poids éviscéré (Pev). Deux paramètres présentent une allométrie minorante, la longueur céphalique par rapport à la longueur totale et le diamètre oculaire (Do) par rapport à la longueur céphalique (Lc).

Tableau 6. Représentation des coefficients de corrélation (r), relation et type d'allométrie (a) ainsi que les équations des différents paramètres mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez la sardine (population du centre)

Fonction	r	relation	Type d'allométrie	limites
				11.3≤LT≤21.7
LC=f(LT)	0.7	$0.323LT^{0.82}$	A.Min	2≤LC≤4.2
Do=f(LC)	0.44	$0.507Lc^{0.498}$	A.Min	0.8≤Do≤1
Lpd=f(LT)	0.91	$0.316LT^{1.035}$	Iso	3.7≤Lpd≤8.2
Lpa=f(LT)	0.94	$0.475LT^{1.103}$	A.Maj	7≤Lpa≤14.4
LS=f(LT)	0.9	$0.329LT^{1.326}$	A.Maj	7.9≤LS≤26.1
Pt=f(LT)	0.92	$0.039LT^{2.475}$	A.Maj	20.3≤Pt≤86.2
Pev=f(LT)	0.93	$0.044LT^{2.386}$	A.Maj	19.1≤Pev≤73.01

3. Biométrie (population de la région Est, Annaba)

Les résuLTats des différentes relations biométriques des individus provenant de la région Est d'un effectif de 69 individus sont regroupés dans le tableau 7. Quatre sur 07 paramètres présentent une isométrie de croissance, à savoir : la longueur pré anale (Lpa), la longueur standard (Ls), la longueur pré dorsale ainsi que le diamétre oculaie par rapport à la longueur céphalique (LC). Le poids total (Pt) et le poids éviscéré (Pev) présentent une allométrie majorante de croissance par rapport à la longueur totale (LT). La longueur céphalique est le seul paramètre présentant une allométrie minorante par rapport à la longueur totale (LT).

Tableau 7. Représentation des coefficients de corrélation (r), relation et type d'allométrie (a) ainsi que les équations des différents paramètres mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez la sardine (population de Annaba)

Fonction	r	relation	Type d'allométrie	limites
				8.77≤LT≤23.74
LC=f(LT)	0.93	$0.254LT^{0.9}$	A.Min	1.75≤LC≤4.5
Do=f(LC)	0.91	$0.245Lc^{1.078}$	Iso	0.51≤Do≤1.23
Lpd=f(LT)	0.98	$0.355LT^{1.015}$	Iso	3.28≤Lpd≤8.56
Lpa=f(LT)	0.98	$0.603LT^{1.024}$	Iso	5.62≤Lpa≤14.93
Ls=f(LT)	0.99	$0.89LT^{0.98}$	Iso	7.5≤Ls≤19.52
Pt=f(LT)	0.96	$0.003LT^{3.235}$	A.Maj	4.35≤Pt≤87.81
Pev=f(LT)	0.97	$0.003Lc^{3.295}$	A.Maj	3.7≤Pev≤81.75

4. Biométrie (individus femelles)

Les résuLTats des différentes relations biométriques des individus femelles séparément d'un effectif de 42 individus sont regroupés dans le tableau 8. Trois sur 07 paramètres présentent une allométrie de croissance majorante en relation avec la longueur totale, à savoir : la longueur standard (Ls), le poids total (Pt) ainsi que le poids éviscéré (Pev). Trois paramètres présentent une isométrie de croissance et qui sont : les longueurs pré dorsale et pré anale (Lpd) et (Lpa), ainsi que et le diamètre oculaire par rapport à la longueur céphalique. Le seul paramètre qui présente une allométrie minorante de croissance est la longueur céphalique (Lc) par rapport à la longueur totale (LT).

Tableau 8. Représentation des coefficients de corrélation (r), relation et type d'allométrie (a) ainsi que les équations des différents paramètres mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez la sardine (individus femelles)

Fonction	r	relation	Type d'allométrie	limites
				10.92≤LT≤23.74
Lc=f(LT)	0.88	$0.285LT^{0.86}$	A.Min	2.1≤Lc≤4.29
Do=f(Lc)	0.71	$0.319Lc^{0.873}$	Iso	0.56≤DO≤1.23
Lpd=f(LT)	0.95	$0.393LT^{0.967}$	Iso	4.05≤Lpd≤8.56
Lpa=f(LT)	0.96	$0.636LT^{0.998}$	Iso	7.04≤Lpa≤14.93
Ls=f(LT)	0.89	$0.494LT^{1.185}$	A.Maj	8.1≤LS≤26.1
Pt=f(LT)	0.96	$0.007LT^{3.021}$	A.Maj	8.41≤PT≤87.81
Pev=f(LT)	0.96	$0.008Lc^{2.951}$	A.Maj	7.59≤Pev≤81.75

5. Biométrie (individus mâles)

Les résuLTats des différentes relations biométriques des individus femelles séparément d'un effectif de 42 individus sont regroupés dans le tableau 9. Deux paramètres sur 07 présentent une allométrie de croissance majorante en relation avec la longueur totale, à savoir : le poids total (Pt) ainsi que le poids éviscéré (Pev). Le reste des paramètres présentent une isométrie de croissance et qui sont : les longueurs pré dorsale et pré anale (Lpd) et (Lpa), la longueur céphalique (Lc) et la longueur standard (Ls), ainsi que et le diamètre oculaire par rapport à la longueur céphalique.

Tableau 9. Représentation des coefficients de corrélation (r), relation et type d'allométrie (a) ainsi que les équations des différents paramètres mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez la sardine (individus males)

Fonction	r	relation	Type d'allométrie	limites
				8.77≤LT≤21.68
LC=f(LT)	0.79	$0.248LT^{0.911}$	Iso	1.75≤LC≤4.5
DO=f(LT)	0.8	$0.289Lc^{0.955}$	Iso	0.51≤DO≤1.11
Lpd=f(LT)	0.93	$0.364LT^{0.997}$	Iso	3.28≤Lpd≤7.7
Lpa=f(LT)	0.96	$0.653LT^{0.998}$	Iso	5.62≤Lpa≤14
LS=f(LT)	0.97	$0.731LT^{1.05}$	Iso	7.5≤LS≤18.28
PT=f(LT)	0.92	$0.006LT^{3.065}$	A.Maj	4.35≤PT≤83.04
Pev=f(LT)	0.93	$0.005Lc^{3.093}$	A.Maj	3.7≤Pev≤72.84

6. Relation taille-poids

La relation entre la taille et le poids de *S. pilchardus* est exprimée par rapport à la population totale, et par rapport à chaque région analysée (Est et centre), ainsi que pour les mâles et les femelles séparément. La relation liant le poids total du poisson à sa longueur totale est exprimée par la relation : $Pt= 0.004LT^{3.196}$ ($r^2 = 0.911$) pour la population totale (Fig. 22). Le coefficient d'allométrie est supérieur à 3. Ainsi, l'allométrie entre la taille et le poids est majorante, traduisant une croissance pondérale plus rapide que la croissance linéaire.

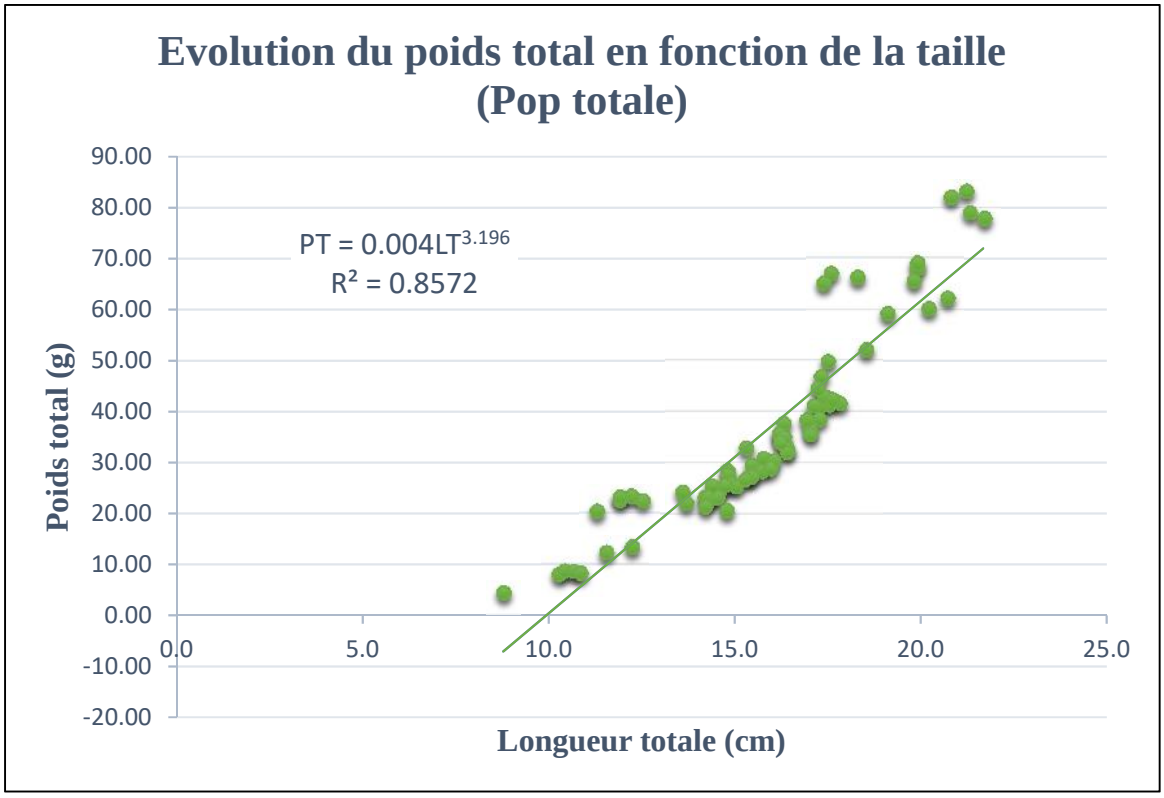


Figure 22. Evolution du poids en fonction de la taille (LT) de *S. pilchardus* (population totale)

La relation liant le poids total du poisson à sa longueur totale est exprimée par la relation : $Pt= 0.029LT^{2.573}$ ($r^2 = 0.858$) pour la population du centre (Fig. 23). L'allométrie entre la taille et le poids est majorante, traduisant une croissance pondérale plus rapide que la croissance linéaire.

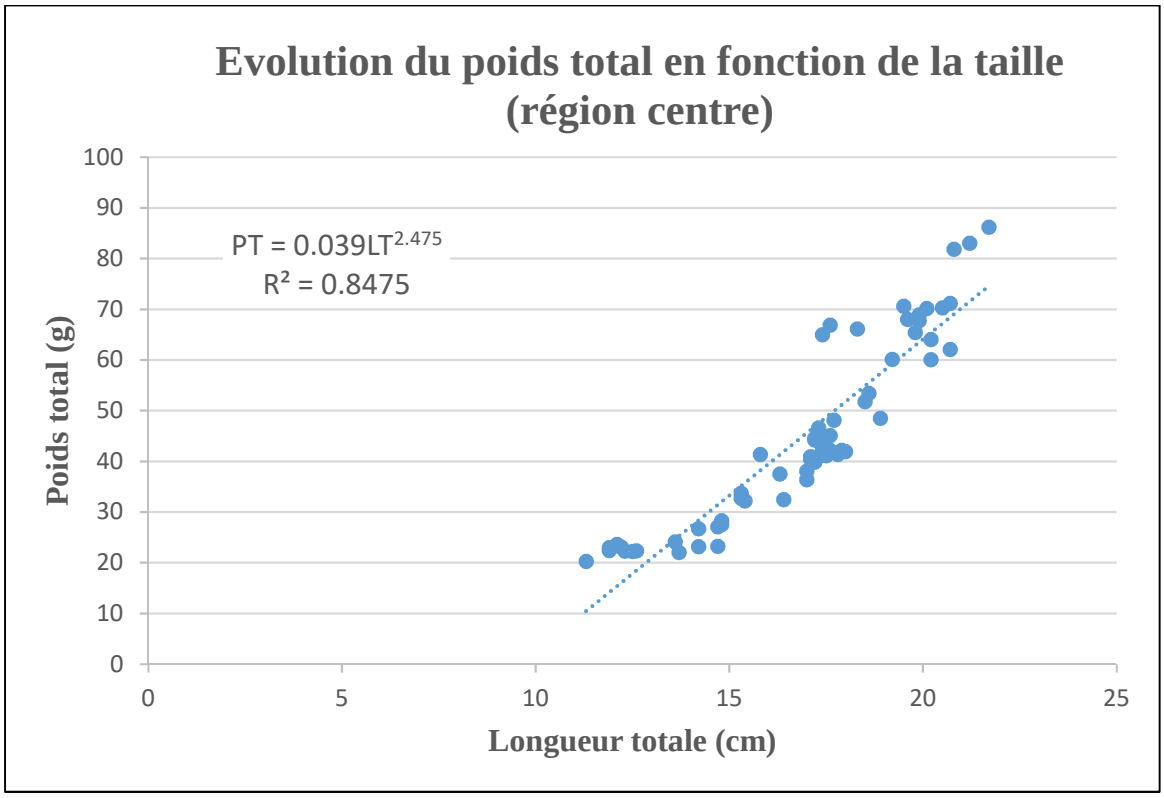


Figure 23. Evolution du poids en fonction de la taille (LT) de *S. pilchardus* (population du centre)

La relation liant le poids total du poisson à sa longueur totale est exprimée par la relation : $Pt= 0.004LT^{3.168}$ ($r^2 = 0.923$) pour la population du centre (Fig. 24). Le coefficient d'allométrie est supérieur à 3. Ainsi, l'allométrie entre la taille et le poids est majorante, traduisant une croissance pondérale plus rapide que la croissance linéaire.

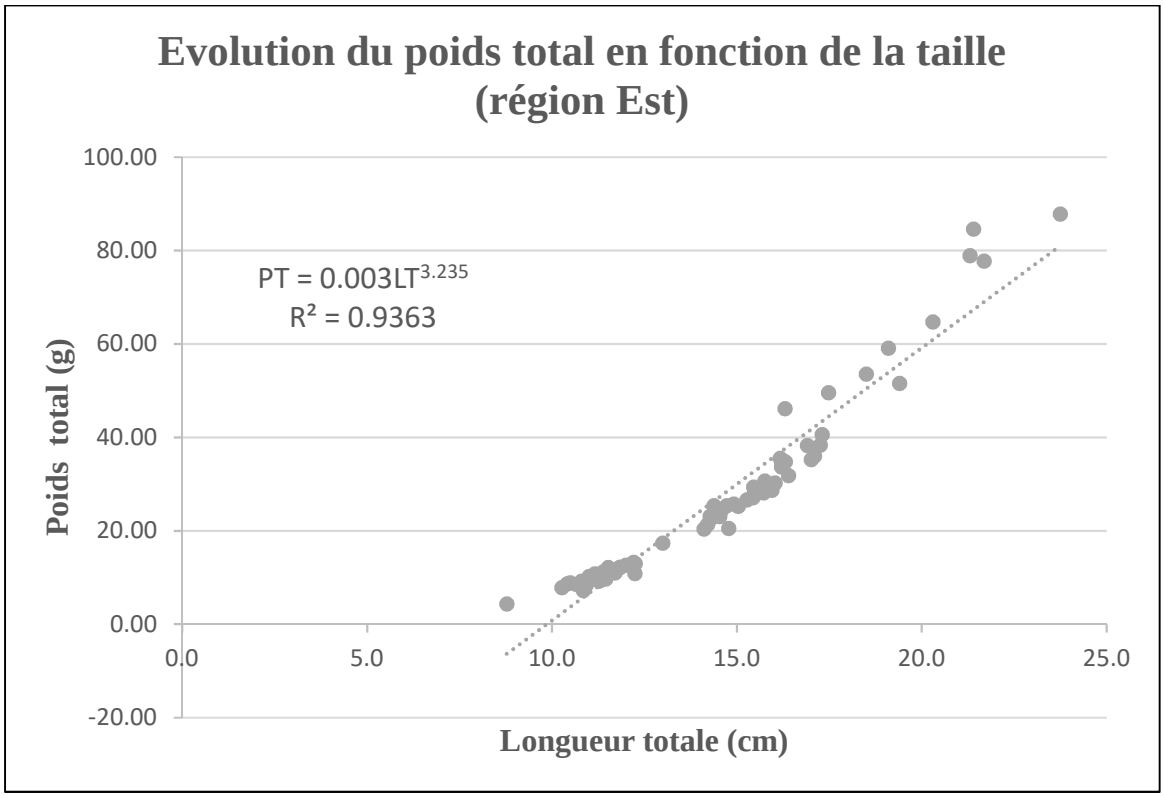


Figure 24. Evolution du poids en fonction de la taille (LT) de *S. pilchardus* (population de Annaba)

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 résultat obtenus mettent en évidence une corrélation hautement significative entre la taille et le poids (r^2 = 0.928), 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. 25)

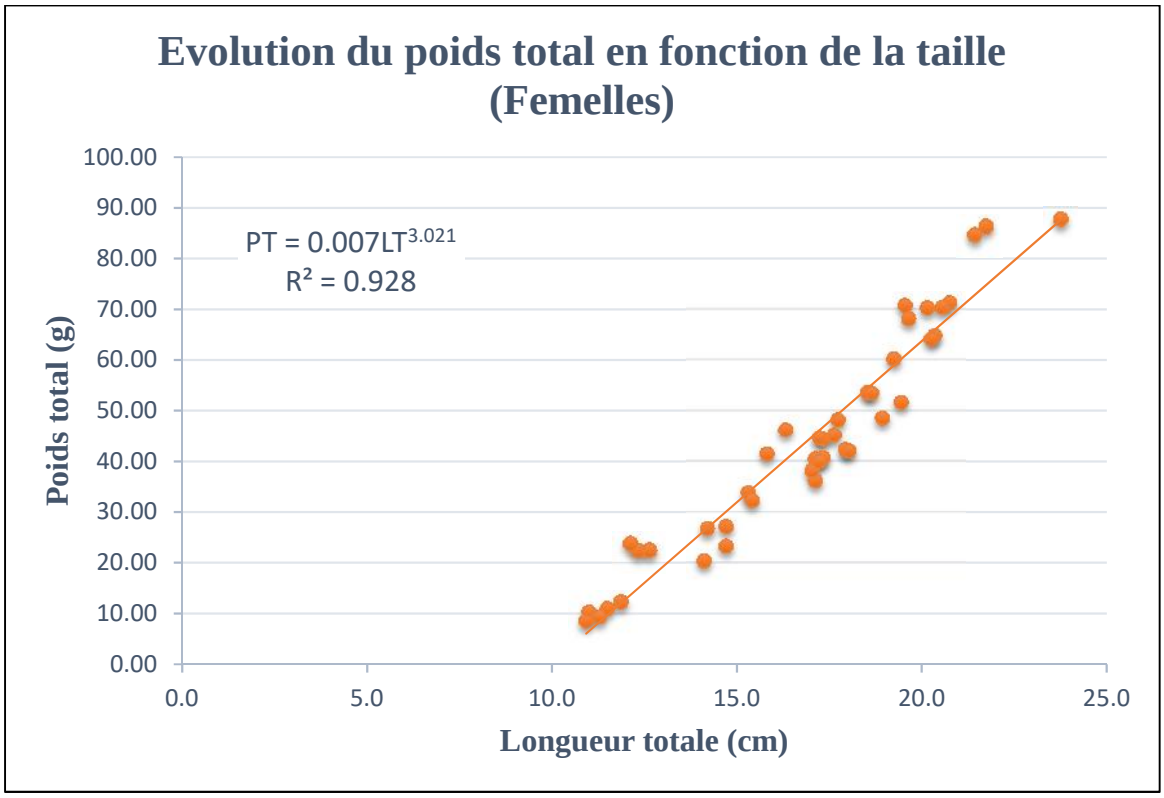


Figure 25. Evolution du poids en fonction de la taille (LT) de *S. pilchardus* (Individus femelles)

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. 26)

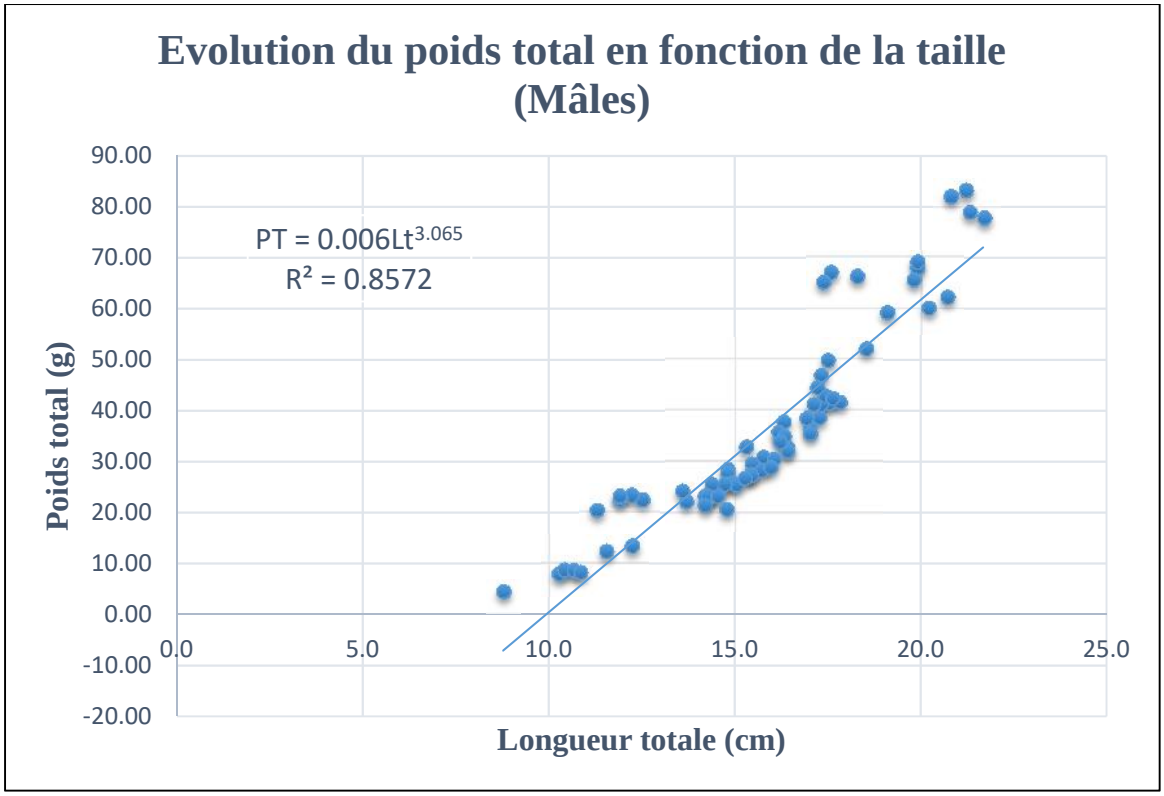


Figure 26. Evolution du poids en fonction de la taille (LT) de *S. pilchardus* (Individus mâles)

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

Les variables nécessaires pour la détermination de l'âge du poisson par la méthode des différences logarithmiques ou Battacharya (1967) de la sardine *S. pilchardus* sont représentées dans le tableau 10.

Tableau 10. Distribution des fréquences de tailles, par la méthode des différences logarithmiques de la sardine *S. pilchardus*. Avec: cc (mm), effectif N, et différences logarithmiques Δ Ln N

CC	N	Ln N	Δ Ln N	CC	N	Ln N	Δ Ln N
9	1	0	-	16.6	3	1.09861229	0.69314718
9.4	0	-	-	17	6	1.79175947	0.69314718
9.8	0	-	-	17.4	12	2.48490665	-0.69314718
10.2	1	0	1.09861229	17.8	6	1.79175947	-1.09861229
10.6	3	1.09861229	0.84729786	18.2	2	0.69314718	0.40546511
11	7	1.94591015	0.35667494	18.6	3	1.09861229	-0.40546511
11.4	10	2.30258509	-0.69314718	19	2	0.69314718	0.40546511
11.8	5	1.60943791	0.33647224	19.4	3	1.09861229	0.28768207
12.2	7	1.94591015	-1.25276297	19.8	4	1.38629436	0
12.6	2	0.69314718	-0.69314718	20.2	4	1.38629436	-0.28768207
13	1	0	-	20.6	3	1.09861229	-1.09861229
13.4	0	-	-	21	1	0	1.09861229
13.8	2	0.69314718	1.09861229	21.4	3	1.09861229	-0.40546511
14.2	6	1.79175947	0	21.8	2	0.69314718	-
14.6	6	1.79175947	-0.18232156	22.2	0	-	-
15	5	1.60943791	0.33647224	22.6	0	-	-
15.4	7	1.94591015	-0.33647224	23	0	-	-
15.8	5	1.60943791	0.33647224	23.4	0	-	-
16.2	7	1.94591015	-1.94591015	23.8	1	0	0

D’après les effectifs échantillonnés, on remarque la présence de tailles similaires sans dominance distincte d’une classe au profit des autres, avec une absence totale de juvéniles (Fig. 30). La taille minimale étant 8.8 cm.

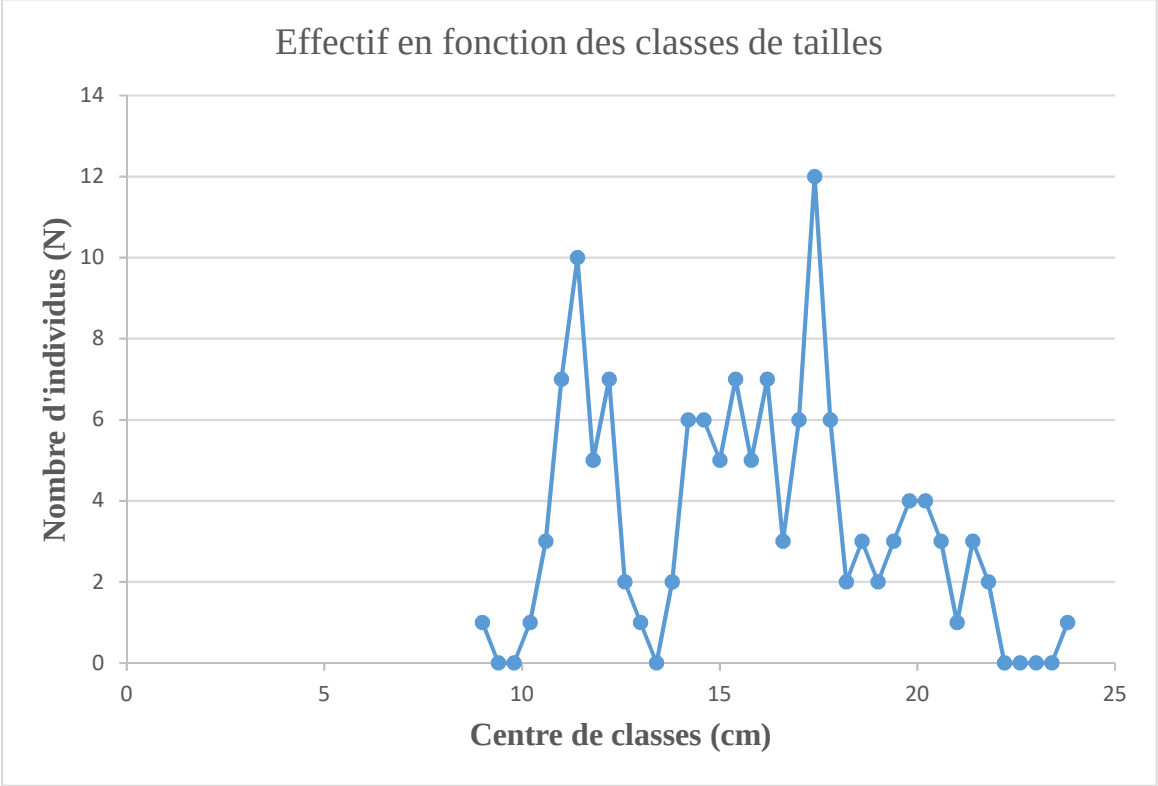


Figure 27. Distribution des effectifs sur les classes de tailles considérées (h=4mm)

Différentes amplitudes n’ont pas permis une bonne séparation des cohortes. 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 ($I/s \leq 2.2$)

La méthode de Battacharya (1967) nous a permis de décomposer l'échantillon de la sardine (sexes confondus), en 4 cohortes représentant chacune un âge. A chaque âge obtenu correspond une taille moyenne (mm) et un effectif (n). (Fig. 28).

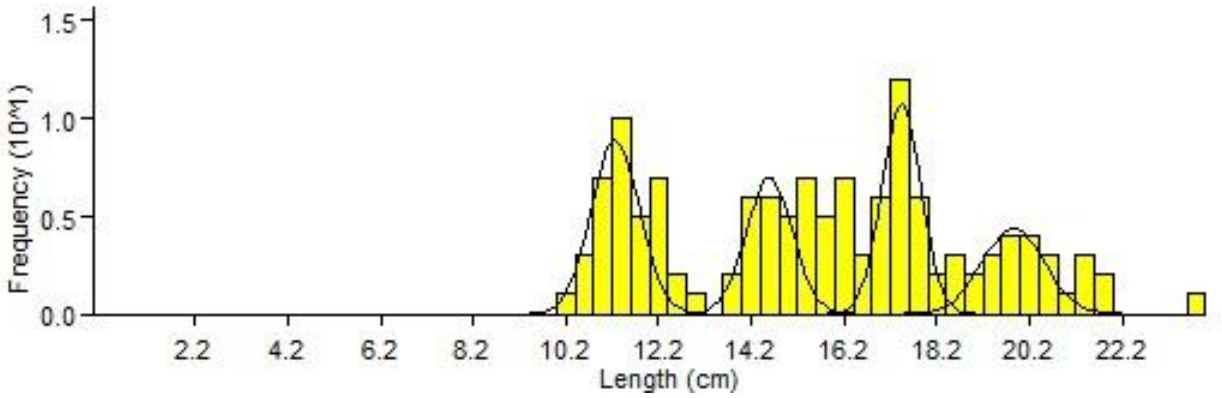


Figure 28. Décomposition de la distribution des fréquences de tailles en 4 cohortes par la méthode de Battacharya (1976), (FISAT ll)

Tableau 11. Représentation des résuLTats des clefs âge-longueur obtenus par la méthode de Battacharya (1967) (FISAT ll). n.a: non affiché, S.D écart type, S.I: indice de séparation, effectif (n)

Age	Taille moyenne (mm)	S.D	Effectif (n)	Indice de séparation S. I
1	11.27	0.52	28.92	n.a
2	14.59	0.5	21.92	2.39
3	17.44	0.42	28.48	2.25
4	19.85	0.67	18.47	2.15

8. Analyse discriminante utilisant les paramètres morpho-somatique

8.1 Caractérisation morphosomatique

Les différents paramètres métriques en fonction de leurs coefficients d'allométrie ainsi que détails des équations de conversion des différents caractères métriques en fonction de la longueur totale (Lt) ou de la longueur céphalique (Lc) et leurs coefficients de corrélation (r) sont représentés dans les tableaux 12, 13, 14.

L'étude morpho-somatique n'a été réalisée que pour la population totale, étant donné le nombre réduits des femelles pour certaines localités. Les résultats montrent une corrélation très hautement significative avec entre les paramètres mesurés et la Lt ou la Lc.

Pour *S. pilchardus* (Annaba) (Tab. 12) les couples de paramètres (Lc/Lt, DO/Lc, MD1/Lt) montrent une isométrie de croissance, alors que alors que (Dan/Lt, Ls/Lt) présentent une allométrie majorante de croissance.

En ce qui concerne *S. pilchardus* (Alger) (Tab. 13), les couples de paramètres étudiés (Lc/Lt, MD1/Lt, Dan/Lt) montrent une isométrie de croissance, alors que (DO/Lc, Ls/Lt) présentent une allométrie majorante de croissance

Pour *S. aurita* (Alger) (Tab. 14), les couples de paramètres étudiés (Lc/Lt, DO/Lc) montrent une allométrie minorante de croissance, les couples (Dan/Lt, Ls/Lt) présentent une allométrie majorante de croissance, alors que le couple MD1/Lt présente une isométrie de croissance

Tableau 12. Coefficient de corrélation et relation d'allométrie entre les différents couples de longueurs chez la population totale de *S. pilchardus* (Annaba).

Fonction	r	relation	Alométrie	Limites (cm)
Lc=f(Lt)	0.92	$0.239\ Lt^{0.909}$	Isométrie	8.63≤LT≤22.58 1.63≤LC≤3.91
DO=f(Lc)	0.93	$0.241\ Lc^{1.038}$	Isométrie	1.63≤LC≤3.91 0.45≤DO≤0.94
MD1=f(Lt)	0.98	$0.335\ Lt^{1.029}$	Isométrie	8.63≤LT≤22.58 3.16≤MD1≤7.75
Dan=f(Lt)	0.99	$0.531\ Lt^{1.067}$	Allométrie majorante	8.63≤LT≤22.58 5.31≤DAN≤13.89
Ls=f(Lt)	0.99	$0.782\ Lt^{1.02}$	Allométrie majorante	8.63≤LT≤22.58 7.05≤LS≤18.33

Tableau 13. Coefficient de corrélation et relation d'allométrie entre les différents couples de longueurs chez la population totale de *S. pilchardus* (Alger).

Fonction	r	relation	Alométrie	Limites (cm)
Lc=f(Lt)	0.74	$0.279\ Lt^{0.882}$	Isométrie	9.7≤LT≤13.9 2.1≤LC≤2.9
DO=f(Lc)	0.48	$0.196\ Lc^{1.339}$	Allométrie majorante	2.1≤LC≤2.9 0.5≤DO≤0.9
MD1=f(Lt)	0.85	$0.357\ Lt^{1.017}$	Isométrie	9.7≤LT≤13.9 3.5≤MD1≤5.2
Dan=f(Lt)	0.95	$0.566\ Lt^{1.054}$	Isométrie	9.7≤LT≤13.9 6.2≤DAN≤9.1
Ls=f(Lt)	0.96	$0.622\ Lt^{1.11}$	Allométrie majorante	9.7≤LT≤13.9 7.6≤LS≤11.4

Tableau 14. Coefficient de corrélation et relation d'allométrie entre les différents couples de longueurs chez la population totale de *S. aurita* (Alger).

Fonction	r	relation	Type d'alo	Limites (cm)
Lc=f(Lt)	0.71	$0.311\ Lt^{0.833}$	Allométrie minorante	11≤LT≤21.7 2≤LC≤4.5
Do=f(Lc)	0.47	$0.514\ Lc^{0.487}$	Allométrie minorante	2≤LC≤4.5 0.8≤DO≤1
MD1=f(Lt)	0.92	$0.325\ Lt^{1.028}$	Isométrie	11≤LT≤21.7 3.7≤MD1≤8.2
Dan=f(Lt)	0.94	$0.47\ Lt^{1.108}$	Allométrie majorante	11≤LT≤21.7 7≤DAN≤14.4
Ls=f(Lt)	0.96	$0.48\ Lt^{1.188}$	Allométrie majorante	11≤LT≤21.7 7.9≤LS≤18.1

8.2 Analyse discriminante utilisant les paramètres morpho-somatique

Le test statistique F de Fisher montre que toutes les variables sont discriminantes pourvu que les valeurs de signification enregistrées soient inférieures au seuil de 5%. Ainsi, la classification des échantillons (Tab. 15) sur ces critères donne un bon degré de fiabilité. Le pourcentage des individus totaux bien classés est de 64,16%. Le pourcentage des individus les mieux classés sont de 71,2 % pour les spécimens de *S. pilchardus* d'Annaba, suivie par *S. aurita* d'Alger (62,7%) et de *S. pilchardus* d'Alger (58,6).

Tableau 15. Pourcentage du bon taux de reclassement par validation croisée des individus au sein de chacun des sites de prélèvement utilisant les caractères métriques. Les rangés représente les groupes actuelles, alors que les colonnes les groupes prédis. Le pourcentage du bon taux de reclassement est donné en gras.

Validation croisée	Groupe de prédiction	*S. pilchardus* (Annaba)	*S. pilchardus* (Alger)	*S. aurita* (Alger)	Totale
Nombre	*S. pilchardus* (Annaba)	42	4	13	59
	S. pilchardus (Alger)	12	41	17	70
	S. aurita (Alger)	10	9	32	51
Pourcentage %	*S. pilchardus* (Annaba)	**71.2**	6.8	22	100
	S. pilchardus (Alger)	17.1	**58.6**	24.3	100
	S. aurita (Alger)	19.6	17.6	**62.7**	100

Le clustring sur la base des groupes de moyennes des caractères étudiés (Fig. 29), montre deux groupes différents, le premier groupe représente *S. aurita* d'Alger, alors que le deuxième groupe est formé par les individus de *S. pilchardus* d'Annaba et *S. pilchardus* d'Alger.

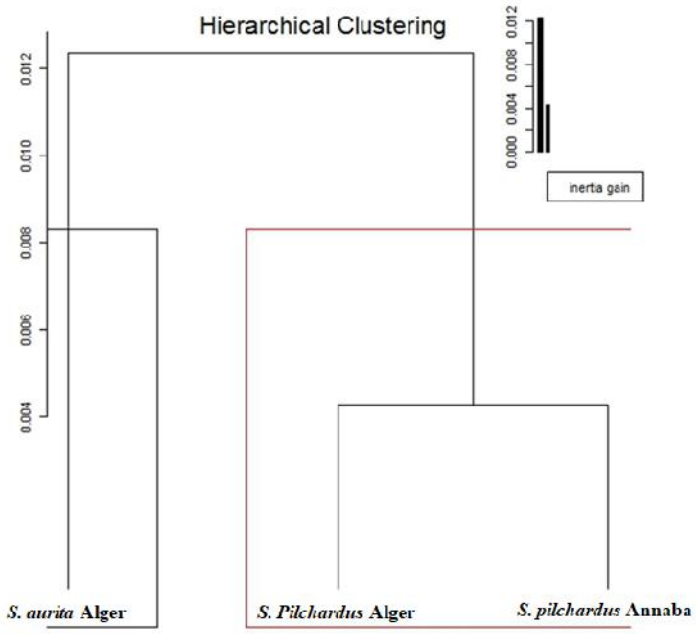


Figure 29. Classification hiérarchique réalisée utilisant les moyennes des caractères métriques des différentes populations échantillonnées de *S. aurita* et *S. pilchardus* . La ligne noire en gras correspond à la coupure arbitraire choisie.

8.3 Analyse morpho-géométrie

8.3.1 Vérification des valeurs aberrantes

Après avoir éliminé les valeurs aberrantes, nos données observées (en rouge) ne diffèrent pas grandement de la distribution normale théorique (en bleu) (Fig. 30), nous pouvons alors poursuivre l'analyse de nos données.



Figure 30. Diagramme de distribution cumulative des distances des échantillons individuels et de la forme moyenne de l'échantillon complet.

8.3.2 Superposition de Procruste

Après la superposition de Procruste dans MorphoJ, nous obtenons le graphe illustré par la figure 31.

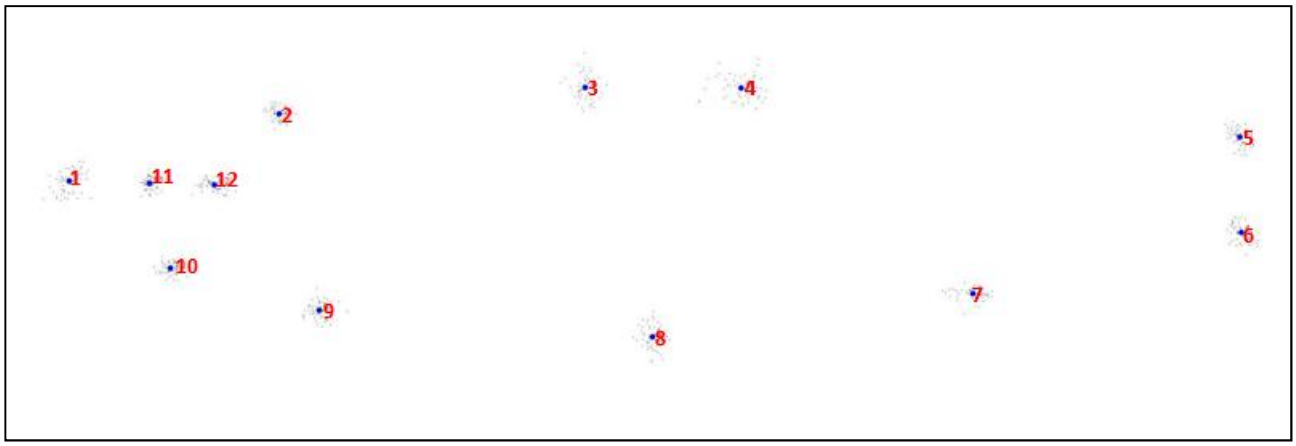


Figure 31. Résultat de la superposition de Procruste.

Les points repères consensus, montrés en bleu sur la figure 11, sont chacun entourés d'un nuage de points représentant les différentes coordonnées de tous les spécimens. Les points avec un nuage compact et sombre nous renseignent qu'ils ont des coordonnées rapprochées alors qu'un nuage étalé et diffus nous indique que les points s'éloignent du consensus.

8.3.3 Comparaison intra-specifique de *S. pilchardus* (Annaba)

Les résultats de l'analyse discriminante montre qu'il n'existe pas de des différences significatifs à l'intérieur de la population de sardines d'Annaba (P <0,001) (Fig. 32). Le pourcentage des

individus bien reclassés est de 52%.

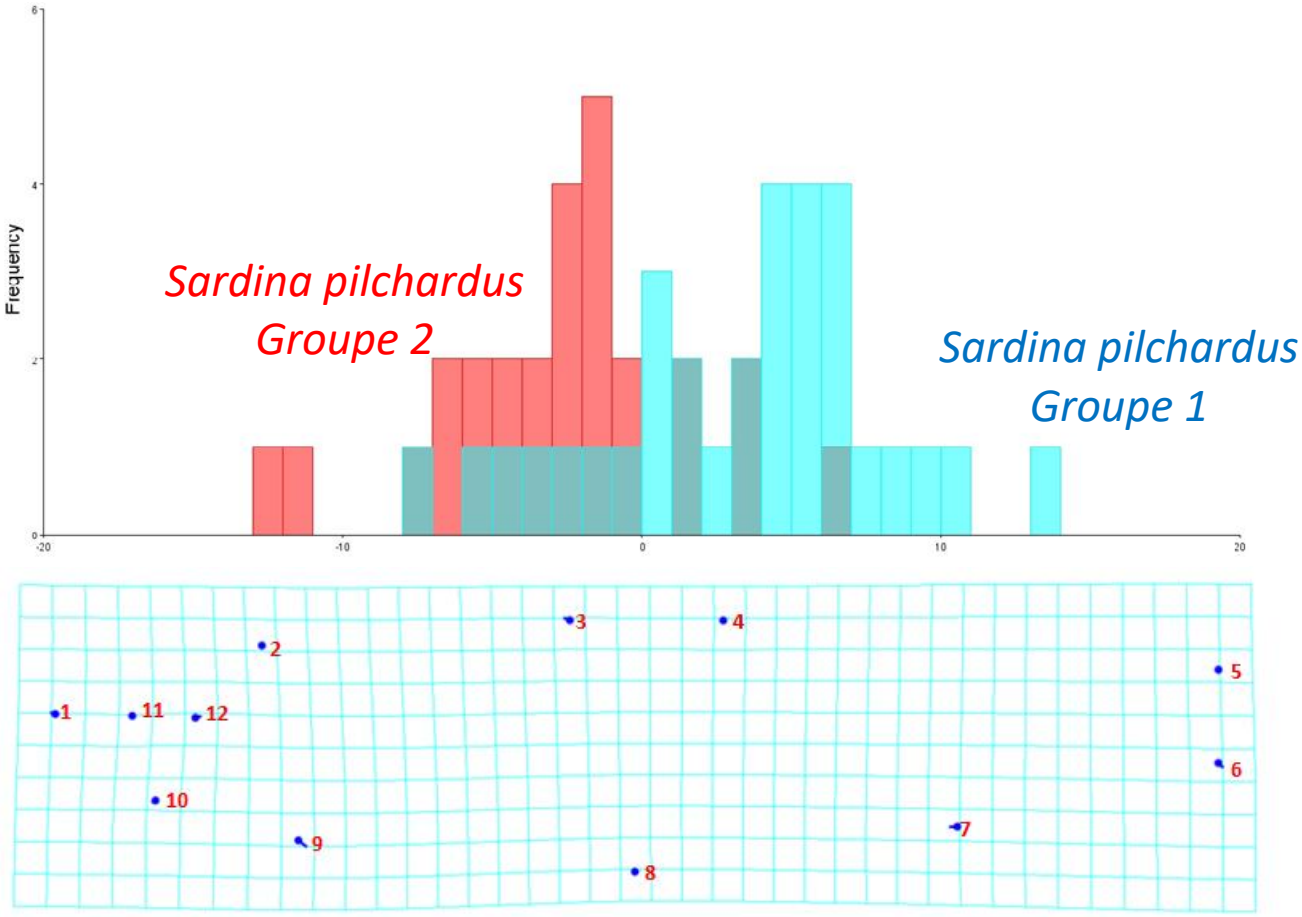


Figure 32. Changement de la forme du corps associé à l'axe de l'analyse discriminante pour la population de *S. pilchardus* d'Annaba.

11. Lecture des otolithes

En général, les otolithes sont étudiés à la loupe binoculaire sur fond noir. Un mélange composé pour la moitié de glycérine et d'éthanol est utilisé pour éclaircir la loupe et améliorer le contraste. Il est conseillé d'utiliser un éclairage direct rasant, très oblique par rapport à la coupe, et l'observation des coupes et des moitiés brûlées d'otolithes se fait, à l'aide d'un microscope.

Suite à un manque de matériel nécessaire à la lecture, nous n'avons pas pu effectuer des coupes de nos otolithes, ce qui nous a emmené à les photographier de façon simple, donnant des images à faible contraste et souvent illisibles (Fig. 33)

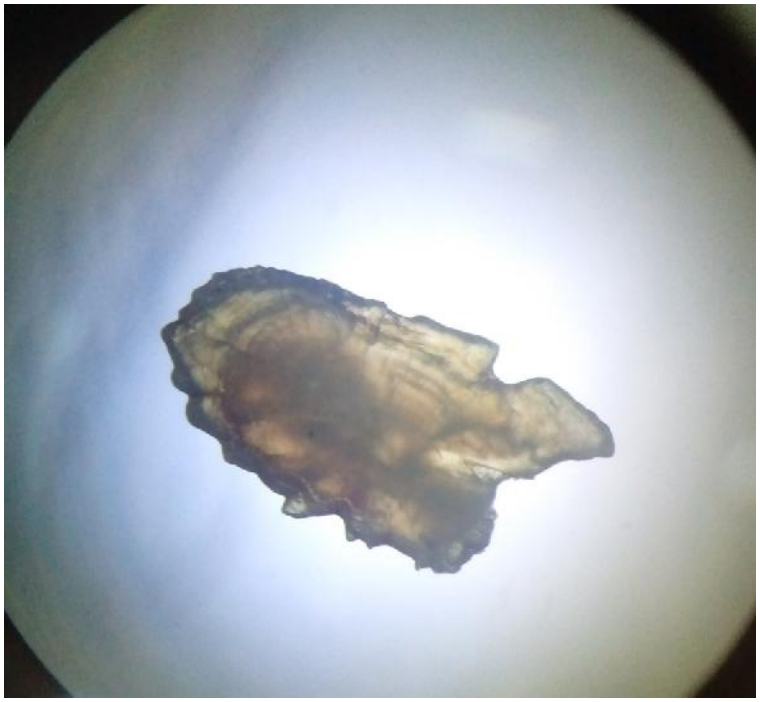


Figure 33. Otolithes de *S. pilchardus* sous microscope optique

12. Lecture des écailles

La morphologie des écailles est simple et très constante chez *S. pilchardus* . Les écailles sont en forme de pentagone approximativement symétrique dont un côté, en position postérieure par rapport au poisson, est en arc de cercle. De part les variations individuelles et/ou ‘’accidents’’, les côtés « dorsal et ventral » sont sensiblement rectilignes.

La lecture des écailles ne semble pas adéquate pour l’étude de l’âge du fait que ces dernières sont la plupart du temps accidentées lors des débarquements ce qui provoque l’apparition d’anomalie en lecture sous microscope (Fig. 34)

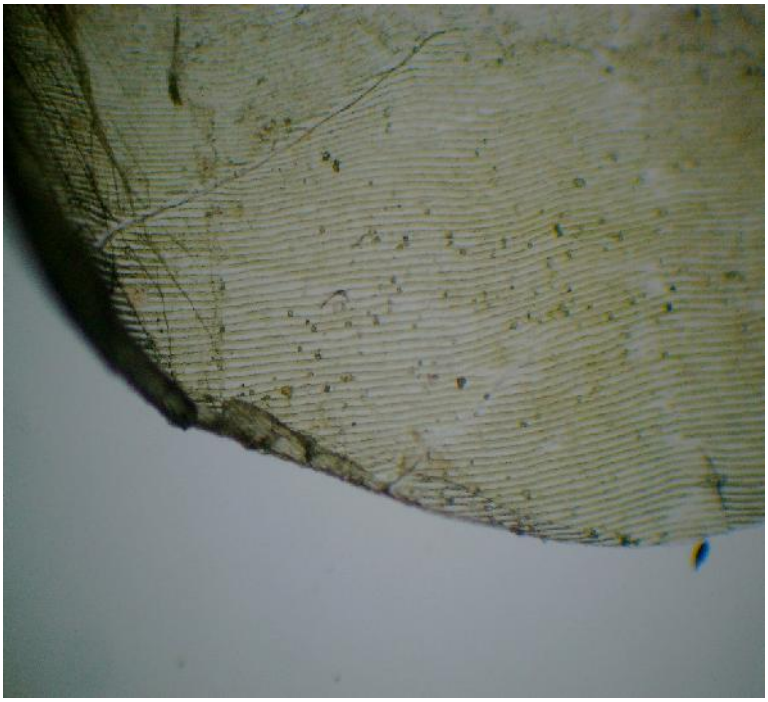


Figure 34. Ecailles de *S. pilchardus* sous microscope optique

Discussion

Ce travail traite de la morphométrie, l'âge et de la croissance d'un poisson des côtes Algériennes, la sardine *Sardina pilchardus.*

Les résultats de l'étude morphométrique de la sardine *Sardina pilchardus* des côtes dans deux région (Centre et Est de l'Algérie), montrent qu'après une description des données obtenues à partir de l'échantillon étudié, on a constaté qu'un dimorphisme sexuel est envisageable pour certaines variables, à savoir : la longueur pré anale (Lpa), la longueur standard et la longueur pré dorsale. Ces paramètres morphométriques donnent une information significative concernant la différenciation entre mâles et femelles.

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. Dans les meilleurs cas nous avons pu observer par transparence, un nucleus et des zones alternativement opaques. Le nucleus est toujours assez opaque et la deuxième zone, que l'on devrait plutôt appeler anneau, est claire. Elle est généralement assez nette mais le plus souvent discontinue. Malheureusement il est impossible de les suivre tout autour de l'otolithe donc de les compter et là encore, nous avons dû renoncer, d'autant que la plupart des otolithes sont presque uniformément opaques. Les résultats obtenus rappellent donc ceux de (Muzinic, 1963) et (Figueras, 1963) sur les sardines de Méditerranée.

La méthode de Battacharya (1976) nous a permis de décomposer notre population de sardine, échantillonnée à un instant (t) en 4 groupes ou cohortes représentant chacune un âge et à chaque âge correspond une taille moyenne exprimée en mm et un effectif (N). Les valeurs moyennes observées pour chaque cohorte sont relativement proches et semblables. Une cinquième cohorte a été éliminée suite au manque important des individus appartenant à une classe de taille élevée. Ainsi, nous avons opté pour garder uniquement les 4 cohortes où l'effectif est plus ou moins important.

Les résultats obtenus concordent avec ceux obtenus par d'autres auteurs dans la Méditerranée. Cette concordance est plus évidente avec les résultats obtenus respectivement avec Ben Tuvia (1960) en Palestine et Bebars (1981) en Egypte. Cette même analyse montre une nette supériorité en taille moyenne des sardine de l'Atlantique par rapport à celle de la Méditerranée (Tab. 16).

L’absence de l’âge 1 est due à l’absence de jeunes spécimens dans notre étude, ceci est attribué au type d’échantillonnage que nous avons adopté, ce dernier tenant compte uniquement des prises commerciales dans lesquelles les jeunes sardines (alevins) échappent aux mailles des chalutiers. En effet, le choix de l'échantillonnage est un critère important est indispensable à prendre en considération, car il n’est pas facile d’obtenir un échantillon qui soit représentatif de la population étudiée. D’ailleurs il est l’un des problèmes les plus difficiles à résoudre (D’agent, 1976). Un échantillon est dit aléatoire, lorsque tout individu faisant partie du stock a autant de chances d'être tiré que les autres (Sparre, 1996). Plusieurs facteurs interviennent dans le biais de l'échantillonnage. Certains sont dus au comportement du poisson (migration, recrutement); autres sont dus, à la sélection de l’engin de pêche, ainsi que la période et l’effort de pêche qui semblent les critères qui ont le plus d’impact sur nos résultats. Il est à noter qu’une étude préliminaire a été effectuée sur des échantillons de la région Centre en 2021 (Mazari et Missoum 2021) et qu’un prélèvement étendu jusqu’à juillet 2021 a permis de récupérer des spécimens de taille grande, arrivant à 30 cm et plus.

Le modèle qui représente l’évolution du poids (Pt) en fonction de la longueur totale (LT) révèle une croissance de type allometrie majorante qui signifie que la croissance pondérale est plus rapide que la croissance linéaire. Ceci est confirmé pour l’analyse de la population totale ainsi que pour les analyses par région. L’allométrie majorante est aussi observée chez les spécimens de la région Est ainsi que ceux du Centre séparément.

Tableau 16. Clé âge- longueur obtenu par analyse des distributions de fréquences de tailles de la sardine dans différente régions. (Belouahem, 2009)

	Région	Auteur	Age 1	Age 2	Age 3	Age 4	Age 5	Age 6
Atlantique	Sénégal	Postel, 1955	15	21.22	25.26	29-30	33.34	-
	Sénégal	Boely, 1979	22.6	32.5	35.3	36.3	-	-
	Congo	Rossignol, 1955	15.15	23	27	29	-	-
	Congo	Gheno, 1975	20.8	27.3	29.7	30.5	30.8	31
	Iles Canaries	Navarro, 1932	13.7	18.9	23.6	26.8	28.5	-
	Iles Baléares	Oliver et Navarro, 1952	12.9	18.2	21.8	23.8	-	-
Méditerranée	Golfe du Lion	Lee, 1961	10.5	16.9	21.4	23.4	-	-
	Egypte	EL Maghraby et al. 1970	13.25	18.5	21.6	23.4	-	-
	Palestine	Ben Tuvia, 1956	11.2	15.8	19.2	21.7	23.4	25.7
	Egypte	Bebars, 1981	12.35	17.01	19.44	21.9	23.62	25.5
	Algérie-Bou Ismail	Bouaziz et al. 1998	♀8.8	15.1	19	21.4	22.3	-
			♂8.8	15	17.3	19.5	19.9	-
	Algérie - Annaba	Bedairia, 2003	-	14.32	19.51	21.00	23.91	-
	Algérie-Annaba	Belouahem, 2009	11.30	13.68	18.00	23.51	-	
	Algérie-Annaba	Boubekeur, 2011	-	15.87	19.58	23.44	-	-
	Algérie-Côtes centrales	Mazari et Missoum, 2021		14.06	16.57	19.74	22.88	27.39
	Algérie-Centre et Est	Présent travail	**11.27**	**14.59**	**17.44**	**19.85**		

Quant à la comparaison entre régions, d'autres analyses complémentaires sont nécessaires afin de confirmer la significativité des différences observées. Cela soulève la question de la génétique contre le déterminisme environnemental (i.e. plasticité) de la forme du corps. Une étude récente a analysé expérimentalement si les facteurs environnementaux ou génétiques influents sur la forme du corps. Les résultats ont prouvé que les variations intra-spécifiques de la forme du corps sont la résultante d'interactions entre facteurs génétiques et environnementaux, reflétant la plasticité phénotypique (Staszny et al, 2012). Par conséquent, toutes les différences ne peuvent être attribuées uniquement aux différences génétiques, car les facteurs environnementaux peuvent également influencer la morphologie des poissons (West-Eberhard 1989; Shepherd 1991, Kinsey et al., 1994). Selon (Quignard 1978), toute variation d'un caractère morphologique, n'est peut-être que l'amorce d'un phénomène de sous-spéciation ou de spéciation. Ces différences morphologiques peuvent être dues à un processus sélectif local et/ou le choix de l'habitat (Lemaire et al., 2000; Chaoui et al., 2012). Cela peut également correspondre à la plasticité morphologique (Capoccioni et al., 2011) ou à une combinaison d'effets environnementaux conduisant aux différences observées entre individus de la même espèce issus de localités contrastées.

Conclusion

Sur la base des outils utilisés une différenciation des cinq populations des clupeidae provenant de la région ouest de l'Algérie a été observée.

L'analyse factorielle discriminante utilisant les paramètres métriques ou les descripteurs de Fourier, nous a permis de distinguer quatre groupes de populations. La population de *S. pilchardus*, celle de S. *madernsis* constitue le deuxième, et les autres représentés par *S. aurita.* Par ailleurs, les résultats obtenus par l'analyse morpho- géométrique montre une nette différence entre deux groupes. Un groupe englobant les

S. pilchardus et *S. aurita* un deuxième englobant la population de *S. madernsis.*

Au terme de cette étude, il est indispensable de compléter ce travail par une étude génétique qui pourra confirmer ces résultats.

Il serait également intéressant d'élucider d'autres points qui n'ont pas été abordés et qu'ils seraient intéressant de traiter dans l'avenir afin de mieux comprendre la biologie de ces espèces jusqu'à ce jour très peu abordée. Nous citerons par exemple:

- La phytogéographie.
- L'histologie des gonades afin de mieux comprendre l'hermaphrodisme protandre emprunté par cette espèce.
- Une étude sur l'influence des polluants sur l'espèce.

Références bibliographiques

Abad R., Miquel J., Iglesias M. & Alvarez F., 1998. Acoustic estimation of abundance and distribution of sardine in the Nortwestern Mediterranean. *Fisheries research*, 34: 239-245. Albrecht, 1980

Aldbert Y. & Carries C. 1976.premier résultats d'une étude quantitative de la reproduction de la sardine dans le Golfe de Lion. *XXV éme Congrès. CIESM*. Split.

Alheit J., Roy C. & Kifani S., 2009. Decadal-scale variability in populations. Chapter 5, in: Checkley D., Alheit J., Oozeki Y., Roy C. (Eds.), Climate Change and Small Pelagic Fish, *Cambridge University Press*, 64 - 87. Bakun, 1996

Bauchot R. 1980. Larousse. *Articles de Renan à science, la grande encyclopédie*.

Ben Tuvia A., 1956. The biology of *Sardinella aurita* with a systematic account of the family Clupeidae of the Mediterranean coast of Israel. *Fish. Bull., Haifa* (7):20-24; (8):14-15, 20-25.

Bethoux J.P. and B. Gentili. 1999. Functioning of the Mediterranean Sea: past and present changes related to freshwater input and climate changes. J. Mar. Syst., 20: 33-47.

Chavez F.P., Ryan J., Lluch-Cota S.E. &Ñiquen N. 2003. From anchovies to sardines and back: multidecadal change in the Pacific Ocean. *Science*, 299: 217 - 221.

Chikhi L., 1995. Différenciation génétique chez *sardinella aurita* et *Sardinella maderensis.* Allonzines et ADN mitthochondriale. Thèse Doct. Univ de paris VI, France : 237p.

Cury P., Bakun A., Crawford R.J.M., Jarre A., Quiñones R.A., Shannon L.J. & Verheye H.M., 2000. Small pelagics in upwelling systems: patterns of interaction and structural changes in "waspwaist" ecosystems. *Ices Journal of Marine Science*, 57, 603-618.

Cury M.P. & Fontana A., 1988. Compétition et stratégies démographiques comparées de deux espèces de sardinelles (*Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*) des côtes ouest africaines. *Aquat. Living Ressour*., 1 : 165 180.

Dieuzede R., M. Novella, J. Roland, 1959. Catalogue des poissons des côtes algériennes. Tome II. Ostéoptérygiens. 2ème édition. revue et augmentée: 299p.

Djabali F, B. Brahmi, M. Mamasse, 1993. Poissons des côtes algériennes. Pelagos. ISMAL. Numéro spécial : 215p.

FAO., 2011. Rapport de l'Atelier sur l'otolithe de sardine (*Sardina pilchardus*). *FAO rapport sur les pêches N*° 685, 50 pp.

Fisher W., Schneider M.L. et Bauchot M.L., 1987. Identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Fiches F.A.O., révision 1, Vol2, FAO Ed (Rome), Tome I et II : 1366p.

Fowler H .W., 1941. Contribution to the biology of the Philippine Arcliipelago and adjacent regions. Bull. U.S. Nat. Mus., 100: 1-879.

Fréon P., Stéquert B. & Boëly T. 1978. La pêche des poissons pélagiques côtiers en Afrique de l'Ouest des Iles Bissagos au nord de la Mauritanie: description des types d'exploitation. *ORSTOM sér. Océnaogr*, 16 (3 - 4): 209 - 228.

Fréon P., Cury P., Shannon L. & Roy C. 2005. Sustainable exploitation of small pelagic fish stocks challenged by environmental and ecosystem changes: a review. *Bulletin of marine science,* 76(2): 385 - 462.

Froese, R., D. Pauly, (eds.), 2007.. FishBase. World Wide Web electronic publication.www.fishbase.org, version (03/2007).

Furnestin J., 1952. Biologie des clupéidés méditerranéens. Vie et milieu, 4 (1) : 37-56. Gourene, G. (1988) Révision systémétique des clupidae d'eau douce de l'Ouest et du Centre africain : Morphologie, biometrie ostéologie et Zoogéographie des genses Fellomla, Oduxotlzrissa, Cyothrissa,

Jemaa S., 2014. Étude de la structure des populations et du régime alimentaire de l'anchois européen (*Engraulis encrasicolus*) et de la sardine européenne (*Sardina pilchardus*): relations avec l'environnement. *Thèse de doctorat*, Université deu littoral Côte d'Opale .228p.

Kartas F., 1981. Les Clupéidés de Tunisie. Caractéristiques biométriques et biologiques. Etude comparée des populations de l'Atlantique est et de la Méditerranée. *Thèse de Doctorat d'Etat,Université de Tunis, Faculté des sciences,* 1-608.

Klingenberg, C. P., L. J. Leamy, E. J. Routman, And J. M. Cheverud. 2011. Genetic architecture of mandible Shape in mice: effects of quantitative trait loci analyzed by geometricmorphometn'cs. Genetics. 157 :785-802.

Lee J.Y., 1961. Note complémentaires sur les sardinelles du Golfe du Lion. Rapp. Comm. Int. Mer Medit. 16(1): 335 339.

Bebars M.I., 1981. Exploitation rationnelle des pêcheries égyptiennes : Application aux pêcheries des sardinelles (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) de la baie de Selloum, Egypte. *Thèse Doctorale, Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier :* p 1-354

Lleonart J. 2015. La pêche en Mediterranée Stocks, évaluations et état d'expkoitation Secteurs stratégiques / Économie et territoire. Annuaire IEMed de la méditéranée, 297 - 303.

Mitteroecker, P., Gunz, P., 2009. Advances in geometric morphometrics.Evolutionary Biology 36, 235–247.

Mouhoub R. (1986) «Contribution à l'étude de la biologie et de la dynamique de la population exploitée de la sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) des côtes Algéroises». Thèse de Magistère, USTHB. Alger.163 p.

Panfili J., de Pontual H., Troadec J. P., Wright P. J., (eds.) 2002. Manual of fish sclerochronology. Brest, France: IFREMER-IRD co-edition. 464pp.

Pichot P. & Aldbert Y. 1978. La pêche de la sardine en Méditerranée française. *Sci. Pêches. Bulletin de l'institut des Pêches Maritimes,* (277): 1 - 17.

Quero J.C. 1997. Les poissons des mers des pêches françaises: identification, inventaire et répartition de 209 espèces. *Ifremer. Ed.* Delachaux et Niestle. 304 p.

Quetglas A., Guijarro B., Ordines F. & Massuti E. 2012. Stock boundaries for fisheries assessment andmanagementintheMediterranean : the Balearic Islands as a case study. *Scienta Marina,* 76.

Rohlf F. J., 2010. TPS DIG, Suny Stony Brook. Disponible : http://life.bio.sunysb.edu/morph. Shepherd G., 1991. Meristic and morphometric variation in black sea bass north of Cape Hatteras, North Carolina. N. Am. J. Fish. Manag. 11, 139–148.

Silva A. 2003. Morphometric variations among sardine (*Sardina pilchardus*) populations from the northeastern Atlantic and the western Mediterranean. *ICES Journal of Marine Science,* 60: 1352 - 1360.

Smith A., Brown C., Bulman C., Fulton E., Johnson P., Kaplan I., Lozano-Montes H., Mackinson S., Marzloff M., Shannon L., Shin Y. & Tam J. 2011. Impacts of fishing low trophic level species on marine ecosystems. *Science*, 333: 1147 - 1150.

Teissier G., 1948. La relation d allométrie: sa signification statistique et biologique. *Biometrics*, 4(1): 14-53.

Tsikliras A. C., 2004. Spawning pattern of round Sardinella aurita Valenciennes, 1847, in relation to sea surface temperature. Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 37 : 449p.

Walbaum J. J., 1792. Petri Artedi Sueci genera piscium. In quibus systema totum ichthyologiæ proponitur cum classibus, ordinibus, generum characteribus, specierum differentiis, observationibus plurimis. Redactis speciebus 242 ad genera 52. Ichthyologiæ pars III. Cum tabula ænea. - pp. [1-7], 1- 723, Tab. 1-3. Grypeswaldiæ. (Röse).

Whitehead P.J.P., 1985. FAO species catalogue. Vol 7. Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). Part 1. Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. *United Nations Development Program, Rome.* -X-Y-Z- Bibliographie 210.

Whitehead P.J.P., 1985. FAO species catalogue. Vol 7. Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). Part 1. Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. *United Nations Development Program, Rome.* -X-Y-Z- Bibliographie 210.