

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB - BLIDA 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine SNV
Filière Sciences Biologiques

Option : Biologie et physiologie de la reproduction

Thème

Contribution à l'étude de la biologie de la reproduction de la
Sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum ,1792) de côte Est
algérienne.

Présenté par :

Date de soutenance : 20 /07 /2022

TAZGAIT Chaima

Devant le jury :

Mr Bessad M.A

MCA/USDB1

President

Mr Guedioura M

MCA/USDB1

Examineur

Mr Larbi Doukara K

MCA/USDB1

Promoteur

Mr Guechaoui M

Chercheur /CNRDPA

Co-promoteur

Promotion : 2021-2022

Sommaire

Remerciement	
Dédicace	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Abréviation	
Résumé	
Introduction.....	01
Chapitre I : Généralité	
I.1. Aperçu sur la famille des petits pélagique.	03
I.1.1. Les espèces des petits pélagiques	03
I.2. Présentation de la zone d'étude.	04
I.2.1 Présentation géographique	04
I.3. Types de pêche pratiqués.	05
I.3.1. Pêche au chalut.....	05
I.3.1.1. Chaluts pélagiques.	05
I.3.1.2. Chaluts du fond.	05
I.3.2. Pêche à la senne.	06
I.4. Présentation de l'espèce étudiée.	06
I.4.1. La position systématique.....	06
I.4.2. Quelques noms vernaculaires	07
I.4.3. Origine Répartition géographique.	07
I.4.4. Caractéristiques et morphologie de <i>S. pilchardus</i>	08
I.4.5. Cycle de vie.....	09
I.4.6. Habitat et mode de vie.....	10
I.4.7. Régime alimentaire	10
I.4.8. Croissance	10
I.4.9. Reproduction.....	10
I.4.9.1. Mode de reproduction.....	10
I.4.9.2. Maturité sexuelle	11
I.4.9.3. Température de reproduction.....	11
I.4.9.4. La ponte	11
I.4.9.5. Type de développement ovarienne chez <i>S. pilchardus</i>	11

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1. Échantillonnage.....	12
II.2. Matériel biologique.....	12
II.2.1. Prélèvements et traitement.....	12
II.2.2. Détermination de sexes.....	12
II.2.3. Détermination des stades	12
II.3. Traitement statistique des données.	13
II.3.1. Distribution des classes de tailles.	13
II.3.2. Calcul des tailles moyennes.....	14
II.3.3. Intervalle de confiance.	14
II.3.4. Comparaison des tailles moyennes.....	14
II.3.5. Etude de la croissance.....	15
II.4.1. La croissance relative.....	15
II.4.2. Relation taille-poids.	15
II.5. Etude de la reproduction.....	16
II.5.1. Calcul de la sex-ratio.....	16
II.5.2. Suivi des indices pondéraux.....	16
II.5.2.1. Le Rapport Gonado-Somatique (RGS)	16
II.5.2.2. Le coefficient de condition (K).	17
II.5.3. Estimation de la taille à la 1ère maturité sexuelle.	17
II.5.4. Techniques d'identification des stades de développement sexuel.	18
II.5.4.1. A l'échèle macroscopique.	18
II.5.4.2. A l'échèle microscopique.	20

Chapitre III :Résultats et discussion

III.1. Traitement statistique des données.....	25
III.1.1. Comparaison des tailles moyennes.....	25
III.1.1.1. Comparaison des tailles moyennes par sexe	25
III.1.2. Etude de la croissance	26
III.1.2.1. Croissance pondérale (relation taille poids)	26
III.1.3. Etude de la reproduction	29
III.1.3.1. Stades de maturité sexuelle des gonades	29

III.1.3.2.	Evolution mensuelle des stades de maturité sexuelle	29
III.1.3.3.	Taille à la première maturité sexuelle L 50	30
III.1.3.4.	Etude de sex-ratio.....	32
III.1.3.4.1.	Sex-ratio globale.....	32
III.1.3.4.2.	Sex-ratio en fonction de la taille	32
III.1.3.5.	Variation mensuelle du rapport gonado-somatique (RGS)	32
III.1.3.5.	Estimation du coefficient de condition (K)	35
III.2.	Etude histologique des gonades.....	36
III.2.1.	Caractéristique histologique d’ovaire de stade III (Pré-ponte)	36
III.2.2	Caractéristique histologique d’ovaire de stade IV (Ponte)	37
III.2.3.	Caractéristique histologique de testicule de stade IV (l’émission)	38
Conclusion	39

Remerciement

Je remercie Dieu, le tout puissant de m'avoir guidé sur la bonne voie, vers le savoir et la lumière, et qui m'a donné la santé, la patience et le courage durant toutes ces années d'études

Au terme de ce travail, mes vifs remerciements et ma profonde gratitude s'adresse

*A monsieur **Larbi Doukara Kamal** Professeur de l'Enseignement Supérieur à Université Blida 1 qui a accepté d'encadrer ce travail et qui m'a proposé ce sujet et de m'avoir fait confiance à le réaliser. Je le remercie de m'avoir conseillé et encouragé et je lui remercie vivement pour tout.*

*A monsieur **Guechooui Merzouk** mon Co-promoteur qui m'a accordé l'honneur de diriger ce travail, et pour ses précieux conseils, son amabilité de superviser et critiquer fructueusement le déroulement de cette étude, je lui exprime ici, ma vive reconnaissance.*

*A monsieur **Bessad Mohamed Amine** pour l'honneur qui me fait en acceptant la présidence du jury ; je lui adresse toute ma gratitude.*

*A monsieur **Guedioura** qui m'ont fait l'honneur d'accepter d'examiner ce travail et de siéger au jury.*

*A monsieur **Mennad Moussa** et **Messbaieh Fatima Ellzahraa** qui m'a donné l'occasion de réaliser la pratique dans le CNRDPA.*

*Mes vifs remerciements vont à tous le personnel du **CNRDPA***

*Je n'oublier pas de remercier **Dr.Lachemi** ainsi que l'équipe technique du laboratoire d'anatomie et de cytologie pathologique de l'hôpital de Sidi Ghiles pour tout l'aide qu'ils nous ont fourni pour la réalisation de la partie histologique*

A tous mes enseignants qui ont contribué à ma formation durant toute ma vie scolaire et universitaire.

Dédicace

Je tiens de dédier ce modeste travail avec tous mes sentiments de respect, d'amour de gratitude et de reconnaissance :

Aux deux êtres qui me sont plus précieux que tout les restes afin de le remercier pour toute leur bonté,leur générosité, leur soutien ainsi que leur grand amour à l'égard de leur enfants.

A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect :

Mon cher père Ahmed

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : **Mon adorable mère Djemai Fatima***

Zouhra.

*A Mon cher mari **Younes**, qui m'a beaucoup aidée par sa patience son encouragement et son amour qui m'a apporté un immense bonheur.*

*A Mes chères frères **Oussama, Mohamed et Yacine** qui j'ai trouvés à côté de moi dans chaque bosse ou joie, pour leur aide précieuse durant toutes mes années d'étude.*

*A Mes beaux-parents, mes belles sœurs et frère : **Rahil ; Nour et Abed el Moumen.***

A mes grandes mères et mon grand-père qui m'ont soutenu par leurs prières tout au long de ma vie.

A ma grade familles

*A mes proches amies **Khawla, Zahira et Aicha**, En souvenir les bons moments, En souvenir de tout ce qu'on a vécu ensemble. J'espère de tout mon cœur que notre amitié durera éternellement*

*A tous **mes amis et mes proches** qui sont contribué.*

A toutes les personnes qui m'ont aidé un jour d'une façon ou d'une autre à réussir jusqu'à ici.

Liste des figures :

Figure 01 : Situation géographique et bathymétrie de la zone d'étude (Golfe d'Annaba).	05
Figure 02 : <i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum ,1792) (Photo réel)	06
Figure 03 Répartition géographique de <i>S. pilchardus</i> (Froese et Pauly, 2014)	07
Figure 04 : Schéma illustratif des principales caractéristiques morphologique de <i>S.pilchardus</i>.	08
Figure 05 : Cycle de vie de la sardine , <i>Sardina pilchardus</i>	09
Figure 06 : Ichtylomètre lors de prise des mesures de poissons <i>S.pilchardus</i>	12
Figure07 : Balance de précision (0.01) lors de la mesure du poids des gonades.	12
Figure08 :Gonades male (A) gonades femelle (B) de poisson <i>Sardina pilchardus</i>	13
Figure09: Fixation échantillons dans le formol	20
Figure 10 :Disposition des pièces dans les cassettes.	20
Figure11 :Automate de déshydratation.	21
Figure12 :Appareille d'enrobage.	21
Figure13 : : Bloc du paraffine	22
Figure14 : a) Microtome, (b) bain marin, (c) plaque chauffants électrique.	22
Figure15 : Etuve (appareil de déparaffinage)	22
Figure16 : Trois bains d'alcool de degré décroissants.	23
Figure17 : Les bains de coloration.	23
Figure18 : (a) plongé les coupes dans le Xylène, (b) Bouteille d'EUKITT, (c) La haute.	24
Figure19 : Photomicroscope .	24
Figure20 : : Histogrammes représentes la distribution des fréquences de taille de <i>S.pilchardus</i> pêchée au port de Annaba.	25
Figure21 : Représentations des relations taille poids des femelles, mâles et de population totale de <i>S. pilchardus</i> pêchée au niveau du port d'Annaba.	26
Figure22 : Pourcentage des stades macroscopique de la maturité sexuelle de la sardine durant la période d'étude	29
Figure23 : Variation des pourcentages des stades macroscopique de la maturité sexuelle des femelles et des mâles de <i>S.pilchardus</i>.	30
Figure24 : Estimation de la taille à la première maturité sexuelle chez <i>S. pilchardus</i> pêchée au niveau du port d'Annaba pour l'année 2020.	31
Figure25 : Pourcentage des mâles et femelles en fonction de la taille <i>S. Pilchardus</i> pêchée au niveau du port de Annaba pour l'année 2020.	33

Figure26 : Evolution mensuelle du Rapport Gonado-Somatique (RGS) moyen de la sardine.	34
Figure27 : Evolution mensuelle du coefficient de condition K de la sardine de la région est algérienne.	35
Figure 28 : Photomicroscopique montrant l'aspect histologique d'ovaire stade III (Pré-ponte) vu par différents Grossissements (a) : G×04, (b) : G×10, (c) : G×40, (d) :G×100.	36
Figure 29 : Photomicroscopique montrant l'aspect histologique d'ovaire stade IV (Ponte) vu par différents Grossissements (a) : G×04, (b) :G×10, (c) :G×40, (d) :G×40, (e) :G×100.	37
Figure 30 : Photomicroscopique montrant l'aspect histologique de testicule stade IV(l'émission) vu par différents Grossissements (a) : G×04, (b) :G×10, (c) :G×20, (d) :G×40,(d) : G×100, (e) : G×100, (f) : G×100	38

Listes des tableaux

Tableau 1 : Taxonomie des principaux groupes d'espèces des petits pélagiques de la pêche algérienne.....	03
Tableau 02 : Échelle macroscopique des stades de maturité sexuelle chez les mâles et femelles pour <i>S.pilchardus</i> Boufersaoui (2016).....	19
Tableau 04 : Comparaison des tailles moyennes par sexe de l'espèce étudiée.....	25
Tableau 05 : Relations liant la taille-poids et test (t) et les types d'allométrie chez les femelles et mâles et pour les deux sexes confondus de <i>S. pilchardus</i>	27
Tableau 06 : Paramètres de la relation taille-poids par différents auteurs chez <i>S. pilchardus</i>	28
Tableau 07 : Tailles de la première maturité sexuelle de la sardine selon les différentes littératures méditerranéennes.....	32
Tableau 08 : Proportion des sexes de <i>S. pilchardus</i> pêchée au niveau du port de Annaba.....	33
Tableau 09 : Les valeurs minimales, maximales et moyennes du coefficient de condition-k de la sardine.....	35

Abréviation

ANAT : Agence Nationale d'aménagement du territoire.

Arc Gis : Logiciel d'information géographique du groupe ESRI.

C : Cytoplasme.

CNRDPA : Centre National de Recherche en pêche et Aquaculture.

ENI : Enveloppe nucléaire irrégulier.

ENSSMAL : Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral.

EPH : Etablissement Public Hospitalier.

F : Femelles.

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (Food and Agriculture Organisation).

FAO : Fond des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.

GV : Gouttelettes vitellines.

il : inclusions lipidiques.

IVF : Inclusions vitellines fusionné.

Lu : Lumière de tube séminifère.

M : Malles.

MPPH : Ministre de la Pêche et des Produits Halieutiques.

Ifremer : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer.

N : noyau.

O.hy : ovocyte hyalin.

SC : Sexes confondus.

SPC : Spermatoocyte.

SPG : Spermatogonies.

SPT : Spermatoïdes.

SPZ : Spermatozoïde.

TS : Tube séminifère.

V : Vaisseaux sanguin.

Vt : vitellus.

Zr : zona radiata.

Résumé

La présente étude porte sur la reproduction de la sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) est basée sur données antérieures dont un échantillonnage biologique a été réalisé durant les mois de Janvier, Février, Août et Septembre 2020 au niveau de la wilaya d'Annaba en ciblant les débarquements des senneurs.

Cette étude est fondée sur un ensemble de 219 spécimens dont 151 des femelles, 49 des mâles et 19 individus de sexe indéterminé.

Les tailles de notre échantillon s'étalent entre 9,25 cm et 19,25 cm avec une taille moyenne de $15,35 \pm 0,36$ cm chez la population totale, et $15,99 \pm 0,40$ cm et $15,37 \pm 0,41$ cm chez les femelles et les mâles respectivement.

La comparaison de la taille moyenne des deux sexes montre une différence significative ce qui nécessite une séparation des deux sexes pour la suite de notre étude.

La relation taille poids a montré une croissance isométrique (le poids évolué en fonction du cube de la longueur) chez les deux sexes séparément.

La taille à la première maturité sexuelle (L50) a été estimée à $12,5 \pm 0,36$ cm chez la population totale et $12,5 \pm 0,40$ cm, et $12,01 \pm 0,41$ cm respectivement chez les femelles et les mâles.

L'analyse macroscopique des gonades et les calculs de RGS et de coefficient de condition K montrent que pendant la saison hivernale (janvier et février) il y a une forte activité de reproduction (la période de ponte) avec une faible activité en automne (août et septembre).

La technique histologique a permis d'une part d'étudier l'anatomie microscopique des gonades de la sardine pendant les stades de développements sexuelles et de distinguer les différences existantes.

Mots clés : la sardine, taille de la première maturité sexuelle, relation taille poids, RGS, coefficient de condition K, technique histologique, reproduction.

Abstract

The present study on the reproduction of the sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) is based on previous data of which a biological sampling was carried out during the months of January, February, August and September 2020 in the eastern coast of Algeria by targeting the landings of the seiners.

This study is based on a set of 219 specimens of which 151 were females, 49 males and 19 individuals of undetermined sex.

The sizes of our sample range from 9.25 cm to 19.25 cm with an average length of 15.35 ± 0.36 cm for combined sex, 15.99 ± 0.40 cm and 15.37 ± 0.41 cm in females and males respectively.

Comparison of the mean length of the two sexes shows a significant difference which necessitates a separation of the two sexes for our further study.

The length-weight relationship showed isometric growth (weight evolved as a function of the cube of length) in both sexes separately.

Length of first sexual maturity (L50) was estimated to be 12.5 ± 0.36 cm for the combined sex and 12.5 ± 0.40 cm, and 12.01 ± 0.41 cm in females and males respectively. Macroscopic analysis of the gonads and calculations of RGS and K-condition coefficient show that during the winter season (January and February) there is high reproductive activity (the spawning period) with low activity in autumn (August and September).

The histological technique allowed to study the microscopic anatomy of the gonads of the sardine laying the stages of sexual development and to distinguish the existing differences.

Key words: sardine, Length of the first sexual maturity, length -weight relationship, RGS, K-condition coefficient, histological technique, reproduction.

ملخص

تركز هذه الدراسة على تكاثر السردين (*Sardina pilchardus* (Walbaum 179)) بناءً على البيانات السابقة التي تم فيها أخذ عينات بيولوجية خلال أشهر جانفي، فيفري، أوت وسبتمبر سنة 2020 على مستوى ولاية عنابة من خلال استهداف عمليات إنزال البحارة.

تستند هذه الدراسة إلى مجموعة من 219 عينة منها 151 أنثى و49 ذكراً و19 فرداً من جنس غير محدد تتراوح أحجام عيناتنا من 9.25 إلى 19.25 سم بمتوسط حجم 0.36 ± 15.35 سم في إجمالي السكان، و 0.40 ± 15.99 سم و 0.41 ± 15.37 سم في الإناث والذكور على التوالي.

تظهر المقارنة بين متوسط حجم الجنسين اختلافاً واسعاً مما يتطلب الفصل ودراسة كل جنس على حدى مما أكد وجود تطور متساوي وطردى بين الوزن ومكعب الطول في كلا الجنسين بشكل منفصل. بلغ متوسط الطول عند النضج الجنسي الأول (50% من الأفراد ناضجين) 0.36 ± 12.5 سم في إجمالي عدد السكان و 0.40 ± 12.5 سم و 0.41 ± 12.01 سم على التوالي في الإناث والذكور.

يظهر الفحص البصري للغدد التناسلية وحسابات RGS ومعامل الحالة K انه يوجد نشاط تكاثري مرتفع خلال شهري جانفي وفيفري (فترة وضع البيض) ونشاط تكاثري ضعيف نوعاً ما في سبتمبر. اتاحت الدراسة النسيجية من ناحية دراسة التشريح المجهرى للمبيض وخصيتي *S. pilchardus* معرفة مراحل التطور الجنسي والتميز بين الاختلافات الموجودة.

الكلمات المفتاحية: *Sardina pilchardus* , الطول عند النضج الجنسي الأول, النمو, التكاثر, شرق الجزائر, البحر الأبيض المتوسط, الأقسام النسيجية .

Introduction

La côte Algérienne, cohabite plusieurs espèces des petits pélagiques appartenant principalement à 5 familles : les Clupéidés (la Sardines et l'Allache), les Engraulis (l'Anchois), les Carangidés (les Chinchards) et les Scombridés (le Maquereau). Ils représentent plus de 80% des débarquements national, offrant de vaste opportunité pour le développement et la pérennité de l'activité de pêche. L'exploitation de ces espèces y compris la sardine a donc une importance stratégique pour l'Algérie, aussi bien sur le plan économique que social. (Guechaoui ,2016)

Ces derniers vivent en pleine mer entre 0 et 200 mètres et caractérisés par des migrations horizontale et verticale importantes dans les eaux côtières (Fréon *et al.*,2005 *in* Delaruelle.2009).

Les petits pélagiques sont des espèces clés dans la chaîne trophique marine et leur présence est nécessaire pour maintenir l'équilibre des écosystèmes (Smith *et al.*,2011) par conséquent, des changements majeurs dans l'abondance de ces espèces peuvent être accompagnés par des changements marqués dans la structure de l'écosystème (Alheit *et al.*, 2009).

La sardine est une espèce de grande importance en termes d'intérêt commercial et de biomasse des côtes algériennes en générale et au niveau du port de Annaba "La Grenouillère" en particulier, elle est considérée comme la deuxième ressource halieutique la plus capturée par les unités de pêche (Harridi et Salmi ,2016), ils jouent un rôle important dans la stabilité sociale et économiques de la communié côtières et aussi c'est un aliment de haute valeur nutritionnelle vue sa richesse exceptionnelle en éléments nutritifs essentiels (protéines, lipides, vitamines liposolubles, éléments minéraux, ...) (Roiabhi, 2009) .

La présence régulière de la sardine le long des côtes Algériennes a motivé des travaux concernant sa biologie et notamment sa reproduction (Bedairia et Djebbar,2009),

La reproduction est l'un des aspects les plus complexes de la biologie de la sardine, il s'agit d'un phénomène cyclique influencé par la succession des mois de l'année et les changements environnementaux, c'est pourquoi nous avons opté pour étudier sa reproduction.

L'objectif de cette étude est d'estimer et d'apporter quelques résultats concernant les paramètres de la biologie et de la reproduction de la sardine pour déterminer la saison de reproduction, les phases morphologiques et histologiques des gonades lors de son cycle sexuel, et la taille de première maturité sexuelle de cette espèce ainsi que le sex-ratio dans le côté Est algérienne (Golfe de Annaba) durant l'année 2020.

Chapitre I :

Généralité

I. Généralité

I.1. Aperçu sur la famille des petits pélagique.

Les petits pélagiques sont des poissons de petite taille qui passent la majeure partie, sinon la quasi-totalité de leur phase adulte en surface ou en pleine eau et vivent principalement sur le plateau continental (Roos, 2010).

En termes de la production halieutique algérienne, les petits pélagiques représentent plus 80% de la production (MPPH, 2019) ils jouent un rôle important dans la stabilité sociale et économiques de la communauté côtières.

I.1.1. Les espèces des petits pélagiques :

Le groupe des petits pélagiques est constitué essentiellement par neuf (09) espèces (tableau 1). Ils sont planctophages (Sardine, Sardinelle, Anchois), et carnivore pour le reste.

Ce sont des espèces migratrices ; ils effectuent des migrations nyctémérales et des migrations saisonnières de faible amplitude pour la nutrition ou la reproduction, et qui se font de la côte vers le large ou inversement (Timothée, 2009).

Tableau 01 : Taxonomie des principaux groupes d'espèces des petits pélagiques de la pêcherie algérienne.

Familles	Noms communs	Noms scientifiques
<i>Clupeidae</i>	Sardine	<i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum ,1792)
	Sardinelle ou Latcha (Allache)	<i>Sardinella aurita</i> (Valenciennes, 1847)
<i>Engraulidae</i>	Anchois	<i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Carangidae</i>	Chinchard d'Europe	<i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758)
	Chinchard à queue jaune	<i>Trachurus mediterraneus</i> (Steindachner)
	Chinchard du large	<i>Trachurus picturatus</i> (Bowdich ,1825)
<i>Scombridae</i>	Maquereau commun	<i>Scomber scombrus</i> (Linnaeus, 1758)
	Maquereau espagnol	<i>Scomber japonicus</i> (Houttuyn, 1782)
<i>Sparidae</i>	Bogue	<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)

I.2. Présentation de la zone d'étude.

I.2.1 Présentation géographique :

Le golfe de Annaba (Figure 01) est la partie maritime du littoral Est-algérien, limité par les deux caps de Ras El Hamra (Cap de Garde) à l'Ouest et Ras Rosa (Cap Rosa) à l'Est, entre les deux longitudes respectives: 07°47'11''Est et 08°14'14'' Est (Arc Gis,2007). La distance séparant les deux principaux amers du golfe de Annaba, à savoir, Ras El Hamra et Ras Rosa, est de 40 km (21.6 miles nautiques) de long. Dans la limite Ouest du golfe d'Annaba, se trouve le massif de l'Edough dont l'extrémité littorale est le Ras El Hamra.(in Harridi et Salmi, 2016).

Le golfe de Annaba en plus des deux golfes de Mostaganem et d'Oran, à l'Ouest, représentent les rares parties du littoral algérien où le plateau continental est légèrement étendu et bien développé. Administrativement, le golfe de Annaba est partagé selon ses limites territoriales, entre les deux wilayas d'Annaba dans sa partie occidentale et la wilaya d'El-Taref dans sa partie orientale (ANAT, 2007 in Harridi et Salmi, 2016).

Dans le golfe d'Annaba se jette deux oueds :

- ✓ **Oued Seybouse**, cet oued est un des plus importants oueds de la côte algérienne avec une longueur de 255 km drainant un bassin versant de 5.900 km² avec débit liquide moyen de 13,4 m³/s. Cet oued constitue l'un des collecteurs de tous les polluants issus des activités humaines de l'agglomération d'Annaba.
- ✓ **Oued Mafragh**, qui s'étend sur une longueur de 2 km et il est l'aboutissement de l'oued Bounamoussa qui le prolonge sur 15 km à travers une vaste dépression de marécage et de terres basses de 15.000 hectares.

L'agglomération de Annaba produit une pollution hydrique d'origine domestique et industrielle affectant directement le milieu marin. (L'ANAT (2004 b) a recensé 26 points de rejets domestique et industriel entre Ras El Hamra et l'oued Seybouse, qui se déversent directement dans le golfe de Annaba sans traitement préalable dans une station d'épuration (Wahid R, 2011 in Harridi et Salmi, 2016) .

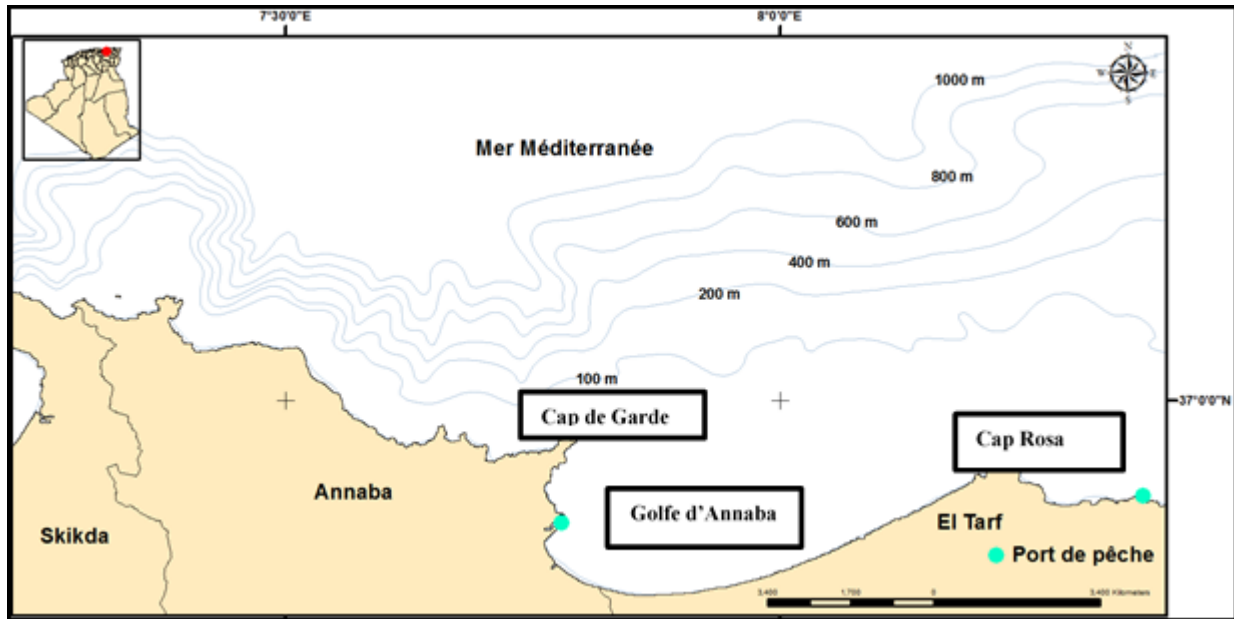


Figure 1 : Situation géographique et bathymétrie de la zone d'étude (Golfe d'Annaba). Carte établie avec le logiciel ArcGIS version 10 à l'aide de M. YOUNES H (CNRDPA).

I.3. Types de pêche pratiqués.

La flottille de la région d'Annaba contient trois types de pêche (CNRDPA)

I.3.1. Pêche au chalut

Les chaluts sont par définition, des filets remorqués d'un corps de forme conique, relié vers l'arrière à une poche fermée où s'accumulent les poissons capturés et prolongé vers l'avant, vers l'ouverture, par des ailes plus ou moins longues.

Une grande variété de chalut est utilisée :

I.3.1.1. Chaluts pélagiques.

Le chalut pélagique est adapté à la pêche en pleine eau. Il permet de capturer les poissons pélagiques en particulier la sardine, la sardinelle, l'anchois, le saurel.

I.3.1.2. Chaluts du fond.

Ils sont de deux types : à faible ou à grande ouverture verticale (GOV).

- ✓ Chalut de fond à faible ou moyenne ouverture verticale, pour la capture des espèces démersales ou benthiques (en particulier : crevettes, langoustines, soles).
- ✓ Le chalut de fond à grande ouverture verticale (GOV), pour la capture des espèces démersales, semi-démersales et pélagiques.

I.3.2. Pêche à la senne

Tous les sardiniers utilisent des sennes tournantes et coulissantes. Cette pêche se pratique la nuit près des côtes.

Les deux principaux métiers qui exploitent la sardine sont les senneurs et chaluts pélagiques. 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).

I.4. Présentation de l'espèce étudiée.

La sardine (figure 2) est une espèce pélagique qui peuplent les côtes algériennes et plus particulièrement l'extrême Est de l'Algérie .



Figure 02 : *Sardina pilchardus* (Walbaum ,1792) (Photo réel

I.4.1. La position systématique

Les espèces sont regroupées de façon hiérarchique en genre, les genres en familles, les familles en ordres..., cette classification se veut le reflet du degré de parenté entre espèces (Mahé et al, 2005). La classification de la sardine selon Walbaum (1792) est la suivante :

Embranchement : Vertébrés

Sous-embranchement : Gnathostomes

Super-classe : Poisson Ostéichthyens

Classe : Ostéichthyens

Sous-classe : Actinoptérygiens

Super-ordre : Téléostiens

Ordre : Clupéifomes

Sous-ordre : Clupéoidés

Famille : Clupéidés

Genre : *Sardina*

Espèce : *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)

I.4.2. Quelques noms vernaculaires :

- ✓ **Algérie et Allemand** : Sardine
- ✓ **Anglais** : Pilchard (grosse), sardine (petite).
- ✓ **Espagnol, Italien** : Sardina.

I.4.3. Origine Répartition géographique.

La sardine tient son nom de la Sardaigne « île italienne », car les Grecs avaient remarqué qu'elle était abondante sur les côtes de l'île méditerranéenne (FAO, 2011).

S. pilchardus possède une aire de répartition assez large, elle est rencontrée en Méditerranée et abondante en mer Adriatique et rare dans l'est méditerranéen et la mer noire (Figure 03) (Froese et Pauly, 2014). Présente en Atlantique Nord-Est de la Norvège et l'Ecosse jusqu'au Sénégal.(Figure 03), présente essentiellement en atlantique Nord en Mer Noire. Sa répartition s'étend sur les côtes Atlantiques depuis le Dogger-Bank en mer du Nord jusqu'à la côte saharienne en Mauritanie. (whitehead et al, 1986), ce que fait que cette dernière est capturée tout le long de l'année vu son abondance, bien qu'elle soit plus abondante dans le bassin occidental que dans le bassin oriental (Bauchot, 1980).

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 1.00 (Froese et Pauly, 2014)

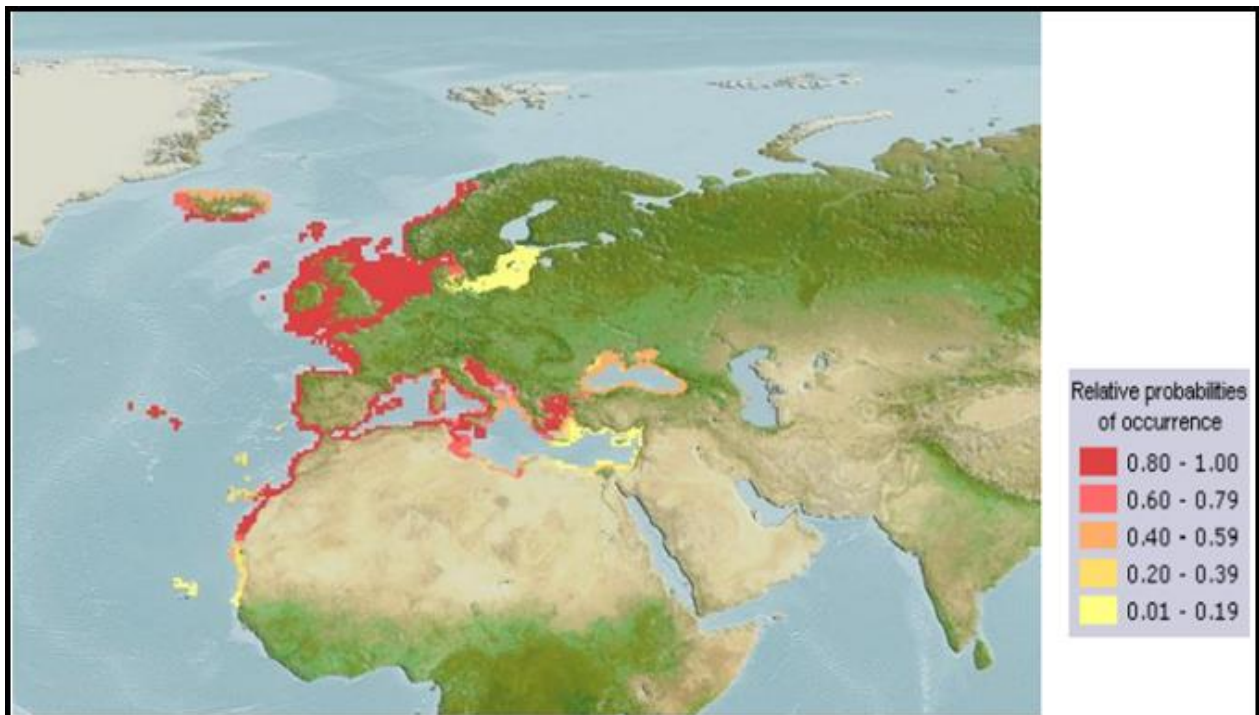


Figure 03 : Répartition géographique de *S. pilchardus* (Froese et Pauly, 2014).

La sardine est une espèce à des variations qui conditionnent sa répartition et sa biomasse, notamment la richesse en plancton, l'hydrologie et la température de l'eau (Sardyn, 2006).

Chaque zone de cette aire est caractérisée par un régime particulier qui est déterminé par des différences saisonnières de la température, de la disponibilité de la nourriture, de la stabilité de la colonne d'eau, de l'upwelling, des courants, des vents ainsi que de la topographie du fond et de la configuration des côtes, qui détermine le modèle de circulation des eaux affectant ainsi le gradient environnemental et biologique (Sardyn, 2006).

L'environnement hydrodynamique dans lequel vit la sardine est important, dont la sardine vit dans colonne d'eau située entre la surface et 150 m de profondeur en zone côtière et sur le plateau continental (Schwartzlose et al., 1999 ; Cury et al, 2000).

I.4.4. Caractéristiques et morphologie de *S. pilchardus*.

Cette espèce (Figure 04) est caractérisée par une mâchoire légèrement saillante et une carène ventrale peu développée. Les opercules portent des cannelures radiaires, la nageoire dorsale est située en avant des pelviennes et la nageoire anale se caractérise par un allongement au niveau des deux derniers rayons.

Le corps élancé de section ovale, le dos bleu à bleu-vert, olive occasionnellement, les flancs dorés et le ventre argenté. Une rangée de tâches sombres se trouve le long de chaque flanc. Les écailles sont grandes, argentées, fragiles et ne s'étendent pas jusqu'à la tête. La taille maximale de la sardine est de 25 cm en Atlantique, de 22 cm en Méditerranée et la taille commune est de 10 à 20 cm, (Holden et al. 1974 ;Pivnicka et Cenry 1996)

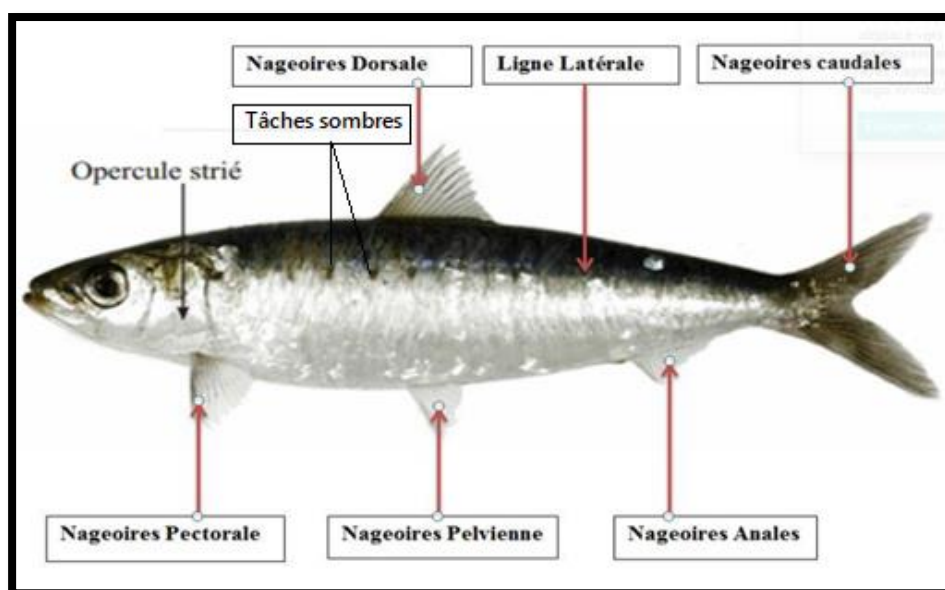


Figure 04 : Schéma illustratif des principales caractéristiques morphologiques de *S. pilchardus*.

I.4.5. Cycle de vie :

La sardine présente un cycle de vie qui se caractérise essentiellement par une croissance rapide, une durée de vie courte, une taille petite, une maturation rapide associée à une grande fécondité et une mortalité élevée surtout en phase larvaire (Rochet, 2000 ; Rose et al., 2001).

Le cycle de vie de *S.pilchardus* peut être schématisé par quatre phases (Figure 05) : Œuf, larve, juvénile et adulte. Reliées entre elles par des phénomènes biologiques qui provoquent des changements morphologiques et capacités physiologiques et des comportements.

Le cycle de sardine est biparti comme la plupart des poissons :

- ✓ Une phase initiale « larvaire pélagique » connue sous le nom Ichtyoplancton cette phase permet de coloniser de nouveaux habitats côtiers tout en favorisant ainsi la connectivité entre les populations et donc sauvegarde de l'espèce (Cowen et al., 2006), la durée de cette phase est estimée de 40 à 60 jours (Masuda, 2011 ; Ramirez et al., 2001)
- ✓ Une phase sédentaire « la phase océanique » pour les juvéniles et les adultes, les changements physiologiques permettent aux post-larves de s'orienter et rendre plus actives pour rejoindre l'habitat côtier (Cowen, 2002), il est suivi par le recrutement où ils recrutent et se développent pour devenir des individus capables de reproduire et de pondre des œufs.

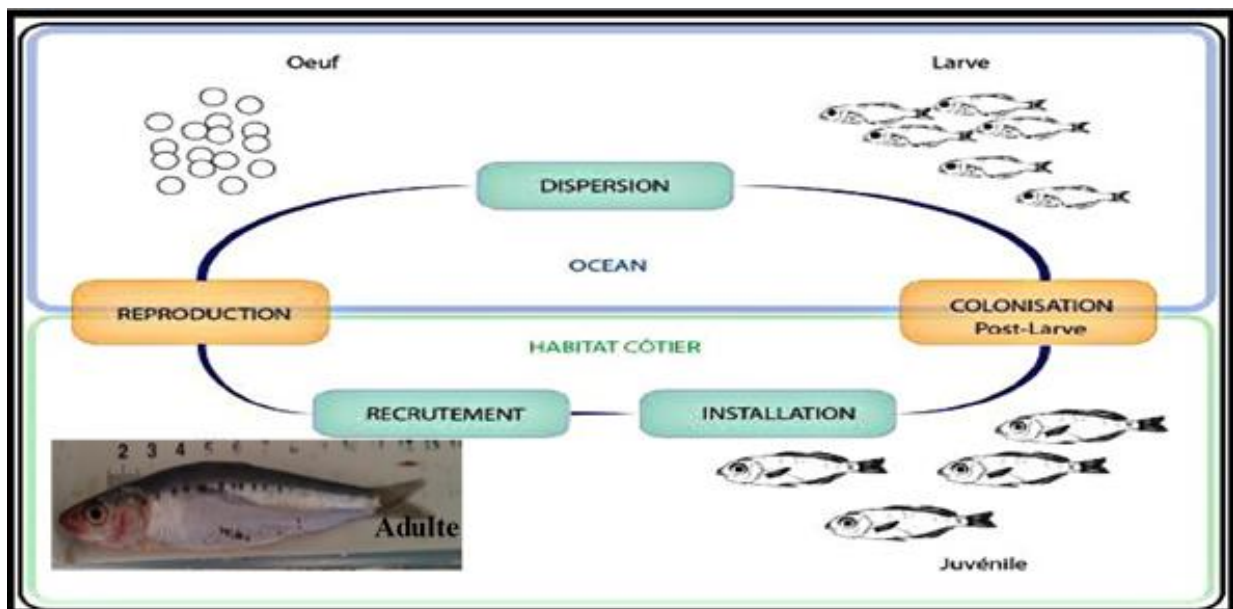


Figure 05 : Cycle de vie de la sardine, *Sardina pilchardus* (Lozano et al., 2015)

I.4.6. Habitat et mode de vie :

La sardine vit en bancs parfois importants, près de la surface, ces bancs denses. Peuvent être composés d'individus d'âges et de sexes différents mais de tailles équivalentes, dans le cas de diminution l'abondance de sardine elle sont intégrés avec autres espèces et formé un banc mixte (Cury *et al.*, 2000). Ce comportement est considéré comme un mécanisme de défense qui augmente les chances de survie.

En général la sardine est présente à des profondeurs de 30 à 55 m pendant la journée et remonte à 15 à 35 m la nuit (Whitehead, 1985), ces déplacements verticaux sont conditionnés par la luminosité et la quantité de nourriture suivant la migration nyctémérale du zooplancton (Giannoulaki *et al.*, 1999 in Chlaida, 2009), et aussi des migrations horizontales de faible amplitude en fonction des saisons où elle migre du large vers les côtes durant le printemps et des côtes vers le large à fin de l'automne (Dalouche, 1980).

I.4.7. Régime alimentaire :

La sardine est planctophage mais le type d'aliments ingérés varie en fonction de leur âge, les jeunes sardines se nourrissent de phytoplancton, d'œufs, de larves et de petits crustacés alors que les adultes se nourrissent essentiellement de crustacés planctoniques et de larves de crabes et d'ophiures (Fisher *et al.*, 1987)

I.4.8. Croissance :

La sardine est caractérisée par une croissance rapide. Sa croissance est réalisée en majeure partie au cours de sa première année de vie à la fin de laquelle la sardine peut atteindre 60% de sa taille maximale observée. Les femelles ont une croissance plus rapide que les mâles et atteignent donc une taille finale supérieure à celle des mâles. (Khemiri, 2006).

I.4.9. Reproduction**I.4.9.1. Mode de reproduction**

L'espèce *Sardina pilchardus* est Ovipare pond dans les eaux plus chaudes proches de la côte, sa fécondité est externe par l'émission de sperme des mâles, la fécondation suivie par l'éclosion d'œuf au bout de 2 à 4 jours pour donner une larve de 4 mm de longueur qui aboutira à une juvénile au bout de 12 jours qui retournera près des côtes (Amenzoui *et al.*, 2006).

Les sardines sont des reproducteurs multiples qui pondent plusieurs fois pendant la même saison de reproduction. (Keznine *et al.*, 2020)

I.4.9.2. Maturité sexuelle

La maturité est un paramètre biologique important, le terme « première maturité » est employé pour décrire un poisson qui se reproduit pour la première fois (Bouaziz, 2007), lorsqu'elle atteint la taille de 11 cm à 12 cm (Bouhali, 2015).

Les individus issus de pontes de printemps et d'automne sont respectivement matures au printemps et à l'automne de l'année suivante (Benhamimid et al., 2016).

I.4.9.3. Température de reproduction

La sardine se reproduit principalement en hiver à des températures de 16-17 °C et secondairement en été à des températures de 18-19,5 °C (Ettahiri et al. 2003).

I.4.9.4. La ponte

La sardine montre une période de ponte bien plus large, couvrant presque toute l'année à l'exception de la période estivale (juillet-août), l'activité de reproduction aurait toutefois tendance à diminuer durant l'hiver aux mois de janvier et février (Gatti, 2016).

Les pontes maximales sont observées dans des eaux de mélange, dans une gamme de salinité comprises entre 37.6 à 38‰ (Aldebert et Tournier 1971).

Une femelle peut pondre jusqu'à 60 000 œufs pélagiques qui flottent entre 10 et 70 m, éclosent 2 à 4 jours après la ponte et donnent naissance à une larve de 4 mm de long qui aboutira à une sardine juvénile au bout de 12 jours (Forest, 2001), L'intervalle entre les pontes peut également varier suivant la température (Yoneda et al, 2014), les individus âgés vivent plus au large que les jeunes (Mouhoub, 1986), ils se rapprochent de la côte pour frayer (Dieuzeide et al., 1959).

I.4.9.5. Type de développement ovarienne chez *S. pilchardus*

L'espèce étudiée se caractérise par un développement en groupe synchrone des ovocytes (Ganias et al, 2003 in Harridi et Salmi, 2016) ce qui est caractérisé par la présence de deux populations ovocytaires dans l'ovaire. Une population d'ovocytes en croissance primaire est présente toute l'année, et à chaque ponte un seul groupe d'ovocytes est recruté pour la vitellogenèse et la maturation (Harridi et Salmi, 2016).

Chapitre II

Matériel et méthodes

II. Matériel et méthodes

II.1. Échantillonnage

Cette étude est basée sur données antérieures dont un échantillonnage biologique a été réalisé durant les mois de janvier, février, aout et septembre 2020 au niveau de la wilaya d'Annaba en ciblant les débarquements des senneurs.

Pour des raisons logistiques et pour bien assurer la partie expérimentale a ce travail, une partie de l'échantillonnage biologique a été effectué au niveau de laboratoire de CNRDPA dont l'échantillon provient du port de Sidi Fredj et un autre échantillon au port de Gouraya et cela en mois de janvier, février et mai.

Sur l'ensemble de cinq mois d'échantillonnage, 252 individus ont été recueillis dans cette étude dont 219 individus dans la région Est et 44 individus dans la région Centre.

II.2. Matériel biologique:

II.2.1. Prélèvements et traitement

L'échantillon du poisson, a fait l'objet des différentes mensurations à savoir la longueur totale (**Lt**) et le poids total (**Wt**) ainsi que le poids éviscéré (**We**) et le poids des gonades (**Wg**).

Pour l'obtention de ces mesures biométriques un ichthyomètre (figure 06) et une balance de précision ont été utilisé (figure 07).



Figure 06 : Ichtylomètre lors de prise des mesures de poissons *S.pilchardus*.



Figure 07 : Balance de précision (0.01) lors de la mesure du poids des gonades (**Wg**)

Après la dissection de la paroi abdominale du poisson, les gonades ont été prélevées, pesées et observées pour la détermination du sexe et du stade de maturité sexuelle à l'œil nu.

L'échelle de maturité sexuelle utilisée est une échelle à cinq stades :

I : Immature ou Repos sexuel

II : en maturation,

III : Pré-ponte chez les femelles et pré-émission chez les mâles.

IV : En ponte chez les femelles ; En émission chez les mâles.

V : Post-ponte chez les femelles ; Post émission chez les mâles).

II.2.2. Détermination de sexes:

La détermination de sexe a été faite après dissection de la cavité abdominale et examen macroscopique des gonades :

Chez les mâles : Les gonades est en forme de lame de couteau elle est de couleur rose blanchâtre (figure 8-A).

Chez les femelles : Les gonades sont en forme de sac, leur coloration est plutôt jaune orangée (figure 8-B).

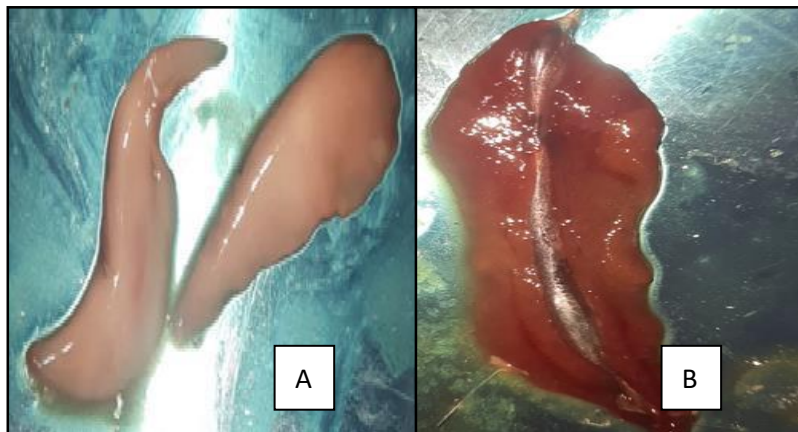


Figure 8 : Gonades male (A) gonades femelle (B) de poisson *Sardina pilchardus* .

II.2.3. Détermination des stades :

Les glandes sexuelles de la sardine sont facilement reconnaissables, en particulier pendant la maturation lorsque les œufs sont tellement visibles et transparents et les testicules sont blancs et gonflés de sperme (Belloc et Desbrosses, 1930).

II.3. Traitement statistique des données.

II.3.1. Distribution des classes de tailles.

À partir des données collectées, une répartition en classes de taille s'effectue en prenant un pas identique au type de données (0.5). Ensuite, à chaque classe de taille, un centre de classe est calculé et attribué l'effectif d'individus correspondant.

II.3.2 Calcul des tailles moyennes

Pour calculer la taille moyenne nous utilisons la même formule pour les mâles et les femelles :

$$L_t m = \Sigma (n_i \cdot L_t) / N$$

L_t : longueur totale de chaque classe de taille.

n_i : effectif de chaque classe de taille.

N: effectif total.

II.3.3 Intervalle de confiance.

L'intervalle de confiance exprime fondamentalement, comme son nom l'indique, la confiance que l'on peut attribuer à un résultat expérimental. La longueur de cet intervalle au risque 0.05 contiendra 95 fois sur cent (c'est-à-dire dans 95% des expériences) la véritable valeur (Golmard *et al.*, 2010 *in* Guechaoui , 2014).

II.3.4. Comparaison des tailles moyennes

La comparaison de la taille moyenne des mâles et des femelles a été effectuée par le test de l'écart réduit ϵ (Schwartz, 1993 *in* Guechaoui,2014).

La formule du calcul de la valeur de l'écart réduit ϵ est la suivante :

$$\epsilon_{cal} = \frac{(m_1 - m_2)}{\sqrt{\frac{V_2}{n_2} + \frac{V_1}{n_1}}}$$

$$\text{Avec : } V_1 = \sum n_i \frac{(L_t - L_{tm})^2}{(n_1 - 1)} \quad \text{et} \quad V_2 = \sum n_i \frac{(L_t - L_{tm})^2}{(n_2 - 1)}$$

et V_2

m₁ : taille moyenne des mâles.

m₂ : taille moyenne des femelles.

V₁ : variance des mâles.

V₂ : variance des femelles.

n₁ : effectif des mâles .

n₂ : effectif des femelles.

On compare le ϵ calculé avec le ϵ table :

Si $\epsilon_{cal} > \epsilon_{table}$: la différence est **significative** (à 5%) ;

Si $\epsilon_{cal} < \epsilon_{table}$: la différence est **non significative** (à 5%).

II.3.5 Etude de la croissance:

Pauly (1985) définit la croissance comme étant un changement du poids, avec le temps, qui est le résultat net de deux processus opposés : l'un augmente le poids du corps (anabolisme), l'autre tend à le diminuer (catabolisme) (Pauly et Moreau, 1997).

II.4.1. La croissance relative

Chez un même individu certaines relations entre deux grandeurs mesurables du corps peuvent être formulées en équations permettant de comparer leur croissance et de passer d'une dimension à une autre.

II.4.2. Relation taille-poids.

La croissance relative ou allométrique permet de comparer la croissance des différentes parties du corps chez un individu et de suivre l'évolution de sa forme. Pendant toute la vie du poisson, sa longueur et son poids sont fortement corrélés (Mahé et *al.*, 2005 in Guechaoui, 2014).

La relation longueur-poids se traduit par la formule de type : $WT = a L^b$

WT : Poids du poisson ;

L : longueur du poisson ;

a : constante (ordonnée à l'origine) ;

b : le coefficient d'allométrie.

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

$$\mathbf{Ln W = b Ln L + Lna}$$

Le test (t) est basé sur la comparaison entre une pente calculée ($P0 = b$) et une pente théorique ($P = 3$ ou 1) (Schwartz, 1992 in Bouaziz, 2007).

$$|\varepsilon \text{ cal}| = (p-p0)/Sp0 \quad \text{et} \quad Sp0^2 = \frac{\left(\frac{Sy}{Sx}\right)^2 - P0^2}{(n-2)}$$

Avec : $P = (3 \text{ ou } 1)$ pente théorique

$P0 = b$: pente observée. Pente calculée par la méthode des moindres carrés.

Sy : écart-type de y ($y = Ln W$) ;

Sx : écart-type de x ($x = Ln L$).

n = nombre de couples de valeurs avec degré de liberté (D.D.L = $n-2$, $\alpha = 5\%$) ;

Si $t < 1.96$: la différence n'est pas significative (D.N.S) ;

Si $t \geq 1.96$: la différence est significative (D.S)

La valeur que prendra le coefficient b définira le type d'allométrie :

- **b supérieur à 3 ($b > 3$)** : l'allométrie est dite majorante ou positive, cela veut dire que le poids de l'individu croît plus vite que le cube de la longueur.
- **b inférieur à 3 ($b < 3$)** : l'allométrie est dite minorante ou négative, ce qui veut dire que le poids de l'individu croît moins vite que le cube de la longueur.
- **b égale à 3 ($b=3$)** : la croissance est dite isométrique ou nulle, cela signifie que le poids et le cube de la longueur croient de la même manière (Harchouche, 2006)

II.5. Etude de la reproduction:

II.5.1. Calcul de la sex-ratio :

L'étude du sex-ratio permet d'estimer la proportion des individus de chaque sexe dans une population (Conand, 1977), et donne une idée sur l'équilibre des sexes à l'intérieur de la population.

La sex-ratio s'exprime sous différentes formes (Kartas et Quignard, 1984) :

$$\text{Taux de féminité} = [F / (F + M)] \times 100$$

Pourcentage des femelles par rapport à l'effectif total des mâles et des femelles

$$\text{Taux de masculinité} = [M / (F + M)] \times 100$$

Pourcentage des mâles par rapport à l'effectif total des mâles et des femelles.

$$\text{Rapport du nombre des femelles sur celui des mâles} = (F / M)$$

La proportion numérique des sexes est exprimée par (sex-ratio = SR), cette valeur est suivie par classe de taille.

Avec **F** = nombre de femelles.

M = nombre de mâles.

II.5.2 Suivi des indices pondéraux

La localisation de la période de ponte peut être décelée par l'utilisation d'indices ou critères pondéraux. Les plus couramment utilisés consistent à suivre l'accroissement des gonades durant le cycle sexuel.

II.5.2.1. Le Rapport Gonado-Somatique (RGS)

Le golfe d'Annaba est déterminé par le suivi mensuel du rapport gonado-somatique (RGS ; Bougis, 1952). Ce rapport est considéré comme un véritable coefficient de maturité sexuelle (Lahaye, 1980) exprimé en pourcentage, est le rapport entre le poids de la gonade et le poids total du poisson (*in* Korichi, 1988).

$$\text{RGS} = (W_g / W_{ev}) \times 100$$

Avec **W_g** : poids des gonades.

W_{év} : poids éviscéré du poisson.

II.5.2.2. Le coefficient de condition (K).

Pour vérifier le rôle éventuel des réserves musculaires dans la gaméto-genèse, le coefficient de condition est calculé pour chaque individu.

Le coefficient de condition (K) consiste à suivre dans le temps les caractéristiques pondérales des poissons il reflète leurs condition écologiques et physiologiques comme la maturation et la ponte. Ce coefficient est obtenu par la formule de Ricker (1975) *in* Rebbah et Kaoulal 2020) :

$$K = (W_{\text{év}}/L_t^b) \times 100$$

W_{év} : Poids de l'individu éviscéré.

L_t : Longueur totale de l'individu.

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

II.5.3. Estimation de la taille à la 1ère maturité sexuelle.

La taille de la première maturité sexuelle est un paramètre important dans la dynamique des populations, lorsqu'elle est considérée comme taille minimale pour l'exploitation rationnelle d'un stock.

Cette taille coïncide avec le passage du stade juvénile au stade adulte caractérisé par la capacité de participer à la reproduction.

Plusieurs définitions sont données de la taille à la première maturité sexuelle, celles le plus souvent admises sont :

- La longueur à laquelle quelques individus de la population sont matures (Postel, 1955).
- La taille du plus petit poisson mature ou la taille du plus grand poisson immature (Mac Gregor, 1966).
- La taille à la première maturité sexuelle correspond à la longueur pour laquelle 50% des individus sont matures pendant la période de reproduction (Fontana, 1969).
- La longueur à laquelle 100% des individus sont mûrs (Fontana et Pianet, 1973).
- La longueur à laquelle 50% des individus sont mûrs (Conand, 1977).

Dans la présente étude, nous avons retenu la deuxième méthode celle appelée communément la « L50 » qui utilise le pourcentage de maturité sexuelle des individus en fonction de la taille. La détermination de cette taille a été faite en regroupant les individus par sexe et à sexe confondus par classe de taille de 1/2 cm de longueur totale.

Ensuite, le pourcentage des individus matures de chaque classe de taille a été calculé en fixant le seuil de maturité à partir du stade II qui correspond à la phase de début de maturation des gonades. Le graphe obtenu est une sigmoïde dont le point d'inflexion (L50) correspond en ordonnée à **50%** des individus matures et en abscisse à la taille de première maturité sexuelle. (Guechaoui, 2016)

II.5.4. Techniques d'identification des stades de développement sexuel.

Dans notre étude, nous suivrons deux techniques pour identifier les stades de développement sexuel, chaque technique complète l'autre on ne peut pas se contenter de l'une sans l'autre. On identifie donc les stades par la technique Macroscopique et on vérifie les résultats avec la technique Microscopique.

II.5.4.1. A l'échelle macroscopique.

L'examen macroscopique des gonades pour déterminer le stade de maturité de chaque individu basé sur 6 paramètres : (Mennad et Achira, 2005)

- ✓ Coloration des gonades.
- ✓ Consistance et l'importance de la vascularisation superficielle.
- ✓ Epaisseur et transparence de la paroi ovarienne (possibilité d'observer les œufs au travers de cette paroi).
- ✓ La forme de la gonade.
- ✓ Le volume usé par la gonade dans la cavité abdominale.

Pour l'approche macroscopique des gonades (mâles, femelles) chez les quatre espèces on a adopté une échelle de maturation basée sur celle de Lamrini (1998), qui a été modifiée et réduite en cinq stades dans les travaux de Boufersaoui (2012) (Tableau 02).

Tableau 02 : Échelle macroscopique des stades de maturité sexuelle chez les mâles et femelles pour *S.pilchardus* (Boufersaoui 2012).

Stade de maturité	Gonades femelles (ovaires)	Gonade mâles (testicules)
Stade I : Individus immatures	Les ovaires sont transparents, légèrement rosâtres filamenteux à membrane fine, la vascularisation est à peine visible.	Les testicules sont blanchâtres, avec une section ronde et quelques rares vaisseaux sanguins
Stade II : Initiation du cycle	Les ovaires sont moins transparents, mieux vascularisés, de coloration jaunâtre, les ovocytes y sont visibles à l'œil nu	Les testicules sont blanc laiteux avec une section aplatie ne laissant écouler aucun liquide à l'incision
Stade III : Pleine maturation	Les ovaires sont jaune orangés et très gros, les ovocytes sont visibles avec une membrane cytoplasmique nette.	Les testicules sont plus volumineux, en lame de couteau, laissant écouler du sperme blanchâtre à la pression sure l'abdomen
Stade IV : Ponte pour les femelles Émission du sperme pour les males	Les ovaires sont fortement vascularisés avec des ovules translucides individualisés et expulsés à la moindre pression sur l'abdomen	Les testicules sont gros et mous, libérant de la laitance avec de nombreux grumeaux
Stade V : Post ponte pour les femelles Post émission pour les males	Les ovaires sont très vascularisés, vides et flasques, rouge foncé, présentant des taches marronnes qui correspondent à des ovocytes résiduels atrésiques.	Les testicules sont épuisés, richement vascularisés laissant écouler des traces de sperme donnant à l'organe un aspect de lait caillé.

II.5.4.2. A l'échelle microscopique.

L'étude des stades de maturation sexuelle est également basée sur les observations microscopiques pour mettre en évidence l'histologique progressive changements des gonades au cours du temps.

L'étude histologique des testicules et des ovaires permet de suivre la gamétogenèse et notamment les étapes successives de la vitellogénèse. Elle permet en ordre de vérifier les résultats obtenus par les indices et l'échelle de maturité. Elle permettra de mieux situer les périodes de ponte (Mennad et Achira 2005).

Cette étude Histologique a été réalisé au laboratoire d'anatomie et de cytologie pathologique à l'hôpital de Sidi Ghiles en se basent sur le Protocol suivant :

1) **Fixation :**

Les gonades sont fixées dans un grande volume de Formol à 10% pendant une durée variant de 2 à 3 jours pour conserver les caractéristiques morphologiques et moléculaire tissulaires, ils sont ensuite lavés à l'eau courante pendant 24 h pour éliminer l'acétate de cuivre en excès qui gênerais l'observation des coupes.



Figure 09 : Fixation échantillons dans le formol.

2) **Préparation des pièces :**

On fait des coupes transversales des gonades dont j'avais déjà pris les mesures individuelles puis on le met dans des cassettes (figure10).

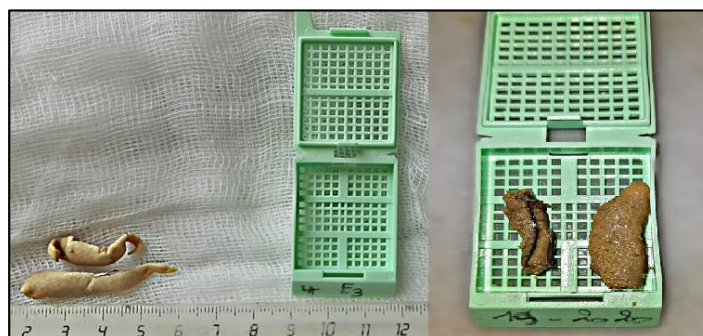


Figure 10 : Disposition des pièces dans les cassettes

3) Déshydratation et Eclaircissement :

Les tissus contenus dans les cassettes sont déshydratés par passages dans des alcools de degré croissant est éliminé par des solvants (Xylène) puis paraffine liquide.

Cette opération réalisée par l'utilisation de l'automate de déshydratation (Figure11) qui contient 12 bacs et programmé comme suit :

1 bac de formol pendant 1heur.

6 bacs d'Alcool de degré croissant comme suit : 70% ;80% ; 95% ; 100% ; 100% ; 100 % (1h pour chacun).

3 bacs de Xylène 1h pour chacun.

2 bacs de Paraffine 2h pour chaque bac.



Figure 11 : Automate de déshydratation.

4) Mise en blocs :

La paraffine fondue dans l'enrobage (figure12). avec une température de 59c° elle est ensuite versée dans des moles en Acier inoxydable.

Les pièces est ensuit plongées rapidement dans les moules, on les refroidit à la température de -14°c pour solidifier la paraffine et obtenir des blocs (figure13).



Figure 12 : Appareille d'enrobage.

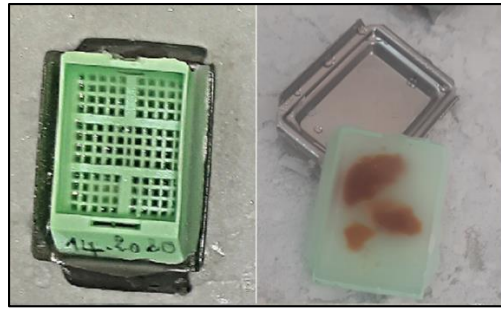


Figure13 : Bloc du paraffine

5) Préparation des coupes

Nous avons utilisé un Microtome (figure 14-a) pour effectuer les coupes de 2,5 à 5 μm d'épaisseur sous forme des rubans de coupe qui ont été déposées dans un bain (figure 14-b) flottant à 37°C puis déposées et étalées sur les lames, ces derniers sont déposés sur une plaque chauffants électrique (figure 14-c) afin de liquéfier la paraffine



Figure 14 : (a) Microtome, (b) bain marin, (c) plaque chauffants électrique.

6) Déparaffinage :

Cette étape précède immédiatement la coloration, passer les coupes dans le xylène pendant 5min puis en le mettre dans l'étuve (figure15) pendant 2 à 24 h.



Figure15 : Etuve (appareil de déparaffinage)

7) Réhydratation :

Introduites les lames dans trois bains d'alcool de degré décroissant successivement : 100% ; 95% puis 50% (figure 16) pendant 1 à 2 min pour chacun, enfin le rinçage à l'eau distillée.



Figure 16: Trois bains d'alcool de degré décroissants.

8) Coloration :

Les lames sont plongées dans différents bains :

- Hématoxyline pendant 3 min pour colorer les noyaux en violet, puis rincée à l'eau courante.
- HCL pendant 15 second.
- Ammoniac pendant 15 second.
- Éosine pendant 17 min pour colorer le cytoplasme en rose, puis rincée à l'eau courante pendant 10min et laissé séchés.

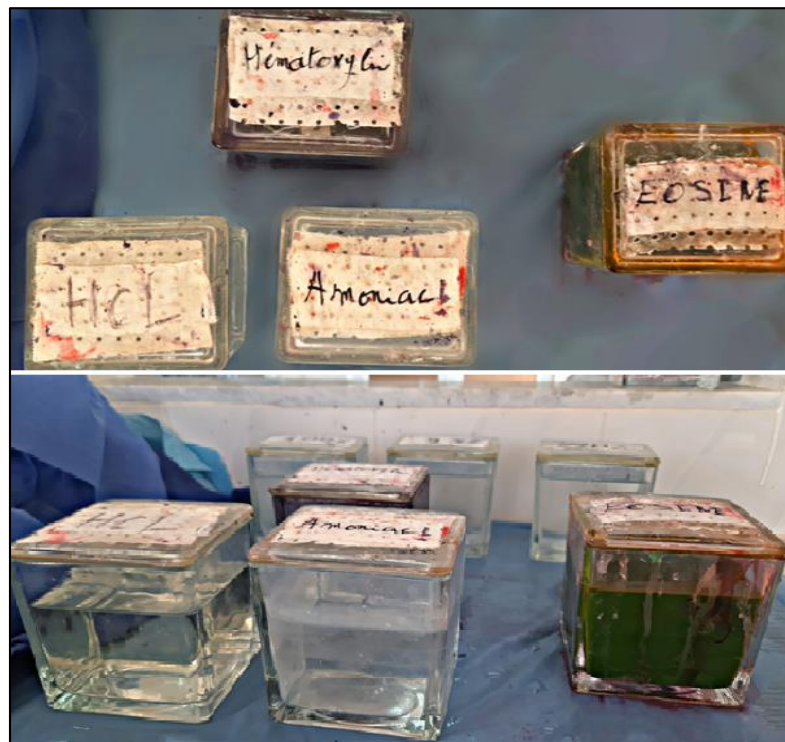


Figure 17 : les bains de coloration.

9) Montage :

Après séchage des lames, nous avons plongé ces derniers dans un bain de Xylène (figure 18-a) pendant une durée de 20 min à 24 h, on met une goutte de "EUKITT" (figure 18-b) sur la lame puis on recouvre à l'aide d'une lamelle propre puis on le plonge la coupe rapidement dans le xylène et on laisse sécher.

Ces étapes pour conserver et de protéger les coupes histologiques, réalisé manuellement dans la haute (figure 18-c).



Figure 18 : (a) plongé les coupes dans le Xylène, (b) Bouteille d'EUKITT, (c) La haute

Ces coupes préparées sont prêtes à l'observation à l'aide d'un Photomicroscope (figure 19) et peuvent être conservées plusieurs années.



Figure 19 : Photomicroscope.

Chapitre III :
Résultats et
discussions

III. Résultats et discussion

III.1. Traitement statistique des données :

Cette étude est réalisée sur 219 individus de *S. pilchardus* dont 151 femelles, 49 mâles et 19 indéterminés sont répartis en classes de tailles de 0.5 cm, et chaque classe à son propre centre de classe, d'intervalle allant de 9,25 à 19,25 cm (figure 20).

La plus petite taille observée dans notre échantillon est de 9 cm elle correspond à 3 individus indéterminé et la plus grande est de 19 cm observée chez les femelles.

On peut voir un pic dans la courbe de distribution de fréquence des tailles, qui correspond au centre de la classe 17.25 cm avec un nombre de 26 individus.

La détermination du sexe reste difficile pour les plus petits individus, qui présentent un effectif important dans les centres de classes allant de 9,25 cm jusque à 12.75 cm.

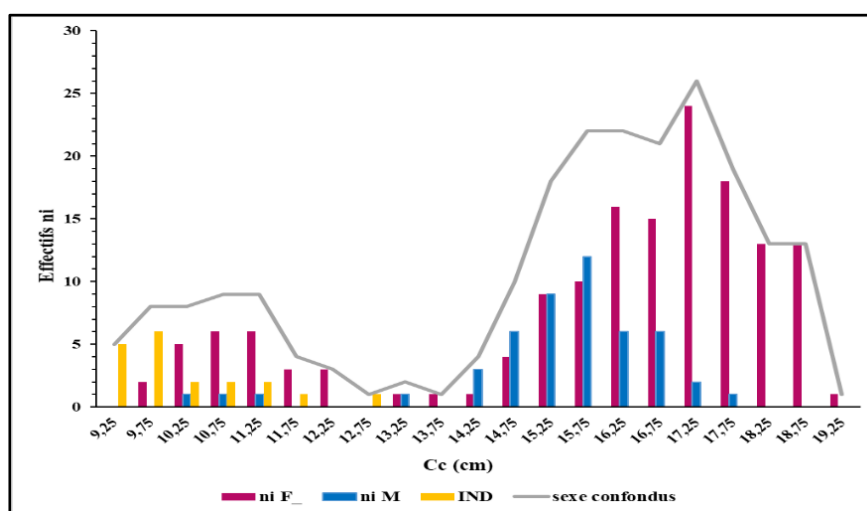


Figure 20 : Histogrammes représentes la distribution des fréquences de taille de *S. pilchardus* pêchée au port de Annaba.

III.1.1. Comparaison des tailles moyennes :

III.1.1.1. Comparaison des tailles moyennes par sexe :

Le tableau 1 montre les paramètres nécessaires pour comparer les tailles moyennes des mâles et des femelles et les deux sexes confondus qui sont calculées avec un risque de 5%.

Tableau 04 : Comparaison des tailles moyennes par sexe de l'espèce étudiée.

	Mâle	Femelle	Sexes confondus
Effectifs	49	151	219
Taille moyenne Lt m (cm)	15,37	15,99	15,35
Variance	2,19	6,24	7,41
Ecart-réduit (ϵ cal)	2,11		

Les valeurs des tailles moyennes sont très rapprochées, la taille moyenne des femelles (15,99cm) semble être légèrement plus grande que celle des mâles (15,37 cm) et aussi à la taille moyenne des deux sexes confondus (15,35cm).

Ces observations sont confirmées par un test de comparaison basé sur l'écart réduit au risque de (5%), En effet ($\varepsilon_{\text{cal}} = 2.11 > \varepsilon_{\text{table}} = 1.96$). Ce dernier fait ressortir que la différence entre les tailles moyenne des femelles et celle mâles est significative, et à partir de là les femelles ont une taille moyenne supérieur à celle des mâles

Ceci dit que pour la suite de l'étude nous allons considérer les mâles et les femelles séparément.

III.1.2. Etude de la croissance :

III.1.2.1. Croissance pondérale (relation taille poids) :

Les courbes de la relation tailles–poids pour les mâles, les femelles et l'ensemble des individus, obtenues par la formule : $WT = a L^b$ sont illustrées dans la figure 21.

Ce qui nous permet de définir des équations d'allométrie qui décrivent la croissance relative de l'espèce étudiée.

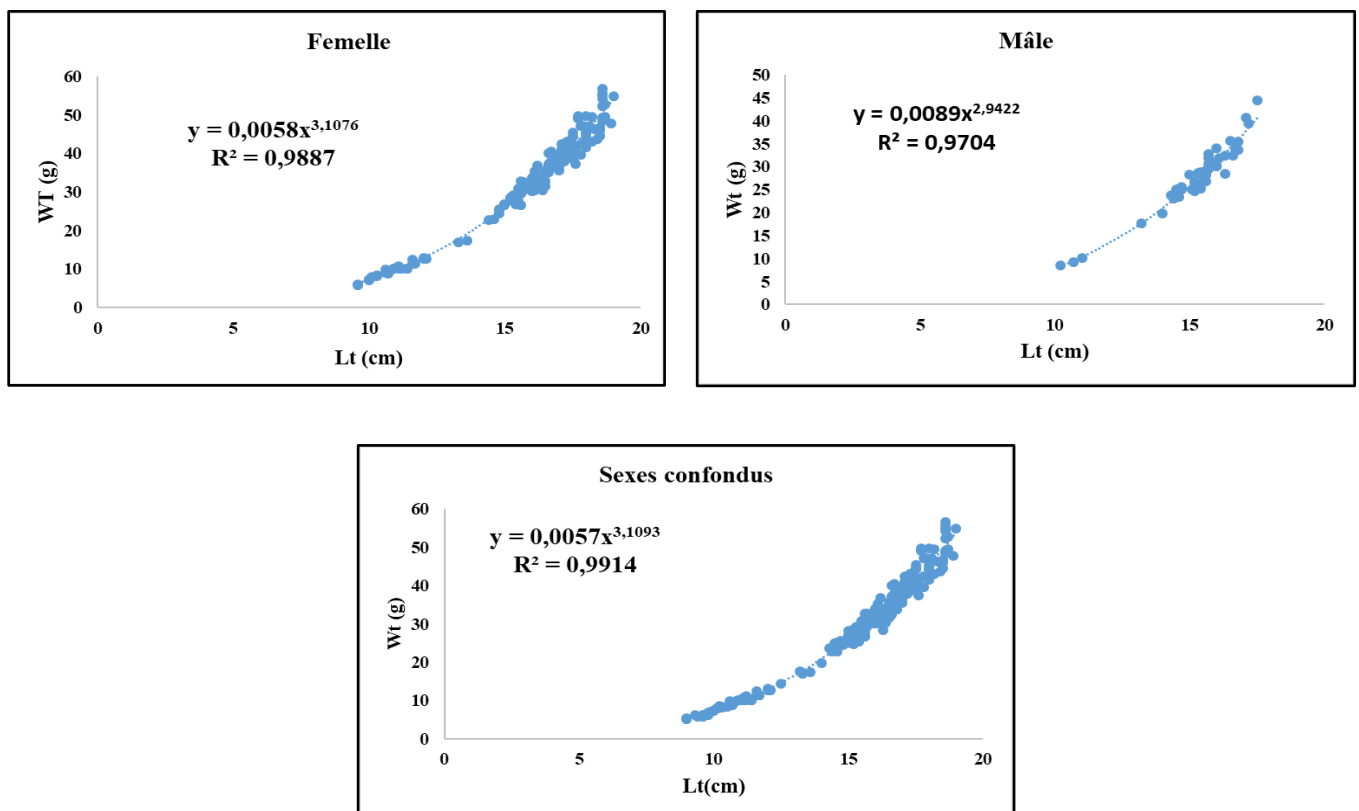


Figure 21 : Représentations des relations taille poids des femelles, mâles et de population totale de *S. pilchardus* pêchée au niveau du port d'Annaba.

Tableau 05 : Relations liant la taille-poids et test (t) et les types d'allométrie chez les femelles et mâles et pour les deux sexes confondus de *S. pilchardus*.

Sexes	Equation	Coefficient de corrélation(R)	Test (t)	Type d'allométrie
Femelle	$Wt = 0.0052Lt^{3,1076}$	0.994	$ \bar{\chi} \text{ cal} =0,51 < 1.96$ (DNS)	b ≈ 3 Croissance isométrique
Mâle	$Wt = 0.0091 Lt^{2,9422}$	0.985	$ \bar{\chi} \text{ cal} =0,16 < 1.96$ (DNS)	b ≈ 3 Croissance isométrique
Sexes confondus	$Wt = 0.0057Lt^{3,1093}$	0.995	$ \bar{\chi} \text{ cal} =0,62 < 1.96$ (DNS)	b ≈ 3 Croissance isométrique

Les corrélations entre la taille et le poids sont fortement associées ($r = 0,98$). Le test de l'écart réduit donne des valeurs inférieures à celle de la table qui est de 1,96 indiquant que la déférence n'est pas significative(DNS) (Tableau5).

Les femelles ont un coefficient d'allométrie de 3,1076 alors que les mâles ont un coefficient d'allométrie de 2,9364 et aussi pour les deux sexes combinés en plus les individus de sexe indéterminé (Sexes confondus) le coefficient est égale à 3,1093.

Pour les 4 mois (janvier, février, Aout et Septembre) tous les valeurs de coefficient d'allométrie **b** est égal à 3 en approximation ce qui indique que le poids évolue en fonction du cube de la longueur dans une isométrie de croissance.

Les paramètres **a** et **b** sont très sensibles aux nombres d'échantillons mensuels et à la composition en taille de chacun (Fréon, 1988 ; Mouneimne, 1981 *in* Gaamour et *al.*,2004.

Nous comparons les paramètres **a** et **b** obtenus au cours de mon étude de cette espèce avec ceux de la littérature (Tableau 03).

On remarque que nos valeurs sont plutôt proches de celles obtenues par Rebbah et Kaoulal (2020) en Ouest algériens (golfe de Ghazaouet) et Mendes et *al.*, (2004) où il a signalé une isométrie de croissance, et ceux de Amenzoui (2010) en Maroc où il indiquée que le type d'allometrie isométrie chez les mâles et majorant chez les femelles.

Par contre (Touati et Benatmane, 2018 ; Mater et Bayhan, 1999 ; Brahmi et *al.*, 1998) indiquent une allométrie majorant et des coefficients d'allométrie **b** significativement Supérieurs à 3.

Tableau 06 : Paramètres de la relation taille-poids par différents auteurs chez *S. pilchardus*.

Auteurs	Régions	Sexe	a	b	Type d'allométrie
Présent travail	Est algériens Port d'Annaba	Femelles	0,0052	3,1076	Isométrie
		Mâles	0,0091	2,9364	
		Sexes confondus	0,0057	3,1093	
Mendes et al., (2004)	Portugal (Ouest)	Sexes confondus	0,0092	2,98	Isométrie
Rebbah et Kaoulal, 2019	Ouest algériens (golfe de Ghazaouet)	Femelles	0,0082	2,9762	Isométrie
		Mâles	0,0085	2,9652	
Touati et Benatmane, 2018	Est algériens Bejaia	Femelles	0,0035	3,2966	Majorant
		Mâles	0,0031	3,3435	
Amenzoui, 2010	Maroc (Atlantique)	Femelles	0,009	3,08	Majorant
		Mâles	0,006	2,99	Isométrie
Mater et Bayhan, 1999	Baie d'Izmir (Turquie)	Sexes confondus	0,0045	3,3591	Majorant
Brahmi et al., 1998	Centre algériens	Femelles	0,00385	3,201	Majorant
		Mâles	0,00488	3,104	
Bouhali, 2015	Est Algérienne Annaba	Femelles	0,006	3,23	Majorant
		Mâles	0,007	1,09	Minorant

III.1.3. Etude de la reproduction :

III.1.3.1. Stades de maturité sexuelle des gonades :

La figure 22 représente l'état de maturité des gonades de 200 individus dont 151 femelles et 49 mâles montrent que :

Les plus forts pourcentages sont présents au niveau de **stade I** avec 46,94% chez les mâles et avec 42,38% chez les femelles, ce sont des individus immatures.

Le **stade II** à montrer la proportion la plus faible pour les femelles estimées à 2,65% tandis que le pourcentage des mâles est nul, nous expliquons l'absence des mâles dans ce stade par le sex-ratio qui en faveur des femelles (taux de féminité 75.5%).

Le **stade III** qui correspond au début de maturation, le pourcentage est également nul chez les deux sexes, Cela peut être due à la gamme de l'échantillonnage annuel qui a couvert uniquement deux saison (hiver et automne).

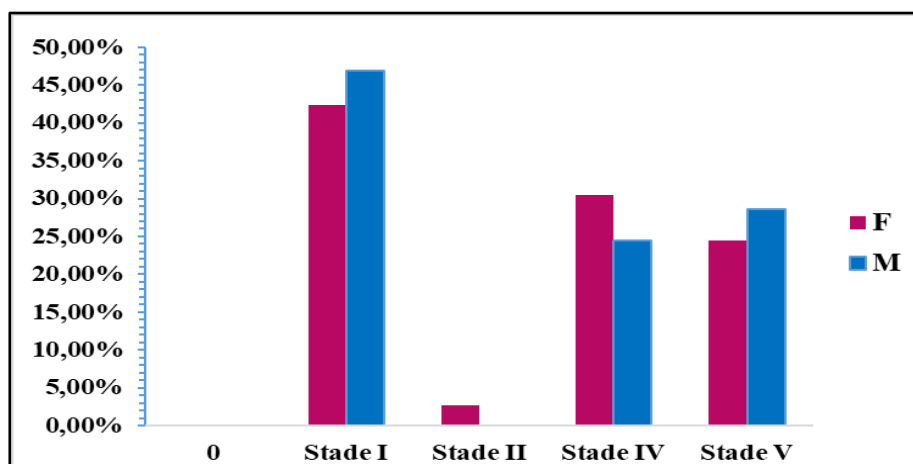


Figure 22 : Pourcentage des stades macroscopique de la maturité sexuelle de la sardine durant la période d'étude.

III.1.3.2. Evolution mensuelle des stades de maturité sexuelle :

✓ Chez les femelles :

Nous avons suivi l'évolution mensuelle des pourcentages des stades de maturité sexuelle et les résultats sont représenté par la **figure 23**.

Les résultats montrent que les mâles et les femelles se trouvent à différents stades de maturité sexuelle tout au long des mois de l'année mais leurs pourcentages sont variables.

Les femelles de sardines en ponte **Stade IV** et post-ponte **Stade V** s'étale entre les mois de Janvier et Février, nous avons noté le pourcentage de stade IV est très élevé (93,62%) par rapport au de **stade V** (6,38%) donc en janvier le pic de ponte des individualités sont en ponte et en post -ponte), et par contre en Février c'est l'inverse le pourcentage de **stade IV** est très faible (5,56%) et par rapport au de **stade V** (94,44%).

Les gonades immatures et en repos sexuel (**stade I**) sont véritablement abondantes entre Août et Septembre avec 100% et 90.7% Successivement et inexistant en janvier et février nous expliquons ces résultats que l'été est la période de repos sexuelle.

Les gonades en début de maturation (**stade II**), apparaissent dans les échantillons dans le mois de septembre avec un faible taux estimé à 9,30% (figure 23).

✓ **Chez les mâles :**

Les mâles de sardines en émission **stade IV** apparaissent en janvier avec 100% et 6,67% en février, les gonades post- émission **stade V** elles sont également très abondantes en février avec 93,33%.

Les gonades immatures et en repos sexuel **stade I** sont présentes en Août et Septembre avec un pourcentage maximum 100%. (Figure 23).

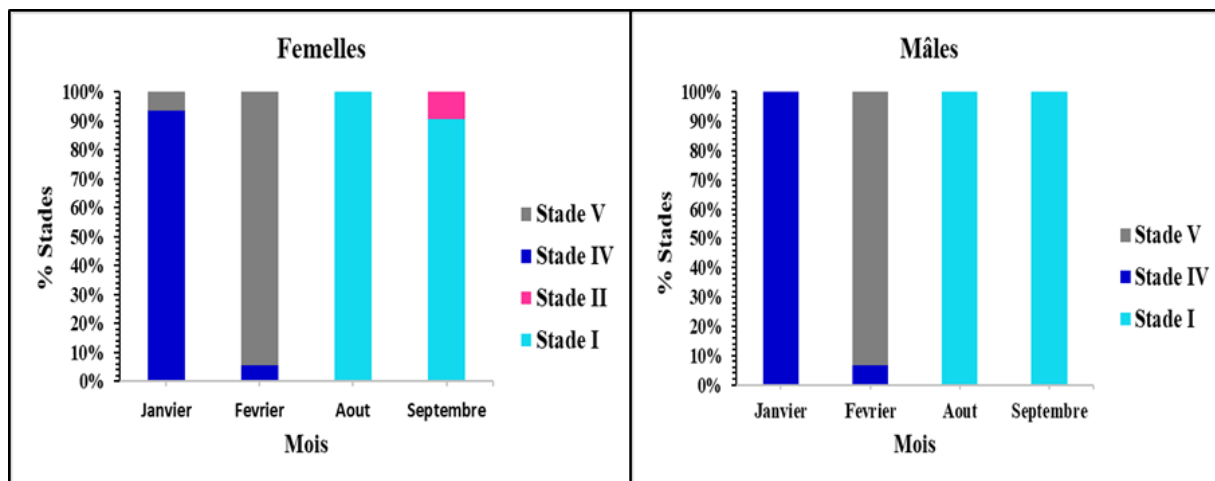


Figure 23 : Variation des pourcentages des stades macroscopique de la maturité sexuelle des femelles et des mâles de *S.pilchardus*.

Ces résultats de variabilités des stades de maturité sexuelles indiquent que dans notre étude la période de ponte et l'émission du sperme sont observées dans la saison hivernal (janvier et février) qui spécifique pour la sardine par rapport aux autre espèces des petits pélagiques.

Ces résultats se concordent avec celles de (Rebbah et Kaoulal ,2020), établis dans la région ouest de la cote algérienne.

III.1.3.3. Taille à la première maturité sexuelle L 50 :

La taille de la première maturité sexuelle est particulièrement utile pour déterminer la taille minimale de capture (Bouhali.2015), selon la méthode statistique la taille de plus petit poisson mature ou la taille à laquelle 50% des individus sont matures dans notre échantillon est de l'ordre de :

- ✓ 12,51±0,40cm chez les femelles.
- ✓ 12,01±0.41 cm chez les mâles.

- ✓ $12,5 \pm 0,36$ cm pour l'ensemble de l'échantillon (sexes confondus). au-delà de 12 cm tous les individus échantillonnés étaient matures.

Donc, les femelles atteignent tardivement leur taille de première maturité sexuelle par rapport aux mâles. (Maturité sexuelle précoce pour les mâles).

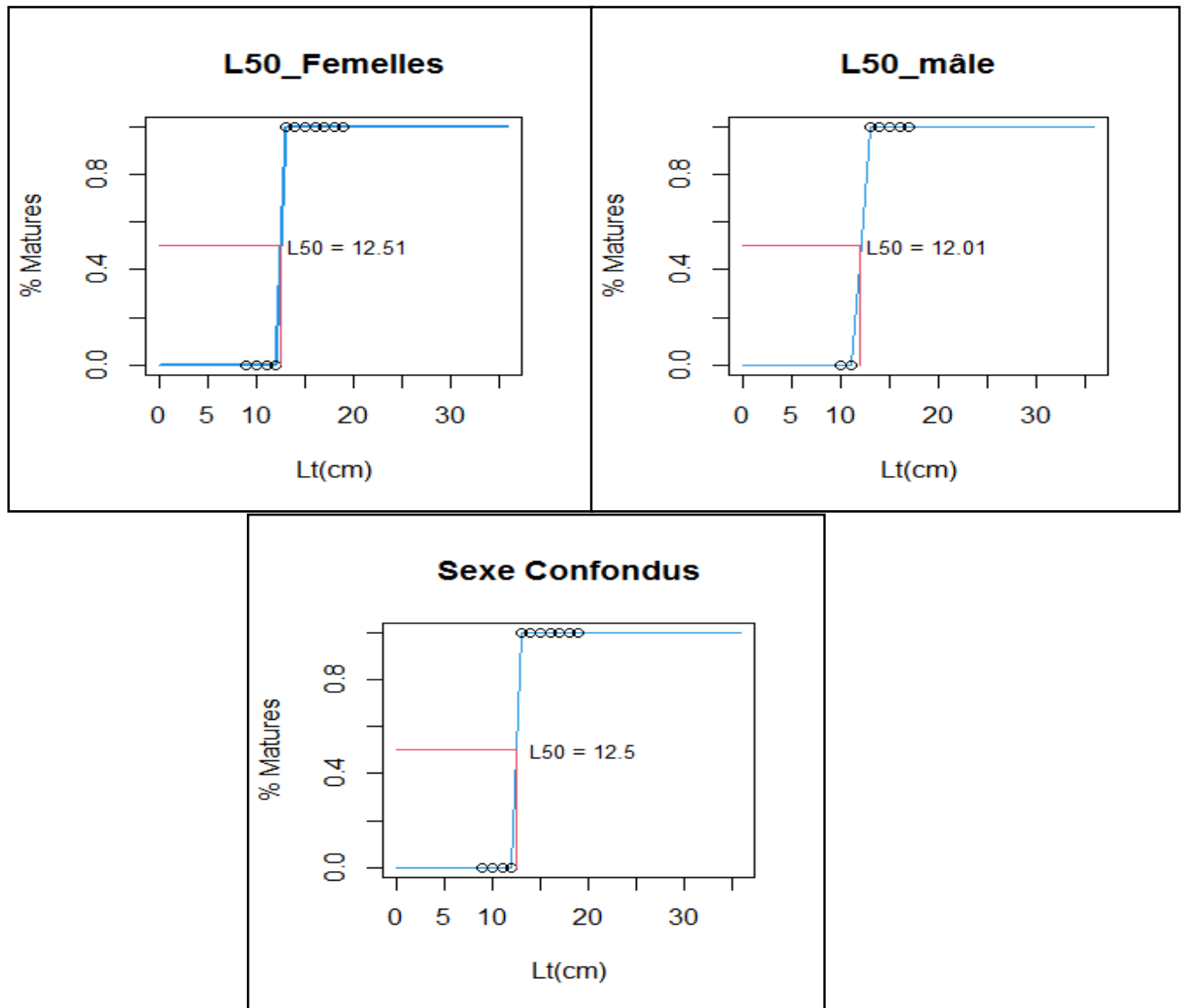


Figure 24 : Estimation de la taille à la première maturité sexuelle chez *S. pilchardus* pêchée au niveau du port d'Annaba pour l'année 2020.

Le tableau 07 résume les résultats obtenus par différents auteurs qui ont travaillé sur la sardine en méditerranée.

Tableau 07 : Tailles de la première maturité sexuelle de la sardine selon les différentes littératures méditerranéennes.

Auteurs	Région	L 50 (cm)	
		Femelles	Mâles
Présent travail	Est Algérienne Annaba	12,51	12,01
Mouhoub (1986)	Centre d'Algérie Bou-Ismaïl	12,6	11,9
Kartas (1981)	Tunisie	12,3	11,8
Bouhali et al. (2015)	Côtes Est-Algérienne	11,5	11,28
Rebbah et Kaoulal (2019)	Ouest Algérie Ghazaouet	11.40	12,45
Abad et Giraldez (1993)	Mer d'Alboran	12,5	12,8
Lee (1961)	Golf du Lion	14	13,8

Dans notre étude la taille à la première maturité sexuelle L50 se situe à $12,01 \pm 0,18$ cm et à $12,51 \pm 0,51$ cm respectivement pour les mâles et les femelles, les valeurs obtenues de L50 sont plus proches et comparables avec celles obtenues dans le Centre d'Algérie Bou-Ismaïl (Mouhoub (1986)), sur les côtes tunisiennes (Kartas, 1981).

La taille de la première maturité est supérieure à celle trouvée par Bouhali et al. (2015) dans les côtes Est-Algérienne qui est de l'ordre de 11,28 chez les mâles et 11,5 chez les femelles, les résultats trouvés ce présent travail de L50 sont inférieur à celle trouvé par Lee (1961), et sont supérieure à celle obtenue par (Rebbah et Kaoulal (2020)) et (Abad et Giraldez (1993)), en se basant sur les résultats du tableau 07 nous avons constaté que la maturité sexuelle chez les mâles est précoce par rapport aux femelles dans la majorité des cas indiqués dans la littérature.

III.1.3.4. Etude de sex-ratio

III.1.3.4.1. Sex-ratio globale :

L'analyse des résultats présentés dans le tableau 08 montrant les proportions des sexes, les proportions avec précision se présentent comme suit :

Taux de féminité = $75,5 \% \pm 0,40$

Taux de masculinité = $24,5\% \pm 0,41$

Rapport du nombre des femelles sur celui des mâles = 3,082

Le taux de féminité dépasse fortement le taux de masculinité, le test de l'écart réduit donne ($\epsilon_{cal} = 2.11 > \epsilon_{table} = 1.96$) la valeur de l'écart réduit étant supérieure à celle de la table (1,96) au risque de 5 % donc indique une différence significative, on peut conclure que les femelles sont prédominantes par rapport aux mâles.

Tableau 08 : Proportion des sexes de *S. pilchardus* pêchée au niveau du port de Annaba.

Sexe	Effectif	Fréquence (%)
Femelles	151	75,5 %
Mâles	49	24,5%
F/M	3,082	

III.1.3.4.2. Sex-ratio en fonction de la taille :

Les pourcentages des mâles et des femelles sont répartis par centre de classe de taille est présenté dans la figure 25 montre que pour les classes de tailles allant de 9,25 cm à 19,25 cm il y a une dominance des femelles puis celle des mâles.

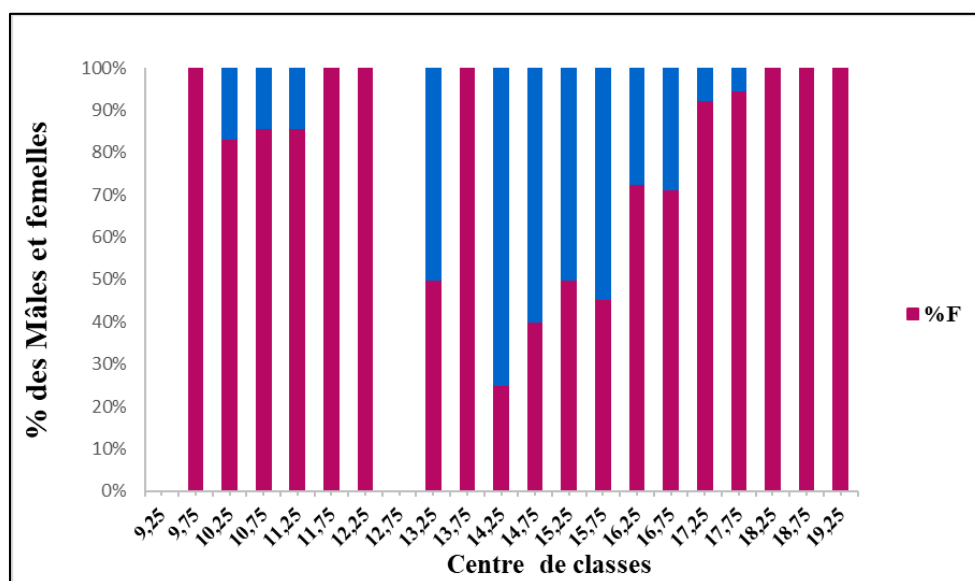


Figure 25 : Pourcentage des mâles et femelles en fonction de la taille *S. Pilchardus* pêchée au niveau du port de Annaba pour l'année 2020.

III.1.3.5. Variation mensuelle du rapport gonado-somatique (RGS) :

Le rapport gonado-somatique moyen (RGS) est suivi mensuellement afin d'établir la période de reproduction de l'espèce étudiée et la maturation des gonades, les résultats des (RGS) des mâles et femelles et la population totale a été représenté dans la figure 26.

Les pourcentages de **RGS** moyen allant du 7,23% à 0,12% chez les femelles, 6,62 % à 0,11 % chez les mâles, et 7,12% à 0,13% chez la population totale.

Le rapport gonado-somatique moyen (RGS) est suivi mensuellement afin d'établir la période de reproduction de l'espèce étudiée, les résultats des (RGS) des mâles et femelles et la population totale a été représenté dans la figure 26.

Les pourcentages de **RGS** moyen allant du 7,23% à 0,12% chez les femelles, 6,62% à 0,11 % chez les mâles, et 7,12% à 0,13% chez la population totale.

A partir de janvier les valeurs du (RGS) chutent considérablement chez les femelles pour atteindre 7,23% et 6,62% chez les mâles et 7,12% chez la population totale.

Ces résultats montrent que la période d'activité sexuelle maximale pour la sardine de la région d'Annaba a été observée entre janvier et février 2020 donc on peut dire que la période de ponte de cette espèce est hivernale, comme le montre (figure 26).

La décroissance continue du RGS moyens au-delà de la période hivernale (août et septembre) témoignant de la fin où début de la phase de maturation.

Nos résultats proches à celle obtenue par Amenzoui et *al.*, 2005 dans la région de Laâyoune (Maroc) et en 2006 sur Marroccan Atlantic coast, il est similaire à celui trouvé par Bouhali et *al.*, 2015 dans le Nord d'est Algérienne et en 2016 sur les côtes Est-Algérienne, également par rapport aux résultats de MÉNDEZ et *al.*, (2011) réalisé sur cette espèce dans les eaux de grand Canarie (iles Canaries) ils ne sont pas très différents.

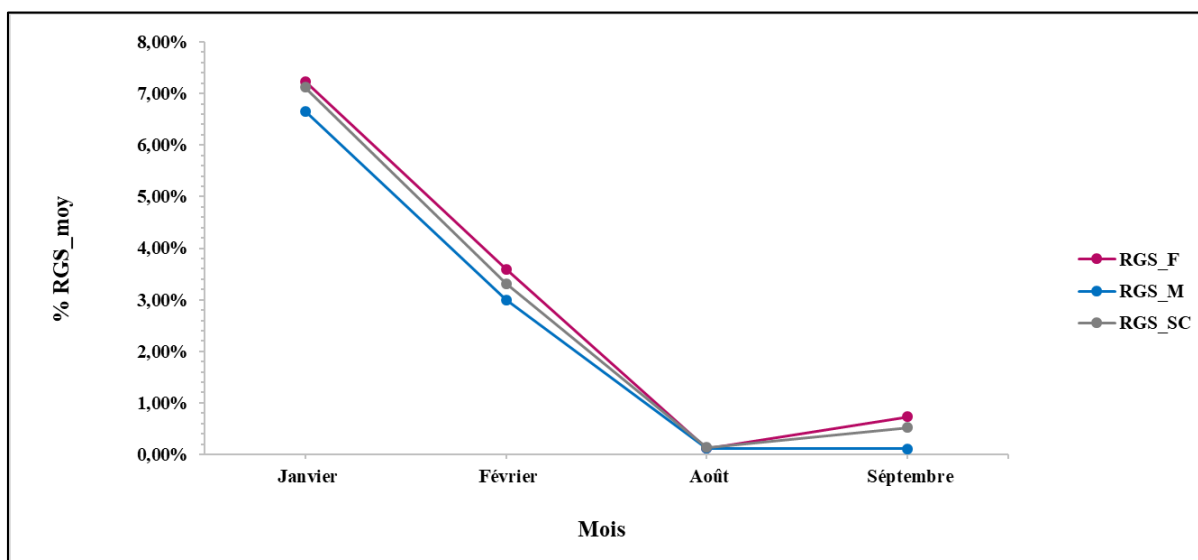


Figure 26 : Evolution mensuelle du Rapport Gonado-Somatique (RGS) moyen de la sardine.

III.1.3.5. Estimation du coefficient de condition (K) :

On observe un pic en août correspondre à 1.99 chez les mâles et 0.49 chez les femelles (figure 27), nous avons remarqué que la valeur maximale de coefficient K des mâles est beaucoup plus élevé que celle des femelles (tableau 09, figure 27) ce la due la gamme d'échantillonnage qui ne contient que trois mâles au cours de moi d'août et 25 femelle.

Peut être expliquée la diminution des valeurs de coefficient k en septembre par le fait que les réserves sont investies dans l'élaboration des produits sexuels et que le développement des gonades comprime de plus en plus le tractus digestif du poisson (Lahaye 1980 ; Belhoucine, 2012).

Les valeurs minimales de ce coefficient K s'étalent entre janvier et février on a remarqué que les courbes de coefficient de condition (K) est constant pour les mâles et les femelles, et légèrement ascendante chez la population totale, le zooplancton est moins abondant pendant l'hiver (Somoue, 2004), c'est la saison de faible condition où le poisson se nourrit peu et l'émission des œufs contribue à accentuer la diminution de sa masse (Amenzoui, 2005 ; Bouhali, 2015).

Tableau 09 : Les valeurs minimales, maximales et moyennes du coefficient de condition-k de la sardine.

Coefficient K	Minimum	Maximum	Moyenne
Mâles	0,76	1,99	1,09
Femelles	0,49	0,54	0,51
Sexes confondus	0,05	0,56	0,41

L'analyse des graphes montre une grande différence entre les courbes du coefficient de condition K des mâles et des femelles.

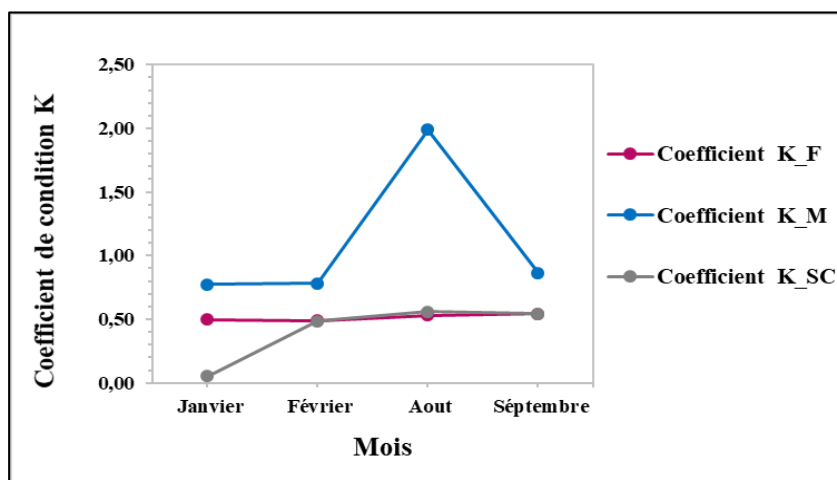


Figure 27 : Evolution mensuelle du coefficient de condition K de la sardine de la région est algérienne.

III.2. Etude histologique des gonades :

III.2.1. Caractéristique histologique d’ovaire de stade III (Pré-ponte) :

✓ Follicules bien regroupés et remplis de gros ovocytes libres dans la cavité folliculaire.

Ce stade est caractérisé par la présence de différentes phases d’ovocytes :

- Ovocyte de phase II : ovocyte à gros noyau central contenant un ou plusieurs nucléoles et un cytoplasme homogène renfermant une couronne périphérique d’alvéoles corticales (Figure 28-b), ovocyte en vitellogenèse endogène (début de vitélogène).

- Ovocyte de phase III : à un noyau central et cytoplasme envahi par des inclusions vitellines s’organisant en liséré périnucléaire (Figure 28-a) granules vitellins de plus grande taille remplissant la cavité folliculaire

- Ovocyte de phase IV : début la migration du noyau vers l’un des pôles avec inclusions lipidiques autour du noyau central et en périphérie du cytoplasme (figure 28 b et d)

En remarque plus d’un groupes d’ovocytes dans l’ovaire (figure 28 c) et les distributions de taille des œufs sont continués donc la présence de plus d’un groupe d’œufs est le critère accepté selon lequel plus d’un seul ponte.

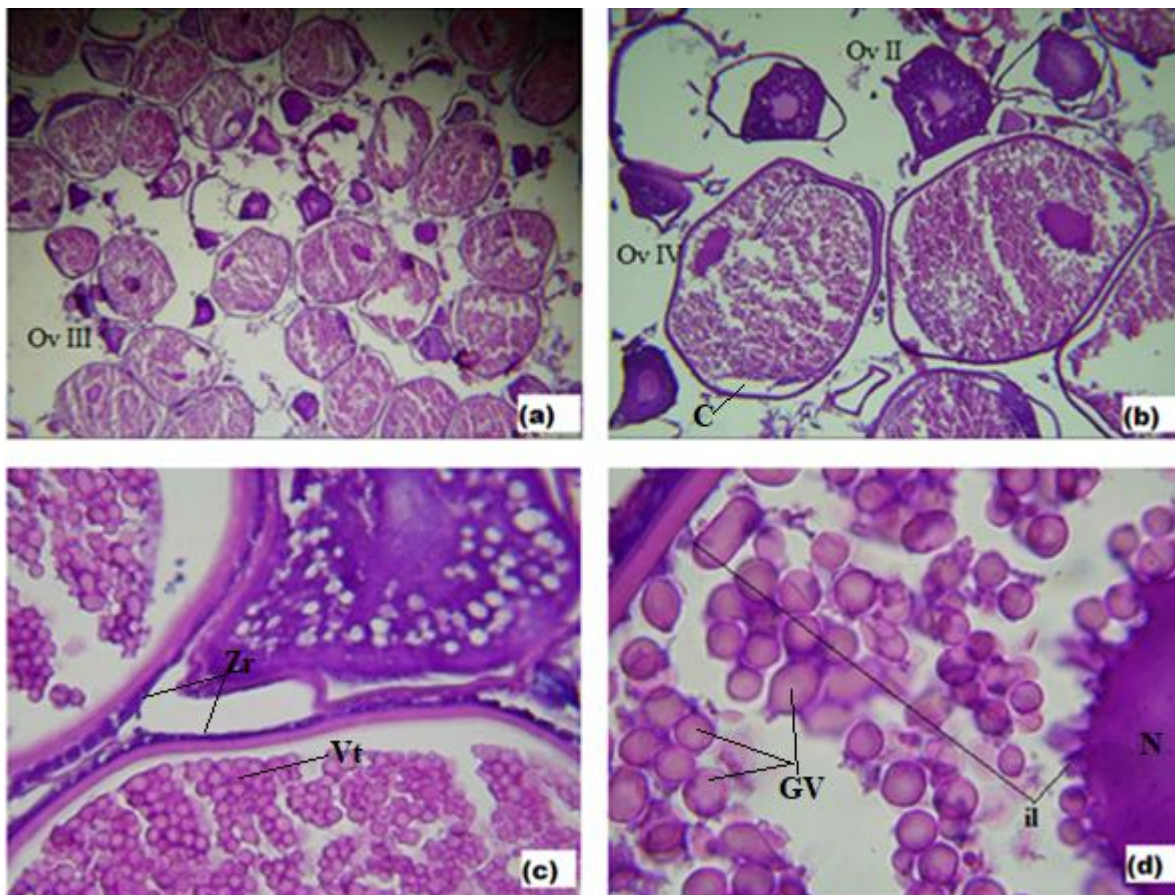


Figure 28 : Photomicroscopie montrant l’aspect histologique d’ovaire stade III (Pré-ponte) vu par différents Grossissements (a) : G×04, (b) : G×10, (c) : G×40, (d) :G×100.

III.2.2 Caractéristique histologique d'ovaire de stade IV (Ponte) :

Ovocyte mature de phase V en début d'hydratation : ovocyte en vitellogenèse avancée semblant liquéfié et les inclusions vitellines fusionnent, lui donnant un aspect hyalin.

Enveloppe nucléaire irrégulière avec noyau excentré. À ce stade, l'ovocyte peut se détacher de sa thèque et de sa granulosa pour être libéré dans la cavité ovarienne afin d'être expulsé.

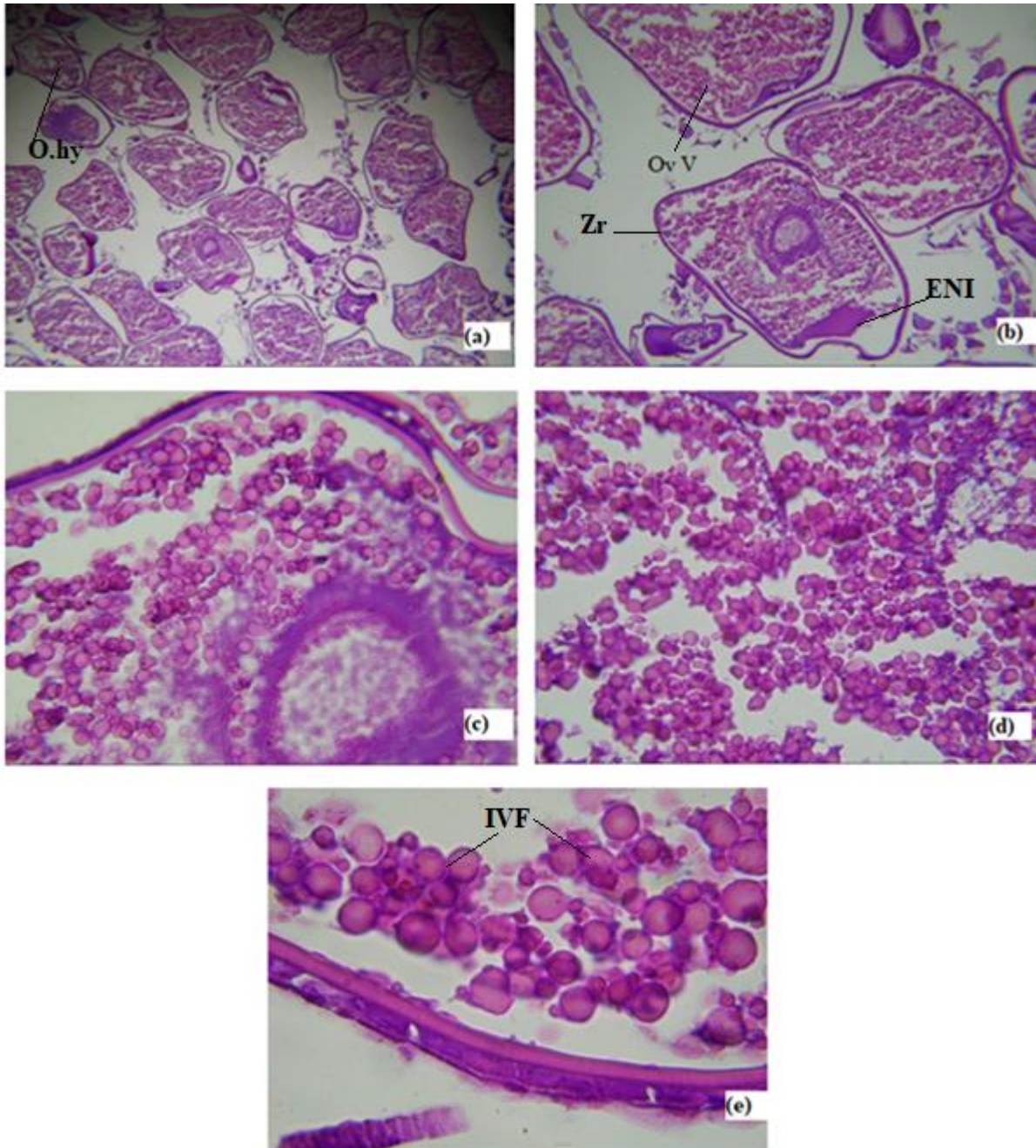


Figure 29 : Photomicroscopie montrant l'aspect histologique d'ovaire stade IV (Ponte) vu par différents Grossissements (a) : G×04, (b) : G×10, (c) : G×40, (d) :G×40, (e) :G×100.

III.2.3. Caractéristique histologique de testicule de stade IV (l'émission)

Les tubes séminifères comportent des cystes isogéniques contenant des spermatogonie (figure 29-e), spermatocytes, spermatides (figure 29-e) spermatozoïdes (figure 29-f) et la lumière lobulaire est importante.

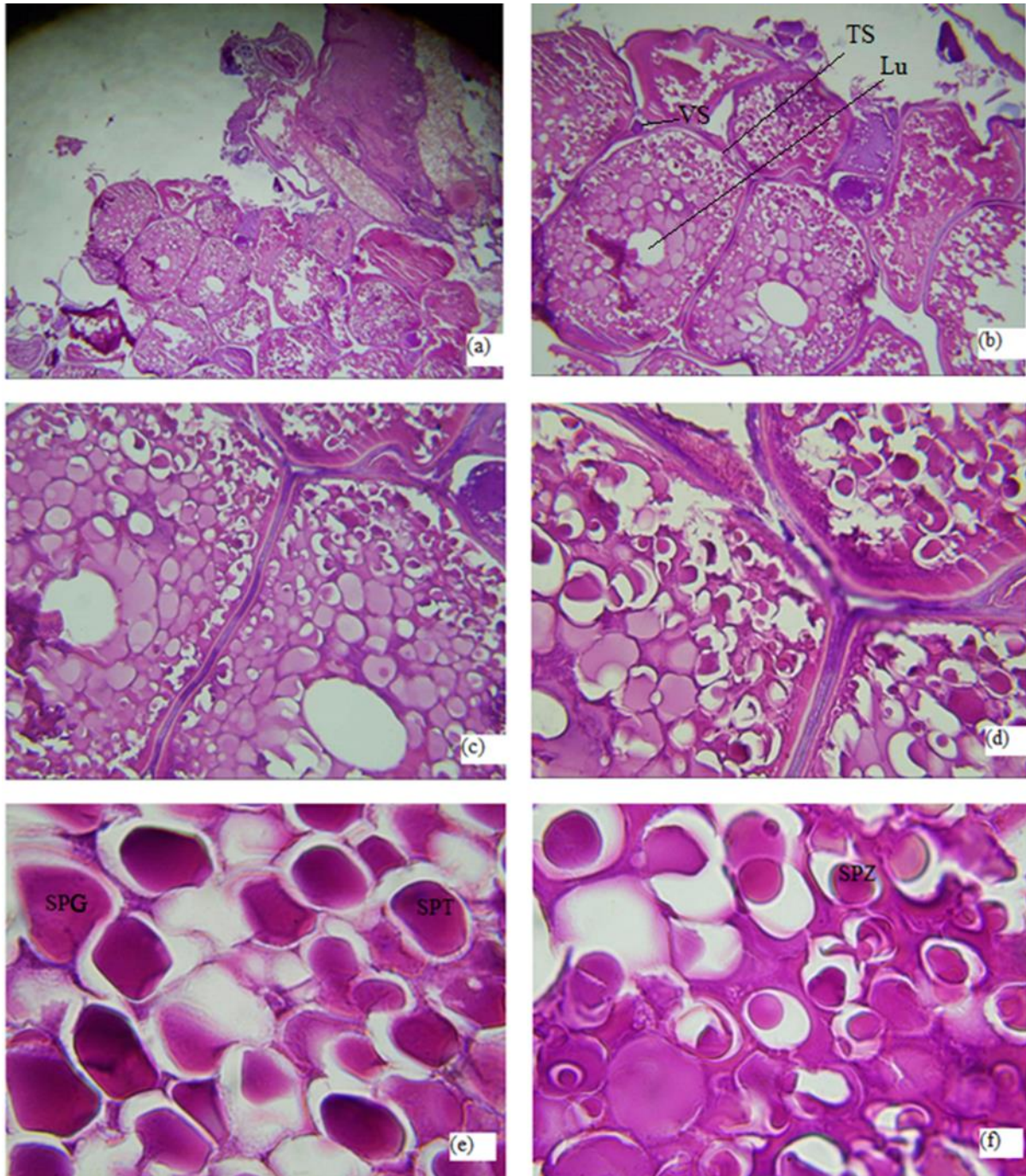


Figure 30 : Photomicroscopique montrant l'aspect histologique de testicule stade IV(l'émission) vu par différents Grossissements (a) : G×04, (b) :G×10, (c) :G×20, (d) :G×40,(d) : G×100, (e) : G×100, (f) : G×100.

Conclusion

Dans notre contribution à l'étude de la biologie de la reproduction chez la Sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) de côte est Algérienne en 2020.

D'après l'analyse des données mensuelle de CNRDPA nous avons aboutis aux résultats suivants :

La distribution des fréquences de taille montre que la plus petite taille dans notre échantillon est de 9 cm correspond à des poissons immatures de sexes indéterminé et pêche en moi d'août, et la plus grande taille est de 19 cm c'était une femelle.

Les tailles moyennes des mâles et des femelles sont respectivement de 15.37 ± 0.41 cm et 15.99 ± 0.40 cm et de 15.35 ± 0.36 cm chez la population totale, cependant le test de l'écart-réduit qui est destiné pour comparer les taille moyenne, montre une différence significative donc les femelles ont une taille moyenne supérieur à celle des mâles et pour la suite d'étude considérer les mâles et les femelles séparément.

La relation taille-poids de *Sardina pilchardus* et les résultats de test $t \mid \chi \text{ cal} \mid < 1.96$ montre des différences non significatives chez les mâles et les femelles et la population totale ce qui indique une croissance isométrique traduisant donc que le poids croît de la même vitesse que le cube de la longueur.

En effet les gonades de *S. pilchardus* se trouvent à différents stades de maturité au cours de l'année, par le suivie de l'évolution mensuelle de ces stades de maturité sexuelle en concluent que la période de reproduction qui est représentée par forte abondance des stade IV et V en hiver avec une ponte en mois de Janvier ,et la période s'étale entre août et septembre c'est la période de repos sexuelle se caractérisé par l'abondance des stade I : immature ou en repose sexuelle .

Concernant la taille à la première maturité sexuelle ou la taille à laquelle 50% des individus sont matures est de $12,5 \pm 0.36$ cm pour la population totale, $12,01 \pm 0.41$ cm e $12,51 \pm 0,40$ cm chez les mâles et pour les femelles.

L'étude du sex-ratio de sardine dans la région de Annaba en faveur des femelles avec un taux de féminité de 75,5 % pour notre échantillon, il ya une différence significative donné par le test de l'écart réduit.

Ainsi on conclure que les femelles sont prédominantes par rapport aux mâles.

Le suivie mensuelle des valeurs de RGS dans le golf de Annaba montre une période de reproduction s'étalant entre janvier et février ainsi la ponte de la sardine est maximale en

Janvier, et une période de repos sexuelle en été est surtout dans le mois d'août où les valeurs de coefficient de condition K atteints des valeurs maximales, Il convient de noter que les variations de Rapport Gonado-Somatique RGS varient en sens inverse du coefficient de condition K.

La sardine à un ponte fractionné qui produit plusieurs lots différents d'ovocytes pendant la saison de reproduction, le cycle de reproduction permet d'assurer un stock suffisant d'œufs matures, cela se produit pendant le processus régulier de l'ovogenèse, et une succession de divisions méiotiques se déroulant à l'intérieur de cystes est la spermatogénèse.

Bibliographie

- Abad, R., & Giraldez, A. (1993).** Reproduccion, factor de condicion y talla de primera madurez de la sardina, *Sardina pilchardus* (Walb.), del litoral de Malaga, mar de Alboran (1989 a 1992). *Boletin del Instituto Español de Oceanografia*, 9(1), 145-155.
- Aldebert, Y., & Tournier, H. (1971).** La reproduction de la sardine et de l'anchois dans le golfe du Lion. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 35(1), 57-75.
- Alheit J., Roy C. et 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
- Amenzoui, K., Ferhan-Tachinante, F., Yahyaoui, A., Kifani, S., & Mesfioui, A. H. (2006).** Analysis of the cycle of reproduction of *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) off the Moroccan Atlantic coast. *Comptes Rendus Biologies*, 329(11), 892-901.
- Amenzoui, K. (2010).** Variabilité des caractéristiques biologiques de la sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) exploitée au niveau des zones de Safi, Agadir et Laâyoune (côtes atlantiques marocaines).
- Amenzoui, K., Ferhan-Tachinante, F., YAHYAOUI, A., MESFIOUI, A. H., & KIFANI, S. (2004).** Etude de quelques aspects de la reproduction de *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) de la région de Laâyoune (Maroc). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, 2005, 26-27.
- ANAT, (2007).** Agence Nationale de l'Aménagement du territoire. Direction Régionale Est Guelma. Cadastre littoral de la wilaya d'Annaba. Rapport de synthèse. Phase I : Bilan Diagnostic ; Phase II : Thématiques et plans. Ministère de l'aménagement et de l'environnement. 64 p.
- Bauchot, M. L., & ML, B. (1980).** Presence d'*Ariosoma balearicum* (de la Roche, 1809) en mer Rouge (pisces, Teleostei, Congridae).
- Bedairia, A., & Djebbar, A. B. (2009).** A preliminary analysis of the state of exploitation of the sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792), in the gulf of Annaba, East Algerian. *Animal biodiversity and conservation*, 32(2), 89-99.
- Belhoucine, F. (2012).** Etude de la biologie de la croissance et de la reproduction d'un poisson téléostéen le merlu (*Merluccius merluccius* L., 1758) et son utilisation comme

indicateur biologique de la pollution par les métaux lourds (Zinc, Plomb et Cadmium) dans la baie d'Oran (Algérie)[PhD Thesis] (Doctoral dissertation, Thèse de Doctorat, Université d'Oran, Algérie).

Belloc, G., & Desbrosses, P. (1930). Remarques sur la sexualité de la sardine, *clupea pilchardus walb.* Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes, 3(1), 63-77.

Bouaziz, A. (2007). La sardinelle (*Sardinella aurita Valenciennes, 1847*) des côtes algériennes distribution, biologie et estimation des biomasses (Doctoral dissertation, Alger).

Boufersaoui, S. (2012). Contribution à l'étude de Sparidé *Pagellus acarne* (Risso, 1826) dans la région d'Alger (Doctoral dissertation, ENSSMAL).

Bougis, P. (1952). Recherche biométriques sur les rougets (*M. barbatus L., M. surmuletus L.*). Archs. Zool. exp. Gén, 89(2), 57-174.

Bouhali, F. Z., Lechekhab, S., Ladaimia, S., Bedairia, A., Amara, R., & Djebbar, A. B. (2015). Reproduction et maturation des gonades de *Sardina pilchardus* dans le golfe d'Annaba (Nord-Est algérien). *Cybiuim: Revue Internationale d'Ichtyologie*, 39(2), 143-153.

Brahmi, B., Bennoui, A., & Oualiken, A. (1998). Estimation de la croissance de la sardine (*Sardina pilchardus, Walbaum, 1792*) dans la région centre de la côte Algérienne. *Cahiers Options Méditerranéennes*, (35), 57-64.

Chlaida, M. (2009). Variabilité allozymique associée au flux migratoire des populations de sardine, *sardina pilchardus*, le long de la cote nord ouest africaine.

Conand, C. (1977). Contribution à l'étude du cycle sexuel et de la fécondité de la sardinelle ronde, *Sardinella aurita*: Pêche sardinière dakaroise en 1975 et premier semestre 1976.

Cowen R.K.,(2002). Oceanographic Influences on larval dispersal and retention and their consequences for population connectivity. *Coral reef fishes: dynamics and diversity in a complex ecosystem.* Sale P.F. (éd). Academic Press, San Diego:149-170.

Cowen, R. K., Paris, C. B., & Srinivasan, A. (2006). Scaling of connectivity in marine populations. *Science*, 311(5760), 522-527.

Cury, P., Bakun, A., Crawford, R. J., Jarre, A., Quinones, R. A., Shannon, L. J., & Verheye, H. M. (2000). Small pelagics in upwelling systems: patterns of interaction and

structural changes in “wasp-waist” ecosystems. ICES Journal of Marine Science, 57(3), 603-618.

Dalouche, F. (1980). La pêche et ses statistiques dans la région oranaise. Etude de quelques caractères biologiques sur la sardine (*Sardina pilchardus*. WALB, 1792), Poisson téléostéen (Doctoral dissertation, Thèse de Magister, Université d’Oran, Algérie).

Delaruelle, G. (2009). Biologie de la reproduction de deux petits pélagiques, l’anchois (*Engraulis encrasicolus*) et la sardine (*Sardina pilchardus*), dans le golfe du Lion et première approche de la variabilité spatiale de leurs distributions. Rapport de fin d’étude (Master II IEGB). Rapport de fin d’étude (Master II IEGB).

Dieuzeide R., Novella M. et Roland J., (1959). Catalogue des poissons des côtes algériennes. Ostéoptérygiens, 2ème ed. revue et augmentée : Tome 2 : 229p.

Ettahiri O et al., (2003). Observation on the spawning of *Sardina* and *Sardinella* off the south Moroccan Atlantic coast (21-26N). Fisheries Research, 60. 207-222 p

FAO, (2011). FAO yearbook, Fishery and Aquaculture Statistics 2009. FAO, Roma.

Finney, B. P., Alheit, J., Emeis, K. C., Field, D. B., Gutiérrez, D., & Struck, U. (2010). Paleoecological studies on variability in marine fish populations: a long-term perspective on the impacts of climatic change on marine ecosystems. Journal of Marine Systems, 79(3-4), 316-326.

Fontana A. et Pianet R., (1973). Biologie des sardinelles *Sardinella laebla*(Val) et *sardinella aurita* (Val) des côtes du Congo et du Gabon. ORSTOM du centre du Pointe-Noire, 31: 39 p.

Fontana A., (1969). « Étude de la maturité sexuelle des sardinelles *Sardinella eba*(Val.) et *Sardinella aurita* C. et V. de la région de Pointe Noire ». Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., 7 (2) : 101-113

Forest A., (2001). Ressources halieutiques hors quotas du Nord Est Atlantique : bilan des connaissances et analyse de scénarios d’évolution de la gestion. Ifremer Eds, tome 2 : 215 pp

Fréon, P. (1988). Réponses et adaptations des stocks de clupéidés d’Afrique de l’ouest à la variabilité du milieu et de l’exploitation : Analyse et réflexion à partir de l’exemple du Sénégal.

Fréon, P., Shannon, L. and Roy, C. (2005). Sustainable exploitation of small pelagic fish stocks challenged by environmental and ecosystem changes. *Bulletin of Marine science*, 76(2) :385-4662.

Froese, R., PAULY, D. (2014). World Wide Web electronic publication [en ligne]. France : FishBase. [Consulté le 14 Septembre 2014]. Disponible à l'adresse : < www.fishbase.org >.

Gaamour A., Khemiri S., Mili S. & Ben Abdallah L. (2004). L'anchois (*Engraulis encrasicolus*) des côtes Nord de la Tunisie: reproduction et exploitation. *Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologie de la Mer de Salammbô*, 3: 17 - 24.

Giannoulaki M., Machias A., Tsimenides N., (1999). Ambient luminance and vertical migration of the sardine *Sardina pilchardus*. *Marine Ecology Progress Series* 178: 29-38. *Bibliographie* 201.

Golmard et al., (2010). *Biostatistique. Paris : Faculté de médecine Pierre et Marie CURIE*.vol.1.181

Guechaoui, M, (2014). Contribution à l'étude de la croissance de deux espèces de la famille des sparidés dans la région de Jijel : *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758) et *Boops boops* (Linnaeus, 1758)

Guechaoui,(2016). Analyse préliminaire des données d'échantillonnage biologique (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) de l'année 2016 de la région de Ghazaouet. Rapport scientifique. CNRDPA.21p.

Harchouche K., (2006). Contribution à la systématique du genre *Spicara* : écologie, biologie et exploitation de *Spicaramaema* (poisson Téléostéen) des côtes Algériennes. Thèse de doctorat. Océanographie. Alger : USTHB. 255 p.

Harridi,R et Salmi,S,. (2016). Contribution à l'étude de la reproduction de la sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792). Pêcher dans le golf d'Annaba.

Holden M.J. & Raitt D.F.S., (1974). *Manual of fisheries science. 2 : Methods of resource investigation and their application.* FAO Fish. Tech. Pap., No. 115, Rev. 1, 211 p.

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 : 608 pp

Kartas F., Quignard J.P., (1984). La fécondité des poissons téléostéens. N° 2. Paris: Masson. p. 1-121.

Keznine, M., Analla, M., Aksissou, M., & El Meraoui, A. (2020). The reproduction and growth of the sardine *Sardina pilchardus* in West Mediterranean, Morocco. Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries, 24(4), 303-319.

Khemiri S.,(2006). « Reproduction, âge et croissance des trois espèces de téléostéens pélagiques des côtes Tunisiennes: *Engraulis encrasicolus*, *Sardina pilchardus* et *Boops loops* ». Thèse Doctorat de l'ENSAR, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes Spécialité Halieutique.

Korichi, H.,(1988). Contribution à l'Etude biologique des deux espèces de saurels: *Trachurus trachurus* (Linné, 1758) et *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1: 101p.868) et de la dynamique de *Trachurus trachurus*(Linné, 1758) en baie de Bou Ismail (ALGER). ISMAL : 260 p.

Lahaye J., (1980). « LeDDs cycles sexuels chez les poissons marins ». Oceanis 6 (7): 637-654

Lamrini A., (1998). Activité reproductrice de *Pagellus acarne* (Risso 1826) sur la côte atlantique marocaine. Actes Inst. Agron. Veto (Maroc) 1998, Vol. 18 (2): 77-86. Actes Éditions, Rabat-Maroc.

Laura L., Rmain C ,Laure-H,G ,Sylvia A, Philippe L.,(2015).Caractérisation de la diversité des post-larves de poissons en Méditerranée nord-occidentale et la variabilité de leur recrutement. CEFREM

Lee J. Y., (1961). « Note complémentaire sur les sardinelles *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) du golfe du Lion ». Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 16 (2) : 335-339

Mac Gregor J.S., (1966). Fecundity of the pacific Hake *Merluccius productus*(ayear). California Fish and game, 54: 281 - 288.

Mahé, K., Destombes, A., Coppin, P.,(2005). Le rouget barbet de roche *Mullus surmuletus* (L, 1758) en Manche orientale et mer du nord : rapport de contrat IFREMER/CRPMEM NordPas-de-Calais. Document non publié. France : IFREMER. 187p.

Masuda, R., (2011). Ontogeny of swimming speed, schooling behaviour and jellyfish avoidance by Japanese anchovy, *Engraulis japonicus*. *Journal of Fish Biology*, 78, 1323-1335.

Mater S. and Bayhan, B., (1999). İzmir Körfezi'n de (Ege Denizi) Dağılım Gösteren Sardalya Balığı *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)'Nin Büyüme Özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi Cilt No: 16, Sayı: 3-4:257-267.*

Mennad, M. Youcef Achira, D. (2005). Etude systématique et éco-biologique de roche *Mullus surmuletus* (Linné,1758) et recensement de la faune associé. These ingénieur. INSMAL,45 p.

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, U.S.T.H.B .Alger

Mouneimne, N.(1981). Poissons des côtes du Liban. Thèse de doctorat, université de P.et M Curie .Paris : 272p.

Pauly, D. et Moreau, J. (1997). Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutique. Cepaudes. 288 p.

Pivnicka., Cenry .K.,(1996) .Poissons .pp:80.

Postel E., (1955). Les faciès bionomiques des cpotes de Guinée française. Rapp.Cons. Int.Presses agronomiques de Gembloux: Gembloux. 463 p

Ramirez T., Cortés D., Garcia A.,(2001).Growth of North Alboran Sea sardine larvae estimated by otolith microstructure, nucleic acids and protein content. *Journal of Fish Biology***59: 403-415**

Rebbah, S. Kaoulal, F. (2020), Etude de quelque aspect de la reproduction de *Sardina pilchardus* dans la côte algérienne. Thèse de Master. Biologie. Blida: USTSDB

Ricker, W. E. (1975). Calcul et interprétation des statistiques biologiques des populations de poissons. Taureau. Poisson. Res. Bd. Can., 191, 1-382.

Rochet M.-J., (2000).A comparative approach to life- history strategies and tactics among four orders of teleost fish.*ICESJ.Mar.Sci.***57,228-239**

Roos D. (2010). Report of the Working Group on Stock Assessment of Small Pelagic Species. Campobello di Mazara, (Italy), 1– 6 November 2010. General Fisheries Commission for the Mediterranean. Scientific Advisory Commity (SAC). Thirteenth Session Marseille, France, 7-11 February 2011 : 13-15

Rose, K.A., Cowan JR., J.H., Winemiller, K.O., Myers, R.A., Hilborn, R.,(2001).Compensatory density dependence in fish populations: importance, controversy, understanding and prognosis. *fishfis.* , 2, 293-327.

Sardyn, (2006). Project-sardine dynamique and stock structure in the north-eastern Atlantic, Q5 RS-2002- 000818.2002-2006

Schwartz, D., (1992). Méthodes statistiques à l’usage des médecins et des biologistes. Paris : Flammarion.

Schwartz, D., (1993). Méthodes statistiques à l’usage des médecins et des biologistes (Statistic methods for doctors and biologists). E. Médecine-Sciences, eds., Flammarion, Paris, France. 314 pp.

Schwartzlose R.A, Alheit J. et al., (1999).Worldwide large- scale fluctuations of sardine and anchovy populations. *South Africa Journal of Marine Sciences* 21: 289-347.

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.

Somoue L., (2004). «Structure des communautés planctoniques de l’écosystème pélagique del’Atlantique sud marocain entre cap Boujdor et cap Blanc». Thèse de Doctorat. National Spécial. Océanog. Université Hassan II Ain Chok Casablanca, 300 pp

Timothée . (2009). Stratégie de reproduction des petits pélagiques dans les zones d’upwelling : une approche par modélisation individu-centrée appliquée aux systèmes de courants de Humboldt canaries. Paris : UMPC , 170 p. multigr.th :océanogr.,université pierre et marie.2009/04/06.

Touati S. & Benatmane K., (2018). Contribution à l’étude de parasitofaune de la sardine, *Sardina pilchardus* du golfe de Bejaia. Mémoire de Fin de Cycle. Université Abderrahmane MIR-Bejaia, Algérie. 32P

Wahid, R., (2011). Contribution à la connaissance de la biodiversité des fonds chalutables de la côte algérienne : les peuplements ichtyologiques des fonds chalutables du secteur oriental de la côte algérienne. Mémoire doc 33 ,30 ,52.

Walbum, (1792). Fiche de description de la sardine (*Sardina Pilchardus*)

Whitehead P.J.P. (1985). Clupeoid fishes of the world (suborder Clupeioidi). An annotated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. Part 1 –Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae.FAO Fish. Synop. 125 (7/1) :1-303.

Whitehead P.J.P., Bauchot M.-L., Hureau J.-C.,Nielsen & E. Tortonese,(1986). Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean,eds 1473 p. Paris :UNESCO.