

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة البليدة 1

Université Blida 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie des Populations et des Organismes



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

Option : Biologie et Physiologie de la Reproduction

Thème

Etude de quelque aspect de la reproduction de *Sardina pilchardus*
dans la côte algérienne.

Soutenu le 23 /09 /2020

Présenté par : M^{lle} Rebbah sarah

M^{lle} Kaoulal faiza

Devant le Jury :

Mr. BENDJOUDI D.	MCA	U. Blida 1	Président
Mr. GUEDIORA A.	MCB	U. Blida 1	Examineur
Mr. LARBI DOUKARA K.	MC B	U. Blida 1	Promoteur
Mr. MENNAD M.	Attaché de recherche	CNRDPA	Co-promoteur

2019/2020

Remerciements

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

Nos plus sincères remerciements vont à notre prometteur *Mr. Larbi Doukara K.* MCB Université de Blida- 1, qui a nous proposer ce sujet et qui a accepté d'encadrer ce travail, et de nous avoir fait confiance à le réaliser.

Ainsi que *Mr. Mennad M.* Attaché de recherche au CNRDPA Bou Ismail pour son accueil et sa disponibilité dans le laboratoire ichtyologie du CNRDPA et pour son soutien technique.

Mes vif remerciements s'adressent également à :

Mr. Bendjoudi D. MCA Université de Blida-1 pour l'honneur qui me fait en acceptant la présidence du jury ; je lui adresse toute ma gratitude.

Mr. Guedioura A. MCB Université de Blida-1, qui a bien voulu examiner et corriger ce travail.

Dr.Lachemi chef service à l'EPH Sidi Giles pour nous accepter dans le service d'anatomopathologie et pour nous diriger et pour sa contribution dans ce travail.

Nos vifs remerciements vont à tous le personnel du CNRDPA et EPH Sidi Ghiles de Tipaza.

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

Nos chaleureux remerciements vont à nos parents pour nous avoir soutenus tout au long de nos études par leur prières, nos familles pour leurs soutient moral.

Dédicace

Je dédie ce travail à :

A mes parents : *Ahmed et kheira Medjdoub.*

Sans qui tout n'aurait jamais commencé. Merci pour leurs judicieux conseils, leurs encouragements et leur confiance.

Mes sœurs et Mes frères qui m'ont accordée toute l'aide et le soutien voulu, qui m'ont garantie un amour que nul n'oublie et qui m'ont encouragée et soutenue tout au long de ma formation.

Mes grands-mères et tout ma famille pour leurs soutient.

Aux personnes qui étaient toujours à mes côtés et qui m'ont accompagné durant mon chemin d'étude supérieur, mes aimables amies et sœurs de cœur *Faiza, Hadjer, Naouel, Wissem*, Et ma nièce *Weam*.

Dédicace

Je dédie ce travail à :

A mes très chers parents : Hasni et Zoubida belgacem,

Pour leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études, Je souhaite qu'ils trouvent là toute ma reconnaissance et tout mon amour.

Mes sœurs : Nadjiba , Ikram, Aziza , Amina et Rahma pour leurs encouragements permanents et leur soutien moral ;

Mon frère : amine pour leur appui et leur encouragement ;

A mes chères Oncles et toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaires ;

A tous mes amis et mes proches qui ont contribué à me soutenir et qui sont restés à côté de moi tout au long de mes études.

Résumé

Ce travail porte sur l'étude de la reproduction d'une espèce à haute valeur commerciale qui est la *Sardina pilchardus*, appelé communément sardine. L'objectif de cette étude est d'estimer des paramètres de la reproduction de cette espèce à savoir la sex-ratio, les indices pondéraux, la taille à la 1^{ère} maturité sexuelle, et aussi les stades de développement sexuel à l'échelle macroscopique et microscopique.

780 individus ont été échantillonnés dont 349 mâles, 382 femelles et 49 indéterminées dans la période allant de janvier jusqu'à novembre 2019 (données du CNRDPA). La distribution des fréquences de taille montrent que la plus petite taille échantillonnée est de 9.75 cm plus grande est de 19.25 cm, avec une taille moyenne de 14.85 cm. La sex-ratio est en faveur des femelles avec un taux de 52.3%.

La taille de la première maturité sexuelle est de 11.40 cm chez les femelles et 12.45 cm chez les mâles, c'est-à-dire que 50% des individus sont partir de 11.40 cm chez les mâles et de 12.45 cm chez les femelles.

Les résultats de l'évolution du rapport gonado-somatique et coefficient de condition k, plus celle de la variation des stades macroscopique montrent que la période de ponte de la sardine du golfe de Ghazaouet, s'étale entre le mois d'Octobre et Mars avec un pic au mois de janvier.

Mots clés : Reproduction, *Sardina pilchardus*, Sex-ratio, Indices pondéraux, Maturité sexuelle, Macroscopique, Microscopique.

Abstract

This work concerns the study of the reproduction of a species of high commercial value which is *Sardina pilchardus*, commonly called sardine. The objective of this study is to estimate reproduction parameters of the sardine, namely the sex ratio, the weight indices, the size at the 1st sexual maturity and also the development of macroscopic and microscopic sexual stages.

780 individuals were sampled including 349 males, 382 females and 49 undetermined in the period from January to November 2019 (data from CNRDPA). The size frequency distribution shows a size variation between 9.75 and 19.25 cm, with an average of 14.85 cm. The sex ratio is in favor of females with a rate of 52.3%.

The size at first sexual maturity is 11.40 cm in females and 12.45 cm in males means that 50% of individuals are mature from 11.40 cm in males and 12.45 cm in females.

The results of the evolution of the gonado-somatic ratio and coefficient of condition k and the variation of the macroscopic stages, show that the spawning period of the sardine from the Gulf of Ghazaouet is spread out between October and March with a maximum of spawning in January.

Key words: reproduction, sardine *pilchardus*, sex-ration, weight indices, sexual maturity, macroscopic, microscopic.

ملخص

يتعلق هذا العمل بدراسة تكاثر نوع ذي قيمة تجارية عالية في مصايد الاسماك الجزائرية وهو *Sardina Pilchardus*, المعروف باسم السردين. الهدف من هذه الدراسة هو تقدير معاملات التكاثر لسمك السردين الذي يتم اصطياده في بحرالبوران, وهي نسبة الجنس, مؤشرات الوزن, و الحجم عند النضج الجنسي الاول, و كذلك تطور المراحل الجنسية المجهرية و الميكروسكوبية.

تم اخذ عينة من 780 فردا بما في ذلك 349 ذكرا و 382 انثى و 49 غير محدد في الفترة من جانفي الى نوفمبر 2019 (بيانات من CNRDPA). يوضح توزيع تردد الحجم تباينا في الحجم بين 9.75 و 19.24 سم , بمتوسط 14.85 سم ونسبة الجنس لصالح الاناث بنسبة 52.3% .

الحجم عند النضج الجنسي الاول (50% من الافراد ناضجون) 11.40 سم للإناث و 12.45 سم للذكور.

اظهرت نتائج التطور نسبة الغدد التناسلية الجسدية و معامل الحالة k وتغير المراحل العيانية ان فترة التفريخ السردين من خليج الغزوات تنتشر بين اكتوبر و مارس بحد اقصى للتفريخ في كانون الثاني.

الكلمات المفتاحية: التكاثر, نسبة الجنس, مؤشرات الوزن, النضج الجنسي, المستوى العياني, المستوى المجهرى .

Sommaire

Remerciements	
Dédicace	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Abréviation	
Résumé	
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1:GENERALITES	
1. LA PECHERIE DES PETITS PELAGIQUE EN ALGERIE.....	3
1.1. Le secteur de la pêche et découpage administratif	3
1.2. Les espèces des petits pélagiques	3
2. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	4
2.1. Caractéristiques géographiques.....	4
2.1.1. Baie de Ghazaouet	5
2.1.2. Baie deBou-Ismail.....	6
3. PRESENTATION DE L'ESPECE SARDINA PILCHARDUS (WALBAUM, 1792)	7
3.2.1. La position systématique	8
3.2.2. Les noms vernaculaires.....	8
3.2.3. Origine et distribution géographique de l'espèce.....	9
3.2.4. Biologie de l'espèce	10
CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES	
2.1. MATERIEL BIOLOGIQUE	16
2.1.1. Prélèvements et traitement	16
2.1.2. Mesures biométriques	16
2.1.3. La pesée	17
2.1.4. Détermination du sexe	18
2.1.5. Conservation des gonades	18
2.2 TRAITEMENT STATISTIQUE DES DONNEES	19
2.2.1. Distribution des classes de tailles	19
2.2.2. Calcul des tailles moyennes	19
2.2.3. Intervalle de confiance	20
2.2.4. Comparaison des tailles moyennes	20
2.3. ETUDE DE LA CROISSANCE	20
2.3.1. La croissance relative.....	20
2.3.1.1. Relation longueur- poids.....	21
2. 4. ETUDE DE LA REPRODUCTION	22
2.4.1 Calcul de la sex-ratio.....	22
2.4.2. Calcul des indices pondéraux.....	22
2.4.2.1 Le Rapport Gonado-Somatique (RGS).....	22

2.4.2.2 Le coefficient de condition (K).....	22
2.4.3 Estimation de la taille à la 1ère maturité sexuelle.....	23
2.3.4. Technique d'identification des stades de développement sexuel.....	24
2.3.4.1A l'échelle macroscopique.....	24
2.3.4.2 A l'échelle microscopique.....	25
CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION	
3.1. TRAITEMENT STATISTIQUE DES DONNEES :	28
3. 1.1. Distributions des fréquences de tailles	30
3.1.2. Comparaison des tailles moyennes.....	29
3.1.2.1. Comparaison des tailles moyennes par sexe	29
3.1.2.2. Comparaison saisonnière de la distribution des fréquences de tailles.....	30
3.2. ETUDE DE LA CROISSANCE	31
3.2.1. Relation taille-poids	31
3.3. ETUDE DE LA REPRODUCTION	34
3.3.1. Stades de maturité sexuelle des gonades	34
3.3.2. Evolution mensuelle des stades de maturité sexuelle	34
3.3.3. Taille à la première maturité sexuelle.....	35
3.3.4. Etude de la sex-ratio	37
3.3.5. Evolution mensuelle du rapport gonado-somatique moyen RGS.....	39
3.3.6. Coefficient de condition K.....	40
CONCLUSION GENERALE.....	44
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	

Liste des figures

Figure 01: Présentation de la zone d'étude.....	5
Figure 02 : zone d'échantillonnage région West (Ghazaouet).....	5
Figure 03 : zone d'échantillonnage région centre (baie de Bou Ismail).....	6
Figure 04 : Photographies montrant la morphologie externe de la sardine (photo originale)...	7
Figure 05 : Répartition géographique de <i>S. pilchardus</i> (www.fishbase.org).....	9
Figure 06: Cycle de vie de la sardine (<i>Sardina pilchardus</i>), et influence de différents paramètres sur les étapes du cycle de vie (Boudry et <i>al.</i> ,2002).....	11
Figure 07: Proies consommées par la sardine (Fisher et <i>al.</i> , 1987).....	13
Figure 08 : Différents formes de bancs de sardine.	14
Figure 09 : alternance de la position de sardine en surface et en profondeur entre le jour et la nuit (E .A.P ,1999).....	14
Figure 10: Création d'un banc mixte.....	15
Figure 11 : Les mesures effectuées sur la sardine (photo originale)	17
Figure12: Prise du poids d'une sardine (photo originale).....	17
Figure 13: Gonades mâle (A) gonades femelle (B) au stade 3(photo originale).....	18
Figure 14 : Distribution des fréquences de taille de la sardine pêchée au niveau du golfe de Ghazaouet pour l'année 2019.....	29
Figure 15 : Variation saisonnière de la distribution des fréquences des tailles de la sardine pêchée au niveau du golfe de Ghazaouet pour l'année 2019.....	30
Figure 16 : Relation taille poids total et par sexe de de la sardine pêchée au niveau du golfe de Ghazaouet pour l'année 2019.....	32
Figure17 : Evolution mensuelle des stades de maturité sexuelle des. <i>Pilchardus</i>	35
Figure 18 : Estimation de la taille de la première maturité sexuelle chez <i>S. pilchardus</i>	38
Figure 19 : Variation de la sex-ratio en fonction de la taille de la sardine pêchée au niveau du golfe de Ghazaouet pour l'année 2019.....	40
Figure 20: Evolution mensuelle du rapport gonado-somatique moyen de <i>S. pilchardus</i>	41
Figure 21 : Evolution mensuelle du coefficient de condition K chez <i>S. Pilchardus</i> pêchée dans golfe de Ghazaouet pour l'année 2019.....	43

Liste des tableaux

Tableau 01 : Répartition des wilayas maritimes par chaque région.....	3
Tableau 2 : Taxonomie des principales espèces des petits pélagiques de la pêche algérienne.....	4
Tableau 03 : L'échantillonnage biologique mensuel au niveau de la région centre.....	16
Tableau 4 :Echelle macroscopique des stades de maturité sexuelle chez les mâles et les femelles pour <i>S. Pilchardus</i>	24
Tableau 05 : Distribution des fréquences de taille de <i>S. Pilchardus</i>	28
Tableau 06 : Comparaison des tailles moyennes par sexe de l'espèce étudiée.....	29
Tableau 07 : Relations liant la taille au poids et types d'allométrie chez la population totale, M et F de <i>S. pilchardus</i> pêchée au niveau du golfe de Ghazaouet pour l'année 2019.....	32
Tableau 08 : Paramètres de la relation taille-poids obtenus par différents auteurs.....	33
Tableau09 : Stades de maturité des gonades chez <i>S. pilchardus</i>	34
Tableau 10 : Proportions mensuelles des stades de maturité sexuelle de <i>S. pilchardus</i>	34
Tableau 11 : Proportion des individus matures en fonction de la taille chez <i>S. pilchardus</i> ...	37
Tableau12 : Tailles de première maturité sexuelle estimées par différents auteurs en méditerranée.....	39
Tableau 13 : Proportion des sexes de la sardine pêché dans le golfe de Ghazaouet en 2019...	39
Tableau 14 : Les valeurs minimales, maximal et moyenne du coefficient de condition K de la sardine pêchée dans le golfe de Ghazaouet en 2019.....	42

Liste des abréviations

CNRDPA: Centre National de Documentation et d'Etudes pour la Pêche et l'Aquaculture.

DPRH: Direction de la Pêche et des Ressources Halieutiques.

EPH : Etablissement Public Hospitalier.

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

MADRP : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et de la pêche.

O.N.M : Office National de Météorologie.

P.D.A.U : Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme.

PP : Les petits pélagiques.

PSU : Power supply unit.

Introduction

Introduction

La Méditerranée est une mer riche en stocks plurispécifiques et spécialement en petits pélagiques. Ces derniers constituent un potentiel halieutique important le long des côtes algériennes. En termes de la production halieutique algérienne, les petits pélagiques représentent 80% de la production (MADRP, 2014), ils jouent un rôle important dans la stabilité sociale et économiques de la communauté côtières. Ainsi, une gestion rationnelle et durable de cette ressource est plus que primordiale. Ils sont constitués de sardine *Sardina pilchardus*, l'allache ou sardinelle ronde *Sardinella aurita*, la bogue *Boops boops*, la saurel *Trachurus trachurus* et *Trachurus mediterraneus*, le maquereau *Scomber scombrus*, *Scomber japonicus* et l'anchois *Engraulis encrasicolus* (Mezedjri, 2008).

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). Étant planctonophages, ils peuvent exercer un contrôle sur l'abondance du zooplancton qu'ils consomment, contrôle «top-down» ou bien sur celle de leurs propres prédateurs, contrôle «bottom-up» selon les situations (Bakun, 1996). Des effondrements de populations de sardines et d'anchois ont été accompagnés par des fortes baisses de la quantité d'oiseaux et de mammifères marins (Chavez *et al.*, 2003). 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).

Les petits pélagiques sont connus pour leur grande sensibilité aux variations saisonnières et annuelles de l'environnement et pour la forte variabilité de leur biomasse et de leur recrutement. Les exemples de l'anchois du Pérou (*Engraulis ringens*) et de la sardine du Pacifique (*Sardina psalax*) illustrent bien les cas d'effondrements spectaculaires des pêcheries et d'économie halieutique (Durand, 1991; Schwartzlose *et al.*, 1999) rendant compte de la fragilité de ces ressources et de leur vulnérabilité à la surexploitation.

La sardine *Sardina pilchardus*, reste l'un des rares produits de la mer encore accessible au consommateur algérien. Elle est inscrite dans la culture culinaire algérienne et est recommandée par plusieurs institutions internationales de la santé pour ses vertus nutritionnelles (AFSSA, 2003).

En Algérie plusieurs études ont porté sur la détermination de certains paramètres biologiques (Age, croissance, reproduction) et l'évaluation des stocks des petits pélagiques entre autres : Korichi(1988), Djabali *et al.* (1993), Belhouas et Abderrahim (1997), Brahmi(1998),

Introduction générale

Zeghdoudi (2006), Bouaziz (2007), Charef-belifa (2009), Belouahem (2010), Kherraz (2011) et Bouaziz *et al.* (2014), Benina (2015), Bouhali (2016).

En 2008, près de 81% de la production mondiale de poisson sont destinés à la consommation humaine et la consommation par habitant est passé de 9.9 kg par habitant en 1960 à 19.2 kg en 2012 (FAO, 2014).

Pour répondre à cette demande croissante en poisson et autres produits de la mer, la production mondiale de la pêche maritime a augmenté de manière constante, passant de 19 millions de tonnes en 1950 pour atteindre son niveau maximal en 1996, avec 86.4 millions de tonnes, avant d'amorcer une tendance à la baisse qui se poursuit depuis. Selon les chiffres officiels, la production mondiale était de 82.6 millions de tonnes en 2011 et de 79.7 millions de tonnes en 2012 (FAO, 2014).

L'objectif est d'estimer les paramètres de la reproduction (calcul de la sex-ratio, calcul des indices pondéraux, estimation de la taille à la 1^{ère} maturité sexuelle), déterminer la période de ponte dans l'ouest algérienne, et identifier les stades de développement sexuel chez *S. pilchardus* à l'échelle macroscopique et microscopique.

Pour mieux cerner l'objectif dans lequel s'inscrit ce sujet, nous avons subdivisé notre travail en trois chapitres :

- Le premier chapitre nous allons essayer de donner une approche générale sur la zone d'étude 'région de l'Ouest d'Algérie ' ainsi que les caractéristiques et la biologie de l'espèce étudiée '*Sardina pilchardus*.
- Le second chapitre comprend l'échantillonnage et les différents traitements effectués sur les individus de notre espèce ainsi que les différentes méthodes utilisées dans cette étude.
- Le troisième chapitre concerne la présentation des résultats obtenus, qui sont discutés par rapport aux travaux réalisés sur les mêmes espèces.

Une conclusion générale avec des perspectives vient clôturer ce travail.

CHAPITRE 1: Synthèse bibliographique

1. La pêche de petits pélagiques en Algérie :

1.1. Le secteur de la pêche et découpage administratif :

L'Algérie dispose d'un littoral d'environ 1622,8 Km, de la frontière Algéro-Marocaine à l'Ouest, à la frontière Algéro- Tunisienne à l'Est.

Ce littoral est caractérisé par un plateau continental réduit, à l'exception de la région de Ghazaouet (wilaya de Tlemcen) à l'extrême Ouest et de la région d'El Kala (wilaya d'El Taref) à l'extrême Est.

Administrativement, le littoral algérien est découpé en 14 directions de pêches et d'aquaculture relevant du ministère de la pêche et les ressources halieutiques. Une direction de Pêche et des Ressources Halieutiques « DPRH » est attribuée à chaque wilaya maritime (tableau 01). A chaque direction sont rattachées des antennes de pêche au niveau des ports de pêche (Benmansour, 2009).

Tableau 01 : Répartition des wilayas maritimes par chaque région.

Région	Direction de wilayas
Ouest	Tlemcen, Ain T'émouchent, Oran, Mostaganem
Centre	Chlef, Tipaza, Alger, Boumerdes, Tizi-Ouzou
Est	Bejaia, Jijel, Skikda, Annaba, El Taref

1.2. Les espèces des petits pélagiques :

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).

Ce groupe est constitué essentiellement par neuf (09) espèces (tableau 2). 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).

En termes de la production halieutique algérienne, les petits pélagiques représentent 80% de la production (MADRP, 2014), ils jouent un rôle important dans la stabilité sociale et économiques de la communauté côtières. Ainsi, une gestion rationnelle et durable de cette ressource est plus que primordiale.

Tableau 2: Taxonomie des principales espèces des petits pélagiques de la pêche algérienne.

Familles	Noms communs	Noms scientifiques
Clupeidae	Sardine	<i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum ,1792)
	Sardinelle ou Latcha (Allache)	<i>Sardinella aurita</i> (Valenciennes, 1847)
Engraulidae	Anchois	<i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)
Carangidae	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)
Scombridae	Maquereau commun	<i>Scomber scombrus</i> (Linnaeus, 1758)
	Maquereau espagnol	<i>Scomber japonicus</i> (Houttuyn, 1782)
Sparidae	Bogue	<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)

I. Présentation de la zone d'étude :

1. Caractéristiques géographiques :

La zone d'étude s'entend entre la frontière Algéro-Marocaine ($2^{\circ}12'42.894''$ W et $35^{\circ}5'5.4348''$ N) et la frontière entre les wilayas Chlef et Mostaganem ($0^{\circ}44'22.976''$ W et $36^{\circ}20'0.7656''$ N) sur une longueur de trait de côte de 400 km. Le plateau continental dans cette région est plus au moins large par rapport aux autres régions de la côte Algérienne (CNRDPA, 2015).

Cette zone est caractérisée par la présence de deux grands golfes et une baie : le golfe de Ghazaouet, la baie d'Oran et golf d'Arzew, ce qui participe au développement des activités reliées à la pêche (Figure 01 ; 02).



Figure 01:Présentation de la zone d'étude (coté centre, ouest de littorale algérienne).

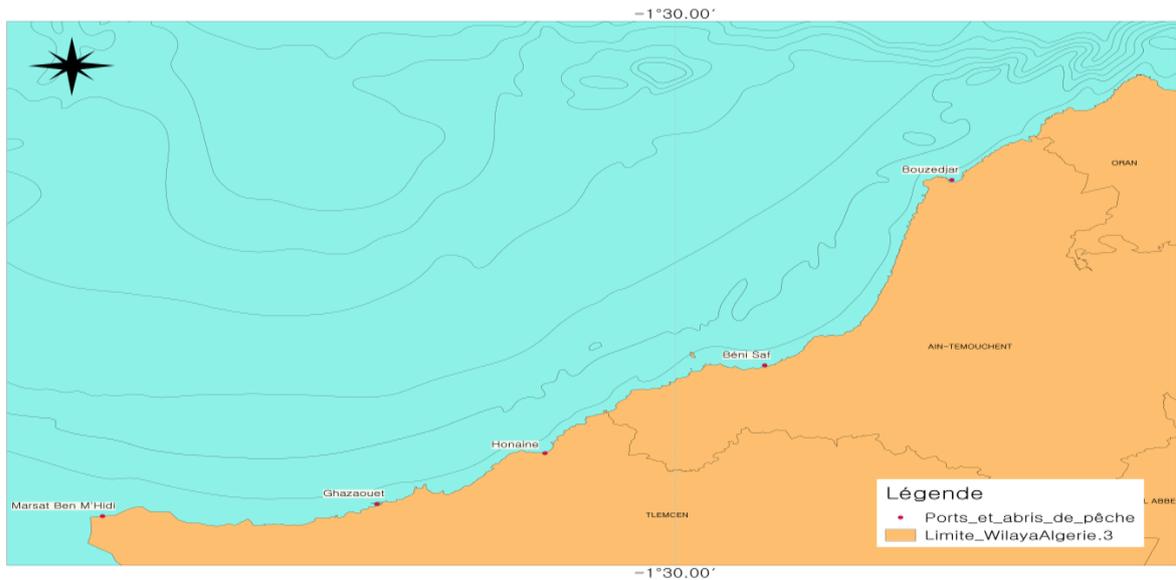


Figure 02 : zone d'échantillonnage région West (Ghazaouet)

2.1.1. Baie de Ghazaouet

Il est localisé à la partie occidentale du Nord-Ouest Algérien. Il est situé entre 1°27' et 1°51' de longitude ouest, 35°18' de latitude nord (Benmansour, 2009).



Figure 03 : zone d'échantillonnage région centre (baie de Bou Ismail)

2.1.2. Baie de Bou-Ismaïl

Située à environ 50 Km à l'Est d'Alger et localisée géographiquement entre 2°25 à l'Ouest et 2°55 à l'Est. Cette zone est alimentée principalement par deux Oueds à débit irrégulier l'Oued Mazafran et l'Oued Nador.

Le climat caractéristique est type subhumide, avec un été chaud e sec et un hiver tempéré, doux et humide. Les vents dominants sont de secteur Ouest et Nord-Ouest en hiver et Est et Nord-Est en été. (Tazerouti, 2007).

La température des eaux superficielle varie entre 25°C en été, contre 16°C en hiver. Alors que la salinité est comprise entre 36,5 et 38,5 PSU depuis la surface et jusqu'à 200 m de profondeur (Tazerouti, 2007).

La baie de Bou-Ismaïl est caractérisée par un fond vaseux à l'Ouest, les sables grossiers recouvrent la zone de Bou-Ismaïl alors que le fond de la baie d'El Djamila est recouvert par les sables fins (Boufersaoui, 2012).

Le port de pêche de Bouharone est le principal point de débarquement dans toute la région Algéroise. Deux autres infrastructures de pêche sont implantées dans cette baie, il s'agit du port d'El Djamila avec 67 unités de pêche dont la majorité est de type petits métiers (D.P.R.H.A., 2013).

Par ailleurs, le port de Khemisti est caractérisé principalement par l'activité des senneurs.

3. Présentation de l'espèce *Sardina pilchardus* (walbaum, 1792)

Selon (Holden et *al.*, 1974) la sardine 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 dos est de couleur bleu-vert, olive occasionnellement, les flancs dorés et le ventre argenté.

Une rangée de taches 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) (Figure 04).

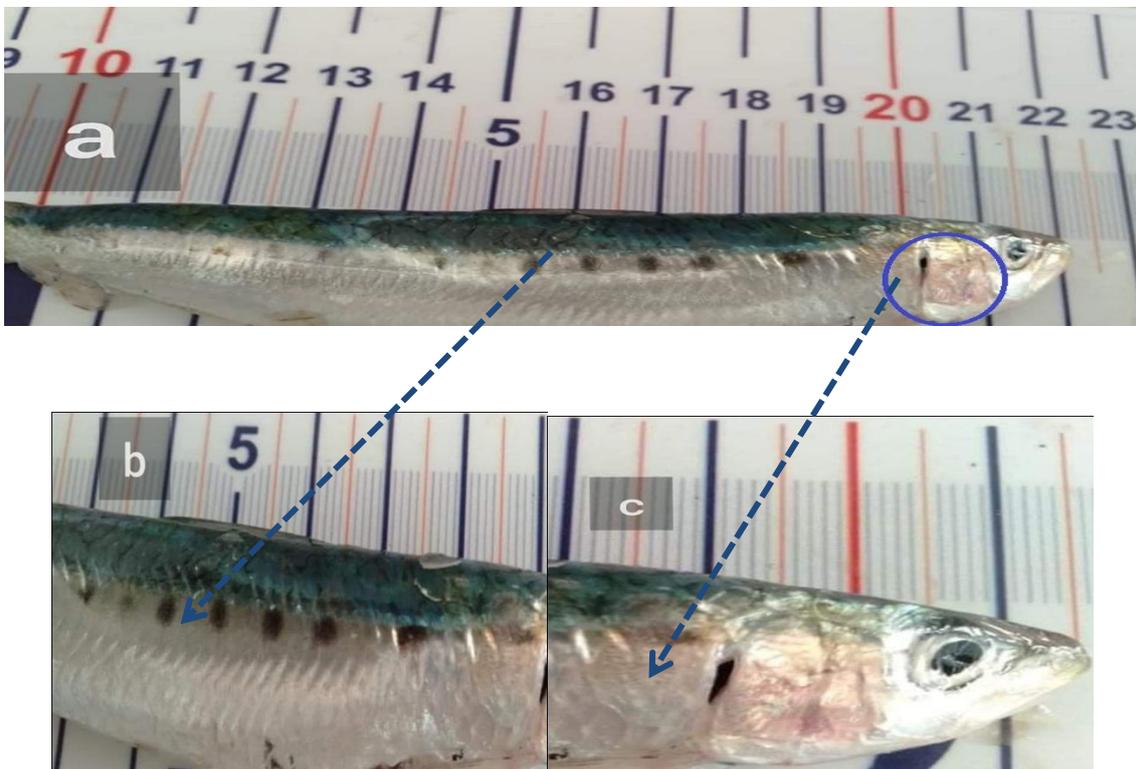


Figure 04 : La morphologie externe de la sardine (photo originale).

a: photographie de *S. pilchardus* prise pendant la période d'échantillonnage.

b: tête non couverte d'écailles, présence d'une rangée horizontale de taches sombres peu accentuées sur les flancs.

c: tête non couverte d'écailles.

3.2.1. La position systématique

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*

3.2.2. Les nom vernaculaires (walbaum, 1792)

Algérie : Sardine

Allemand : Sardine.

Anglais : Pilchard (grosse), sardine (petite).

Danois : Sardin.

Espagnol : Sardina.

Finlandais : Sardiini.

Grec : Sardélla.

Islandais : Sardina, Sardimer.

Italien : Sardina.

Néerlandais : Sardien, pelsier.

Norvégien : Sardin.

Polonais : Sardinka.

Portugais : Sardinha.

Suédois : Sardin.

3.2.3. Origine et distribution géographique

a. Origine

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).

b. Distribution géographique

La sardine est distribuée 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. Elle est présente également en la méditerranée (Whitehead et al., 1986), ce qui 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).

Elle se distribue dans le centre, l'ouest et l'est d'Algérie (Djabali et al., 1993) (figure 05)

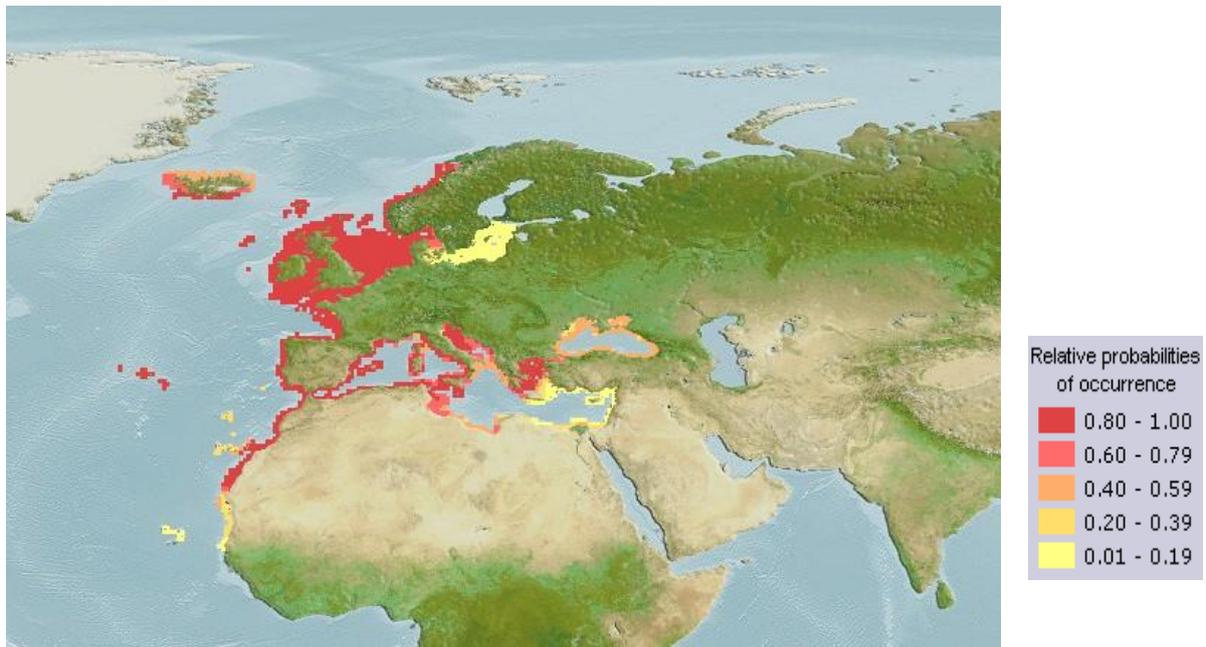


Figure 05 : Répartition géographique de *S. pilchardus* (www.fishbase.org).

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

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).

c. Biologie de l'espèce

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).

Elle vit en bancs parfois importants, près de la surface, la nuit et plus en profondeur le jour. Elle fraie toute l'année avec une période de ponte variant en fonction de la répartition géographique (Dumay, 2006).

c. 1. Cycle de vie

Selon Laurec et Legen (1981) l'identification et la définition des unités de stocks halieutiques sont une donnée importante dans l'aménagement des pêcheries. Elle nécessite une parfaite connaissance du cycle de vie du poisson avec entre autre, la caractérisation des sites de ponte, de la fécondité, de l'importance du recrutement (Intégration des nouveaux recrues à la population adulte, des migrations et de la mortalité naturelle).

En général, le cycle de vie d'un poisson peut être schématisé par deux phases, la phase larvaire et la phase adulte, reliées entre elles par deux phénomènes biologiques, le recrutement et la reproduction (Figure 6).

L'abondance d'un stock est donc dépendante de ces phases, elles-mêmes sous l'influence des facteurs de la colonne d'eau (Boudry *et al.*, 2002).

Par exemple, la reproduction est soumise à des conditions de température (Koutrakis *et al.*, 2004), la dispersion larvaire à des conditions hydrologiques particulières (Alvarez *et al.*, 2001 ; Siegel *et al.*, 2003) et le recrutement est soumis, à la fois à des conditions hydrologiques (Chavez *et al.*, 2003), de température (Brochier *et al.*, 2008) ou encore de salinité (Chan *et al.*, 2001).

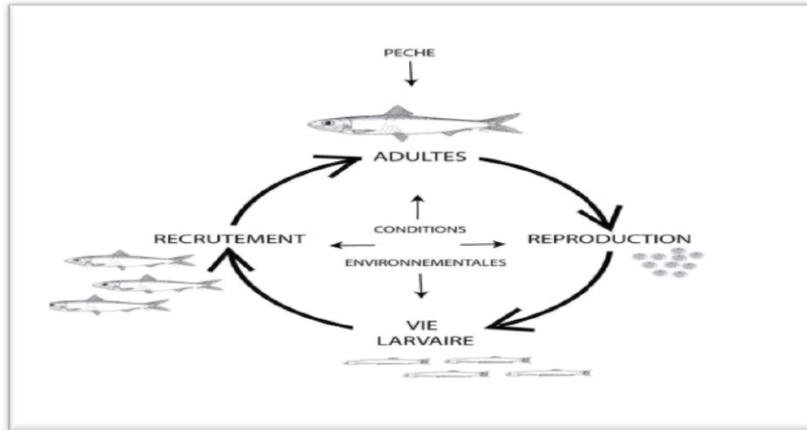


Figure 06 : Cycle de vie de la sardine (*Sardina pilchardus*), et influence de différents paramètres sur les étapes du cycle de vie (Boudry *et al.*, 2002).

c.2. Croissance

La sardine a une croissance rapide, notamment dans sa phase juvénile, mais qui connaît des différences en fonction de la période, la zone de ponte et du sexe (Forest, 2001). L'intensité de la croissance peut être rapide au printemps et ralentie ou même interrompue au cours de l'hiver (Lee, 1961). Leur longévité est faible, qui peut être inférieure à 10 ans (Claude et Jacques, 2005).

La taille de la sardine peut atteindre 27 cm dont 90 % est atteinte durant la première année de son cycle (Whitehead, 1985). Dans la région du Nord-Ouest Africain, la taille de la sardine augmente du nord au sud (FAO, 2007), ceci est probablement en relation avec une richesse trophique du milieu et la température engendrée par l'upwelling auquel sont soumises ces côtes. La sardine atteint sa maturité sexuelle durant les deux premières années de sa vie. La croissance et la maturité sexuelle présentent de larges variations tout au long de l'aire de répartition (FAO, 2001).

c.3. Reproduction

La ponte de la sardine est fortement corrélée aux facteurs environnementaux, comme la température et l'hydrodynamisme (Olivar *et al.*, 2001), la température semble être un facteur essentiel dans le déclenchement de la ponte soit par une stimulation des mécanismes physiologiques soit par un enrichissement trophique du milieu (Amenzoui *et al.*, 2005).

La femelle pond de 50 000 à 60 000 œufs pélagiques, mesurant environ 1.5 mm, dans la mer ou près des côtes, elle pond, de juin à août, tout au sud de la mer du Nord, en Avril dans la

Manche, de Février à Avril au Portugal, et de Septembre à Mai dans la Méditerranée (Muus et *al.*, 1998).

Les œufs éclosent au bout de 2 à 4 jours, les larves mesurant 4 mm de longueur (Muus et *al.*, 1998). La phase larvaire dure 60 jours (Ramirez et *al.*, 2001), les larves vivent entre 10 et 40 m de profondeur et se dispersent plus largement la nuit (Olivar et *al.*, 2001).

c.4. Régime alimentaire :

La sardine et les autres petits poissons pélagiques sont surnommés « fourrage de la mer », en effet, ils constituent une nourriture abondante qui va servir à nourrir d'autres êtres.

Ils sont au milieu de la chaîne alimentaire (pyramide des biomasses), c'est-à-dire qu'ils sont à la fois proies et prédateurs.

La sardine est une espèce planctophage (se nourrit de crustacés, œufs, et larves de poissons) qu'elle filtre grâce à ses branchies. Sa nourriture se compose essentiellement de copépodes, larves de mollusques, également celles des cladocères, elle se nourrit également de phytoplancton et zooplancton de petite taille (Fisher et *al.*, 1987) (Figure7).

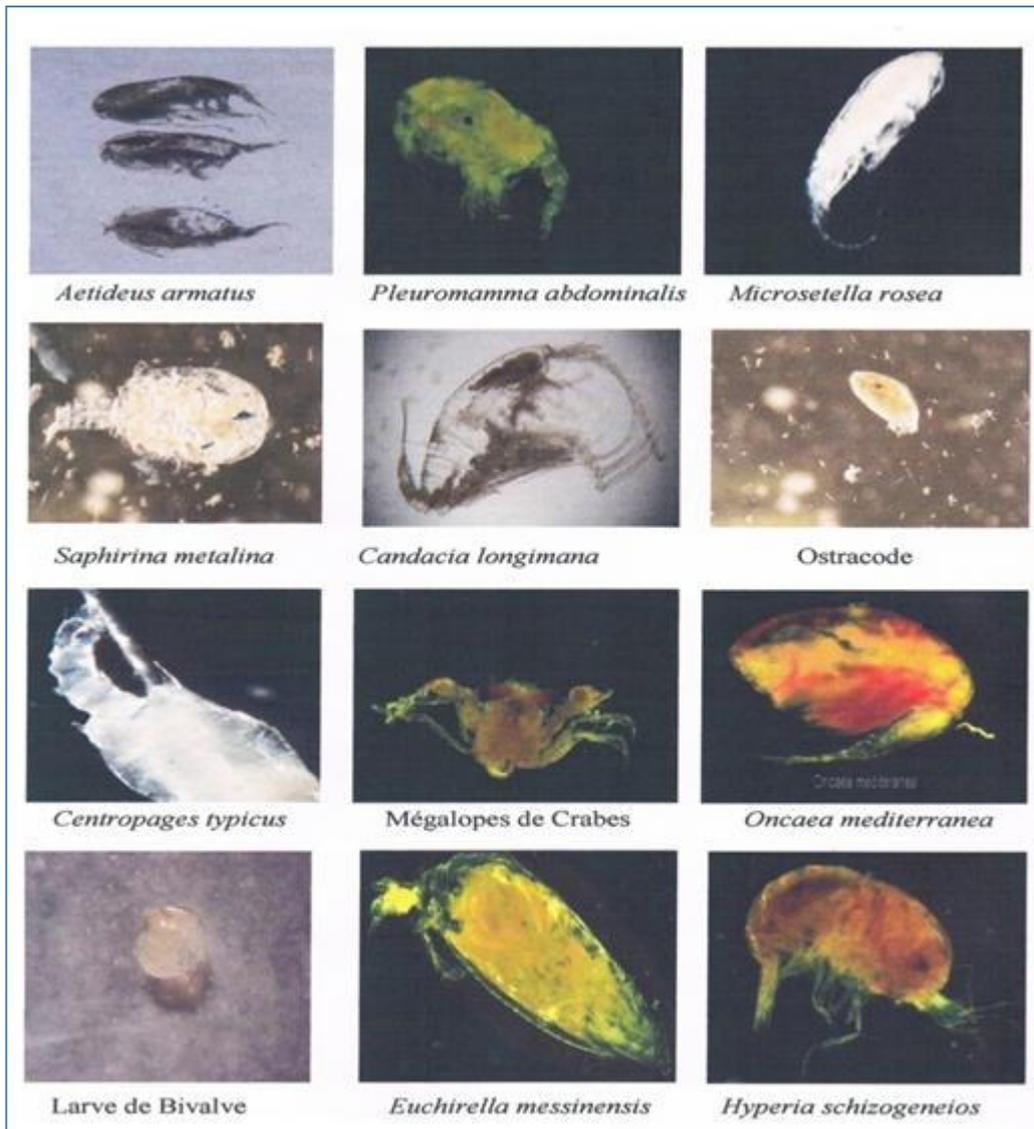


Figure 07: Proies consommées par la sardine (Fisher et *al.*, 1987).

c. 5. Respiration

La respiration se fait par un appareil respiratoire qui contient quatre paires de branchies operculées et qui sont complétées par la vessie gazeuse, qui joue le rôle de réserve d'oxygène , lors de la respiration de la sardine, l'eau est aspirée dans la cavité buccale, tandis-que les opercules sont fermés, l'eau pénètre par la bouche jusqu'aux branchies, puis lorsque la bouche est refermée, elle sort par les opercules ouverts (Pivnicka et Cerny, 1996).

c. 6. Comportement de l'espèce

C'est un poisson à comportement pélagique ou semi pélagique (forme des bancs plus ou moins éparse la nuit, qui tendent à se regrouper près du fond le jour) sur tout le plateau continental (de la cote à environ 150 m) (Djabali et *al.*, 1993).

La sardine est une espèce grégaire, les bancs ayant tendance à se désagréger la nuit (Whitehead, 1985), elles peuvent être composées d'individus d'âge et de sexe différents mais de taille équivalente (Cury *et al.*, 2000) (Figure 8).



Figure 08 : Différents formes de bancs de sardine (<https://www.fishbase.com>).

Quotidiennement, la sardine se rassembler en bancs uniquement aux cours de la journée pour deux buts : la défense et l'apprendre de repos, la nuit la sardine tend à se disperser quand elle cherche sa nourriture, leur mouvement forme une courbe comme suit (figure 9):

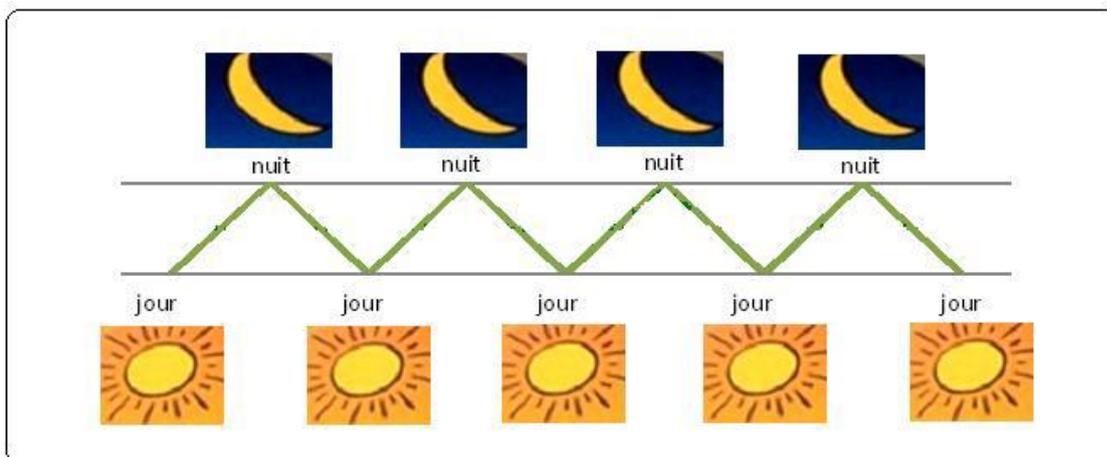


Figure 09 : Alternance de la position de sardine en surface et profondeur entre le jour et la nuit (E.A.P, 1999).

En cas de fortes abondances, les bancs ont tendance à être mono-spécifiques. En revanche, si la sardine est moins abondante, les bancs seront composés de plusieurs espèces de petits pélagiques, notamment des anchois et /ou des chinchards (Cury *et al.*, 2000) (figure 10).

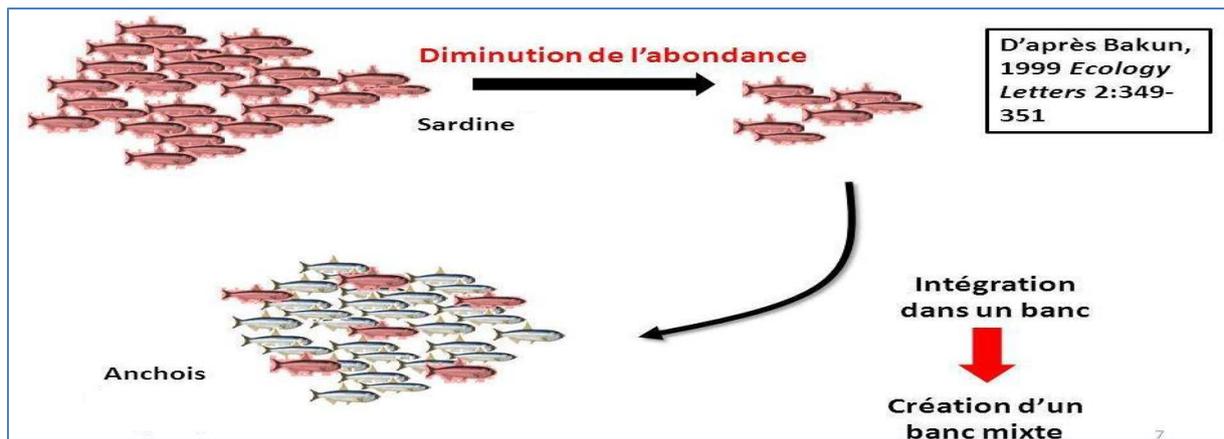


Figure 10: Création d'un banc mixte

Les individus occupent des zones différentes en fonction de leur âge. La sardine effectue des migrations verticales au cours de la journée, ces migrations sont conditionnées par l'intensité lumineuse et la quantité de nourriture (Giannoulaki et *al.*, 1999).

Elle est en général présente à des profondeurs comprises entre 30 à 55 m en journée, et remonte entre 15 et 35 m la nuit (Whitehead, 1985), suivant la migration nyctémérale du zooplancton.

Elle réalise aussi des migrations horizontales au cours de la journée, se rapprochant des côtes durant la nuit (Skrivanie et Zavodnic, 1973).

CHAPITRE 2 :

Matériel et méthodes

Chapitre 2 : Matériel et méthodes

2.1. Matériel biologique

Les échantillons de la sardine traités dans le cadre du présent travail provient de :

- Les spécimens de *Sardina Pilchardus* ont été récoltés au cours des sorties au port de Bou Haroun, à raison de 2 à 3 sorties en mois de Février et Mars 2020 (tableau 03). Dans l'ensemble 302 individus ont été collectés pour être utilisés dans l'étude de la fécondité et des stades histologique de la sardine.

Tableau 03 : L'échantillonnage biologique récolté au niveau de la région centre.

Mois	Quantité (kg)	Effectif
Février	08	242
Mars	02	60

- Les données annuel du CNRDPA dans le port de Ghazaouet pour l'année 2019, vont être utilisés pour la détermination de la période de ponte sur la base de l'évolution de l'indice gonado-somatique et le coefficient de condition (k), l'évolution des stades de maturités sexuelle et le rapport du sexe ratio ; Ainsi que pour déterminer la taille de la première maturité sexuelle et l'étude de la relation longueur-poids.

L'échantillon de la région centre a été traité au niveau du laboratoire ichtyologie du CNRDPA.

Nous avons suivi le protocole standard utilisé en halieutique pour le traitement des échantillons de poisson (Sparre et Venema, 1996).

2.1.1. Prélèvements et traitement

L'échantillon du poisson acheté a fait l'objet des différentes mensurations et pesées ; à savoir la longueur totale, standard et à la fourche, ainsi que le poids total.

Après la dissection de la paroi abdominale du poisson, les gonades ont été prélevées et observées pour la détermination du sexe.

2.1.2. Mesures biométriques

Les mensurations sont prises à l'aide d'un ichtyomètre (figure 11), les différentes longueurs sont définies de la manière suivante :

- **LT** : longueur totale. C'est la distance comprise entre l'extrémité de la bouche du poisson et les deux lobes de la caudale intacte.

- **LS** : longueur standard. Celle-ci est comprise entre l'extrémité de la bouche et l'origine des rayons de la nageoire caudale.

- **LF** : longueur à la fourche. Allant du museau au creux de la nageoire caudale.

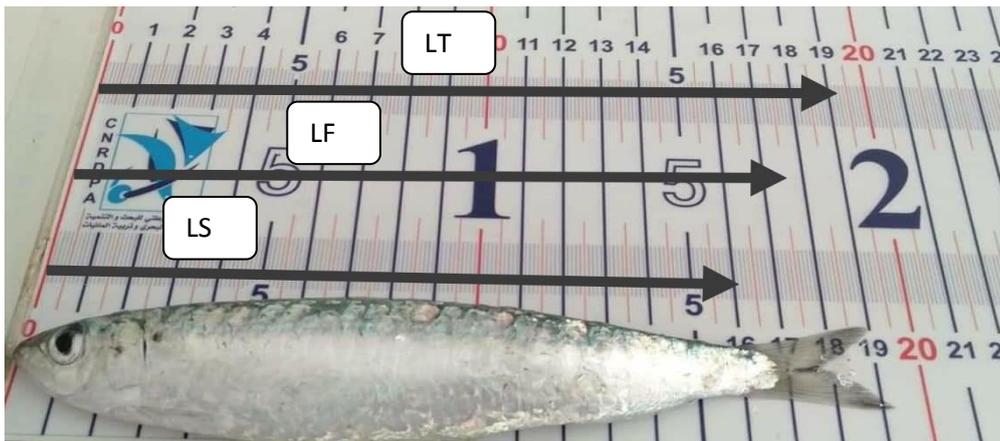


Figure 11 : Les mesures effectuées sur la sardine « LT : longueur totale, LS : longueur standard, LF : longueur à la fourche ». (photo originale)

2.1.3. Pesée

Chaque poisson est pesé entier (Wt) au centième de gramme près à l'aide d'une balance à précision (0.01g) (figure 12).

Les poissons seront ensuite disséqués à l'aide d'un ciseau pour prélever le foie, l'estomac et la gonade en utilisant une pince. Pour chaque individu, nous relèverons les poids suivants : le poids du foie (Wf), le poids de la gonade (Wg), le poids somatique (Ws) et le poids éviscéré (We).



Figure12: Prise du poids d'une sardine (photo originale).

2.1.4. Détermination du sexe

Après dissection, tous les individus de notre échantillon ont été sexés à l'œil nu en se basant sur la forme et la couleur des gonades des testicules.

a- Chez les mâles : la forme des testicules est en lame de couteau. Ils sont de couleur rose à blanchâtre (figure 13-A).

b- Chez les femelles : la gonade est en forme de sac. Sa coloration est plutôt jaune orangée (figure 13-B).

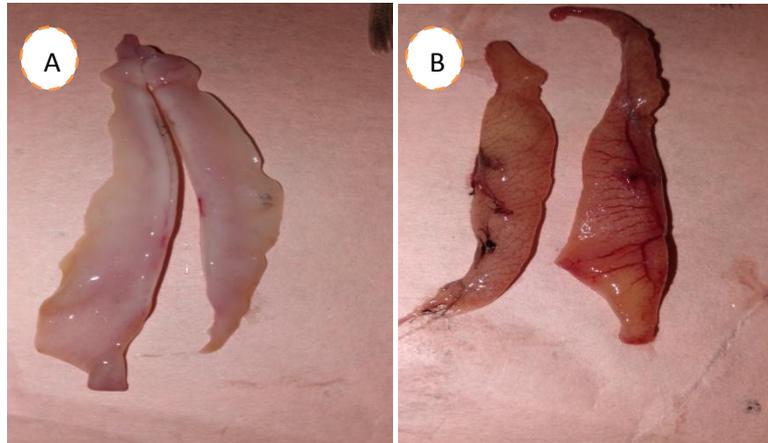


Figure 13: Gonades male (A) gonades femelle (B) au stade III (photo originale).

2.1.5. Conservation des gonades

Des échantillons d'ovaires ont été prélevés pour fournir du matériel nécessaire à l'étude de la fécondité, de l'histologie ovarienne.

Les liquides les plus couramment employés, qui assurent à la fois la conservation et l'individualisation des éléments ovariens sont: le Bouin, le formol et le liquide de Gilson.

Pour l'étude de l'histologie nous avons utilisé le Bouin Alcoolique qui est constituée :

1 l d'alcool éthylique 95°, 10 g d'acide picrique cristallisé, cette solution se conserve indéfiniment.

Pour 100 ml de Bouin alcoolique en vue d'une fixation, 45 ml de solution mère, 26 ml de formol, 7 ml d'acide acétique glacial, 22 ml d'eau distillée cette solution se conserve deux semaines environ.

Alors que pour l'étude de la fécondité nous avons utilisé le liquide de Gilson. Ce dernier est utilisé comme un agent conservateur et dissociateur des ovocytes, il a une action importante et rapide de cinq (5) jours sur le rétrécissement des ovocytes.

Selon Kartas et Quignard (1984), le liquide de Gilson fut employé pour la première fois par Franz (1910) dans son étude de la fécondité de la plie (*Pleuronectes platessa*), puis par Simpson (1951) qui, ayant constaté sa pénétration relativement faible dans les gonades volumineuses, a dû modifier sa composition en doublant la quantité d'acide acétique :

- 100 ml alcool à 60°
- 800 ml H₂O
- 15 ml acide nitrique a 80%
- 18 ml acide acétique glacial
- 20 g chlorure de mercure

Les gonades sont conservées dans des piluliers contenant le Gilson. Elles doivent être souvent agitées pour permettre la déchirure de la paroi et la libération des ovocytes dans le liquide. Après quelques jours, les ovocytes peuvent être comptés. Il été prévue d'utiliser la cuve de Dollfuss avec un filtre adapté à la taille des gonades de la sardine avec un diamètre de 800 µm, ensuite nous ferons le comptage sous une loupe binoculaire pour chaque échantillon ; mais malheureusement à cause de la pandémie du Covid 19.

On n'a pas pu suivre le travail au laboratoire, espérons que les gonades resteront conservé dans le Gilson et le travail sera continuer par d'autre chercheurs au niveau du CNRDPA ou dans le cadre d'un mémoire de fin d'étude, chose qui donnera plus de précision et de connaissances sur le travail que nous avons réalisé pour la connaissance de la fécondité de la sardine dans la baie de Bou Ismail.

2.2. Traitement des données

2.2.1. Distribution des classes de tailles

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

2.2.2. Calcul des tailles moyennes

Même formule pour les mâles et les femelles :

$$L_{tm} = \frac{\sum (n_i \cdot L_i)}{N}$$

L_t : longueur totale de chaque classe de taille.

n_i : effectif de chaque classe de taille.

N : effectif total.

2.2.3. 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).

IC : $m \pm 1.96$ et donc M: $m \pm 1.96 * \frac{s}{\sqrt{n}}$ avec $s = \sqrt{(\sum_{i=1}^k n_i * x_i) - m^2}$

2.2.4. 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 (Schwartz, 1993). La formule du calcul de la valeur de l'écart réduit ϵ est la suivante :

$$\epsilon_{\text{cal}} = \frac{(m_1 - m_2)}{\sqrt{\frac{v_1}{n_1} + \frac{v_2}{n_2}}} \text{ avec } V_1 = \sum n_i \frac{(L_t - L_{t_f})^2}{(n_1 - 1)} \text{ et } V_2 = \sum n_i \frac{(L_t - L_{t_m})^2}{(n_2 - 1)}$$

Avec :

m_1 : taille moyenne des mâles ; m_2 : taille moyenne des femelles

v_1 : variance des mâles ; v_2 : variance des femelles

n_1 : effectif des mâles ; n_2 : effectif des femelles

On compare le ϵ calculé avec le ϵ table :

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

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

2.3. Etude de la croissance

2.3.1. 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. De même, à partir de la relation taille-poids et de la croissance en longueur, il est possible d'estimer la croissance pondérale chez les poissons (Harchouche, 2006). La formule générale de l'équation est de forme exponentielle, telle que :

$$y = f(x) \text{ ou } y = a \cdot x^b$$

Pour déterminer les paramètres de l'équation, une linéarisation par transformation logarithmique est effectuée. Soit : $\ln y = b \ln x + \ln a$

2.3.1.1. Relation longueur- poids

La croissance relative ou allométrie 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). 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 :

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

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.

Le test (t) est basé sur la comparaison entre une pente calculée ($P_0 = b$) et une pente théorique ($P = 3$ ou 1) (Bouaziz, 2007).

$$|\varepsilon \text{ cal}| = (p-p_0)/Sp_0 \quad \text{et} \quad Sp_0 = \sqrt{\frac{\frac{s^2 y}{s^2 x} P_0}{N-2}}$$

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

$P_0 = b$: pente observée. Pente calculée par la méthode des moindres carrés ;

S_y : écart-type de y ($y = \text{Ln } W$) ;

S_x : écart-type de x ($x = \text{Ln } L$) ;

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)

2.4. Etude de la reproduction

2.4.1 Calcul de la sex-ratio

La sex-ratio est un paramètre qui permet d'évaluer la structure démographique et la biomasse féconde du stock (Kartas et Quignard, 1984).

La proportion numérique des sexes est exprimée par le rapport du nombre des femelles sur celui des mâles (sex-ratio: SR). Son évolution mensuelle, saisonnières et par classe de Taille a été recherchée.

$$\mathbf{SR = F/(M+F)}$$

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

2.4.2 Calcul des indices pondéraux

L'activité sexuelle et la saisonnalité de la reproduction des individus mâles et femelles ont été analysées, au cours d'un cycle biologique, à travers le suivi mensuel de 2 indices pondéraux: le Rapport Gonado-Somatique (RGS) et le coefficient de condition (K).

2.4.2.1 Le Rapport Gonado-Somatique (RGS)

Il consiste à chiffrer l'accroissement des gonades et déterminer leur degré de maturation. Ce rapport est considéré par Lahaye (1980) comme un véritable coefficient de maturité, il est défini par la relation:

$$RGS = Pg \times 100 / Pv$$

2.4.2.2 Le coefficient de condition (K)

Il consiste à suivre dans le temps les caractéristiques pondérales des poissons, il reflète leurs conditions écologiques et physiologiques comme la maturation et la ponte. Ce coefficient est obtenu par la formule de Ricker (1975):

$$K = Pv \times 100 / Lt^b$$

Où:

Pg: poids des gonades.

Pv: poids éviscéré.

Lt: longueur totale.

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

Nous avons adopté le poids éviscéré (Pv) du poisson, paramètre retenu généralement comme la référence la plus fiable (Deniel, 1981; Le Bec, 1985; Dieheb et *al.*, 2006; Ouattara et *al.*, 2008; Nunes et *al.*, 2011; Derbal et Kara, 2013).

2.4.3 Estimation de la taille à la 1ère maturité sexuelle

La taille de 1ère maturité sexuelle est un paramètre important en 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 ont été données à la taille de 1ère maturité sexuelle nous citerons:

- La longueur à laquelle quelques individus de la population sont matures (Postel, 1955).
- La longueur à laquelle 50% des individus sont mûrs (La-Roche et *al.*, 1983).
- La longueur à laquelle 100% des individus sont mûrs (Fontana et Pianet, 1973).

- La taille du plus petit individu mature ou la taille du plus grand individu immature (Gregor, 1966).

La taille à la 1^{ère} maturité sexuelle retenue dans notre étude, correspond à celle définie par La-Roche et *al.* (1983) comme étant la longueur (Lt) pour laquelle 50% des individus de la population sont matures pendant la période de reproduction (Lm₅₀).

Chez *S. pilchardus*, la Lm₅₀ a été déterminée pour toute la population et chez les 2 sexes séparés. Les individus échantillonnés en période de reproduction ont été répartis par sexe et par classe de taille de 1 cm d'amplitude.

La proportion des individus matures (Pr) de chaque classe de taille a été calculée en fixant le seuil de maturité à partir du stade III, qui correspond au début de la phase de développement des gonades . Les couples Lt et Pr sont ajustés à une courbe logistique de type sigmoïde (King, 1995) dont l'expression mathématique est la suivante:

Où:
$$Pr = 1 / (1 + \exp^{-a(Lt - Lm50)})$$

Pr: proportion des matures (%)

a: pente.

Lt: longueur totale (cm).Lm₅₀: taille à la 1^{ère} maturité sexuelle (cm).

2.4.4 Technique d'identification des stades de développement sexuel.

2.4.4.1A l'échelle macroscopique.

Les critères morphologiques sont définis d'après l'observation macroscopique des gonades et portent sur : la coloration ; la consistance ; l'importance de la vascularisation superficielle ; l'épaisseur et la transparence de la paroi ovarienne (possibilité d'observer les œufs au travers de cette paroi) ; la forme et le volume occupé par la gonade dans la cavité abdominale.

De ce fait, il est possible de suivre l'évolution des gonades mâles et femelles au cours du cycle reproducteur en utilisant une échelle macroscopique de développement sexuel comprenant cinq stades (FAO, 1978).

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 réduit en cinq stades dans les travaux de Boufersaoui (2016) (Tableau 4).

Tableau 4: Échelle macroscopique des stades de maturité sexuelle chez les mâles et femelles pour *S pilchardus* Boufersaoui (2016).

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 sur l'abdomen.
Stade IV : Ponte pour les femelles Émission du sperme pour les mâles	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 mâles	Les ovaires sont très vascularisés, vides et flasques, rouge foncé, présentant des tâches marron qui correspondent à des ovocytes résiduels atrophiques.	Les testicules sont épuisés, richement vascularisés laissant écouler des traces de sperme donnant à l'organe un aspect de lait caillé.

2.4.4.2 A l'échelle microscopique.

L'étude histologique des testicules et des ovaires permet de suivre la gamétogenèse et notamment les étapes successive de la vitollogénèse. 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.

Des techniques simples ont été utilisées pour suivre les étapes de l'ovogenèse et pour déterminer les stades de maturités :

1. fixation au Bouin Holland : les gonades sont fixées au Bouin pendant une durée variante de 2 à 3 jours, après elle suivi par un lavage pendant 24 heures à l'eau courante.

2. Déshydratation :

- Faire des coupes « fragment » au niveau de la gonade.
- Mettre les fragments de des cassettes pendant 24 h dans un appareil appeler « Auto-technicum » qui contient 12 bacs (2 h chacun) réparties comme suit :

- 6 bacs d'alcool de degrés croissant « 70%, 80%, 95%, 100%, 100%, 100% ».
- 4 bacs de xylène.
- 2bacs de paraffine.

3. L'inclusion à la paraffine :

La paraffine fondue à l'étuve à 58c°, elle est ensuite versée dans des moles qui contiennent les fragments des gonades.

4. Faire des coupes de 5µm au « Microtome.

5. Déparaffinage :

Mettre les coupes dans du xylène à l'étuve pendant 2h, réhydratation dans des bains d'alcool de concentration décroissante « 100%, 95%, puis 50% » enfin le rinçage par l'eau distillée.

6. Coloration :

Les lames sont déparaffinées dans 2 bains de xylène pendant 10 minutes, puis elles sont réhydratées dans de2 bains d'alcool pendant 3 minutes ;après un rinçage à l'eau courante pendant 6 minutes la coloration commence par un bain d'hématoxyline de Mayer pendant 1 minute, suivie d'une série de rinçages à l'eau courante pendant 6 minutes pour éliminer l'excès de colorant, Ces rinçages préparent les coupes pour un bain d'éosine pendant 10 secondes, le surplus de colorant est éliminé par un rinçage prolongé à l'eau courante. Les sont ensuite déshydratées dans 3 bains d'alcool croissante « 70%, 95%, 100% »pendant 2 minutes pour chaque bains, pour finir les lames sont plongées dans le xylène pour l'éclaircissement.

7. Montage :

Le montage a été réalisé entre lames et lamelle en utilisant une résine synthétique « EuKitt ». Les lames sont ainsi prêtes à l'observation et les résultats ont été exploités en microscope photonique.

- Les premières étapes ont été fait jusque au déparaffinage, mais malheureusement on n'a pas pu continuer le reste du Protocole jusqu'à la prise des photos à cause de la pandémie. Pour cette raison et dans le cadre du présent travail nous allons confronter nos résultats

obtenues par l'évolution des stades microscopiques des autres études dans d'autres région de la côte algérienne.

CHAPITRE 3 :

Résultats et discussion

Chapitre 3 : Résultats et discussion

3.1. Traitement statistique des données

3.1.1. Distribution total des fréquences de taille

Les résultats de la distribution des fréquences de taille pour cette étude ce présenter dans le tableau 05.

780 individus de *S. Pilchardus*, dont 382 femelles, 349 mâles et 49 indéterminés sont répartis en classes de tailles de 0.5 cm et illustré par la figure 14.

La plus petite taille observée dans notre échantillon est de 9.75 elle correspond à une femelle et la plus grande est de 19.25 cm observée chez les femelles.

Tableau 05 : Distribution des fréquences de taille de *S. Pilchardus*

Classe taille	Centre classe	nombre_F	nombre_M	IND	Total
9,5-10	9,75	1	0	0	1
10-10,5	10,25	6	0	4	10
10,5-11	10,75	12	0	12	24
11-11,5	11,25	26	4	13	43
11,5-12	11,75	22	4	6	32
12-12,5	12,25	9	12	8	29
12,5-13	12,75	16	19	3	38
13-13,5	13,25	22	17	1	40
13,5-14	13,75	11	17	0	28
14-14,5	14,25	22	19	0	41
14,5-15	14,75	12	17	1	30
15-15,5	15,25	27	32	0	59
15,5-16	15,75	38	59	1	98
16-16,5	16,25	58	60	0	118
16,5-17	16,75	48	50	0	98
17-17,5	17,25	29	26	0	55
17,5-18	17,75	16	9	0	25
18-18,5	18,25	6	3	0	9
18,5-19	18,75	0	1	0	1
19-19,5	19,25	1	0	0	1
Somme		382	349	49	780

A partir des distributions des fréquences des tailles, pour le total on remarque la présence d'un pic qui correspond à la classe de taille [15-16[avec un effectif de 118. Un pic est observé, il est à 16.25 chez les deux sexes.

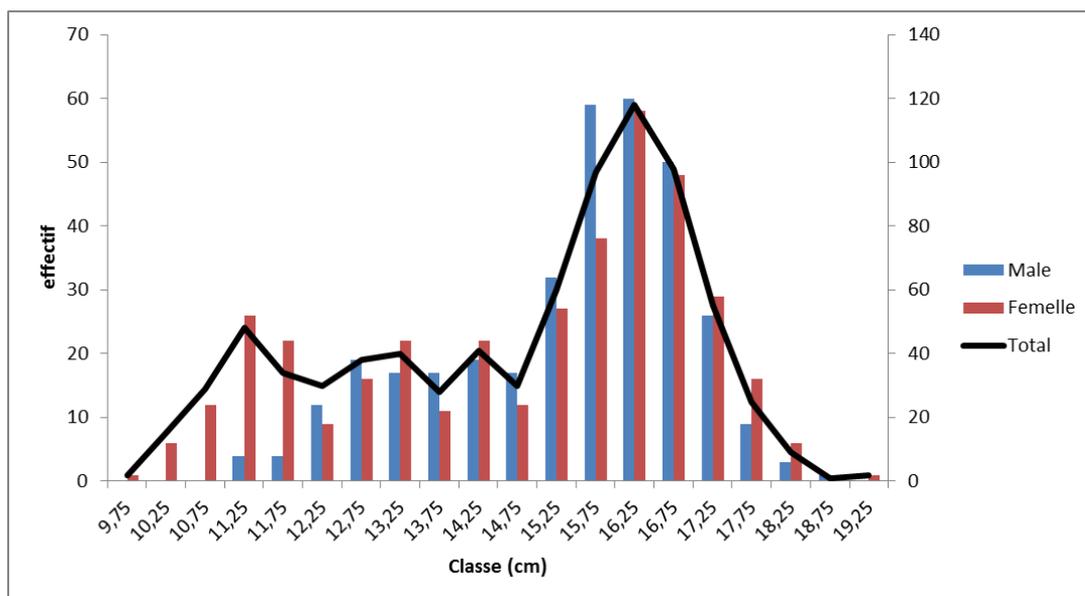


Figure 14 : Distribution des fréquences de taille de la sardine pêchée au niveau du golfe de Ghazaouet pour l'année 2019.

La détermination du sexe reste délicate pour les plus petits individus qui présentent un effectif important dans les classes de tailles allant de 9 à 14 cm, au-delà de cette taille, les individus indéterminés n'ont fait l'objet que de l'étude de la croissance.

3.1.2. Comparaison des tailles moyennes

3.1.2.1. Comparaison des tailles moyennes par sexe :

Dans le tableau 6 sont récapitulés les paramètres nécessaires pour la comparaison des tailles moyennes des mâles et des femelles qui sont calculées avec un risque de 5%.

Tableau 06 : Comparaison des tailles moyennes par sexe de l'espèce étudiée.

	Male	Femelle
Effectifs	349	382
Taille moyenne	15.39	14.85
Variance	2.44	4.79
Ecart-réduit	3.98	

La taille moyenne des mâles (15.40 cm) semble être plus grande que celle des femelles (14.84 cm).

Le test de comparaison des moyennes ou l'écart réduit confirme ces observations ($\epsilon_{cal} = 3.98 > \epsilon_{table} = 1.96$), et mis en évidence le fait qu'il existe une différence significative entre la taille

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

3.1.2.2. Comparaison saisonnière de la distribution des fréquences de tailles

D'après l'analyse de la figure 15 on remarque une différence de la distribution des fréquences des tailles entre les saisons

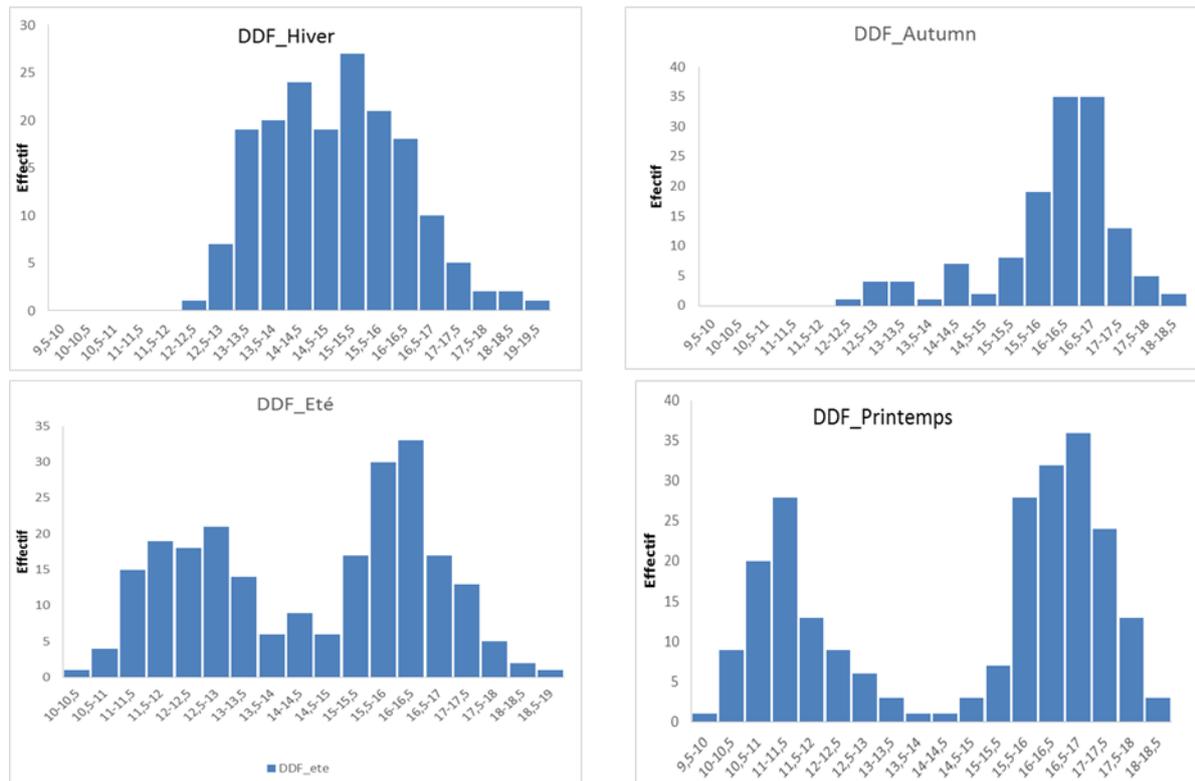


Figure 15 : Variation saisonnière de la distribution des fréquences des tailles de la sardine pêchée au niveau du golfe de Ghazaouet pour l'année 2019.

Il y a une distribution unimodale pour l'hiver et l'automne, avec un mode de 16 cm par contre on remarque une distribution bimodale pour l'été et le printemps, le premier mode est autour de 11,5 cm et le deuxième est de 16 cm, Pour les deux saisons, l'hiver et l'automne la taille minimale capturée est de 12 cm et Pour l'été et le printemps la taille minimale est de 9 cm.

En conclusion, nous remarquons la dominance des grandes tailles des individus de la sardine durant la période automnale et hivernale, en effet cette période correspond à la période de ponte de la sardine, où les grands individus commencent à se concentrer pour se reproduire, la

chose qui les rend vulnérables aux différents engins de pêche et par conséquent on les trouve en force dans les débarquements.

Pour les deux autres saisons (printemps et été), la présence des individus de petits taille (- 12 cm) témoigne d'un nouveau recrutement de la sardine (c'est-à-dire l'arrivée des nouveau recrue au niveau du stock parentale).

La présence de différente taille d'une saison a un autre est tributaire de plusieurs raisons en relation avec le stock et les techniques de pêche utilisées, ainsi que de l'opération d'échantillonnage elle-même.

Les échantillons que nous avons obtenus mesuraient de 9.75 à 19.25 cm avec une moyenne de 15.40cm chez les mâles et 14.84cm chez les femelles. Chez cette espèce, il n'existe pas de caractère sexuel secondaire apparent qui permet de distinguer les mâles des femelles. Le sexe est déterminé alors après dissection et observation macroscopique des gonades. La proportion des sexes est directement liée à la reproduction, en effet, plus le rapport entre les mâles et les femelles est proche de l'équilibre(1), plus la reproduction comme le montre Legendre (1991) est meilleure.

3.2. Etude de la croissance

3.2.1. Croissance pondérale (relation taille poids)

L'analyse des relations entre la taille et le poids, obtenues par la formule: $Pt = a Lt^b$, nous a permis de définir des équations d'allométrie qui décrivent la croissance relative de l'espèce étudiée.

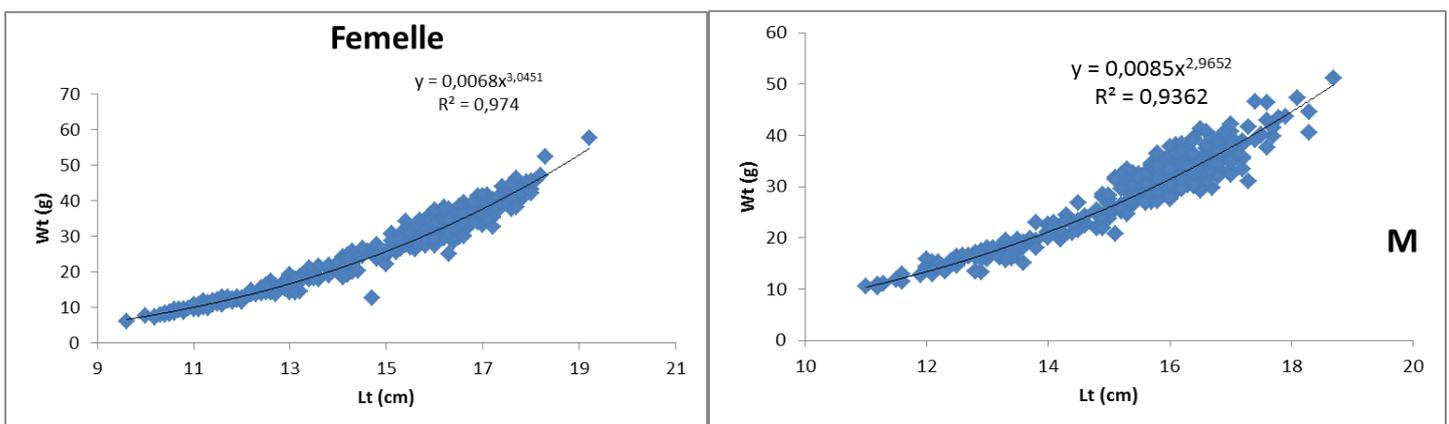


Figure 16 : Relation taille poids total et par sexe de la sardine pêchée au niveau du golfe de Ghazaouet pour l'année 2019

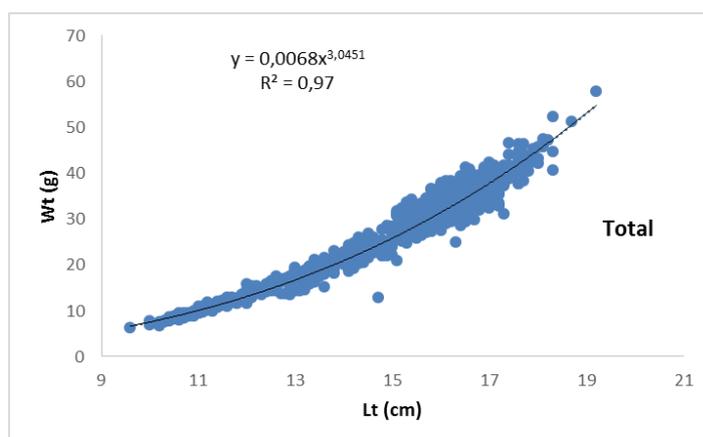


Figure 16 (suite): Relation taille poids total et par sexe de la sardine pêchée au niveau du golfe de Ghazaouet pour l'année 2019

Les relations taille-poids sont établies pour les mâles, les femelles et l'ensemble des individus ainsi que le type d'allométrie sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 07 : Relations liant la taille au poids et types d'allométrie chez la population totale, M et F de *S. pilchardus* pêchée au niveau du golfe de Ghazaouet pour l'année 2019

Sexe	coefficient de corrélation(r)	Relation d'allométrie	Type d'allométrie
Total	0,98	$y = 0,0068x^{3,0451}$	($\epsilon = 0,33 > 1,96$), Isométrie
M	0,97	$y = 0,0085x^{2,9652}$	($\epsilon = 0,15 < 1,96$), Isométrie
F	0,99	$y = 0,0068x^{3,0451}$	($\epsilon = 0,23 < 1,96$), Isométrie

Les relations entre la taille et le poids sont bien corrélées ($r = 0,98$). Le test de l'écart réduit fournit des valeurs inférieures à celui de la table qui est de 1.96 ce qui signifie qu'il y a différence non significative chez les mâles et les femelles de *S. pilchardus*, le test-Z ne montre aucune différence significative entre la taille et le poids ($\epsilon < 1,96$).

Les valeurs du coefficient d'allométrie sont de l'ordre de 2.9652 chez les mâles et 3.0451 chez les femelles. Ils sont significativement proches de 3, traduisant une isométrie de croissance où le poids évolue proportionnellement au cube de la longueur.

La relation entre la taille et le poids chez *S. pilchardus* dans le golfe de Ghazaouet est de type isométrie chez la population totale avec $b=3.0451$ ($b \approx 3$), donc le poids évolue

proportionnellement au cube de la longueur. Même chose, isométrie de croissance chez les femelles avec $b = 3.0451$ et chez les mâles avec $b = 2,9652$.

Les paramètres a et b sont très sensible aux nombres et à la composition en taille de chaque échantillon mensuel (Fréon, 1988 ; Mouneimne, 1981).

En comparant nos paramètres, le constant a et le coefficient de corrélation obtenus avec d'autre auteur. On remarque que nos valeurs sont plutôt proches de celle obtenue par (Kartas, 1981) où il a signalé une isométrie de croissance chez les mâles de la sardine en Tunisie et par Mendes *et al.* (2004) au Portugal et Bedairia (2010) au golf d'Annaba.

Par contre (Bouchereau, 1981; Mouhoub, 1986; Brahmi *et al.*, 1998; Bouhali, 2015 ; Ladimia, 2017) trouvent une allométrie majorant et des coefficients d'allométrie b significativement supérieurs à 3.

Une allométrie minorante où le poids croît proportionnellement moins vite que le cube de la longueur a été trouvé par Idrissi et Zouiri (1985) sur les côtes de l'Atlantique marocain. Ces différences sont probablement liées au processus de maturation, de libération des produits sexuels et des conditions trophiques comme l'ont constaté Somoue en 2004 ou encore hydrologiques du milieu (Makkaoui, 2008).

Tableau 08 : Paramètres de la relation taille-poids obtenus par différents auteurs

Auteurs	régions	sexe	a	b	Type d'allométrie
Présent travail	Ouest algériens (golfe de Ghazaouet)	Mâle	0,0085	2,9652	isométrie
		femelle	0,0082	2.9762	
Touati et Benatmane, 2018	Est algériens	Mâle	0.0031	3.3435	Majorant
	Bejaia	femelle	0.0035	3.2966	
Brahmi et al.,1998	Centre algériens	Mâles	4.88 10 ⁻³	3.104	Majorant
		femelle	3.85 10 ⁻³	3.201	
Kartas, 1981	Tunisie	Mâle	3.2589 10 ⁻⁶	3.055	isométrie
		femelle	4.88 10 ⁻⁶	3.152	Majorant
Mater et Bayhan, 1999	Baie d'Izmir (Turquie)	Sexes confondus	0.0045	3.3591	Majorant
Amenzoui,2010	Maroc	Sexes confondus	0.0075	3.05	Majorante

3.3. La reproduction

3.3.1. Stades de maturité sexuelle des gonades

Le tableau 09 qui représente l'état de maturité des gonades de 612 individus dont 304 femelles et 308 mâles indiquent que les stades les plus présents chez les mâles et les femelles sont respectivement le stade IV, VI et VI.

Les valeurs maximales sont présentes au niveau de stade VI avec 55,72% chez les femelles et avec 40,69% chez les mâles.

Tableau 09 : Stades de maturité des gonades chez *S. pilchardus*

stade	I	II	III	IV	V	VI
F	8,43%	3,01%	4,82%	17,17%	10,84%	55,72%
M	11,75%	3,72%	11,75%	12,03%	20,06%	40,69%

3.3.2. Evolution mensuelle des stades de maturité sexuelle

Sur le tableau 10 qui est représenté par la figure 17 sont portés tous les pourcentages des stades de maturité sexuelle des femelles pour chaque mois.

Les résultats montrent que la ponte qui est représentée par le stade IV et V est étalée entre le mois de Novembre et mois de Mai, avec un pic au mois de Janvier (75 % des individus sont en ponte). Elle est précédée par le stade III qui présente la pré-ponte et s'étale sur plusieurs mois (Octobre, Novembre et Février).

Tableau 10 : Proportions mensuelles des stades de maturité sexuelle de *S pilchardus*

	Stade I	Stade II	Stade III	Stade IV	Stade V	Stade VI
Janvier	0,00%	0,00%	0,00%	21,43%	75,00%	3,57%
Février	0,00%	19,23%	19,23%	53,85%	7,69%	0,00%
Mars	0,00%	0,00%	0,00%	13,85%	27,69%	58,46%
Avril	9,84%	0,00%	0,00%	4,92%	13,11%	72,13%
Mai	9,09%	0,00%	0,00%	3,64%	27,27%	60,00%
Juin	13,51%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	86,49%
Juillet	26,09%	0,00%	0,00%	1,45%	0,00%	72,46%
Août	25,53%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	74,47%
Septembre	1,85%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	98,15%
Octobre	11,43%	24,29%	45,71%	17,14%	0,00%	1,43%
Novembre	3,03%	1,52%	30,30%	60,61%	0,00%	4,55%

Les gonades immatures et en repos sexuel (stade I) sont présentes le long de l'année avec des fréquences variables. Elles sont très abondantes entre Juillet avec 26,09% et Août avec

25,53%. Leur nombre diminue et devient faible il passe de 1,85% à 13,51% entre Septembre et Juin (tableau 10 et figure 17).

Les gonades en maturation (stade II), apparaissent dans les échantillons à partir d'Octobre avec un taux de 24,29%. Leur nombre augmente considérablement en Octobre et atteint 24,29% puis, diminue progressivement jusqu'à 1,52% en Novembre.

Des gonades matures et développées ou pré-ponte (stade III) sont observées dès Octobre avec 45,71%. Leur présence se poursuit jusqu'à Février où elles représentent 18,38% avec un maximum de 45,71% en Octobre (Figure 17).

Les gonades en reproduction ou ponte (stade IV) apparaissent en Janvier avec 21,43%, elles correspondent à l'émission d'ovocytes et de spermatozoïdes matures. A partir de Février elles atteignent 53,85% puis leur nombre diminue progressivement pour atteindre la valeur la plus basse en Mai avec 3,64% avant de disparaître à partir de Juin (Figure 17).

Les gonades en post-reproduction (stade V) sont rencontrées dans les prises à partir de Janvier où elles représentent une valeur maximal de 75,00%. Elles sont très abondantes aussi en Mars avec 27,69% et Mai avec 27,27%, indiquant la fin de la saison de reproduction. Leur nombre est très faible en Février avec 7,69% (Figure 17).

Les gonades en repos sexuelle (stade VI) sont présentes tout au long de l'année avec des fréquences variables.

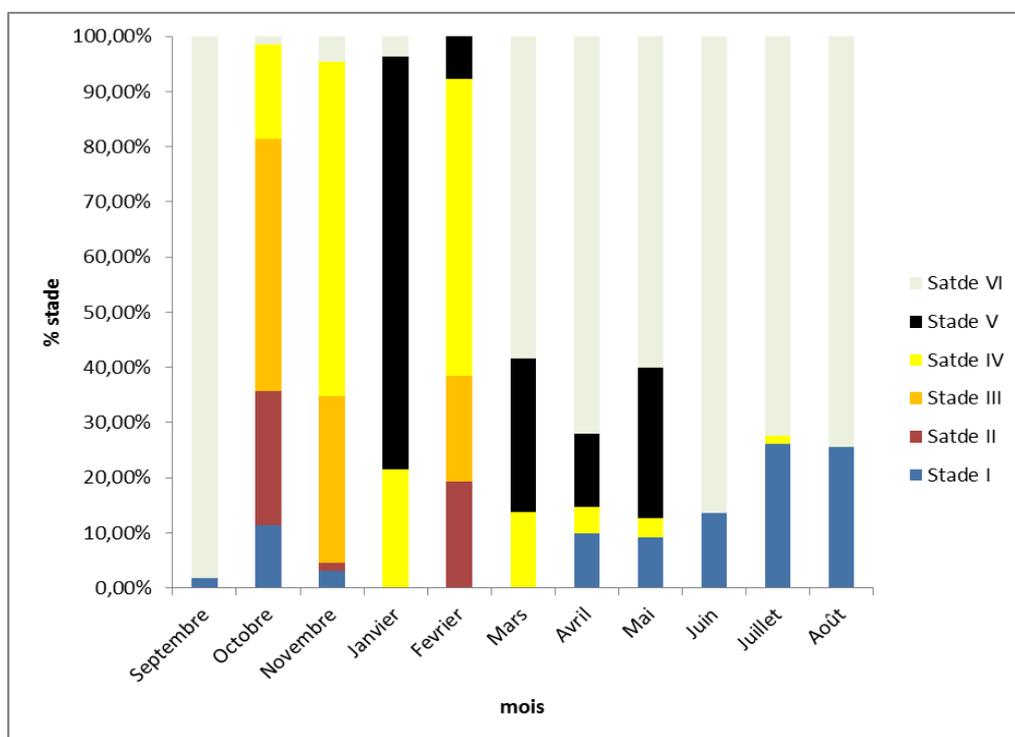


Figure 17 : Evolution mensuelle des stades de maturité sexuelle de *S. pilchardus*

L'analyse des variations mensuelles des 6 stades de maturité sexuelle montre que les gonades de *S. pilchardus* se trouvent à différents stades de maturité au cours de l'année. Pour le même mois, il existe une grande variabilité des fréquences des stades de maturité traduisant le grand décalage aussi bien dans la maturation que lors de l'émission entre les individus de la même population.

La présence de poissons matures que nous avons observés presque tout le long de l'année avec des pourcentages variables traduit l'étalement de la période de reproduction, ce qui a pour conséquence un fractionnement, comme le montrent Kartas et Quignard (1984) de l'émission des œufs en plusieurs «fournées».

Nos résultats se coïncident avec des résultats des stades microscopiques réalisés par (Bouhali, 2016) et (Ladaimia, 2017).

Selon (Bouhali, 2016), l'observation microscopique de gonades femelles correspondant aux différentes phases annuelles de maturation sexuelle a permis de constater la croissance des cellules en fonction des stades de l'ovogenèse suivant 5 stades: immature, pré-ponte, ponte, post-ponte, repos sexuel.

L'évolution ovocytaire se déroule en 2 étapes, la pré-vitellogenèse suivie de la vitellogenèse en se référant à la taille des ovocytes, l'homogénéité de leur structure, la quantité et la distribution des inclusions lipidiques et protéiques dans le cytoplasme constituant les enclaves ou globules vitellins.

La sardine, comme d'autres Clupéidés, a une ponte fractionnée produisant plusieurs lots distincts d'ovocytes pendant la période de reproduction. Le cycle de reproduction permet d'assurer une quantité suffisante d'œufs matures ce qui n'est possible que dans le processus régulier d'ovogenèse, processus continu et très dynamique dans les ovaires.

L'ovogenèse se manifeste par une série de changements dans les ovocytes au cours desquels ils passent par 5 stades de développement ovocytaire: Stade I: Immature; Stade II: Immature ou repos; Stade III: En voie de développement; Stade IV: Pré-ponte et Stade V: Ponte.

Selon (Ladaimia, 2017), l'examen histologique des ovaires d'*E. encrasicolus* et de *S. pilchardus* prélevés à différentes périodes du cycle reproducteur, et la détermination du degré de maturité du lot d'ovocytes le plus avancé présent dans l'ovaire, ont permis de constater 6 stades ovariens: ovaire immature, ovaire en maturation, ovaire mature (pré-ponte), ovaire en reproduction (ponte), ovaire en post-ponte et ovaire en repos sexuel.

Selon la cinétique de l'ovogenèse, le cycle sexuel d'*E. encrasicolus* et de *S. pilchardus*, passe par 3 phases successives. Une phase de maturation ovarienne coïncidant avec le processus de vitellogenèse. Une phase de ponte correspondant à la maturation finale et l'émission

d'ovocytes mûrs et une phase de récupération ou de repos sexue l .La stratégie de ponte chez *E. encrasicolus* et *S. pilchardus* du LEA est de type «ponte fractionnée»,

3.3.3. Taille à la première maturité sexuelle

Les pourcentages des individus matures des mâles, des femelles et de l'ensemble sont reportés sur le tableau 11. En effectuant un lissage par la moyenne mobile en deux fois, on obtient les résultats qui sont représentés dans le tableau 10 et dans la figure 18.

Tableau 11. Proportion des individus matures en fonction de la taille chez *S. pilchardus*

Classe	Cc	Total		Male		Femelle	
		%_Mat	Moy_mobile	%_Mat	Moy_mobile	%_Mat	Moy_mobile
10-10,5	10,25	0,00	0,00			0,00	0,00
10,5-11	10,75	0,00	12,82			0,00	18,52
11-11,5	11,25	38,46	31,34	0,00	0,00	55,56	37,57
11,5-12	11,75	55,56	48,01	0,00	13,89	57,14	59,79
12-12,5	12,25	50,00	58,42	41,67	31,43	66,67	69,84
12,5-13	12,75	69,70	66,93	52,63	62,81	85,71	80,79
13-13,5	13,25	81,08	82,40	94,12	80,29	90,00	91,90
13,5-14	13,75	96,43	89,17	94,12	94,32	100,00	91,90
14-14,5	14,25	90,00	94,33	94,74	96,28	85,71	92,46
14,5-15	14,75	96,55	92,07	100,00	96,16	91,67	87,33
15-15,5	15,25	89,66	94,03	93,75	96,79	84,62	90,34
15,5-16	15,75	95,88	93,20	96,61	93,45	94,74	92,54
16-16,5	16,25	94,07	95,63	90,00	93,54	98,28	98
16,5-17	16,75	96,94	96,40	94,00	93,38	100,00	99
17-17,5	17,25	98,18	98,37	96,15	96,72	100,00	100,00
17,5-18	17,75	100,00	99,39	100,00	98,72	100,00	100,00
18-18,5	18,25	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
18,5-19	18,75	100,00		100,00		100,00	

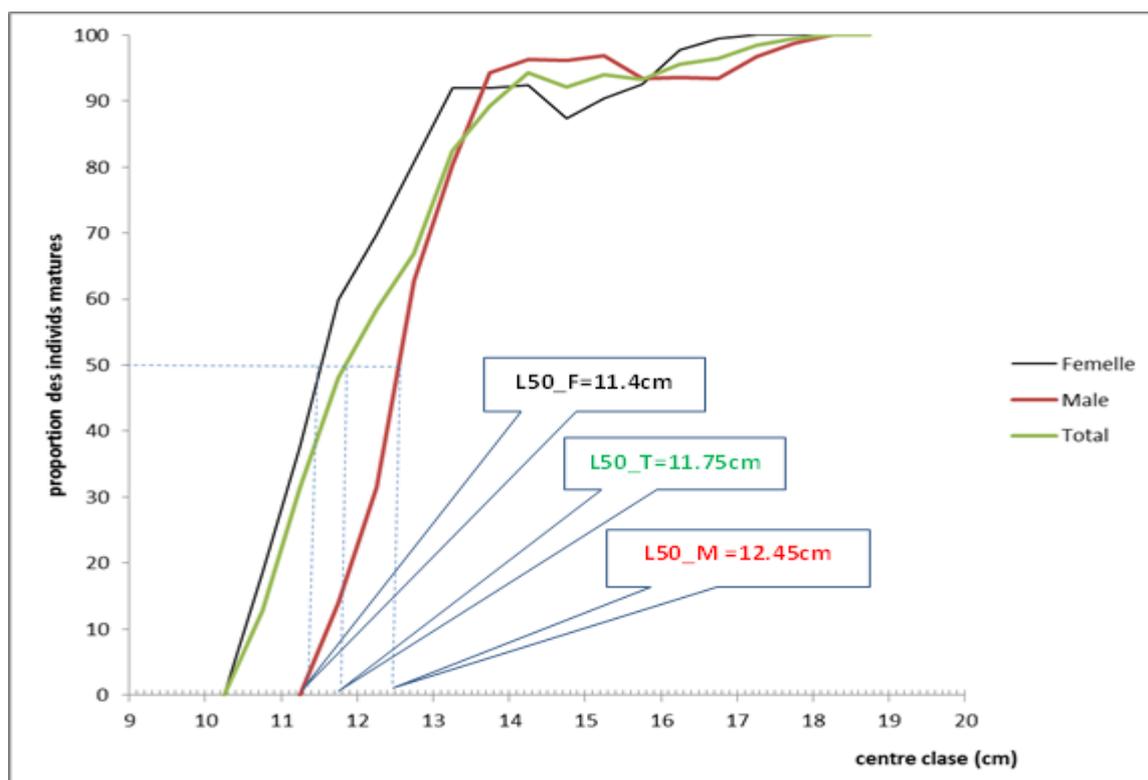


Figure 18. Estimation de la taille de la première maturité sexuelle chez *S pilchardus*

Pour la méthode statistique, la taille à la première maturité sexuelle ou la taille à laquelle 50% des individus sont matures est :

- 11,75 cm pour la population totale,
- 11.40 cm pour les femelles,
- 12,45cm pour les mâles.

Au-delà de 18 cm, toutes les sardines échantillonnées sont matures (figure 18).

Dans notre échantillon, le plus petit individu mature correspondant au stade II à une taille de 11 cm.

La taille à la 1^{ère} maturité sexuelle (L_{50}), est estimée à 11.75cm pour la population totale, 12.45 cm pour les mâles et 11.40 cm pour les femelles. Toutefois la L_{m50} estimée est précoce et correspond à un âge de 1 an. Les valeurs de la L_{m50} estimées de *S. pilchardus* pêchée au niveau du golfe de Ghazaouet pour l'année 2019 sont proches et comparables avec celles obtenues dans le golfe d'Annaba (Bouhali *et al.*, 2015), sur les côtes tunisiennes (Kartas, 1981; Khemiri, 2006) et en Cadiz (Rodriguez-Roda, 1970).

La taille à la première maturité sexuelle varie selon les années et la zone considérée. Cette variabilité interannuelle est en principe due à la variabilité temporelle de la date de

déclenchement de la ponte (ponte précoce ou tardive selon les années) et du recrutement annuel correspondant.

La L_{50} peut également varier en fonction du sexe (Abad et Giraldez, 1993), ils, expliquent que les variations de la taille à la première maturité seraient apparemment imputables aux différentes stratégies développées par les poissons dans des milieux différents pour une meilleure adaptation aux conditions environnementales telles que la température.

Tableau 12: Tailles de première maturité sexuelle estimées par différents auteurs en méditerranée.

Auteurs	Région	L 50 (cm)	
		Femelles	Mâles
Présent travail	Ouest Algérie Ghazaouet	11.40	12,45
Mouhoub (1986)	Centre d'Algérie Bou-Ismaïl	12,6	11,9
Bouhali et al. (2015)	Côtes Est-Algérienne	11,5	11,28
Kartas (1981)	Tunisie	12,3	11,8
Lee (1961)	Golf du Lion	14	13,8
Abad et Giraldez (1993)	Mer d'Alboran	12,5	12,8
Silva et al. (2006)	Nord du Portugal	14,6	----

3.3.4. Etude de sexe –ratio

3.3.4.1. Global

Tableau 13. Proportion des sexes de la sardine pêchée dans le golfe de Ghazaouet en 2019

Effectif F	Effectif M	Total	% Femelle	% Male
382	349	681	52.3 %	47.7 %

Pour la totalité de notre échantillon, le sex-ratio est en faveur des femelles avec 52.3 %

D'après nos résultats qui comportent 382 femelles et 349 mâles, les proportions des sexes se présentent comme suit :

- Taux de féminité = 52.3 % \pm 0.13,
- Taux de masculinité = 47.7 % \pm 2.67

Le taux de féminité est supérieur au taux de masculinité, le test de l'écart réduit donne une différence significative ($|\epsilon_{cal}| = 3.98 > |\epsilon_{Table}| = 1.96$). Ainsi on peut conclure que le stock de *S pilchardus* est constitué d'autant de femelles que mâles (pas de dimorphisme sexuel).

Les valeurs du sex-ratio globale fournissent peu de renseignements sur la composition de la population. Il est donc utile de considérer l'étude du sex-ratio en fonction de la taille.

3.3.4.2. En fonction de la taille

La répartition des états sexuels en fonction de la taille a été effectuée en regroupant les spécimens en classe de taille de 1 cm d'intervalle allant de 9 à 19 cm. L'évolution des sexes en fonction de la taille des poissons montre que les femelles dominent pour les grands tailles (+16 cm) dans les classes de tailles entre [16-18 cm [, alors que Le sexe ratio est en faveur des males pour les petits et les tailles moyenne (-16 cm) dans les classes de tailles [10-16 cm [(figure : 19).

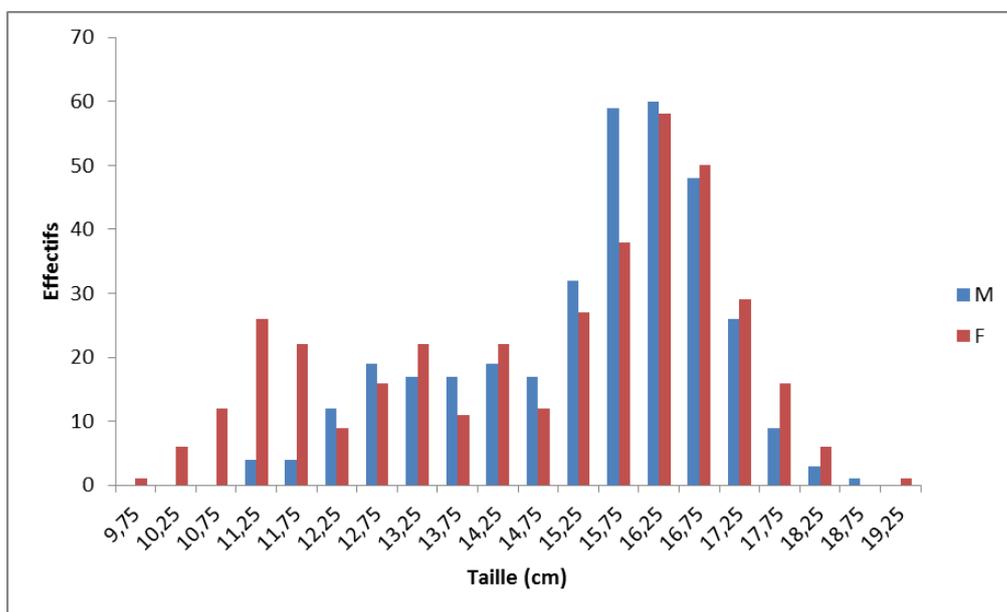


Figure 19 : Variation du sex-ratio en fonction de la taille de la sardine pêchée au niveau du golfe de Ghazaouet pour l'année 2019

Chez *S. pilchardus*, le sex-ratio est globalement en faveur des femelles avec $SR = 52.3\%$ les taux respectifs de masculinité et de féminité sont de l'ordre de $47.7\% \pm 2.67$ et $52.3\% \pm 0.13$. Ce résultat est comparable avec ceux mentionnés dans la baie d'Oran (Bouchereau, 1981) et en mer d'Alboran (Abad et Giraldez, 1993). En revanche, le sex-ratio de *S. pilchardus* est en faveur des males en mer Egée (Cýnahgýr, 1996) et dans les côtes Sénégalaises (Fréon et Stéquert, 1988) ; Toutefois, un sex-ratio équilibré a été signalé chez la sardine des côtes marocaines (Barcova et al., 2001; Amenzoui et al., 2006) et tunisiennes (Kartas, 1981; Khemiri et Gaamour, 2009).

D'après nos résultats on remarque qu'il y a une variation du sex-ratio en fonction de la taille, les femelles dominent pour les grands tailles dans les classes de tailles entre [16-18 cm [, alors

que les mâles dominent pour les petits et les tailles moyenne dans les classes de tailles [10-16 cm [, comme il a été mentionnée par Lee (1962), Bouchereau et Kartas (1981), Belvèze (1984), Perez et *al.* (1985). Le test de l'écart réduit donne une différence significative ($|t_{\text{cal}}| = 3.98 > |t_{\text{Table}}| = 1.96$). Ainsi on peut conclure que le stock de *S.pilchardus* est constitué d'autant de femelles que des mâles (pas de dimorphisme sexuel) (Raldez, 1993 ; Khemiri, 2006).

Atz (1964) in Belhouas et Abderrahim (1997), affirme que généralement les conditions du milieu ainsi que la pression de pêche influent sur l'indice étudié. Le sex-ratio est un paramètre difficile à interpréter, Chali-Chabane (1988) présume que des études plus poussées et à plus long terme pourraient expliquer cette inégalité par le comportement écologique de ces espèces.

3.3.5. Evolution mensuelle du rapport gonado-somatique moyen RGS

Le rapport gonado-somatique moyen est calculé chez les mâles et les femelles avec son évolution qui est illustrée par la figure 20. Les valeurs mensuelles moyennes du RGS varient de 0.0019 à 0.0655 chez les mâles et de 0.0030 à 0.0477 chez les femelles. Ces moyennes mensuelles du RGS montrent une phase ascendante s'étalant d'Octobre pour atteindre un maximum en Janvier à la fois chez les mâles avec 0.0655 et les femelles avec 0.0477. A partir de Février, le RGS chute pour atteindre des valeurs plus basses en Avril aussi bien pour les mâles, 0.0090 que pour les femelles, 0.0112. De Mai à Septembre, cet indice chute considérablement pour afficher des valeurs très faibles, allant de 0.0080 à 0.0024 chez les mâles et de 0.0110 à 0.0061 chez les femelles.

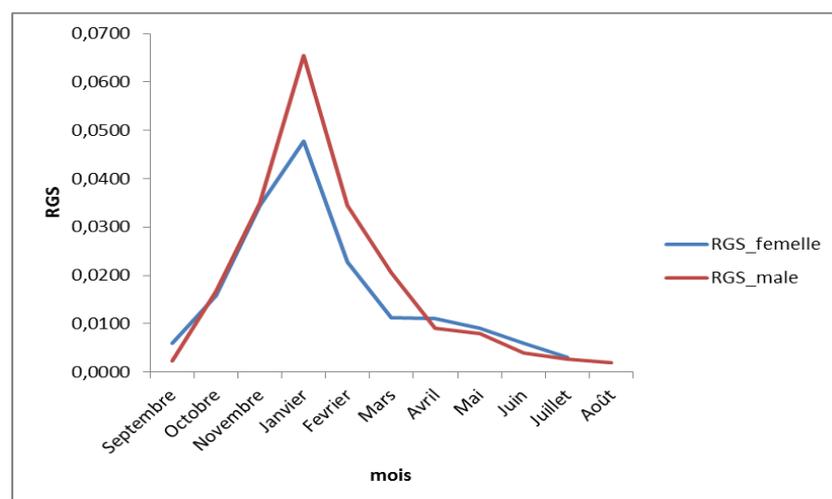


Figure 20: Evolution mensuelle du rapport gonado-somatique moyen de *S. pilchardus*.

Les variations du coefficient du RGS et le coefficient k varient en sens inverse. C'est une caractéristique commune de *Sardina pilchardus* en mer méditerranéenne (Kartas, 1984 ; Tomasini et al., 1989 ; Abad et al., 1993) et en océan Atlantique (Pérez et al., 1985 ; Zwolinski et al., 2001). Le suivi pondéral des gonades par le calcul du rapport gonadosomatique (RGS) montre une période de reproduction s'étalant d'Octobre à Mars avec une ponte en Janvier dans le golfe de Ghazaouet.

La phase ascendante des valeurs de RGS à partir d'octobre témoigne du développement des gonades et de leur maturation en vue de la ponte. L'évacuation des ovules entraîne une baisse des valeurs du RGS en Mars, les gonades entrant alors dans une phase de post-ponte, ce qui indique la fin de la période de reproduction et le début de la phase de récupération.

La reproduction de *S. pilchardus* le long des côtes algériennes est généralement à la même période : en baie d'Oran (Tomasini et al., 1989) et sur les côtes algéroises (Djabali et Mouhoub, 1989) de Décembre à Mars, et de Novembre à Mars à Annaba (Bedairia et Djebar, 2009), (Bouhali et al, 2015), Iadima, (2017).

En effet, dans l'océan Atlantique (Nunes et al, 2011), la reproduction de *S. pilchardus* se prolonge sur 6 mois avec une ponte en hiver. Comme il a été signalé au nord du golfe de Gascogne (L'Herrou, 1971), la période de ponte est de Janvier à Juillet, de Janvier à Juin sur la côte nord occidentale de l'Espagne (Pérez et al., 1985), de Février à Août en baie de Douarnenez en France (Le Duff, 1997), et de Novembre à Juillet dans la région de Laâyoune au Maroc (Amenzoui et al., 2006).

3.3.5. Coefficient de condition K

Les valeurs du coefficient de condition K varient entre 0.56 ± 0.01 à 0.67 ± 0.01 chez les femelles, et 0.54 ± 0.012 et 0.68 ± 0.012 chez les mâles.

Tableau 14. Les valeurs minimales, maximales et moyennes du coefficient de condition k de la sardine pêchée dans le golfe de Ghazaouet en 2019

Coefficient k	Min	Max	moyenne
Mâle	0,5472	0,6883	0,62
Femelle	0,5636	0,6784	0,612

La représentation graphique des moyennes mensuelles montre que le coefficient de condition k présente une évolution comparable chez les deux sexes et une variabilité interannuelle.

Les valeurs maximales se retrouvent entre le mois de Juillet jusqu'au mois d'Octobre pour les deux sexes avec un pic dans le mois de Juillet de 0,6784 chez les femelle et 0,6883 chez les mâles.

Puis il diminue progressivement pour atteindre des valeurs moyennes entre le mois de Janvier et Juin avec des valeurs de 0,612 chez les femelles et 0,62 chez mâles, il atteint une valeur minimale de 0,5636 chez les femelles et 0,5472 chez les mâles dans le mois de Novembre.

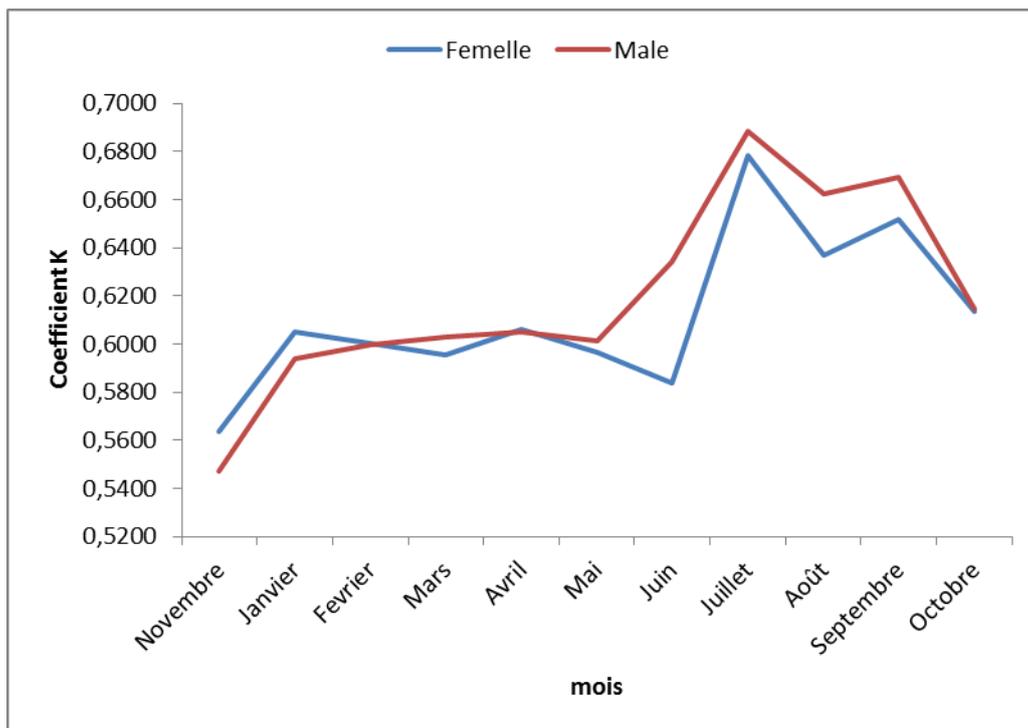


Figure 21: Evolution mensuelle du coefficient de condition K chez *S. pilchardus* pêchée dans le golfe de Ghazaouet en 2019.

Les variations du coefficient de condition K et de RGS varient en sens inverse. C'est une caractéristique commune de *Sardina pilchardus* en mer méditerranéenne (Kartas, 1984 ; Tomasini et al., 1989 ; Abad et al., 1993) et en océan Atlantique (Pérez et al., 1985, Zwolinski et al., 2001).

L'évolution mensuelle de ce coefficient K permet de déduire une stratégie dans l'utilisation des apports énergétiques. L'augmentation correspondant à la phase dans laquelle les gonades sont sexuellement actives, est le résultat de la demande excessive d'énergie pour le processus de la gamétogenèse, c'est le cas de nombreux poissons Téléostéens marins comme le merlu, *Merluccius merluccius* (Belhoucine, 2012).

C'est en été, saison pendant laquelle les conditions trophiques sont favorables que les sardines se nourrissent abondamment tout en accumulant des réserves (Somaoue, 2004).

En hiver, le zooplancton est moins abondant (Somaoué 2004), le poisson se nourrit peu et l'émission des œufs contribue à accentuer la diminution de sa masse. Cet amaigrissement cesse avec la reprise de l'alimentation et la condition s'améliore au printemps avec un décalage plus ou moins important dans le temps selon les années.

Les variations du coefficient de condition observées en atlantique sont en relation avec les indices d'upwellings (Pérez et al., 1985).

Les changements des périodes d'upwellings altèrent les périodes de ponte de certaines espèces de clupéidé comme *Sardina aurita* (Roy et al., 1989) ; il se produit un décalage du maximum des RGS, qui peut être interprété comme signe d'un retard de l'activité reproductrice de l'espèce (Roy, 1992).

Conclusions et perspectives

Conclusion

Dans la présente étude, travail de recherche axé essentiellement sur la biologie de la reproduction de *S. Pilchardus* dans la région ouest (baie de Ghazaouet) nous avons pu obtenir de nombreuses informations sur certains paramètres tels que sa maturité sexuelle, le sex-ratio, le rapport gonado-somatique (RGS) et le coefficient de condition K.

D'après les données annuelles dans le port de ghazaouet pour l'année 2019 nous avons pu déterminer la période de ponte.

La distribution des fréquences de taille de *S. pilchardus* montrent que la plus petite taille observée dans notre échantillon est de 9.75cm et la plus grande est de 19.25 cm observée chez les femelles. Alors que la distribution saisonnière présente une distribution uni modale pour l'hiver et l'automne, avec un mode de 16 cm qui correspond à la période de ponte de la sardine par contre on remarque une distribution bimodale pour l'été et le printemps avec un mode de 16 cm témoigne d'un nouveau recrutement de la sardine.

La taille moyenne des mâles (15.40 cm) semble être plus grande que celle des femelles (14.84 cm). Cependant le test de l'écart réduit pour les deux espèces montre une différence significative, donc les femelles ont une taille inférieure à celle des mâles.

La relation entre la taille et le poids chez *S. pilchardus* dans le golfe de Ghazaouet est de type isométrie ; Le test-Z ne montre aucune différence significative entre la taille et le poids ($E < 1.96$) et les valeurs du coefficient d'allométrie sont significativement proches de 3, traduisant une isométrie de croissance où le poids évolue proportionnellement au cube de la longueur.

L'analyse de l'évolution mensuelle des stades de maturité sexuelle montre que la ponte qui est représentée par le stade IV et V est étalée entre le mois de novembre et mois de Mai, avec un pic au mois de Janvier (75 % des individus sont en ponte). En effet les gonades de *S. pilchardus* se trouvent à différents stades de maturité au cours de l'année.

Concernant la taille à la première maturité sexuelle ou la taille à laquelle 50% des individus sont matures est de 11,75 cm pour la population totale, 11.40 cm pour les femelles et 12,45cm pour les mâles.

Le sex-ratio est en faveur des femelles avec 52.3 %, pour la totalité de notre échantillon, le test de l'écart réduit donne une différence significative. Ainsi on peut conclure que le stock de *S. pilchardus* est constitué d'autant de femelles que mâles (pas de dimorphisme sexuel).

Les valeurs mensuelles moyennes du RGS varient de 0.0019 à 0.0655 chez les mâles et de 0.0030 à 0.0477 chez les femelles. Le RGS montre une période de reproduction s'étalant d'Octobre à Mars avec une ponte en Janvier dans le golfe de Ghazaouet.

Les valeurs du coefficient de condition K varient entre 0.56 ± 0.01 à 0.67 ± 0.01 chez les femelles et 0.54 ± 0.012 et 0.68 ± 0.012 chez les mâles.

Cette étude mérite d'être suivie dans le temps, en particulier celle de la fécondité et l'étude histologique des stades microscopique des gonades pour confirmer notre travail sur la partie macroscopique.

En halieutique et précisément dans la gestion des pêcheries la connaissance et la détermination des points de référence biologique d'une espèce donner est très importantes.

Cependant, nous avons concentré sur la taille de la maturité sexuelle et la connaissances de la période du ponte ,ces deux points nous permettent de réglementé successivement la taille de la première capture de la sardine et par conséquence la taille de la maille de la senne et de chalut pélagique ; aussi la connaissance de la période de ponte de la sardine à savoir entre Octobre et Avril avec un pic hivernal, nous pousse à prendre les mesures nécessaire pour la protection du stock reproducteur(générateur) , nous prenons par exemple une diminution de la pression de la pêché sur la sardine durant la période de ponte. Notons que les mesures de gestions sont la responsabilité de l'administration chargée de la pêche après recommandations des scientifiques.

References bibliographiques

- Abad R. et Giraldez A., 1993.** Reproduccion, factor de condicion y talla de primer madurez de la *Sardina pilchardus* (Walb.), de litoral de Malaga, mar de Alboran (1989 à 1992). *Biol.Inst. Esp. Oceanogr*, 9 (1): 145 - 155.
- 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.
- Alvarez P, Motos L, Uriarte A, Egaña J., 2001.** Spatial and temporal distribution of European hake, *Merluccius merluccius* (L.), eggs and larvae in relation to hydrographical conditions in the Bay of Biscay. *Fisheries Research* 50: 111-128.
- Amenzoui K., Ferhan-Tachinante F., Yahlaoui A., Mesfioui A., Kifani S., 2005.** 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*, n° 26-27, 43-50.
- 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)». Thèse de Doctorat, université Mohammed V – Agdal, Maroc.
- Amenzoui K., Ferhan-Tachinante F., Yahyaoui A., Kifani S. et Mesfioui A.H., 2006.** Analyse of the cycle of reproduction of *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) off the Moroccan Atlantic coast. *Comptes Rendus Biologies*, 329: 892 – 901
- B., Porteiro C. et Uriarte A., 2004.** Geographic variability in sardine maturity and growth within the Atlanto-Iberian stock area. *ICES CM/Q*: 15.
- Barkova N.A., Chukhgalter O.A. et Scherbitch L.V., 2001.** Problèmes structuraux des populations de sardine (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792) habitant au large des côtes de l'Afrique du Nord-Ouest. In *Groupe de Travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique Nord-Occidentale Nouadhibou, Mauritanie*, 24 - 31 mars 2001 (657): 120 - 133.
- Bedairia A. et Djebar A. B., 2010.** «Environnement et développement durable: cas de la sardine, *Sardina pilchardus* du golfe d'Annaba». Journée mondiale de l'alimentation, Alger le 16 octobre 2010. INAT. El Harrach-Algérie.
- Belhouas, L., Abderrahim, N., 1997.** Contribution à l'étude de la biologie de la bogu (*Boops boops*, L., 1758) (sexualité et exploitation) de la baie de Bou Ismail. Mémoire d'ingénieur. ISMAL: 100 p.

- Belouhem S., 2010.** Estimation de la biomasse exploitable de la sardinelle (Sardinella aurita, Valenciennes, 1847) du golf de Annaba. Thèse de Magister. Université de Annaba :p. 124.
- Belvèze H., 1984.** Biologie et dynamique des populations de sardine (*Sardina pilchardus*) peuplant les côtes atlantiques et proposition pour un aménagement des pêcheries. Thèse de doctorat d'Etat. Université Brest Occidentale. 531p.
- Benina, R., 2016.** Biologie et exploitation la bogue *Boopsboops*(Linné, 1758) dans la baie de Bou-Ismaïl. Thèse Doctorat. Université d'Oran : 142 p.
- Benmansour N., 2009.** Contribution à l'étude de l'Anchois (*Engraulis encrasicolus* (L. 1758)) de l'extrême Ouest algérien (Ghazaouet et Benisaf). Recherche de quelques métaux lourds. Mémoire de Magister. Ecologie et biologie des populations. Université ABOUBEKR BELKAÏD-TLEMCEN. Faculté des Sciences. Département de Biologie et Environnement. Page : 6, 7, 8.
- Bennoui, A., Bensmail, S., Bouaicha, M., Ferhani, K., Neghli, L., Zeghdoudi, S., 2006.** Biologie des 4 espèces en Algérie. Rapport, CNRDPA (Bouismail).
- Bouaziz, A., 2007.** La sardinelle (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) des côtes algériennes : distribution, biologie, et estimation des biomasses. Thèse de doctorat. Océanographie. Alger : U S T H B. 135 p.
- Bouchereau J. L., 1981.** «Contribution à l'étude de la biologie et de la dynamique exploitée de *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) dans la baie d'Oran (Algérie)». Thèse Doctorale 3^{ème} cycle, Univ. Aix-Marseille II. 239 p.
- Bouchereau J.L. et Ghazi M., 1988.** Paramètres de croissance de (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792), de la baie de Beni-Saf (Algérie). *Rapport de la Commission Internationale de la Mer Méditerranée*, 31 (2): 267.
- Boudray. P, Collet. B., Cornette F., Hervouet V., Bonhomme F., 2002.** High variance in reproductive success of the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*, Thunberg) revealed by microsatellite-based parentage analysis of multifactorial crosses. *Aquaculture* 204 : 283-296.
- Boufersaoui S., 2012 .** Contribution à l'étude du Sparidé *Pagellus acarne* (Risso, 1826) dans la région d'Alger : la structure des peuplements associée, les indices de reproduction, la croissance et l'exploitation. Mémoire de magistère ENSSMAL, Alger : 107 P.
- Bougis P., 1952.** Recherches biométriques sur les rougets (*Mullus barbatus* L., *Mullus surmuletus* L.). *Archive de Zoologie Expérimentale et générale*, 89 (2): 57 - 174.
- Bouhali F Z. ,2016 .** Etude de la biologie de la sardine *Sardina Pilchardus* (Walbaum ,1792) des cotes Est-Algérienne .thèse de doctorat .Université Badji-Mokhar Annaba, Algérie: 101p.
- Bouhali F. Z., Lechekhab S., Ladaimia S., Bedairia A., Amara R. et Djebbar A. B., 2015.**

«Reproduction et maturation des gonades de *Sardina pilchardus* dans le golfe d'Annaba (Nord-Est algérien)». *Cybium*, 39(2): 143-153.

Brahmi B., Bennoui A. et Oualiken A., 1998. «Estimation de la croissance de la sardine (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792) dans la région centre de la côte Algérienne». *Marine populations dynamics* vol. 35.

Brochier T, Colas F, Lett C., Echevin V., Cubillos L. A., Tam J., Chlaida M., Mullon C., Fréon P., 2009 Small pelagic fish reproductive strategies in upwelling systems: a natal homing evolutionary model to study environmental constraints *Progress in Oceanography Journal*.sspress.

Chali-Chabane F., 1988. Contribution à l'étude biologique et dynamique de bogues, boops boops (linné, 1758) de la baie de bouismail. Ministère aux Universités, Institut des Sciences de la mer et l'aménagement du littoral, algeria .111p. Thèse de magister .DOI /ISBN

Chan .B.K.K., Morrit T. D, Williams G.A., 2001.The effect of salinity and recruitment on the distribution of *Tetraclitasquamosa* and *Tetraclita japonica* (*Cirripedia;balanomorpha*) in Hong-Kong.*Marine Biology*138: 999-1009.

Charef-Belifa, Z. E., 2009. Contribution à l'étude de la croissance de saurel *Trachurus trachurus*(Linné, 1758) pêche à Oran, par lecture d'otolithes et distribution des fréquences de taille. Mémoire de Magister. Université d'Oran : 78p.

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

ClaudeJ.Q, JaquesV., 2005.Les poissons de mer des françaises .Paris.P : 96-97.

Cury P. et Roy C., 1989.Optimal environmental window and pelagic fish recruitment Success in upwelling areas. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences (CAN)*.46.670-680.

Cýnahgýr B., 1996. Reproduction of Euopean pilchard, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) in the Aegean Sea.*Turkish Journal of Zoology*, 20: 33 - 50.

Dagnelie P., 1975. Théorie et méthodes statistiques. Applications agronomiques. Tome II. Presses agronomiques de Gembloux: Gembloux. 463 p.

Déniel C., 1981. «Les Poissons plats (Téléostéens, Pleuronectiformes) en baie de Douarnenez: reproduction, croissance et migration des Bothidae, *Scophthalmidae*,*Pleuronectidae* et *Soleidae*». (Doctorale dissertation, Université de Bretagne occidentale-Brest).

Derbal F. & Kara M.H., 2013. Age, croissance et reproduction du sar tambour *Diplodus*

Cervinus cervinus (Sparidae) des côtes de l'Est algérien. *Cybiurn*, 37(4): 247 - 254.

Derbal F. et Kara M. H., 2010. «Composition et variation des peuplements ichtyologiques d'herbier superficiel à *Posidonia oceanica*(L.) Dans la baie d'Annaba». Rev. Ecol. (TerreVie), 65: 1-11.

Dieheb K., Ghorbel M., Jarboui O. et Bouaïn A., 2006. Interactions between reproductions and fisheries in Bluefish, *Pomatomus saltatrix* (Pomatomidae), from Gulf of Gabes (Tunisia). *Cybiurn*, 30 (4): 355 - 364.

Djabali, F., Brahmi, B., et Mammasse, M., 1993. Poissons des côtes Algériennes. Pelagos; numéro spécial. Bull. de l'ISMAL., Alger : 215 p.

DPRH, 2014. «Bilan annuels d'activités ». Direction de la pêche et des ressources halieutiques D'Annaba».

Dumay, J, 2006.Extraction de lipides en voie aqueuse par bioréacteur enzymatique combine à l'ultrafiltration : application à valorisation de coproduits de poisson(*Sardina pilchardus*).Thèse de Doctorat label Européen. P284

Durand M.H., 1991. La crise sardinière française: les premières recherches scientifiques autour d'une crise économique et sociale. In "Pêcheries Ouest africaines, variabilité, instabilité et changement ". Cury P. & C. Roy, eds., ORSTOM, Paris. France: 26-36.

E.A.P,1999. école de la pêche et l'aquaculture.

FAO, 2001. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture.

FAO, 2007.Report of the working Group on the assessment of small-pelagic fish offnorthwestAfrica.*FAO Fisheries Report*, 849,3pp.

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

FAO. 2014. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Possibilités et défis. 275p.

Fisher, W ; Bouchot, M.L et Shneider, M, 1987. Fiches d'identification des espèces pour les besoins de la pêche (Révision 1) Méditerranée et mer noire-zone de pêche37, vertébrés F.A.O vol 2 : p 761.

Fontana A. et Pianet R., 1973. Biologie des sardinelles *Sardinella laebla*(Val) et *sardinellaaurita*(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. Inst. Française de Recherche. Sci pour le développement en Coopération. Collection Etudes et Thèses, Paris 1988 ORSTOM (Ed), 287 p.
- Golmard J.L., Mallet A., Morice V., 2010.** *Biostatistique*. N° 5. Paris : Masson. 181 p.
- 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.
- Hattab M., 2017.** Caractérisation morpho métrique et identification de la sardine au niveau de la station de Ghazaouet et la baie de Béni-Saf. Thèse de master, Université Abou BekrBelkaid de Tlemcen : 46 p.
- Hemida F., 2005.** Les sélaciens de la cote algérienne: biosystématique des requins et des raies ;écologie, reproduction et exploitation de quelque populations capturées. *Thèse de Doctorat d'état*, USTHB: 233p.
- 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.*
- Idrissi M. & Zouiri M., 1985.** Données biostatistiques disponibles sur la sardine et l'anchoisen Méditerranée marocaine. *Rapport de la 4ème consultation technique du CGPM*. Sidi Fredj, *Inst. Esp. Oceanogr*, 9 (1): 145 - 155.
- 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.
- Khemiri S. & Gaamour A., 2009.** Relation taille-masse, condition relative et cycle sexuel des anchois et des sardines des côtes tunisiennes. *Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologie de la Mer de Salammbô*, 36: 45 - 57.
- Khemiri S., 2006.** «Reproduction, âge et croissance des trois espèces de téléostéens pélagiques des côtes Tunisiennes: *Engraulis encrasicolus*, *Sardina pilchardus* et *Boops boops*». Thèse Doctorat de l'ENSAR, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes Spécialité Halieutique.
- Kherraz, A., 2011.** Aspect biologique et évaluation de la pêche de la bogue (*Boops boops L.*) de la frange côtière oranaise. Biologie –Croissance –Exploitation. Mémoire de Magister, Université d'Oran, Algérie : 110 p.

- 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.
- Koutrakis E.T., Kallianotis A.A., Tsikliras A.C., 2004.** Temporal pattern of larval fish distribution and abundance in a coastal area of northern Greece. *Scientia marina*, 68(4): 585-595. Bibliographie 203.
- L'Herrou R., 1971.** «Etude biologique de la sardine du golfe de Gascogne et du plateau celtique». Rev. Trav. Inst. Pêches marit, 35 (4): 455-473.
- Ladaimia, 2017.** Reproduction, âge et croissance de deux Téléostéens pélagiques des côtes de l'extrême Est algérien (El Kala): l'anchois, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) et la sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792). Thèse de doctorat. Université Badji-Mokhtar Annaba, Algérie. 116 P.
- Lahaye J., 1980.** «LeDDs cycles sexuels chez les poissons marins». *Oceanis* 6 (7): 637-654.
- La-Roche M., Franquet F. & Quintero M.E., 1983.** Plan régional de évaluation de recursos.
- Laurec A et Le Guen J.C., 1981.** Dynamique des populations marines exploitées, Tome 1, *Concepts et modèles*, 116p. CNEXO/ Centre Océanologique de Bretagne.
- Le Bec C., 1985.** «Cycle sexuel et fécondité de la sole *Solea vulgaris*(Quensel, 1806) du golfe de Gascogne». Rev. Trav. Ins. Pêch. Mar., 47 (3 et 4): 179-189.
- Le Duff, 1997.** «Cinétique de l'ovogenèse et stratégies de ponte chez les poissons téléostéens en milieu tempéré». Thèse Doct., Univ. Bretagne occidentale, Brest, 170 p.
- 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.
- Legendre, M., J. Siembrouck, N. Kerdchuen et Z. Otërnë. 1991.** Evaluation d'une méthode extensive d'alevinage des Clariidae en cages implantées en étangs. Document OR5TOM, Montpellier. 4, 35 p. + annexes.
- Mac Gregor J.S., 1966.** Fecundity of the pacific Hake *Merluccius productus*(a year). *California Fish and game*, 54: 281 - 288.
- MADRP, 2014 :** Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et de la pêche.
- Mahe, 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 Nord-Pas-de-Calais. Document non publié. France : IFREMER. 187p.
- Makaoui A., Orbi A., Hilmi K., Zizah S., Larissi J. et Talbi M., 2008.** «L'upwelling des côtes Atlantique du Maroc entre 1994 et 1998». C. R. Geoscience 337, pp. 1518-1524.

Management and Ecosystem Science, 3(1): 127 - 144.

Martoja R. et Martoja-Pierson M., 1967. «Initiation aux techniques de l'histologie animale». Paris: Masson et Cie; 1967:345.

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.

Mendez-Vilamil Mata M., Lorenzo-Nespereira J. M., Gonzalez Pajuelo J. M. and Soto-Aguilera R., 1997. « Periodo reproductory madurezsexual de la sardina *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) en aguas de Gran Canaria (islas Canarias)». Bol. Inst. Esp. Oceanogr. 13 (1et 2): 47-55.

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.

Muus B.J, Neilson J.C, Dahbstrom P., Olecen Nystrom B., 1998. Guide des poissons de mer et pêche .5ème édition Delachaux et Neistlé .Paris. Divisio des ressources halieutiques, Département de la pêche des FAO, FAO document technique sur les pêches N0457, Rome .23P.

Nunes C., Silva A., Soares E. & Ganias K., 2011. The Use of Hepatic and Somatic Indices and Histological Information to Characterize the Reproductive Dynamics of Atlantic Sardine *Sardina pilchardus* from the Portuguese Coast. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management and Ecosystem Science*, 3(1): 127 - 144.

Olivar M.P., Salat J., Palomera I., 2001. Comparative study of spatial distribution patterns of the early stages of anchovy and pilchard in the NW Mediterranean Sea. Marine Osney Mead, Oxford Ox 2 OEL, England: 341 p.

Ouattara S., Fantodji A. & Ouattara M., 2008. Quelques aspects reproductifs de l'anchois **P.D.A.U, 1996** - Rapport d'orientation et règlements. Phase 3. U.R.S.A. Saïda: 1-27.

Pérez N., Porteiro C. & Alvarez F., 1985. Contribución al conocimiento de la biología de la sardina de Galicia. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr*, (2 - 3): 27 - 37.

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.

Quignard J.P. & Kartas F., 1976. Observation sur la sardine (*Sardina pilchardus*, Walbaum,

1792), poisson, Téléostéen) des côtes Tunisiennes durant l'hiver 1973 - 1974. *Rapp. CIEM*, 23 (8): 21 - 25.

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.

Ricker W. E., 1954. «Stock and recruitment». *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 11(5), 559-623.

Ricker W.E., 1971. Linear regressions in fisheries research. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 30: 409 - 434.

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.

Rodriguez-Roda J., 1970. La sardina, *Sardina pilchardus* (Walb.), del golfo de Cadiz. *Invest. Pesca*, 34 (2): 451 - 476.

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 Committee (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.

Roy C., Cury P., Fontana A. & Belvèze H., 1989. Stratégies spatiotemporelles de la reproduction des clupéidés des zones d'upwelling d'Afrique de l'Ouest. *Aquat.*

Sardyn, 2006. Project-sardine dynamique and stock structure in the north-eastern Atlantic, Q5 RS-2002- 000818. 2002-2006.

Schwartz, D., 1993. Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. N° 4. Paris : Médecine-Sciences Flammarion. p. 174-187.

Schwartzlose R.A, Alheit J. Bakun A. Baumgartner T.R. Cloete R. Carwford R.J.M.

Fletcher w .j. Green-ruiz Y. Hagen E. Kwazaki T. Lluch-Belda D. Lluch- Cota S.E. Mac Call A.D. Matura Y. Nevarez- Martinez M.O. Parrish R.H. Roy C. Serra R. Shust K.V. Ward M.N. Zuzunaga J.Z., 1999. Worldwide large- scale fluctuations of sardine and anchovy populations. *South Africa Journal of Marine Sciences* 21: 289-347.

Shust K.V., Ward M.N. & Zuzunaga J., 1999. Worldwide large-scale fluctuations of sardine and anchovy populations. *S. African Journal of Marine Sciences*, 21: 289 - 347.

- Siegel D.A., Kinlan B.P., Gaylord B. ET Gaines, S.D., 2003.** Lagrangian descriptions of marine larval dispersion. *Marine Ecology-Progress Series* 260, 83–96.
- Silva A., Santos M.B., Morais A., Carrera P., Alvarez P., Jorge A., Peleteiro E., Caneco Simpson, C., 1951.** The fecundity of the plaice. *Fish. Invest. Lond. ser.* Vol. 2, n° 17, p. 5-27.
- 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.
- Sparre P. & Venema S.C., 1996.** Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. Première partie : Manuel. *FAO Document technique sur les pêches*. N° 306/, Rev. 1. Rome, FAO. 401 p.
- Sparre P., 1992.** Introduction to Tropical Fish Stock Assessment. Part I- Manual. *FAO Spécial. Océanog. Université Hassan II Ain Chok Casablanca*, 300 pp.
- Tazerouti F., 2007.** Biodiversité et Bio-Ecologie des parasites de poissons sélaciens hypotermentata du littoral algéroise. Thèse de doctorat d'état, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene. Alger. 299P
- 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.
- Tomasini J. A., Bouchereau J. L., et Ben Sahala Talet A., 1989.** «Reproduction et condition chez la sardine (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792) des côtes oranaises (Algérie)». *Cybium* 13 (1) 37-50.
- 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
- Walbum, 1792.** Fiche de description de la sardine (*Sardina Pilchardus*)
- Zar J.H., 1884.** Biostatistical Analysis 2nd Ed. *New Jersey: Pretice-Hall, Inc.* 718 p
- Zwolinski, J., Stratooudakis, Y. & Soares E., 2001.** Intraannual variation in the batch fecundity of sardine off Portugal. - *J. Fish Biol.* **58**:1633-1645.

