

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل
École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du
Littoral



**Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme
D'Ingénieur d'Etat en Sciences de la Mer
Option : Halieutique
Thème :**

**Analyse cartographique de l'influence des facteurs environnementaux sur
la pêche algérienne de petits pélagiques côtiers**

Présenté par :

REGGANE Kaci Hammouche

Soutenu le 17/09/2023, devant le jury composé de :

Mme Leila OUAFI	Maître de conférences B-ENSSMAL	Président
Mme MOKRANE Zakia	Maitre de conférences A-ENSSMAL	Promotrice
Mme MOUCHOUKA Naima	Ingénieur d'état-MPPH	Co-Promotrice
Mme KENNOUCHE Hanane	Maitre de conférences A-ENSSMAL	Examinatrice

Année universitaire : 2022- 2023

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل
École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du
Littoral



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme
De Master en Sciences de la Mer
Option : Halieutique
Thème :

**Analyse cartographique de l'influence des facteurs environnementaux sur
la pêche algérienne de petits pélagiques côtiers**

Présenté par :

REGGANE Kaci Hammouche

Soutenu le 17/09/2023, devant le jury composé de :

Mme Leila OUAFI	Maître de conférences B-ENSSMAL	Président
Mme MOKRANE Zakia	Maitre de conférences A-ENSSMAL	Promotrice
Mme MOUCHOUKA Naima	Ingénieur d'état-MPPH	Co-Promotrice
Mme KENNOUCHE Hanane	Maitre de conférences A-ENSSMAL	Examinatrice

Année universitaire : 2022- 2023

Remerciements

Tout d'abord, je remercie **Dieu le Tout-Puissant** pour m'avoir donné la santé, le courage, la volonté et de m'avoir permis de garder le cap pour réaliser ce présent manuscrit.

Mes remerciements les plus profonds pour mes parents, frères et sœurs pour leurs soutiens, encouragements, conseils tout au long de mon parcours qui n'a pas été un long fleuve tranquille. Sans leur amour et soutien éternel, le chemin parcouru, qui se termine par le présent mémoire, n'aurait jamais vu le jour. Papa, Maman, mes frères et sœurs MERCI INFINIMENT pour tous.

Je remercie ma promotrice Mme. MOKRANE Zakia, Enseignante à l'ENSSMAL qui m'a encadré pendant la période de la réalisation de ce travail. Pour sa disponibilité, malgré ses responsabilités, pour ses orientations, son soutien qui m'a permis de mener à bien ce travail. Pour cela MERCI madame.

Je remercie ma Co-promotrice Mme. MOUCHOUKA Naima, cadre au ministère de la pêche et de la production halieutique, qui m'a permis de lancer mon travail, en me fournissant les données essentielles pour mener à bien mon projet de fin d'étude, pour m'avoir toujours réservé le meilleur accueil, malgré ses obligations professionnelles.

Je tiens à remercier Mme Leila OUAFI enseignante à L'ENSSMAL d'avoir accepté de présider le jury de cette soutenance.

J'adresse mes remerciements les plus vifs à Mme KENNOUCHE Hanane enseignante à l'ENSSMAL pour avoir accepté d'examiner notre travail et de nous faire part de ces retours.

C'est avec un grand plaisir que j'adresse mes remerciements les plus profonds à Pr HMIDA.F, Pr KACHER.M, Mme ADEM, Mme KIRAGEL, enseignants à l'ENSSMAL pour avoir pris le temps de répondre à mes points d'interrogations tout au long de la période de mon PFE.

Mes plus honnêtes remerciements reviennent à Mr FIRAD, de par ces explications les plus pertinentes et complètes. Il a su booster ma réflexion intellectuelle, ainsi que mon sens d'analyse scientifique. Pour tout ça, RESPECT monsieur.

Aussi je remercie vivement mes très chères sœurs innées Keltoum, Lydia et Dounya d'avoir revues mes brouillons et de les avoir corrigés et améliorés tout au long de mes études.

De plus, mes remerciements reviennent à mes amis et compagnons de route CHALAL Yahia et AMARA Lounis, dont l'amitié est née au début de mon long chemin d'études supérieures à l'ENSSMAL.

J'adresse mes remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce présent mémoire, une pensée particulière pour Mlle. ZAOUI Yousra.

J'exprime mes remerciements à l'ensemble de la famille ENSSMAL (l'ensemble de nos profs, le personnel de la bibliothèque, amis et collègues) depuis le début de l'aventure ENSSMAL en 2017 et envers l'ensemble de nos enseignants qui nous ont bien formés avant que nous n'ayons apporté leur soutien moral et intellectuel tout au long de notre démarche commencer il y a 20 ans.

Dédicaces

A mes chers parents que Dieu vous protège.

A mes frères et sœurs Lamia, Abdelmalek, Keltoum, Lydia, Dounya et Nassim.

A toute ma famille.

A mes chères grands-mères que Dieu vous protège.

A la mémoire de mes chers grands-pères que Dieu offre à leurs âmes le Paradis.

A tous mes amis Aziz, Nabil, Fouad, Lounis, Salim, Yahia, Salim, Zaina, Hamide et Sidali.

Je vous dédie ce travail.

Table des matières

Table des matières.....	
Liste des figures.....	
Liste des tableaux.....	
Liste des abréviations.....	

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : Généralités

Introduction.....	3
I. Mer méditerranée.....	3
II. Bassin algérien.....	4
III. Présentation de la zone d'étude.....	4
III.1. Littoral algérien.....	4
III.2. Principales caractéristiques de la zone d'étude.....	6
III.3. Courant algérien.....	6
IV. Caractères physique-chimiques.....	7
IV.1. Température.....	7
IV.2. Salinité.....	7
IV.3. Chlorophylle-a.....	8
V. Influence des changements climatiques sur les ressources marines.....	8
VI. Richesse floristique et faunistique.....	8
VII. Réseau trophique dans le bassin algérien.....	9
VIII. Caractéristique de la pêche pélagique.....	9

Chapitre II : Matériels et Méthodes

I. Données.....	12
II. Caractéristiques des pêches d'identification.....	14
II.1. ALPEL 2014.....	14
III. Traitement des données.....	15
III.1. Analyse statistique.....	15
III.1.1. Statistique descriptive.....	15
III.1.2. Analyse en composantes principales (ACP)	16
III.1.3. Sex-ratio.....	16

III.1.4. Indice de vacuité CV (%)	17
III.2. Partie 2 : Analyse statistique.....	17
IV. Matériels utilisés.....	20
IV.1. Logiciel utilisé.....	20
IV.1.1. ArcGIS.....	20
IV.1.2. Excel.....	20
IV.1.3. Origine-pro-2022.....	20
IV.1.4. XLSTAT.....	20
V. Présentation des espèces étudiées (Matériel biologique)	21
V.1. <i>Sardina pilchardus</i>	21
V.2. <i>Sardinella aurita</i>	22

Chapitre III : Résultats et Discussions

I. Répartition spatiale de l'abondance <i>S. pilchardus</i> et <i>S. aurita</i> selon les données de la campagne ALPEL 2014.....	24
II. Analyse de la structure démographique de la population de <i>S. pilchardus</i> et <i>S. aurita</i>	25
III. Interaction entre l'abondance et les paramètres environnementaux.....	25
III.1. En fonction de la température.....	25
III.2. En fonction de la salinité.....	25
III.3. En fonction de la Chlorophylle-a (mmg/l)	26
IV. Interaction entre les paramètres biologiques et les paramètres environnementaux.....	28
IV.1. Avec le Sex-Ratio.....	28
IV.2. Avec le taux de maturité.....	30
V. Analyse des résultats.....	31
V.1. Analyse cartographique de l'abondance de <i>S. pilchardus</i> et <i>S. aurita</i>	31
V.2. Analyse cartographique des paramètres biologiques.....	34
V.3. Analyse de composante principale (ACP).....	41
V.3.a. ACP de <i>S. pilchardus</i>	41
V.3.b. ACP de <i>S. aurita</i>	42
VI. Discussion.....	47
Conclusion générale	49
Références bibliographiques.....	51
Annexe.....	
Résumé.....	

Liste des figures

Figure I-1 : Vue générale de la mer méditerranée (Encarta, 2009)	3
Figure I-1: Carte du bassin algérien, localisation et subdivision des trois régions (A : région est ; B : région centre ; C : région ouest) (Mokrane, 2016)	5
Figure I-2: Circulation océanique au niveau de la méditerranée. (Les courants marins - Les courants de surface en mer Méditerranée - Culture Maritime (culture-maritime.com)	7
Figure II-4 : Fiches de pêche, de mensuration et de mensuration biologique sous format xlsx.....	14
Figure II-5 : Représentation des traits de pêche ALPEL 2014.....	15
Figure II-6 : Traitement statistique, étape 1.....	18
Figure II-7 : Traitement statistique, étape 2.....	18
Figure II-8 : Traitement statistique, étape 3.....	19
Figure II-9 : Réalisation graphique, étape 4.....	19
Figure II-10 : <i>Sardina pilchardus</i> (valenciennes, 1847).....	21
Figure II-11 : Distribution géographique de <i>Sardina pilchardus</i> . (Www.fishbase.us).....	22
Figure II-12 : <i>Sardinella aurita</i> (valenciennes, 1847).....	22
Figure II-13 : Distribution géographique de <i>Sardinella aurita</i> . (Www.fishbase.us).....	23
Figure III-34 : Distribution de l'abondance de <i>S. pilchardus</i> en fonction des secteurs et régions géographiques de la côte algérienne selon la campagne d'évaluation ALPEL 2014.....	24
Figure III-15 : Distribution de l'abondance de <i>S. aurita</i> en fonction des secteurs et régions géographiques de la côte algérienne selon la campagne d'évaluation ALPEL 2014.....	24
Figure III-16 : Distribution des fréquences de tailles de <i>Sardina pilchardus</i> . (Données ALPEL 2014).....	25
Figure III-17 : Distribution des fréquences de tailles de <i>Sardinella aurita</i> . (Données ALPEL 2014).....	25
Figure III-18 : Distribution spatiale des abondances de <i>S. pilchardus</i> et en relation avec la température (°C).....	26
Figure III-19 : Distribution spatiale des abondances de <i>S. pilchardus</i> en relation avec la salinité (PSU).....	26
Figure III-20 : Distribution des abondances de <i>S. aurita</i> et la salinité (PSU) en fonction des traits de pêche.....	27
Figure III-21 : Distribution spatiale des abondances de <i>S. aurita</i> en relation avec la température (°C).....	27
Figure III-22 : Distribution spatiale des abondances de <i>S. pilchardus</i> en relation avec la chlorophylle-a (mmg/l).....	28

Figure III-23 : Distribution spatiale des abondances de <i>S. aurita</i> en relation avec la chlorophylle-a (mmg/l).....	28
Figure III-24 : Variation spatiale de la sex-ratio de <i>S. pilchardus</i> en relation avec la température.....	29
Figure III-25 : Variation spatiale de la sex-ratio de <i>Sardina pilchardus</i> en relation avec la salinité.....	29
Figure III-26 : Variation spatiale de la sex-ratio de <i>S. aurita</i> en relation avec la température.....	29
Figure III-27 : Variation spatiale de la sex-ratio de <i>Sardinella aurita</i> en relation avec la salinité.....	29
Figure III-28 : Variation spatiale du Sex-ratio de <i>S. pilchardus</i> en relation avec la chlorophylle-a.....	29
Figure III-29 : Variation spatiale du Sex-ratio de <i>S. aurita</i> en relation avec la chlorophylle-a.....	29
Figure III-30 : Distribution spatiale des proportions de femelle mature <i>S. pilchardus</i> et <i>S. aurita</i> en relation avec la température (°C).....	30
Figure III-31 : Distribution spatiale des proportions de femelle mature de <i>S. pilchardus</i> et <i>S. aurita</i> en relation avec la salinité (PSU).....	30
Figure III-32 : Distribution spatiale des proportions de femelle mature de <i>S. pilchardus</i> et <i>S. aurita</i> en relation avec la chlorophylle-a (mmg/l).....	31
Figure III-33 : Distribution géographique de l'abondance de <i>S. pilchardus</i> et <i>S. aurita</i> sur la côte algérienne, (données ALPEL 2014).....	31
Figure III-34 : Distribution géographique de l'abondance de <i>S. pilchardus</i> avec les paramètres environnementaux température (°C), salinité (PSU) sur la carte de littoral algérien (données ALPEL 2014).....	32
Figure III-35 : Distribution géographique de l'abondance de <i>S. pilchardus</i> et la chlorophylle-a (mmg/l) sur la carte de littoral algérien (données ALPEL 2014).....	33
Figure III-36 : Distribution géographique de l'abondance de <i>S. aurita</i> et les paramètres environnementaux température (°C), salinité (PSU) sur la carte de littoral algérien.....	33
Figure III-37 : Distribution de la Production de <i>Sardinella aurita</i> et la chlorophylle-a (mmg/l) sur la carte de littoral algérien.....	34
Figure III-38 : Distribution géographique du taux de sex-ratio (%) de <i>Sardina pilchardus</i> sur le littoral algérien.....	35
Figure III-39 : Distribution géographique du taux de sex-ratio (%) de <i>Sardinella aurita</i> sur le littoral algérien.....	35

Figure III-40 : Distribution géographique du taux de maturité des individus de <i>S. pilchardus</i> sur le littoral algérien.....	36
Figure III-41 : Distribution géographique du taux de maturité des individus de <i>S. pilchardus</i> en relation avec la chlorophylle-a sur le littoral algérien.....	37
Figure III-42 : Distribution géographique du taux de maturité des individus de <i>S. pilchardus</i> en relation avec la température et la salinité sur le littoral algérien.....	37
Figure III-43 : Distribution géographique des individus matures et immatures de <i>S. aurita</i> sur le littoral algérien.....	38
Figure III-44 : Distribution géographique du taux de maturité des individus de <i>S. aurita</i> en relation avec la chlorophylle-a sur le littoral algérien.....	39
Figure III-45 : Distribution géographique du taux de maturité des individus de <i>S. aurita</i> en relation avec la température et la salinité sur le littoral algérien.	39
Figure III-46 : Distribution de la structure de taille (mode) de <i>S. pilchardus</i> avec la température sur le littoral algérien.....	40
Figure III-47 : Distribution de la structure de taille de <i>S. aurita</i> en relation avec la température sur le littoral algérien.	40
Figure III-48 : Corrélation entre l'abondance, la structure de taille et les paramètres biologiques de <i>S. pilchardus</i> : avec les paramètres environnementaux.....	42
Figure III-49 : Corrélation entre l'abondance, la structure de taille et les paramètres biologiques de <i>S. aurita</i> avec les paramètres environnementaux.....	43

Liste des tableaux

Tableau 1: Contenu des fichiers Excel (données).....	13
Tableau 2: le taux des concentrations des facteurs environnementaux selon les secteurs.....	17
Tableau 3 : Statistiques descriptives de <i>S. pilchardus</i>	44
Tableau 4 : Matrice de corrélation (Pearson (n)) de <i>S. pilchardus</i> entre les différents paramètres.....	45
Tableau 5 : Statistiques descriptives de <i>S. aurita</i>	46
Tableau 6 : Matrice de corrélation (Pearson (n)) de <i>S. aurita</i> entre les différents paramètres...	47

Liste des abréviations

PIL : *Sardina pilchardus*

SAA : *Sardinella aurita*

ZEE : Zones Economiques Exclusives

ACP : Analyse de Composante Principale

SIG : Système d'information géographique

MAW : Modified Atlantic Water

CNRDPA : Centre Nationale de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture

Chl-a : Chlorophylle-a

MPPH : Ministère de la Pêche et de la Production Halieutique

ERH : Etude d'Evaluation des Ressources Halieutiques

CTD : Conductivity Temperature Depth

CNV : Type de fichier

PRN : Type de fichier

T20 : Trait 20

GOLT: Gill-Oxygen Limitation Theory

ALPEL: Algerie pélagique

Introduction générale

Depuis l'antiquité, la pêche était une activité largement pratiquée en méditerranée, cette dernière présente une biodiversité plurispécifique, spécialement en poissons bleus. Elle n'exploite pas de vastes stocks constitués d'une seule espèce, mais des stocks d'espèces benthiques et pélagiques diverses, ainsi que des mollusques et des crustacés. La méditerranée qui est une mer semi-fermée, possède globalement peu de zones économiques exclusives (ZEE), ce qui signifie que les stocks sont souvent partagés entre plusieurs flottes appartenant à des pays différents. En effet, le secteur de la pêche, a une production annuelle qui s'élève à environ 1,22 million de tonnes (organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO¹), 2018).

Les ressources marines jouent un rôle vital dans l'économie et la sécurité alimentaire de nombreux pays côtiers, notamment en Algérie, où la pêche est une activité économique fondamentale. La marge continentale de l'Algérie recèle des ressources halieutiques non négligeables mais incomplètement étudiées, c'est le cas de la majorité des espèces côtières (Mokrane, 2009). Les petits pélagiques constituent une grande proportion des pêcheries et sont des éléments importants reliant les niveaux trophiques inférieurs et supérieurs dans les écosystèmes marins. Ces espèces, occupent une place prépondérante dans la pêche algérienne, contribuant non seulement à l'approvisionnement en protéines mais aussi à l'activité économique des communautés côtières.

En Algérie, les petits pélagiques à savoir la sardine, la saurel, l'allache, l'anchois et la bogue représentent 70% de la production halieutique nationale annuelle et 27% de la production en méditerranée. En termes de flottilles de pêche, celles des sardiniers représentent 30% du totale de la flottille en méditerranée (Nouali et Zaoui, 2020). Cependant, la durabilité de ces ressources marines et leur gestion efficace sont étroitement liées à une compréhension approfondie des facteurs environnementaux qui influencent leur abondance et leur distribution.

L'écosystème pélagique est un milieu dynamique et complexe, où des éléments tels que la température de l'eau, la salinité, les courants océaniques, la chlorophylle-a et la disponibilité en nourriture ont un impact significatif sur la répartition et la croissance des populations de

¹ Site web FAO: <https://www.fao.org/news/story/fr/item/1174309/icode/>

poissons. Dans ce contexte, une analyse cartographique de l'influence des paramètres environnementaux sur les populations de poissons pélagiques côtiers en Algérie, constitue une démarche décisive pour comprendre les interactions complexes entre les écosystèmes marins et les facteurs qui les conditionnent, et peut fournir des explications et des informations cruciales pour une gestion durable et éclairée de ces ressources.

Ainsi, l'objectif de cette étude est d'explorer ces interactions en utilisant des méthodes de cartographie spatiale (SIG) et d'analyse statistique multivariée des données environnementales et de pêche. Cette étude vise à offrir des données différentes et précieuses aux gestionnaires de la pêche, aux chercheurs et aux parties prenantes afin de contribuer à promouvoir une exploitation durable et responsable des ressources marines essentielles.

Pour cela, nous avons choisi deux espèces pélagiques communes, il s'agit de *Sardinella aurita* et *Sardina pilchardus*. L'ensemble de ce travail se décline en trois chapitres principaux :

- Le premier chapitre est consacré aux généralités sur la zone d'étude.
- Le deuxième chapitre est attribué aux matériels et méthodes utilisés.
- Le troisième chapitre consiste à présenter et discuter les résultats.

Introduction

La compréhension des aspects biologiques, écologiques et comportementaux d'une ressource halieutique en relation avec son environnement, nécessite de développer des informations relatives à sa particularité. La collecte de données disponibles et fiables sur différentes approches (trophique, habitats, reproduction, environnement...) serait d'un grand tribut pour se situer dans ce travail sur le plan pratique. Ainsi, ce chapitre est dédié à la présentation de la pêche pélagique dans la zone d'étude avec ses différentes caractéristiques.

I. Mer méditerranée

La mer méditerranée est considérée comme l'un des plus grands réservoirs de la biodiversité (faune et flore) à l'échelle mondiale. C'est une mer semi-fermée qui est caractérisée par de faibles précipitations annuelles et une forte variabilité interannuelle (Tuel et Eltahir, 2020). Elle débouche via le détroit de Gibraltar sur l'océan atlantique à la mer noire par le détroit des Dardanelles puis du Bosphore et sur la mer rouge par le canal de Suez. Sa superficie avoisine les 2.5 millions de km², et sa profondeur moyenne est d'environ 1460m, avec une profondeur maximale de 5267 m en mer Ionienne (Moullec, 2019). Elle se caractérise par sa propre circulation thermo-haline et par ces deux bassins (occidental et oriental) (Gasmi, 2022).



Figure I-1 : Vue générale de la mer méditerranée (Encarta, 2009).

Des conditions physico-chimiques et de la circulation des masses d'eaux dans le bassin méditerranéen résultent un gradient croissant de température ($< 14^{\circ}\text{C}$ au nord-ouest, $> 24^{\circ}\text{C}$ au sud-est) et un autre gradient de salinité (< 36 à l'endroit de Gibraltar, > 39 dans le bassin Levantin) d'ouest en est. Ces conditions sont également à l'origine de la distribution et de la variabilité temporelle des processus biogéochimiques (Moullec, 2019). Cette graduation de la

circulation thermohaline au sein du bassin méditerranéen est due à l'apport en eau fraîche, froide et moins salée originaire de l'océan atlantique, ajouter à cela, la caractéristique de la méditerranée qui est un bassin déficitaire dans le cycle de l'eau (l'évaporation est supérieure aux apports en eau des fleuves et oueds qui y diverse), ceci contribue à la création des gradients de température et de salinité vu que les bassins intérieurs de la méditerranée sont soumis à une plus grande température qui accentue le phénomène d'évaporation, par l'effet boule de neige, ce dernier contribue à l'augmentation de la salinité des eaux méditerranéennes.

On peut la comparer à un mini-océan qui répond plus rapidement aux changements environnementaux, la mer méditerranée est un écosystème particulier qui présente une salinité élevée qui atteint une valeur moyenne de 38‰ et qui présente aussi un gradient ouest-est avec une salinité de 36‰ au niveau du détroit de Gibraltar et des côtes algériennes où elle atteint 39,5‰ dans le bassin oriental (Boudjenah, 2012). C'est une mer qui est riche en stocks faune et flore, spécialement en petits pélagiques, ces derniers constituent un potentiel halieutique très important le long des côtes algériennes.

II. Bassin algérien

Le bassin algérien est localisé au sud de la mer méditerranée occidentale et au nord-ouest du continent africain (Harid, 2022). Il est délimité par le bassin d'Alboran à l'ouest et les côtes sarde et tunisienne à l'est, au nord par le bassin liguro-provençal et la côte nord-africaine au sud. Avec sa superficie, il représente la majeure partie du sud-ouest de la méditerranée, avec une profondeur qui atteint 2 600 m (Gasmi, 2022). Il s'étend sur tout le littoral, plus de 1200 km de côte (Harid, 2022). Il se caractérise par son plateau continental qui est très étroit par rapport au reste de la méditerranée, et il est sous l'influence directe des eaux atlantiques rentrant par le détroit de Gibraltar aussi par les courants qui sont très turbulents qui longent les côtes algériennes (Harid, 2022).

III. Présentation de la zone d'étude

III.1. Littoral algérien

Le littoral algérien est d'une longueur de 1622 km et se caractérise par un plateau et un talus étroit (Gasmi, 2022). La côte algérienne est une succession de baies et de golfes plus au moins ouverts séparés par des régions très escarpées, elle s'étend de Marsa Ben M'Hidi à l'ouest au cap roux à l'est sur 1622 km (Benamirouche and Benmokrane, 2020). Cette dernière est très ouverte à la mer et ce qui la caractérise c'est la présence des oueds avec un débit faible (Harid, 2022). Le littoral algérien se caractérise par quatorze (14) wilayas côtières. On trouve

soixante-quatre (64) sites de débarquements longent la côte algérienne, chaque wilaya renferme un certain nombre de ports, d'abris de pêche et de plages d'échouage (Benamirouche et Benmokrane, 2020).

- 32 ports.
- 23 plages d'échouage.
- 04 sites d'abris aménagés.
- 05 sites d'abris naturels.

Selon Hemida (2005), la côte algérienne est divisée en 3 grands secteurs : secteur ouest, secteur centre et secteur est. (Figure 2)

- Le secteur occidental : de la frontière algéro-marocaine à l'ouest jusqu'à Ténès à l'est.
- Le secteur central : de Ténès à Dellys.
- Le secteur oriental : de la zone de Dellys à l'ouest jusqu'à la frontière allégro-tunisienne à l'est.

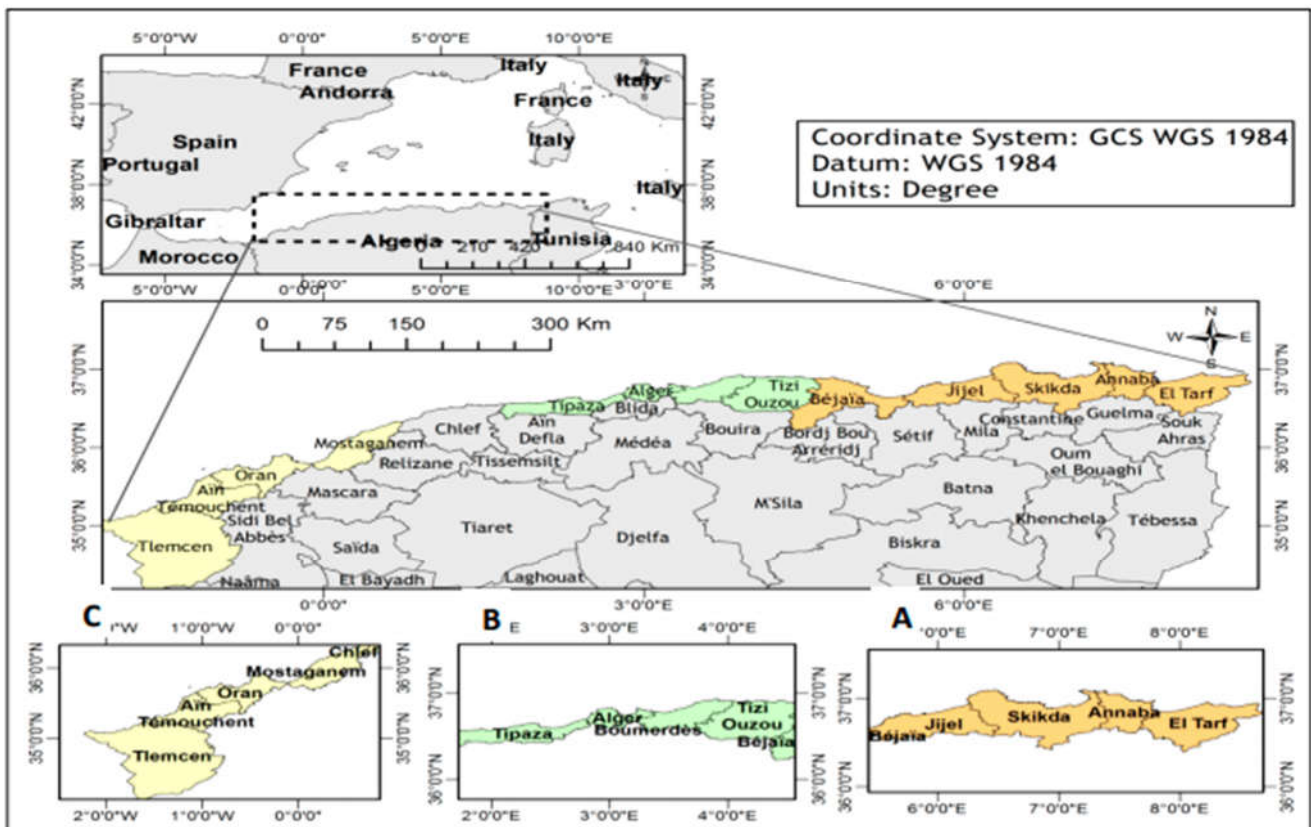


Figure I-1 : Carte du bassin algérien, localisation et subdivision des trois régions

(A : région est ; B : région centre ; C : région ouest) (Mokrane, 2016)

III.2. Principales caractéristiques de la zone d'étude

La côte algérienne se caractérise par une nature essentiellement rocheuse. De petites chaînes de montagne séparent certaines plaines (comme la Mitidja et la plaine d'Annaba) du rivage, la topographie sous-marine correspond à celle de la côte (Lalami, 1979., *in* Itchir et Merine, 2018).

- Une succession de baies d'importance inégale présentent un fond à substrat meuble, favorable aux arts trainants. Ces fonds s'étendent en pente douce jusqu'à l'isobathe 800 m bien que souvent interrompus par des vallées sous-marines (Lalami, 1979., *in* Mokrane, 2016).
- Des fonds rocheux avec des fosses profondes, correspondant aux zones littorales montagneuses (Lalami, 1979., *in* Mokrane, 2016).

Tous les secteurs de la côte sont caractérisés par un plateau continental très réduit, voir absent, ce dernier apparaît comme un plateau fragmenté et discontinu, il disparaît à la bordure des massifs montagneux côtiers ou des côtes élevées et il se développe près des côtes basses, comme c'est le cas des baies et des golfs. (Grimes et *al.*, 2004).

III.3. Courant algérien

L'écoulement de la MAW le long de la cote algérienne forme un courant d'un débit de ~ 1.7 Sv environ que l'on nomme courant algérien, d'abord relativement étroit (30-50 km) et profond (200-400m) au niveau d'Oran puis qui devient plus large et moins profond en allant vers l'est (Benzohra and Millot, 1995., *in* Mallil, 2015).

En arrivant au canal de Sardaigne, une partie de ses eaux, selon un schéma complexe, se détache et remonte le long de la côte Sarde, pour finir par un courant côtier plus ou moins bien organisé au nord-ouest de la Corse, le courant ouest-corse. L'autre partie traverse le canal de Sardaigne et à l'entrée du détroit de Sicile, le courant se divise à nouveau, deux tiers entrant en Méditerranée orientale, le troisième tiers entrant dans le bassin tyrrhénien où, il remonte la côte italienne et devient le courant est-corse, puis revient dans le bassin provençal en passant le canal corse, fusionne avec le courant ouest-corse en mer Ligure pour donner le courant Liguro-Provençal ou courant nord qui s'écoule le long du Talus continental français (Testor, 2002., *in* Mallil, 2015). La dynamique dans le bassin algérien joue un rôle central dans la distribution des MAW dans l'ensemble de la Méditerranée (Mallil, 2015).

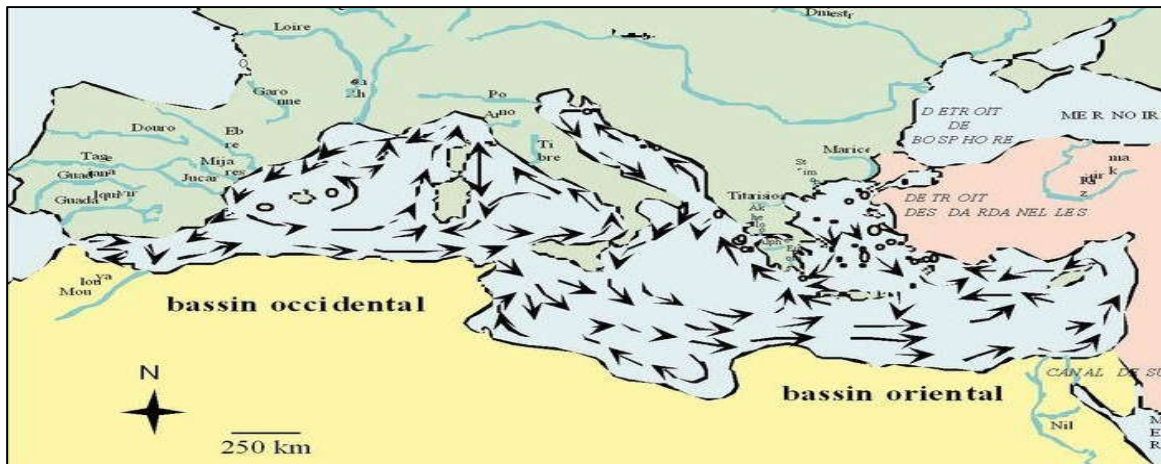


Figure I-2 : Circulation océanique au niveau de la méditerranée. (Les courants marins - Les courants de surface en mer Méditerranée - Culture Maritime (culture-maritime.com).

IV. Caractères physique-chimiques

IV.1. Température

La température est l'un des paramètres physiques les plus importants du milieu marin, elle influe, non seulement, sur le nombre des êtres vivants présents aux différentes profondeurs, mais aussi sur le climat des terres voisines et sur la densité de l'eau, dans ce cas, elle est à l'origine de certains courants (Giacomini *et al.*, 1984., *in* Boudjenah, 2012). Elle permet aussi de définir les zones biogéographiques (Collignon, 1991., *in* Boudjenah, 2012).

Selon la campagne ALPEL 2015, effectuée par le CNRDPA (centre nationale de recherche et de développement de la pêche et de l'aquaculture) sur l'évaluation des ressources halieutiques de la côte algérienne (CNRDPA, 2015) :

- La température moyenne du secteur ouest est de 15.564 °C.
- La température moyenne du secteur centre est de 15.899 °C.
- La température moyenne du secteur est, est de 16.475 °C.

La température joue un rôle important sur les variations de la viscosité du milieu, donc sur le mouvement des masses d'eau et le comportement du plancton (Boudjenah, 2012).

IV.2. Salinité

Elle est définie conventionnellement comme la masse en grammes des composés solides secs à poids constant à 480°C, obtenue à partir de 1Kg d'eau de mer (Rodier, 1996). Selon les données de la campagne pélagique ALPEL 2015 effectuée sur l'étude de l'évaluation des ressources halieutiques de la côte algérienne (CNRDPA, 2015) :

- La salinité moyenne du secteur ouest est de 36.305 psu.
- La salinité moyenne du secteur centre est de 36.464 psu.

- La salinité moyenne du secteur est, est de 36.405 psu.

La méditerranée est une mer très salée, car l'évaporation y est intense et les apports d'eau douce sont pas importants, la salinité entraîne une modification de la densité, plus une eau est salée, plus elle est dense (Boudjenah, 2012).

IV.3. Chlorophylle-a

La chlorophylle est le principal pigment phytoplanctonique, sert d'indicateur pour évaluer le rendement potentiel de la biomasse de phytoplancton dans l'océan (Strickland, 1965 ; Cullen, 1982., in Harid, 2022), pour détecter des carences nutritionnelles ou encore divers types de pollutions. C'est aussi une variable clé des modèles du cycle du carbone, et plus usuellement des modèles climatiques (Harid, 2022). Il existe différentes formes de chlorophylles, les plus dominantes sont la *Chl-a* et la *Chl-b* (Harid, 2022).

Selon les données de la campagne pélagique ALPEL 2015 effectuée sur l'étude de l'évaluation des ressources halieutiques de la côte algérienne (CNRDPA, 2015) :

- La chlorophylle-a moyenne du secteur ouest est de 0.315.
- La chlorophylle-a moyenne du secteur centre est de 0.295.
- La chlorophylle-a moyenne du secteur est, est de 0.236.

V. Influence des changements climatiques sur les ressources marines

De nombreuses études et recherche sont démontré que les changements des caractéristiques physico-chimiques des océans affectent la croissance, la reproduction et la physiologie des organismes marins (Pörtner et Knust, 2007 ; Sumaila et *al.*, 2011 in Moullec, 2019.).

La taille moyenne corporelle des poissons pourrait être réduite avec le changement climatique, particulièrement en raison du réchauffement des eaux, de la réduction de la concentration en oxygène dans le milieu et de la disponibilité des proies (Cheung et *al.*, 2013 ; Daufresne et *al.*, 2009 ; Sheridan and Bickford, 2011 in Moullec, 2019.).

VI. Richesse floristique et faunistique

La marge continentale de l'Algérie recèle des ressources halieutiques non négligeables mais incomplètement étudiées, c'est le cas de la majorité des espèces côtières (Mokrane, 2009).

Le littoral algérien présente une richesse floristique importante, qui joue un rôle très important pour l'équilibre de l'écosystème. Parmi les grands types de végétation du littoral algérien, on trouve les végétations phanérogamiques marines au niveau des zones des eaux littorales peu profondes, qui forment des herbiers sous-marins pour les zostères et même aux posidonies, on

trouve aussi de la végétation marine qui occupe la partie superficielle de l'océan comme le phytoplancton qui joue le rôle de pompe biologique par la fixation de gaz carbonique lors de la photosynthèse, c'est un élément important pour la production primaire et qui influence sur la répartition des espèces pélagiques, parmi les principaux groupes phytoplanctonique qui existe dans les eaux algérienne on trouve : les bacillariophyceae, les coccolithophoridés, les dinoflagellés (Grimes, 2004). Le littoral algérien est riche aussi en zooplancton qui est l'ensemble des organismes animaux incapables de lutter contre les courants d'eau. Les groupes dominants dans l'écosystème aquatique sont : les rotifères ; les cladocères et les copépodes.

Ainsi, le littoral algérien est une mer riche en stocks plurispécifiques et spécialement en petits pélagiques. Ces derniers constituent un potentiel halieutique important le long des côtes algériennes (Itchir et Merine, 2018).

VII. Réseau trophique dans le bassin algérien

Le réseau trophique est un ensemble de chaînes alimentaires reliées entre elles au sein d'un seul écosystème. Les petits pélagiques jouent un rôle très important dans la chaîne trophique de la méditerranée en tant que proies pour de nombreux prédateurs, y compris les grands pélagiques tels que les thons et les requins. Les études montrent que les petits pélagiques sont également une source et une ressource importante de nourriture pour les oiseaux marins, tels que les puffins et les goélands (Grémillet et *al.*, 2012).

En effet, la biomasse des petits pélagiques est une variable clé pour prédire la production primaire, la respiration et la production secondaire des écosystèmes pélagiques (Fromentin et *al.*, 2005). En fin de compte, la compréhension de la dynamique de la chaîne trophique des petits pélagiques est cruciale pour la gestion durable des ressources marines de la méditerranée et en Algérie. Les petits poissons pélagiques sont importants d'un point de vue économique et écologique, car ils représentent une grande partie de la pêche sauvage et constituent un lien important entre les organismes planctoniques et les organismes de niveau trophique supérieur, tels que les poissons piscivores, les calmars et les oiseaux de mer (Raúl et *al.*, 2018).

VIII. Caractéristique de la pêche pélagique

La pêche pélagique est une activité de pêche qui se pratique sur le plateau continental à des fonds généralement inférieurs à 100 m de profondeurs, et elle fait aussi référence à l'exploitation des poissons pélagiques (INRH, 2020).

La pêche pélagique se caractérise par sa zone de pêche (espèces ciblées) qui sont constituées de 26 espèces dont 05 représentant les principales espèces d'intérêt commercial, il s'agit de la sardine, l'anchois, la sardinelle (l'allache), la bogue et le saurel. Également, elle se caractérise par ces différentes techniques utilisées, d'un simple petit hameçon attaché à une ligne aux grands chaluts pélagiques ou sennes tournantes complexes traînés par des bateaux de pêche de fort tonnage.

En Algérie, le secteur de la pêche a réalisé durant la décennie 2010-2019 une production annuelle moyenne évaluée à $105,062.10^3$ tonnes avec un taux d'accroissement annuel moyen de 1,1% (O.N.S, 2022).

Le groupe « poissons pélagiques » se démarque par une production annuelle moyenne de l'ordre de $77,824.10^3$ tonnes constituée essentiellement des petits pélagiques, soit 98% de la production totale. Les poissons démersaux, les crustacés et les mollusques se distinguent respectivement avec 7%, 2% et 1% du total de la production annuelle moyenne. L'évolution de la production fait ressortir des fluctuations pendant cette période en accusant des baisses respectives de 6%, 2% 3% et 13% durant les années 2013, 2014, 2016 et 2019. En revanche, l'année 2018 a enregistré la plus forte production ($120,354 \times 10^3$ tonnes) avec une croissance de 11% par rapport à 2017 (O.N.S, 2022).

Selon l'FAO, les principales espèces commerciales de poissons de la Méditerranée sont encore surexploitées, cependant, la pression a diminué ces dernières années, le pourcentage de stocks de poissons surexploités a reculé de 10%, passant de 88% en 2014 à 78% en 2016. Les espèces pêchées comprennent principalement des petits pélagiques (sardines ou anchois) et certains stocks de rougets et de crevettes roses d'eau profonde (FAO, 2018).

Dans la méditerranée, le classement de la production des pêches de capture en 2014-2016 reste dominé par la Turquie par un taux de 26% du total des débarquements (321 800 tonnes) contre 31% en 2013 ; suivie par l'Italie (16% soit 185 300 tonnes), l'Algérie (8% soit 96 300 tonnes) et la Grèce (5% soit 65 700 tonnes) qui maintiennent également les mêmes pourcentages de contribution aux débarquements en 2013 (FAO, 2018).

Cette partie est consacrée à la présentation du matériel biologique étudié et aux procédés d'analyse de données, les indices calculés ainsi que les techniques utilisées dans cette étude.

I. Données

Les données utilisées dans ce travail, proviennent du ministère de la pêche et de la production halieutique « MPPH ». Ces données ont pour source initiale, la campagne pélagique ALPEL 2014. Cette campagne, réalisée par le Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA) au profit du Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques, rentre dans le cadre du marché d'application pour la réalisation de « l'étude d'Evaluation des Ressources Halieutiques ERH ». Elle a couvert tout le littoral algérien entre les isobathes 20 à 200 m. Cette campagne a été effectuées abord du navire scientifique (Belkacem GRINE) entre la période fin mars et le mois avril .

L'objectif principal de cette étude « ERH » est d'évaluer le stock, par méthode acoustique et les biomasses des petits pélagiques de la côte algérienne.

La durée de la campagne réalisée à bord du navire de recherche Belkacem GRINE est de 30 jours, l'engin de pêche échantillonneur est le chalut pélagique à corde.

Les espèces pélagiques cibles sont :

- La Sardine (*Sardina pilchardus*),
- L'Anchois (*Engraulis encrasicolus*),
- La Sardinelle (*Sardinella aurita*),
- Les Saurels (*Trachurus mediterraneus*, *T. trachurus*, *T. picturatus*),
- La Bogue (*Boops boops*)

Les travaux en mer ont porté sur :

- La réalisation de la prospection acoustique le long de 99 radiales ;
- La réalisation de vingt (20) traits de pêche d'identification sur les fortes concentrations des bancs ;
- L'échantillonnage biologique des espèces cibles (structures des tailles, paramètres biologiques) ;
- La mesure des paramètres du milieu ;

Ainsi, les chercheurs du CNRDPA ont collecté le maximum d'informations comme : «la taille, le poids, le stade de maturité, le sexe des échantillons... ». Ces données sont transcrites sous forme d'un fichier Excel (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), contenant :

- Fiche de pêche.
- Fiche de mensuration.
- Fiche de mensuration biologique.

Ces fiches contiennent les renseignements suivants :

Tableau 1: Contenu des fichiers Excel (données).

Fiche de pêche	Fiche de mensuration	Fiche de mensuration biologique
a. La date. b. Les coordonnées géographiques, la profondeur et l'heur de filage et virage. c. Les espèces. d. La capture (le code, poids, nombre et le pourcentage).	a. Espèce mesurée. b. Taille (initiale et maximale).	a. Poids Total (g). b. Poids Echantillons(g). c. Sexe. d. Stade de maturité. e. Estomac plein ou vide. f. Otolithe.

D'autre données ont été enregistrées en utilisant la sonde « Conductivity Temperature Depth (CTD) », qui nous a permet d'avoir des données sur la température (°C) ainsi la salinité (PSU). Un « fluoremètre data » a été utilisé afin d'obtenir des données sur la chlorophylle-a (durant la même campagne). Les résultats ont été présentés sur des fichiers texte de format CNV et PRN, et le traitement a été fait par Excel.

	Fiche des pêches		Date: 22 / 03 / 2015	
	Campagne: ALPEL 2015		Fiche:	Pêche N° 1
	Navire de Recherche: Belkacem GRINE		Secteur: Ouest	
	Responsable: BENNOUI/MEKHAZNI		Zone/Radiale N°: Ghazaouet /R2 -3	
	Heure	Latitude (N)	Longitude (O)	Profondeur (m)
Filetage (fin)	11:52:00	35° 06.60	001° 59. 03	43
Virage(debut)	12:23:00	35° 06.589	001°56.210	39
Espèces	Capture			
	Code	Poids (Kg)	Nombre	Pourcentage
<i>Sardina pilchardus</i>	PIL	128,940	3478	52,50
<i>Sardinella aurita</i>	SAA	17,040	247	6,94

	Fiche des mensurations		Date: 22 /03/2015	
	Campagne: ALPEL 2015		Fiche:	Pêche N° 01
	Navire de Recherche: Belkacem GRINE		Secteur: Ouest	
	Responsable: GUECHAOUI / ERROUKRMA		Zone/ Radiale N°: Ghazaouet /R2 -3	
ESPECE: Sardina pilchardus		ESPECE:		
Poids (g)	Taille (cm)	Poids (g)	Taille (cm)	
Capturé : 128940	Initiale: 14	Capturé :	Initiale	
Mesuré : 11790	Finale: 20	Mesuré :	Finale	

	Fiche des mensurations biologiques		Date: 22/ 03/ 2015						
	Campagne: ALPEL 2015		Fiche:	Pêche N° 1					
	Navire de Recherche: Belkacem GRINE		Secteur: Ouest						
	Responsable: BEN SMAIL/ FERHANI		Zone/Radiale N°: Ghazaouet /R2 -3						
ESPECE: Sardina pilchardus									
Poids Total (g) : 128940			Poids Echantillons(g) : 1900						
N°	LT (cm)	WT (g)	sexe	Stade maturité	Wg. (g)	We (g)	Estomac P/V	Otolithe (O/N)	Observation

Figure II-4 : Fiches de pêche, de mensuration et de mensuration biologique sous format xlsx.

II. Caractéristiques des pêches d'identification

II.1. ALPEL 2014

Lors de la réalisation de la campagne d'évaluation des stocks des petits pélagiques de la côte Algérienne ALPEL2014, qui a couvert la côte de la frontière algéro-marocaine à l'ouest à la frontière algéro-tunisienne à l'est. Au total, dix-huit (18) traits de pêches ont été effectuées

(figure 5), au moyen d'un chalut pélagique afin d'identifier la composition spécifique des bancs détectés. Le déroulement de la campagne est effectué de l'ouest vers l'est, six (06) pêches ont été réalisées à l'ouest, sept (07) pêches au centre et cinq (05) à l'est (d'après les données statistique). La profondeur des pêches est comprise entre 27 m et 83 m et la durée de chalutage est variable d'une pêche à l'autre selon l'importance des détections. Elle est en moyenne de 37 minutes avec une vitesse de chalutage variant de 3.5 à 5 nœuds.

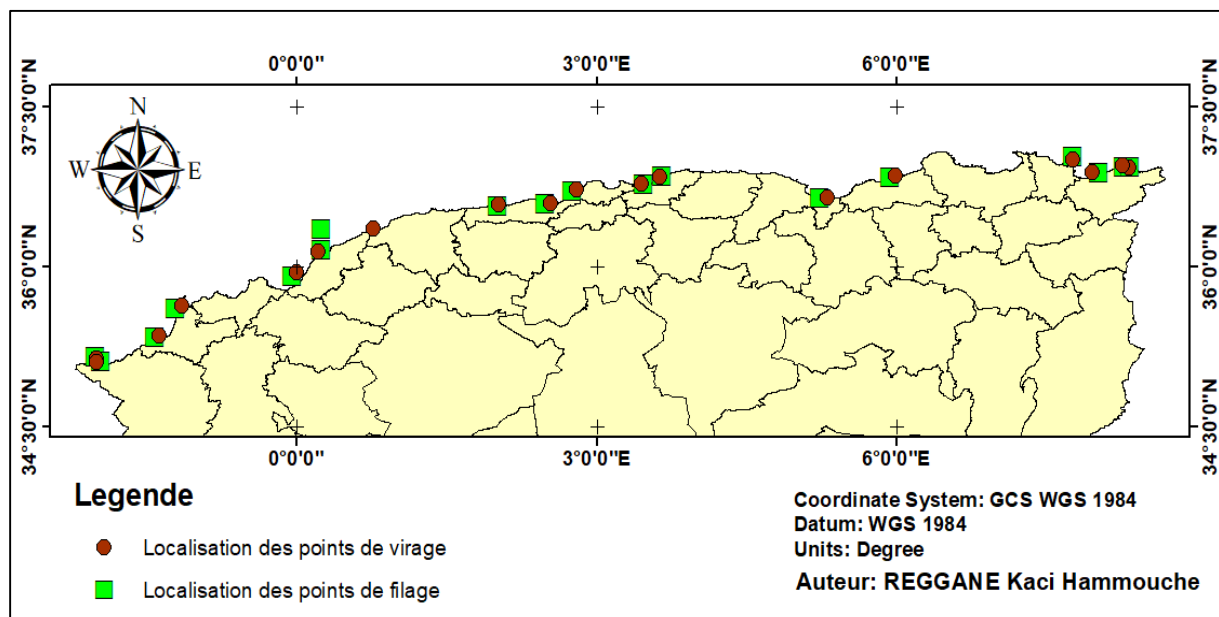


Figure II-5 : Représentation des traits de pêche ALPEL 2014.

III. Traitement des données

III.1. Analyse statistique

III.1.1. Statistique descriptive

La statistique descriptive est une branche des statistiques qui vise à décrire et à résumer les caractéristiques clés d'un ensemble de données. Elle fournit des méthodes pour organiser, résumer et visualiser les données à travers des mesures telles que la moyenne, la médiane, l'écart-type, la variance, les quantiles, etc. Elle permet de synthétiser des données en fournissant des informations sur la tendance centrale, la dispersion, la forme de distribution et les relations entre les différentes variables. Cet outil permet pour comprendre les propriétés des données et pour faire des comparaisons entre différents groupes ou populations.

III.1.2. Analyse en composantes principales (ACP)

L'analyse en composantes principales (ACP) est une technique d'analyse multivariée qui permet de réduire la dimensionnalité d'un ensemble de données en trouvant les combinaisons linéaires des variables qui expliquent le plus de variance dans les données. En d'autres termes, l'ACP permet de transformer un grand nombre de variables en un nombre réduit de variable (appelées composantes principales) tout en conservant autant que possible d'informations contenues dans les données d'origine. L'ACP est souvent utilisé pour explorer les relations entre les variables, pour visualiser les données dans un espace de dimension réduite.

III.1.3. Sex-ratio

La sex-ratio ou proportion des sexes dans une population mono-spécifique donnée se définit comme étant le rapport entre l'abondance des deux sexes. La connaissance de ce paramètre permet l'évaluation de la fécondité potentielle d'un Stock (Quignard et Kartas, 1984 in Mokrane, 2009). Dans notre étude, le sex-ratio est exprimé en taux de féminité.

Sex ratio global :

$$sexe - ratio = \left(\frac{\text{Nombre de femelle}}{\text{Nombre de male}} \right)$$

Taux de féminité :

$$sexe - ratio = \left(\frac{\text{Nombre de femelle}}{\text{Nombre de femelle} + \text{Nombre de mâle}} \right) \times 100$$

L'intervalle de confiance est établi par la formule suivante :

$$IC = 1.96 * \sqrt{\frac{\sqrt{(P - Q)}}{N}}$$

P : Pourcentage des mâles. Q : Pourcentage des femelles. N : Nombre total d'individus échantillonnés.

III.1.4. Indice de vacuité CV (%)

Le coefficient ou indice de vacuité est exprimé par le rapport entre le nombre d'estomacs vides et le nombre total d'estomacs examinés exprimé en pourcentage (Mokrane, 2009).

$$CV = \left(\frac{\text{Nombre d'estomacs vides}}{\text{Nombre d'estomacs totales}} \right) \times 100$$

III.2. Partie 2 : Analyse statistique

A partir des données acquises un traitement sur Excel s'impose afin d'exploiter ces données dans le cadre de cette étude (voir figures 6, 7, 8 et 9).

Selon notre analyse les concentrations des paramètres environnementaux dont la température, la salinité et la chlorophylle-a selon les secteurs sont :

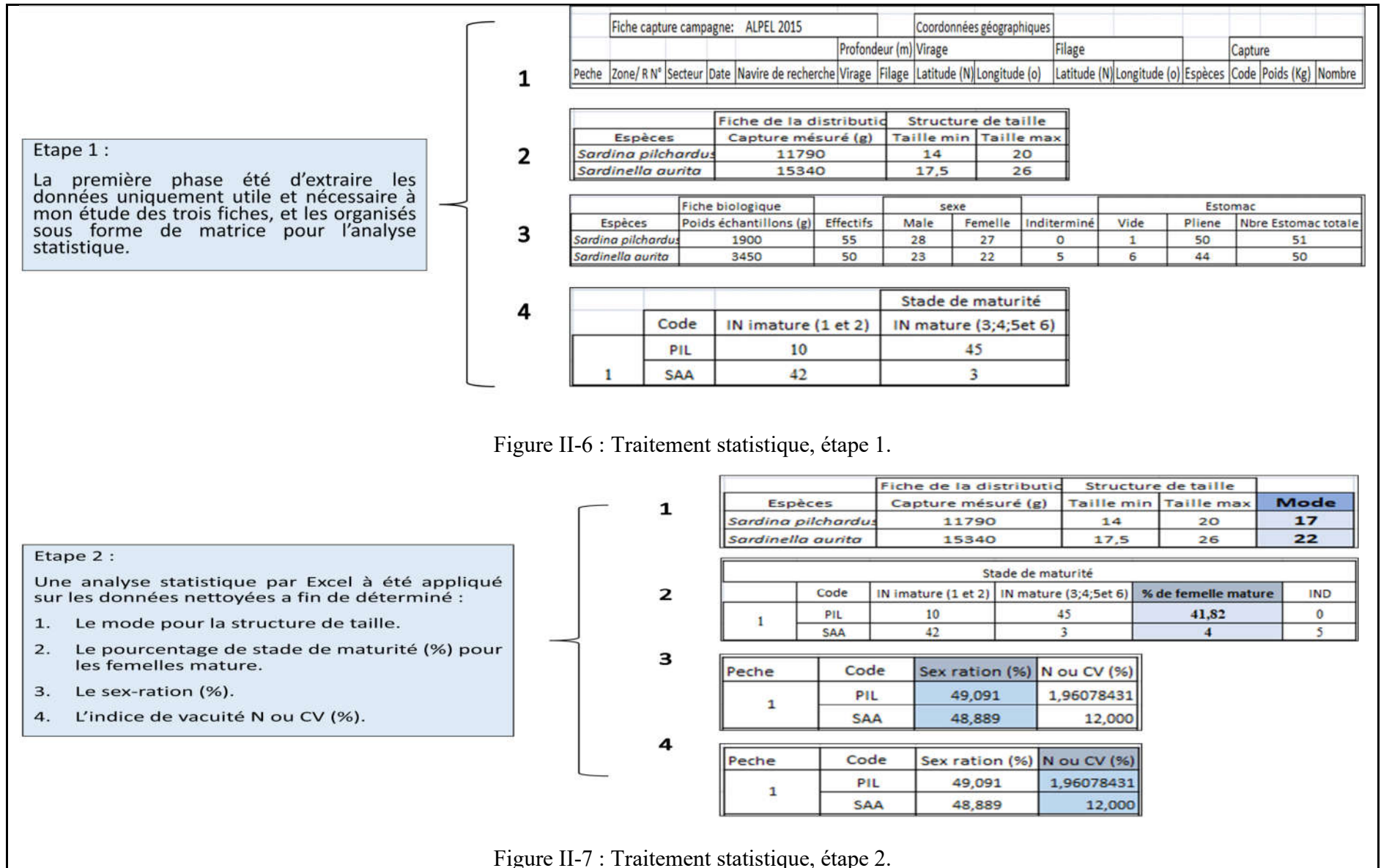
Tableau 2: le taux des concentrations des facteurs environnementaux selon les secteurs.

	Température (°C)	Salinité (PSU)	Chlorophylle-a (mmg/l)
Ouest	15,11	36,8	0,285
Centre	15,4	36,8	0,275
Est	15,6	37,12	0,225

Remarque :

Filage = Quand le filet est mis à l'eau.

Virage = Remontée le filet sur le bateau.



Etape 3 :

En troisième phase nous avons procédé au calcul de la moyenne de la température et de la salinité de chaque trait de pêche ainsi la moyenne de la Chlorophylle-a en utilisant le logiciel Excel pour extraire les données contenant dans les fichiers texte.

		Coordonnée						Profondeur (m)		Moyenne		Production		
Date	Trait	Virage		Filage		Secteur	Filage	Virage	T°ctd	S%ctd	Poids (Kg)	Nombre	Chlr	
		Latitude (N)	Longitude (o)	Latitude (N)	Longitude (o)									
22/03/2015	1	35,1098167	-1,93683333	35,11	-1,98383333		43	39	15,004	36,69	128,94	3478	0,229	
											17,04	247		

		Coordonnée						Profondeur (m)		Moyenne		Production		
Date	Trait	Virage		Filage		Secteur	Filage	Virage	T°ctd	S%ctd	Poids (Kg)	Nombre	Chlr	
		Latitude (N)	Longitude (o)	Latitude (N)	Longitude (o)									
22/03/2015	1	35,1098167	-1,93683333	35,11	-1,98383333		43	39	15,004	36,69	128,94	3478	0,229	
											17,04	247		

Figure 8 : Traitement statistique, étape 3.

Etape 4 :

L'Analyse statistique ce termine avec des représentations graphique des données traiter et calculer, comme :

➤ La distribution de la reproduction (kg) et la température (°C) en fonction des traits de pêche.

Remarque :

Cette présentation graphique a été réalisé grâce au logiciel Origine-pro 2022.

Le reste des résultats ce trouverons dans le chapitre résultats.

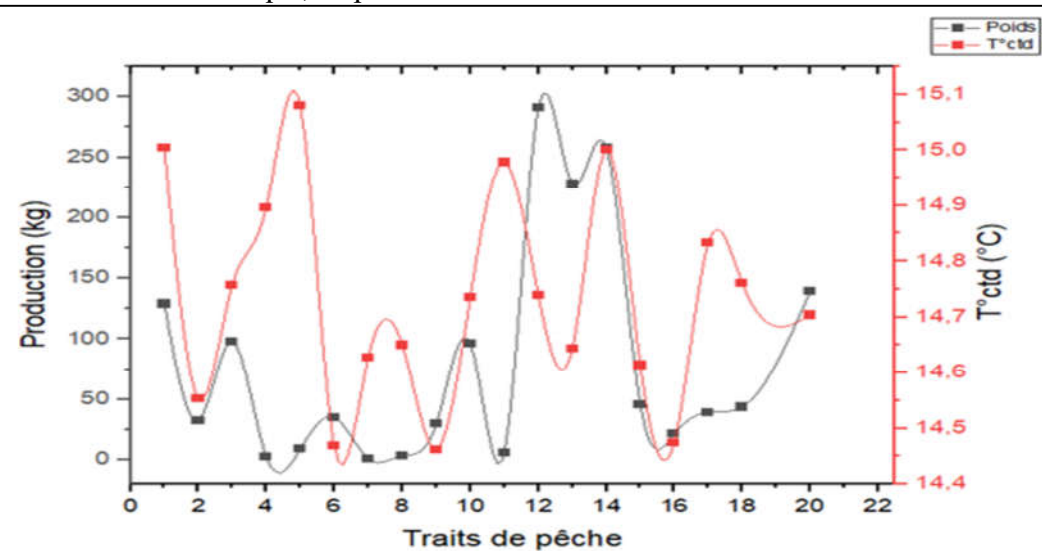


Figure 9 : Réalisation graphique, étape 4.

IV. Matériels utilisés

IV.1. Logiciel utilisé

IV.1.1. ArcGIS

ArcGIS est un système complet de collecte, d'organisation, de gestion, d'analyse, de communication et de diffusion d'informations géographiques. En tant que principale plate-forme mondiale pour le développement et l'utilisation de systèmes d'information géographique (SIG).

Nous l'avons utilisé pour la production cartographique (Gasmi et Hamache, 2022).

Ce logiciel nous a permis de réaliser des cartes qui sont indispensables à notre étude.

IV.1.2. Excel

Microsoft Excel est un logiciel tableur issu de la suite bureautique Office 365. Il se présente sous forme de tableaux structurés en lignes et en colonnes dans des onglets séparés appelés feuilles de calculs. Il intègre des fonctions de calcul numérique, de représentation graphique, d'analyse de données, de programmation et détient son propre langage. Nous l'avons utilisé pour l'organisation des données (Gasmi et Hamache, 2022).

IV.1.3. Origin-pro 2022

C'est un logiciel de création graphique et d'analyse de données, ils offrent une solution complète pour les scientifiques et les ingénieurs qui ont besoin d'analyser, de représenter graphiquement et de présenter des données de manière professionnelle.

(<https://www.originlab.com/index.aspx?go=Company/AboutUs>).

IV.1.4. XLSTAT

Est un logiciel statistique qui permet d'analyser des données à travers une gamme variée de techniques statistiques. Il peut également traiter des données multivariées et des analyses factorielles.

V. Présentation des espèces étudiées (Matériel biologique)

Nous avons deux espèces halieutiques pélagiques à étudier dans notre mémoire :

V.1. *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)

Kingdom: Animalia
Phylum: Chordata
Subphylum: Vertebrata
Infraphylum: Gnathostomata
Parvphylum: Osteichthyes
Gigaclass: Actinopterygii
Superclass: Actinopteri
Class: Teleostei
Order: Clupeiformes
Family : Alosidae
Genus : *Sardina*
Species : *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792).

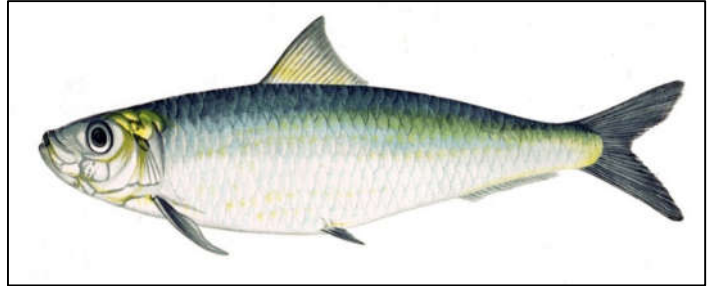


Figure II-10 : *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792).

www.google.com

a. Taille de maturité

La taille de la maturité en Algérie est de 11,1 cm, elle peut atteindre une longueur maximale de 27,5 cm (Macer, 1974). Sa longueur commune est de 20 cm (Whitehead, 1985). L'Age maximum reporté est de 15 ans (Muus et Nielsen, 1999).

b. Biologie

La sardine est une espèce qui préfère les eaux claires et salines, avec des températures maximales inférieures à 24°C (Bianchi et al., 1999). C'est une espèce d'eau froide, de températures comprises entre 18 et 25°C, s'approchant de la côte et s'élevant près de la surface en période d'upwelling, mais reculant sous la thermocline en saison chaude, jusqu'à des profondeurs de 200 à 300 m (Whitehead et Wongratana, 1986). Elle se nourrit principalement de zooplancton, en particulier de copépodes et de larves de mysidacés, mais aussi de phytoplancton, notamment par des juvéniles (Bianchi et al., 1999). Le schéma de reproduction est extrêmement complexe, avec deux principales périodes de ponte dans certaines zones, les juvéniles ont tendance à rester dans

les zones d'alevinage, mais à maturité, ils rejoignent les stocks d'adultes dans les eaux plus froides du large (Whitehead, 1985).

c. Distribution

Océan Atlantique : Côte ouest-africaine (Whitehead, 1990) de Gibraltar vers le sud jusqu'à la baie de Saldanha en Afrique du Sud (Teugels, 2007), notamment dans les trois zones d'upwelling ouest-africaines, de la Mauritanie à la Guinée, de la Côte d'Ivoire au Ghana et du Gabon (Cury et Fontana, 1988), également en mer Méditerranée (Teugels, 2007) et en mer Noire (Whitehead, 1985).



Figure II-11 : Distribution géographique de *Sardina pilchardus*. (Www.fishbase.us)

V.2. *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847)

Kingdom: Animalia

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Infraphylum: Gnathostomata

Parvphylum: Osteichthyes

Gigaclass: Actinopterygii

Super-class: Actinopteri

Class: Teleostei

Order: Clupeiformes

Family : Dorosomatidae

Genus : *Sardinella*

Species : *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847)

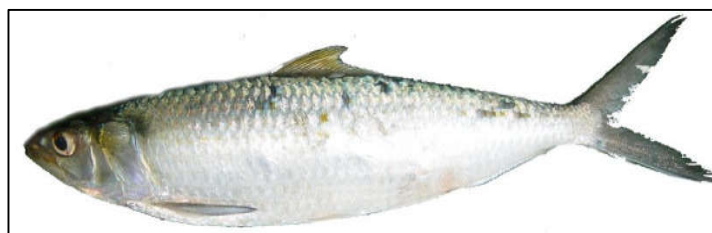


Figure II-12 : *Sardinella aurita* (valenciennes, 1847).

(Www.google.com)

a. Taille de maturité

La taille de la maturité sexuelle en Algérie est de 12,5 cm, elle peut atteindre une longueur maximale de 41cm (Macer, 1974). Sa longueur commune est de 25 cm (Whitehead, 1985). L'Age maximum reporté est 15 ans (Muus et Nielsen, 1999).

b. Biologie

Espèces littorales (Brito, 1991), former des bancs, généralement à des profondeurs de 25 à 55 voire 100 m le jour, s'élevant à 10 à 35 m la nuit. Se nourrissent principalement de crustacés planctoniques, également d'organismes plus gros. Fraye par lots (Murua et Saborido-Rey, 2003), en pleine mer ou près des côtes, produisant 50 000 à 60 000 œufs d'un diamètre moyen de 1,5 mm (Muus et Nielsen, 1999). Se reproduit à 20 à 25 m, près du rivage ou jusqu'à 100km au large.

c. Distribution

Atlantique Nord-Est : Islande (rare) et Mer du Nord, vers le sud jusqu'à la baie de Gorée, Sénégal. Méditerranée (commune dans la partie occidentale et dans la mer Adriatique, rare dans la partie orientale), mer de Marmara et mer Noire.



Figure II-13 : Distribution géographique de *Sardinella aurita*. (Www.fishbase.us)

I. Répartition spatiale de l'abondance *S. pilchardus* et *S. aurita* selon les données de la campagne ALPEL 2014

a. *Sardina pilchardus* :

Les figures 14 A et A' représentent l'abondance de *S. pilchardus* en fonction des secteurs et des régions géographiques de la côte algérienne selon la campagne d'évaluation ALPEL 2014. Une forte abondance de la sardine est enregistrée dans les trois secteurs, notamment pour le secteur « est » avec $22,748 \times 10^3$ individus.

Par rapport aux régions, El Kala, est la région qui est marquée par une production dominante de cette espèce ($10,444 \times 10^3$ individus) ; suivie par Mostaganem avec $9,366 \times 10^3$ individus et El Marsa (frontières Mosta-Chlef) avec $9,732 \times 10^3$ individus.

b. *Sardinella aurita* :

Les figures 15 B et B' représentent l'abondance de *S. aurita* en fonction des secteurs et des régions géographiques de la côte algérienne selon la campagne d'évaluation ALPEL 2014.

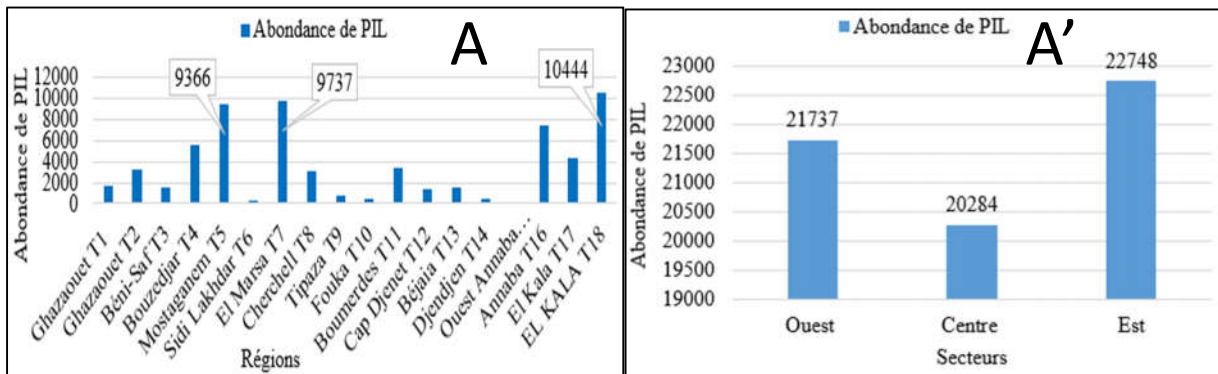


Figure III-14 : Distribution de l'abondance de *S. pilchardus* en fonction des secteurs et régions géographiques sur la côte algérienne (selon la campagne d'évaluation ALPEL 2014).

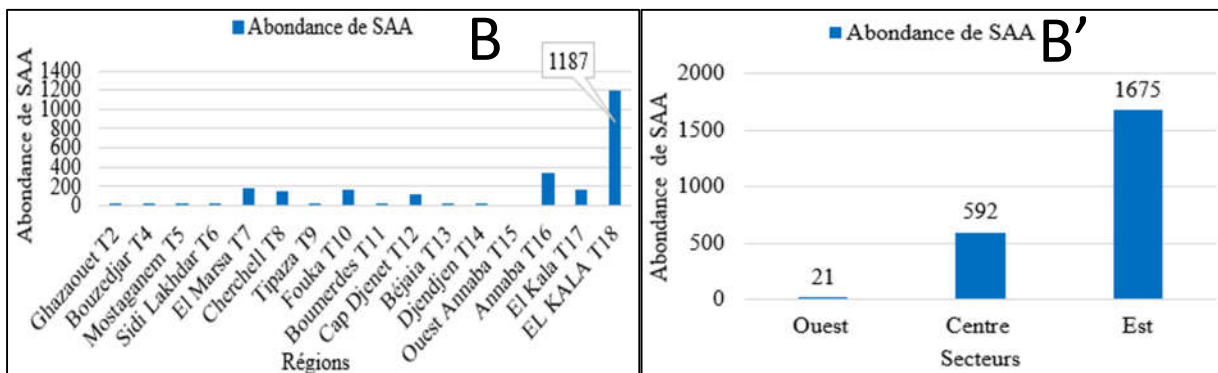


Figure III-15 : Distribution de l'abondance de *S. aurita* en fonction des secteurs et régions géographiques sur la côte algérienne (selon la campagne d'évaluation ALPEL 2014).

L'abondance la plus élevée de *S. aurita* est notée au niveau du secteur « Est » avec $1,675 \times 10^3$ individus. Durant cette campagne, El Kala est la région qui a enregistré la production la

plus élevée de l'allache avec $1,187 \times 10^3$ individus, par rapport aux autres régions de la côte algérienne.

II. Analyse de la structure démographique de la population de *S. pilchardus* et *S. aurita*

L'analyse de la structure démographique de la population de *S. pilchardus* montre qu'elle présente une capture représentative par sa fréquence de taille le long du littoral algérien. Cependant, les tailles des individus capturés en masse, varient entre 7,5 à 18 cm à l'est du pays avec un effectif de $22,747 \times 10^3$ individus, et entre 5 à 20 cm à l'ouest du pays avec $21,737 \times 10^3$ individus et au centre du pays, elle varie entre 6 à 20 cm avec $20,284 \times 10^3$ individus. Par contre, le rendement de *S. aurita* est très faible le long du littoral par rapport à *S. pilchardus*, l'analyse de la structure démographique de la population de *S. aurita* montre que les tailles des individus capturés en masse, varient entre « 11 à 21,5 cm » à l'est du pays avec $1,675 \times 10^3$ individus, et entre 11 à 22,5 cm au centre de pays avec $5,2 \times 10^2$ individus, et l'ouest du pays elle varie entre 13,5 à 21,5 cm avec 20 individus.

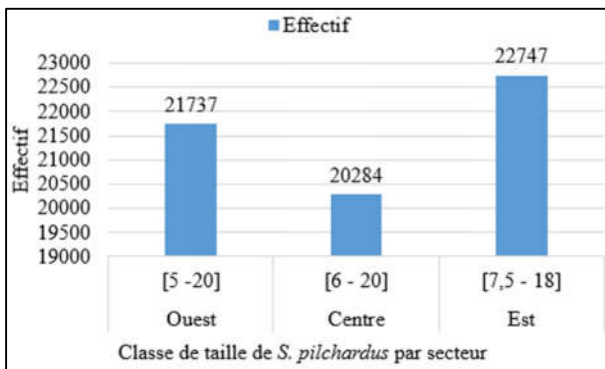


Figure III-16 : Distribution des fréquences de tailles de *Sardina pilchardus*. (Données ALPEL 2014).

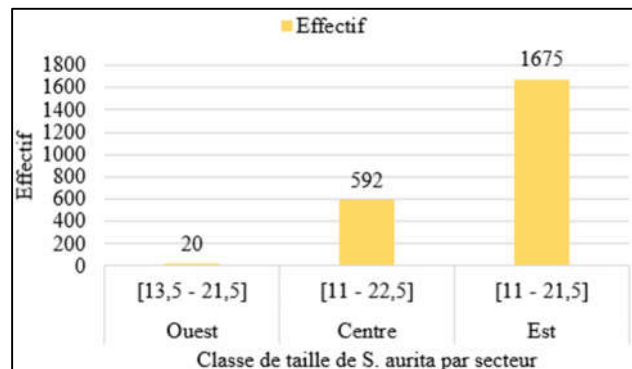


Figure III-17 : Distribution des fréquences de tailles de *Sardinella aurita*. (Données ALPEL 2014).

III. Interaction entre l'abondance et les paramètres environnementaux

III.1. En fonction de la température :

Les graphes ci-dessous 18 et 21 représentent la variation spatiale de l'abondance de *S. pilchardus* et *S. aurita*, en fonction de la température (°C).

a. *S. pilchardus* :

Nous remarquons que pour la majorité des traits de pêche, les abondances varient au sens inverse avec la température. En effet, l'abondance la plus élevée ($10,44 \times 10^3$ individus) enregistrée pour le trait de pêche T18 (EL KALA) correspond à une température moyenne

faible de 15,33°C. Ainsi, les abondances les plus faibles (0 pour le trait de pêche T15) correspondent à une température relativement plus élevée de 16,11 °C.

b. *S. aurita* :

Selon la figure 19 et 20 les valeurs les plus élevées de la production de l'allache *S. aurita*, fluctuent entre un maximum de $1,187 \times 10^3$ du trait T18 (El Kala) et un minimum de 01 individu du trait T4, (on a 0 individu au niveau de T15 ouest Annaba). En parallèle, la valeur la plus élevée de la température est de 16,115 °C et la plus faible est de 14,763°C.

L'analyse de ces valeurs montre que, la production en nombre varie simultanément avec la température pour la majorité des traits de pêche.

III.2. En fonction de la salinité :

Les graphes ci-dessous (figures 18 et 17) représentent la variation spatiale de l'abondance de *S. pilchardus* et *S. aurita*, en relation avec la salinité (PSU).

a. *S. pilchardus* :

La valeur la plus élevée de l'abondance ($10,44 \times 10^3$ individus) enregistrée pour le trait de pêche T18 correspond à une salinité de 37,012 PSU (figure 19). En outre, la valeur la plus élevée de la salinité enregistrée pour le trait de pêche T15 (37,782 PSU), correspond à l'abondance la plus faible de la sardine enregistrée durant cette campagne (0 individu).

b. *S. aurita*

Les fluctuations des abondances de l'allache capturée dans la majorité des traits de pêche ne semblent pas être très influencées par la salinité relevée dans chaque aire de pêche.

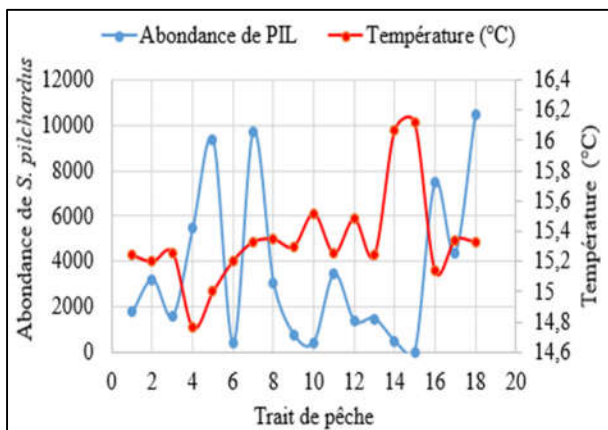


Figure III-18 : Distribution spatiale des abondances de *S. pilchardus* en relation avec la température (°C).

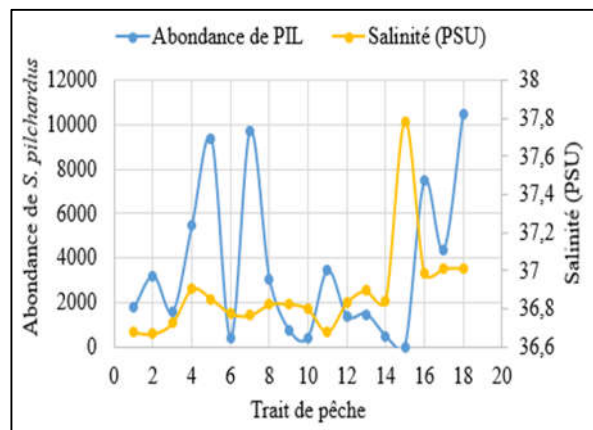


Figure III-19 : Distribution spatiale des abondances de *S. pilchardus* en relation avec la salinité (PSU).

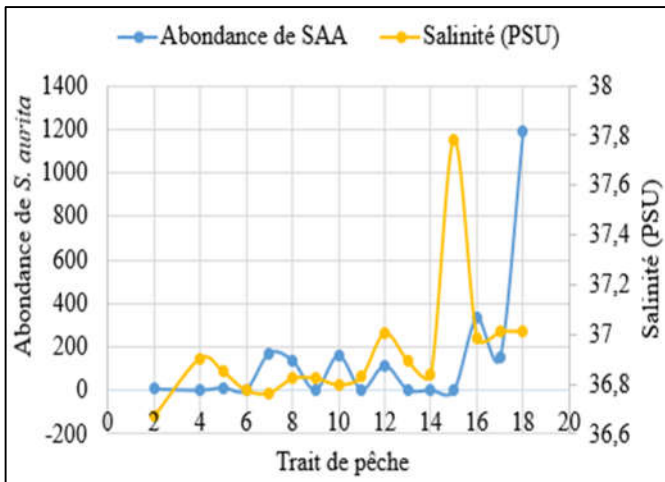


Figure III-20 : Distribution spatiale des abondances de *S. aurita* en relation avec la salinité (PSU).

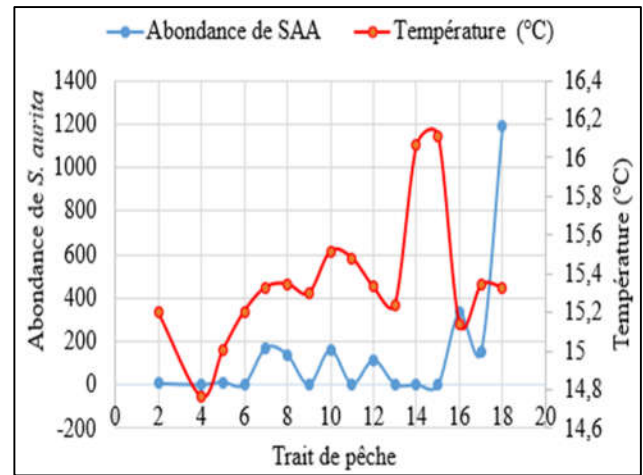


Figure III-21 : Distribution spatiale des abondances de *S. aurita* en relation avec la température (°C).

III.3. En fonction de la Chlorophylle-a (mmg/l)

Les graphes (figures 22 et 23) représentent la variation spatiale de l'abondance de pêche de *S. pilchardus* et *S. aurita*, en relation avec la variation de la chlorophylle-a (mmg/l).

a. *S. pilchardus* :

Pour la sardine, nous remarquons une corrélation positive entre la variation des abondances et les concentrations de la chlorophylle-a. La concentration la plus faible de la chlorophylle-a est de 0,198 mmg/l, mesurée pendant la pêche T15, correspondant à l'abondance la plus faible de la sardine notée durant cette campagne (0 individu). De plus, les abondances de la sardine relativement importante sont enregistrées dans des aires de captures caractérisées par des concentrations relativement élevées de chl-a, il s'agit de :

- La pêche T5, marquée par une abondance de la sardine de $9,366 \times 10^3$ et une concentration de la chlorophylle-a de 0,287 mmg/l.
- La pêche T7 avec $9,737 \times 10^3$ avec une abondance de la sardine et une concentration de la chlorophylle-a de 0,288 mmg/l.
- La pêche T18 avec une dominance de la sardine de $10,444 \times 10^3$ et une concentration de la chlorophylle-a 0,223 mmg/l.

b. *S. aurita* :

Pour l'allache, la relation entre les fluctuations de la production en nombre de l'allache avec les concentrations de la chlorophylle-a, présentent les mêmes tendances.

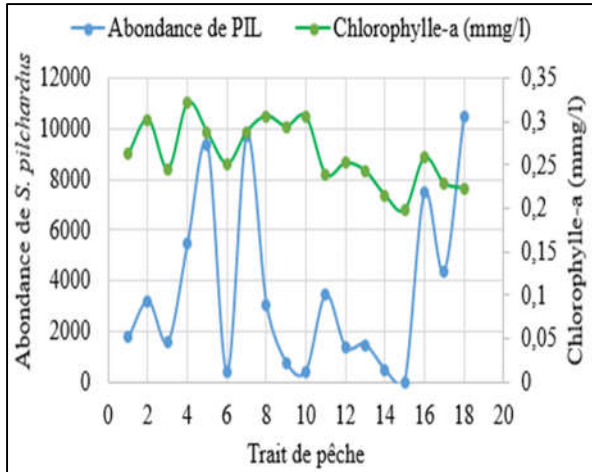


Figure III-22 : Distribution spatiale des abondances de *S. pilchardus* en relation avec la chlorophylle-a (mmg/l).

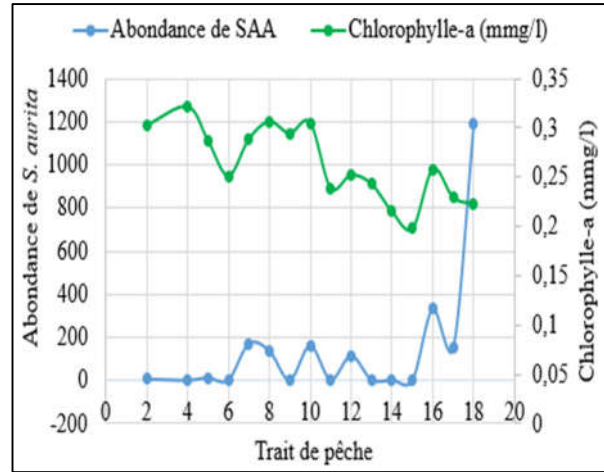


Figure III-23 : Distribution spatiale des abondances de *S. aurita* en relation avec la chlorophylle-a (mmg/l).

IV. Interaction entre les paramètres biologiques et les paramètres environnementaux

IV.1. Avec le Sex-Ratio :

L'étude du sex-ratio des deux espèces (*S. pilchardus* et *S. aurita*) a porté sur un total de 1,734 x 10³ individus, dont 615 mâles, 662 femelles et 313 indéterminés (Voir figures 24, 25, 26, 27, 28 et 29). En parallèle ; la distribution spatiale en pourcentage de sex-ratio des deux espèces est bien présentée par les cartes (Figure 38 et 39).

Selon les résultats obtenus, le taux de féminité de *S. pilchardus* est légèrement plus élevé par rapport au taux de masculinité avec 51,1%, contrairement à la deuxième espèce *S. aurita*, le taux de masculinité est plus important par rapport au taux de féminité avec 54,07%.

La distribution spatiale des sexes chez la sardine et l'allache semble être influencée par la température des eaux, comparée aux deux autres paramètres environnementaux (la salinité et la chlorophylle-a). En effet, selon les résultats, les femelles de la sardine, semblent préférer les eaux à température moyenne de « 15 à 15,5 °C ».

Les femelles de la sardine préfèrent une salinité moyenne entre « 36,8 à 37 PSU » et une concentration de la chlorophylle-a entre « 0,2 à 0,3 mmg/l » ; d'après les résultats graphiques, elle est influencée beaucoup plus par la température suivie de la chlorophylle-a.

Quant aux femelles de l'allache, *S. aurita*, elles préfèrent les eaux à température moyenne entre « 15,2 à 15,4 °C » ; ainsi, la capture dominée par cette espèce du trait T2 (Ghazaouet) (83,33 % d'allache) correspond à une température des eaux de 15,2 °C.

Par rapport à la salinité, il est supposé que cette deuxième espèce pélagique préfère les faibles concentrations.

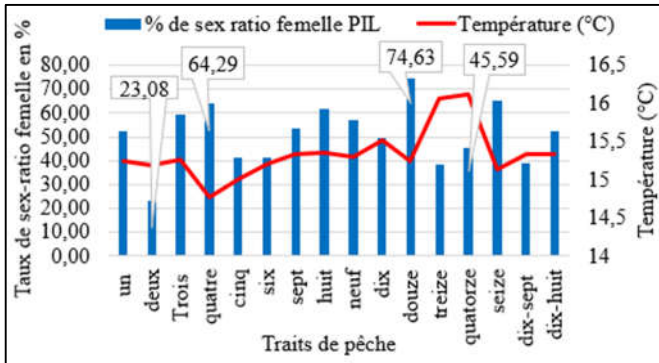


Figure III-24 : Variation spatiale de la sex-ratio de *S. pilchardus* en relation avec la température.

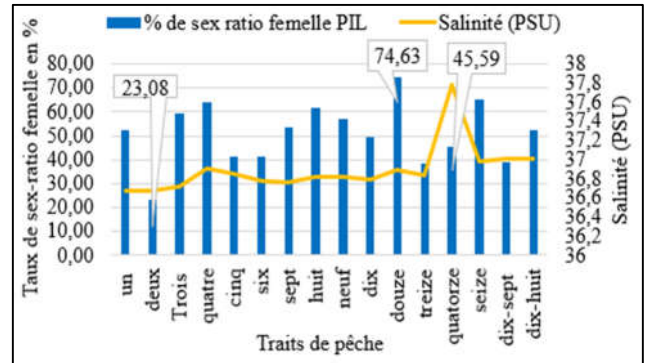


Figure III-25 : Variation spatiale de la sex-ratio de *Sardina pilchardus* en relation avec la salinité.

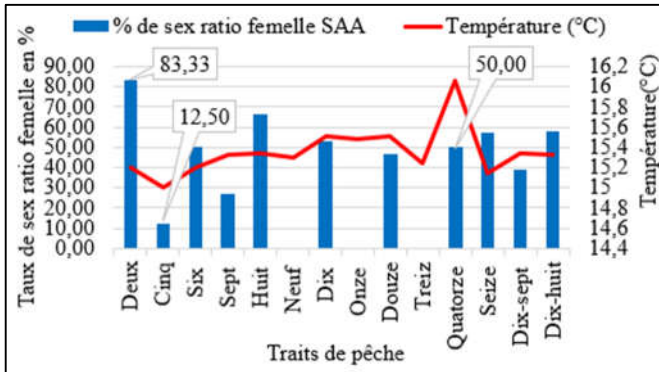


Figure III-26 : Variation spatiale de la sex-ratio de *S. aurita* en relation avec la température.

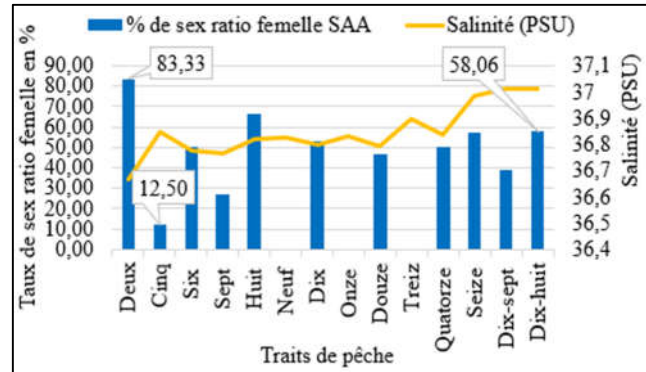


Figure III-27 : Variation spatiale de la sex-ratio de *Sardinella aurita* en relation avec la salinité.

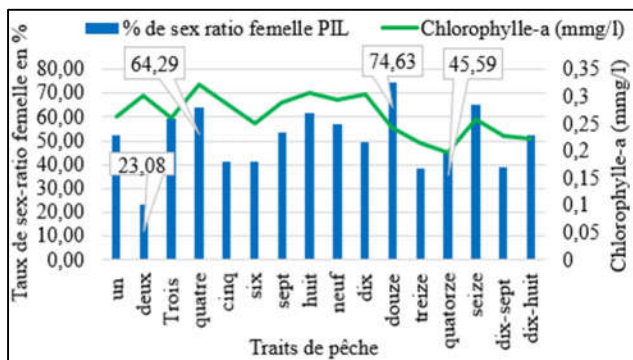


Figure III-28 : Variation spatiale du Sex-ratio de *S. pilchardus* en relation avec la chlorophylle-a.

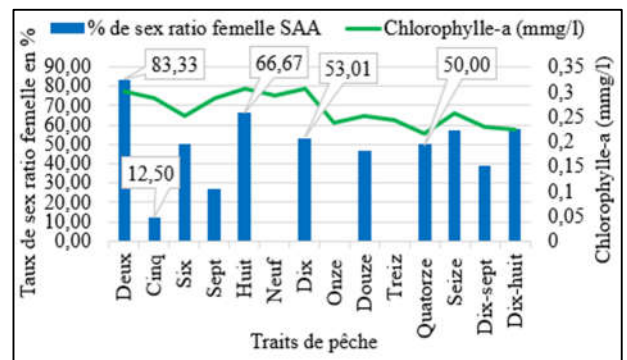


Figure III-29 : Variation spatiale du Sex-ratio de *S. aurita* en relation avec la chlorophylle-a.

IV.2. Avec le taux de maturité :

Les figures 30, 31 et 32 représentent la distribution spatiale du pourcentage de maturité sexuelle des femelles de *S. pilchardus* et *S. aurita*, en relation avec les paramètres environnementaux.

La figure 30 démontre que le taux des femelles matures de la sardine et de l'allache préfère les eaux dont les températures moyennes fluctuent entre 15 et 15,5 °C ; ainsi pour le trait de pêche T5 (Mostaganem) le pourcentage de femelles matures de la sardine est de 41,3%, qui correspond à une température du milieu de 15°C. Quant à l'allache capturée dans le trait T6 (Sidi Lakhdar) ; la maturité des individus a atteint 50 % correspondant à 15,21°C. L'interaction entre le taux de maturité sexuelle avec la température est positive, ce qui signifie qu'à chaque fois le taux de température est élevé le pourcentage de femelles matures est relativement élevé.

Selon cette même figure 31, la variation spatiale du pourcentage des femelles matures de *S. pilchardus* et *S. aurita* calculé en relation avec la salinité, semble être difficile à cerner par l'allure de graphe en question, ce qui nécessitera une analyse plus approfondie (coefficient de corrélation et ACP) ; Par contre, on remarque que la sardine préfère plus au mois les masses d'eaux dont la salinité varie entre « 36,78 à 36,85 PSU ». Pour le cas de l'allache, elle semble préférer les masses d'eaux qui présentent une fluctuation de salinité entre « 36,78 à 36,8 PSU ». D'après l'allure du graphe sur la figure 32, les concentrations de la chlorophylle-a ne présentent aucune influence sur le taux de maturité sexuelle des deux espèces cibles. Cependant, nous constatons que la sardine et l'allache femelles matures préfèrent les masses d'eaux qui présentent des teneurs en chlorophylle-a moyenne de 0,25 à 0,31 mmg/l.

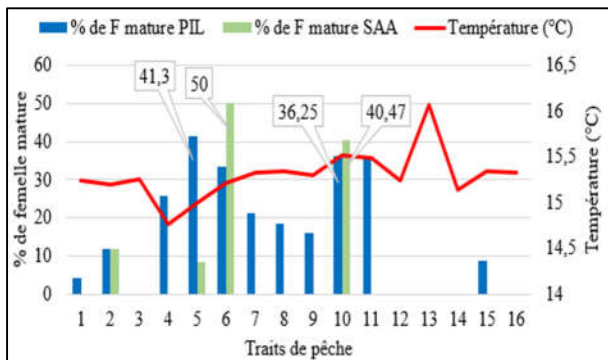


Figure III-30 : Distribution spatiale des proportions de femelle mature *S. pilchardus* et *S. aurita* en relation avec la température (°C).

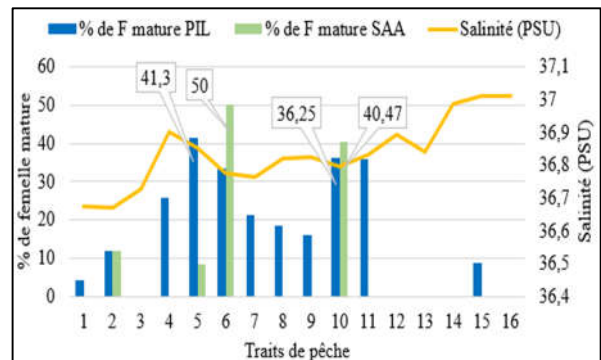


Figure III-31 : Distribution spatiale des proportions de femelle mature de *S. pilchardus* et *S. aurita* en relation avec la salinité (PSU).

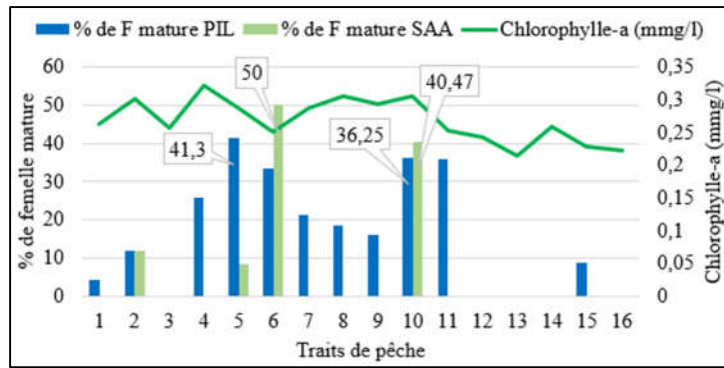


Figure III-32 : Distribution spatiale des proportions de femelle mature de *S. pilchardus* et *S. aurita* en relation avec la chlorophylle-a (mmg/l).

V. Analyse des résultats

V.1. Analyse cartographique de l'abondance de *S. pilchardus* et *S. aurita*

La figure 33 représente une cartographie des abondances de *S. pilchardus* et *S. aurita* en fonction des régions géographiques de la côte algérienne et selon les données ALPEL 2014.

Selon la carte, *S. pilchardus* est dominante le long du littoral algérien, notamment dans le secteur « est » dans les régions « El Tarf et Annaba » et dans le secteur « ouest » dans les régions « Mostaganem et Oran ».

L'allache présente des abondances relativement faibles le long du littoral par rapport à la sardine, en effet, nous observons sur la carte son abondance au niveau de la région « El Tarf ».

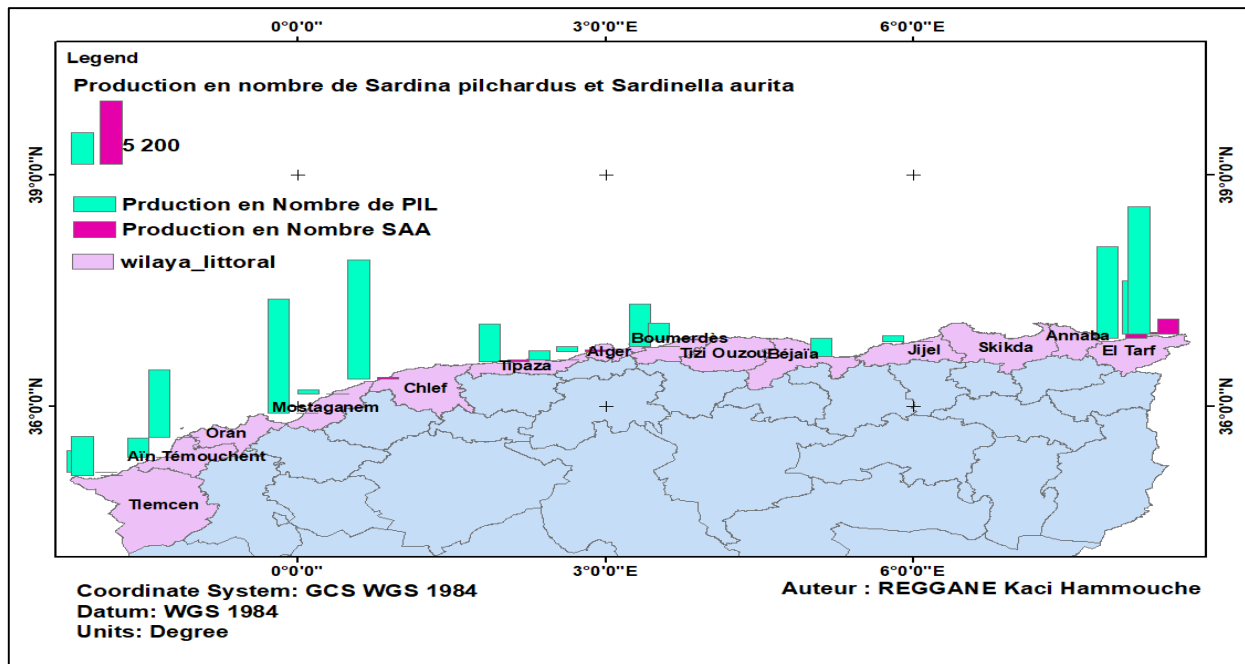


Figure III-33 : Distribution géographique de l'abondance de *S. pilchardus* et *S. aurita* sur la côte algérienne, (Données ALPEL 2014).

Les figures 34 et 35 représentent la distribution géographique de l'abondance de *S. pilchardus* avec les paramètres environnementaux (température (°C), salinité (PSU) et chlorophylle-a (mmg/l)) sur la carte du littoral algérien.

La région El Kala est marquée par une production dominante de cette espèce ($10,444 \times 10^3$ individus), qui correspond à une température de $15,33^\circ\text{C}$ et un taux de salinité de 37,012 PSU avec une concentration moyenne de la chlorophylle-a de 0,223 mmg/l.

Dans la région d'Annaba, une forte abondance de cette espèce est constatée également ($7,45702 \times 10^3$ individus) et qui correspond à une température de $15,139^\circ\text{C}$ et un taux de salinité de 36,687 PSU avec une concentration moyenne de la chlorophylle-a qui est de 0,258 mmg/l.

Au niveau de la région Mostaganem, l'abondance est estimée à $9,366 \times 10^3$ individus avec les paramètres environnementaux traduits par une température de $15,002^\circ\text{C}$ et un taux de salinité de 36,851 PSU, ainsi qu'une concentration moyenne de la chlorophylle-a de 0,287 mmg/l. L'abondance de *S. pilchardus* dans la région El Marsa enregistre $9,732 \times 10^3$ individus, capturée dans des eaux dont la température est de $15,33^\circ\text{C}$, et un taux de salinité qui est de 36,765 PSU avec une concentration moyenne de la chlorophylle-a qui est 0,288 mmg/l.

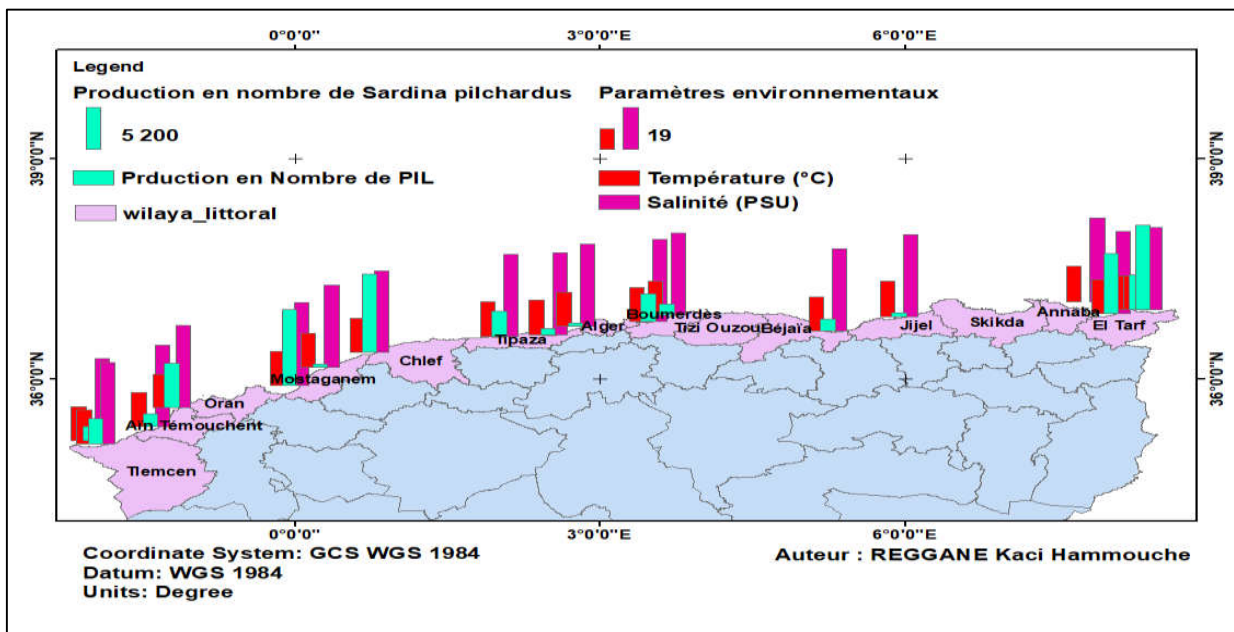


Figure III-34 : Distribution géographique de l'abondance de *S. pilchardus* avec les paramètres environnementaux température (°C), salinité (PSU) sur le littoral algérien. (Données ALPEL 2014).

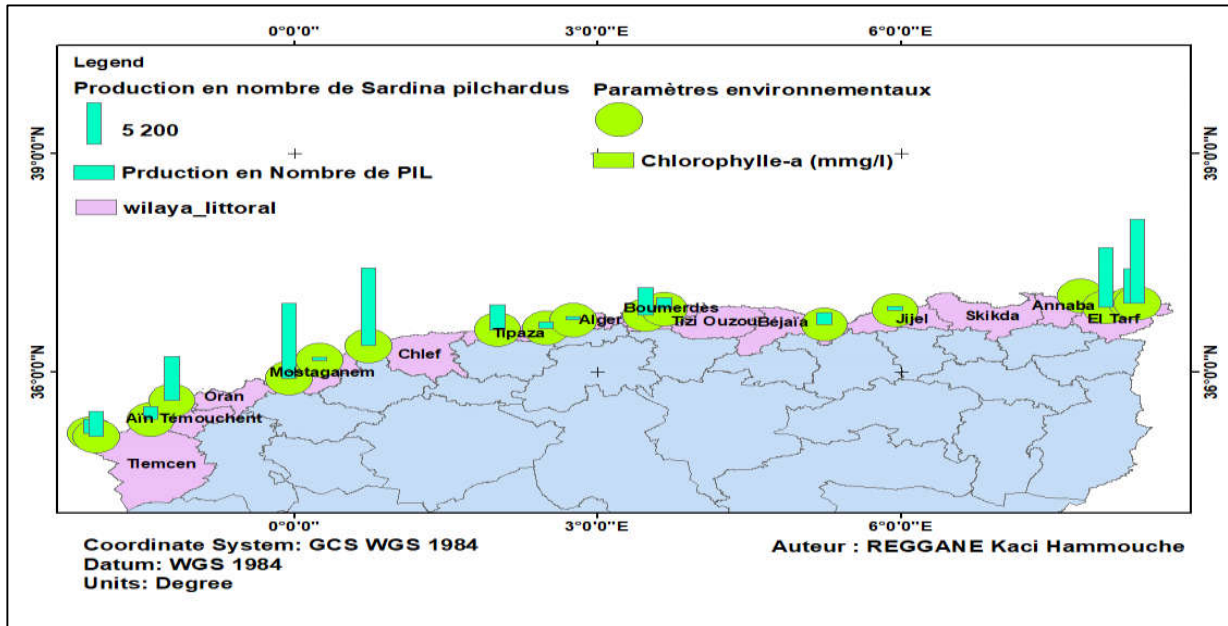


Figure III-35 : Distribution géographique de l’abondance de *S. pilchardus* et la chlorophylle-a (mmg/l) sur la carte du littoral algérien. (Données ALPEL 2014).

Les figures 36 et 37 ci-dessous représentent la distribution géographique de l’abondance de *S. aurita* en relation avec les paramètres environnementaux (température (°C), salinité (PSU) et chlorophylle-a (mmg/l)) sur la carte du littoral algérien.

L’abondance de *S. aurita* dans la région « El Tarf » est de $1,1872 \times 10^3$ individus, d’ailleurs c’est la plus dominante selon la représentation cartographique sur la figure 33. Dans cette zone, la température des eaux enregistrée est de 15,33°C, un taux de salinité de 37,012 PSU ainsi qu’une concentration moyenne de chlorophylle-a qui est de 0,223 mmg/l.

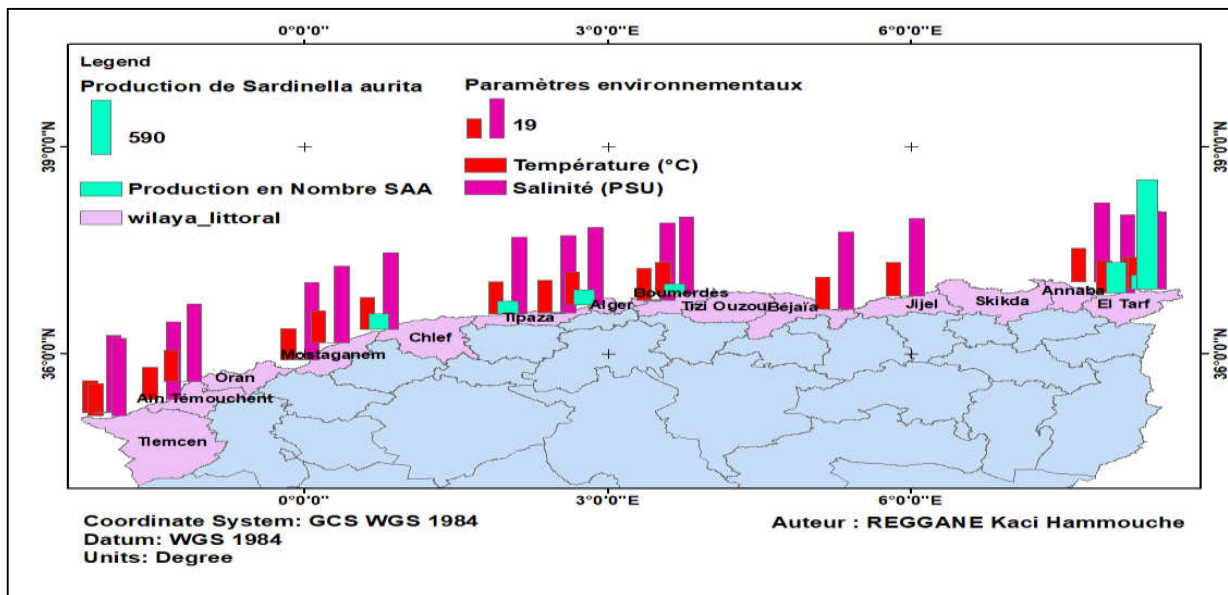


Figure III-36 : Distribution géographique de l’abondance de *S. aurita* et les paramètres environnementaux température (°C), salinité (PSU) sur la carte de littoral algérien.

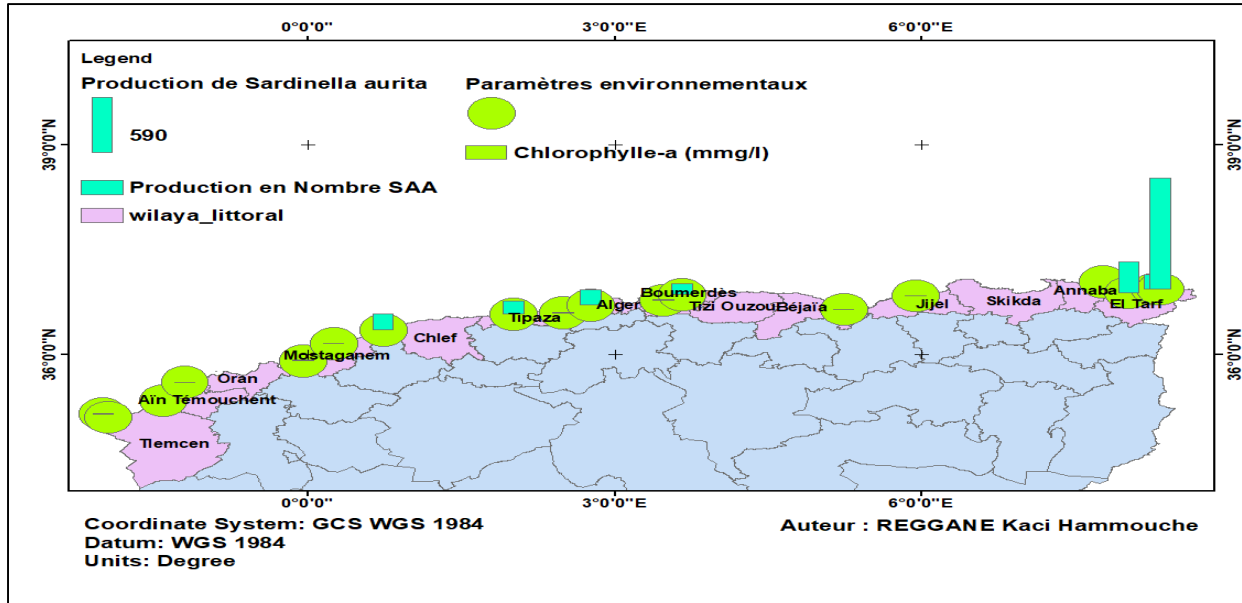


Figure III-37 : Distribution géographique de la production de *Sardinella aurita* et la chlorophylle-a (mmg/l) sur le littoral algérien.

V.2. Analyse cartographique des paramètres biologiques

☞ Sex-Ratio

S. pilchardus : Selon les résultats obtenus précédemment, le taux de féminité de *S. pilchardus* est plus élevé par rapport au taux de masculinité avec 51,1 % sur le plan biologique, contrairement à la deuxième espèce *S. aurita* le taux de masculinité est plus important par rapport au taux de féminité avec 54,07 %.

En examinant la carte de distribution cartographique de sex-ratio de PIL sur le littoral algérien (figure 38), on remarque que les proportions les plus déséquilibrées du sex-ratio sont au niveau de la wilaya de Tlemcen avec 76,2 % qui représente le taux de masculinité, suivie par la wilaya de Boumerdes avec 74,63 % qui représente le taux de féminité, quant à la distribution cartographique au niveau du littoral (figure 38), elle montre une distribution dominante des femelles dans la plupart des wilayas, ce qui confirme le taux moyen trouvé par méthode statistique.

S. aurita : La figure 39 montre une distribution plus ou moins homogène des deux sexes dans les captures de la côte algérienne, avec une légère dominance des femelles de *S. aurita* dans certains traits de pêche situés dans la région de Tlemcen avec 83,33 %, et dans la wilaya de Tipaza avec 66,67 %. En revanche, la dominance des mâles est très remarquable au niveau de la wilaya de Béjaïa avec une prédominance maximale de 100 %, suivie par la région de Boumerdes avec 73,33 % mâles sur l'ensemble des individus capturés.

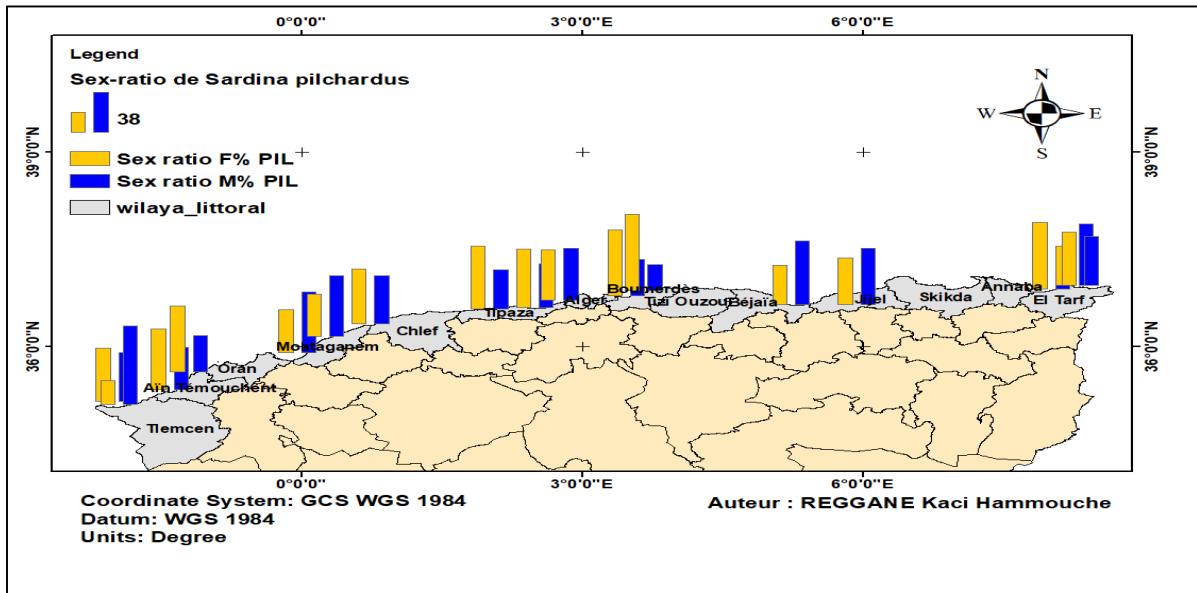


Figure III-38 : Distribution géographique du taux de sex-ratio (%) de *Sardina pilchardus* sur le littoral algérien.

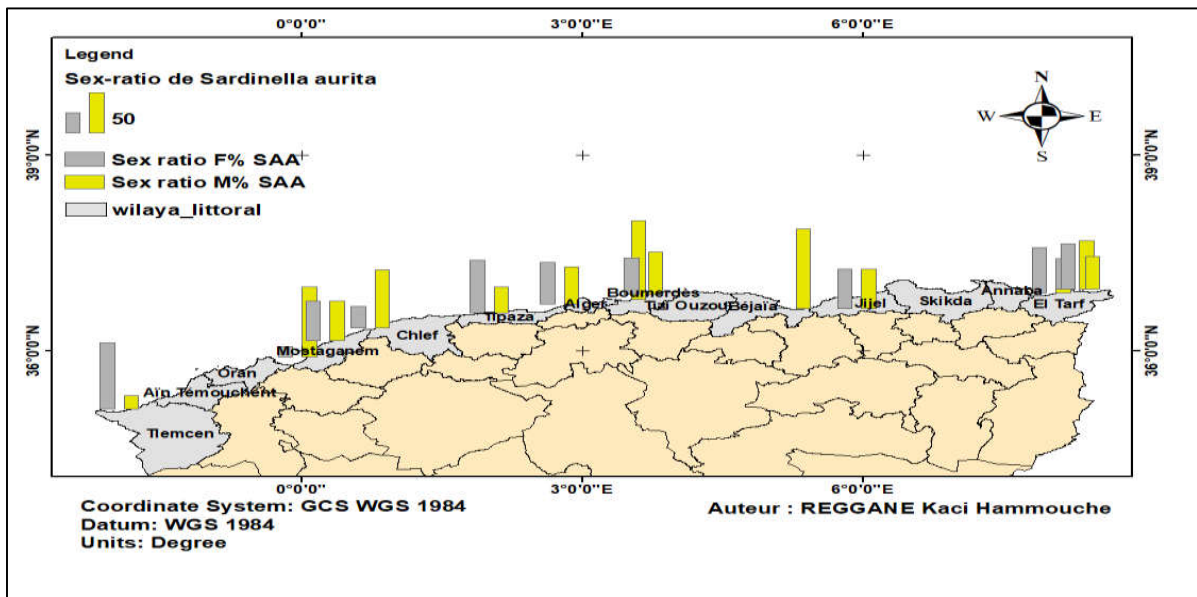


Figure III-39 : Distribution géographique du sex-ratio (%) de *Sardinella aurita* sur le littoral algérien.

☞ Taux de maturité

S. pilchardus : En examinant la cartographie sur la figure 40, on peut clairement observer la dominance des individus immatures le long du littoral, notamment dans la wilaya de Béjaia qui présente un taux élevé avec 84 individus (5,7 % de la capture total dans le trait de pêche 13), cela peut être expliqué par les caractéristiques saisonnières des paramètres environnementaux et leur impact sur les stades de maturité en l'occurrence, la température, la

salinité et la chlorophylle-a, (voir le résultat de l'ACP). Mais d'après l'analyse statistique effectuée, le stade de maturité de la sardine est influencé beaucoup plus par la chlorophylle-a, puisque ce dernier dépend du premier maillant de la chaîne trophique et comme dans le trait de pêche T5 (Mostaganem), les individus matures enregistrés sont 62 individus soit 41,3 %, avec une concentration de chlorophylle-a de 0,287 mg/l, cependant, dans le T13 (Béjaia) on a 84 individus immatures soit 5,7 % des individus capturés dans un site dont sa concentration en chlorophylle-a est de 0,243 mg/l.

Le pourcentage de femelles matures de *S. pilchardus* est aussi influencé par les deux autres paramètres hydrologiques, la température et la salinité. En examinant la figure 42, on remarque que le pourcentage de femelles matures le plus élevé est noté dans la wilaya de Mostaganem avec 41,3 % qui correspond à une température du milieu de 15,002 °C. En outre, dans la wilaya de Tipaza le taux de maturité le plus faible 12% synchronise avec une température du milieu relativement élevée de 15,2 °C. D'après l'ACP la corrélation entre la variation du pourcentage de femelles matures de *S. pilchardus* avec la température et avec la salinité est négative et faible, ce qui signifie qu'à chaque fois la température est élevée, les femelles matures diminuent. Même constat est observé pour la salinité.

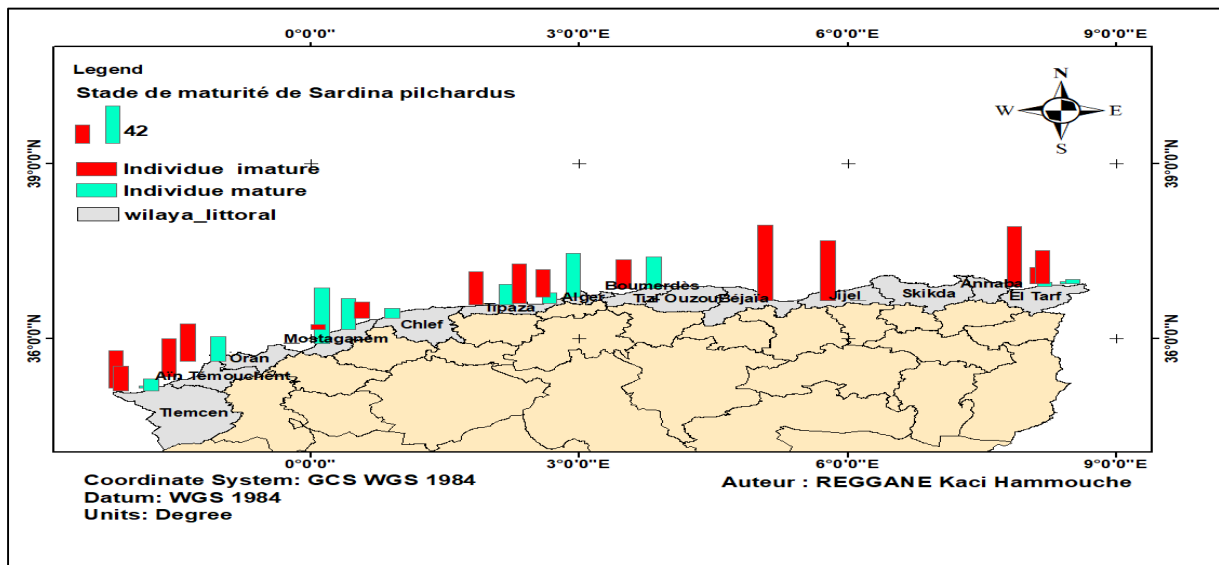


Figure III-40 : Distribution géographique du taux de maturité des individus de *S. pilchardus* sur le littoral algérien.

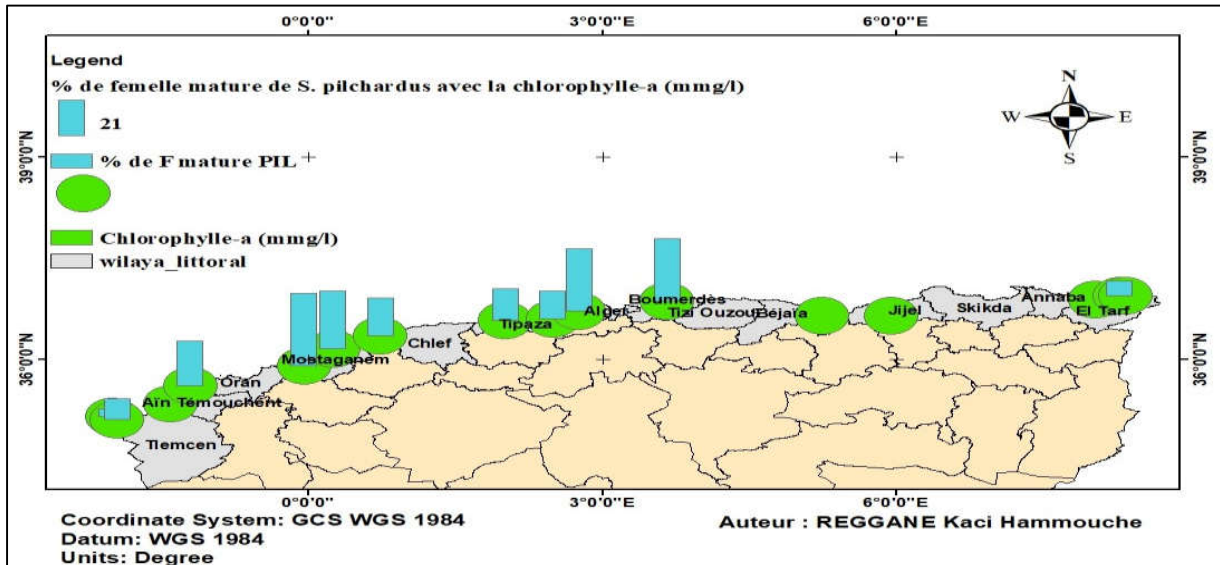


Figure III-41 : Distribution géographique du taux de maturité des individus de *S. pilchardus* en relation avec la chlorophylle-a sur le littoral algérien.

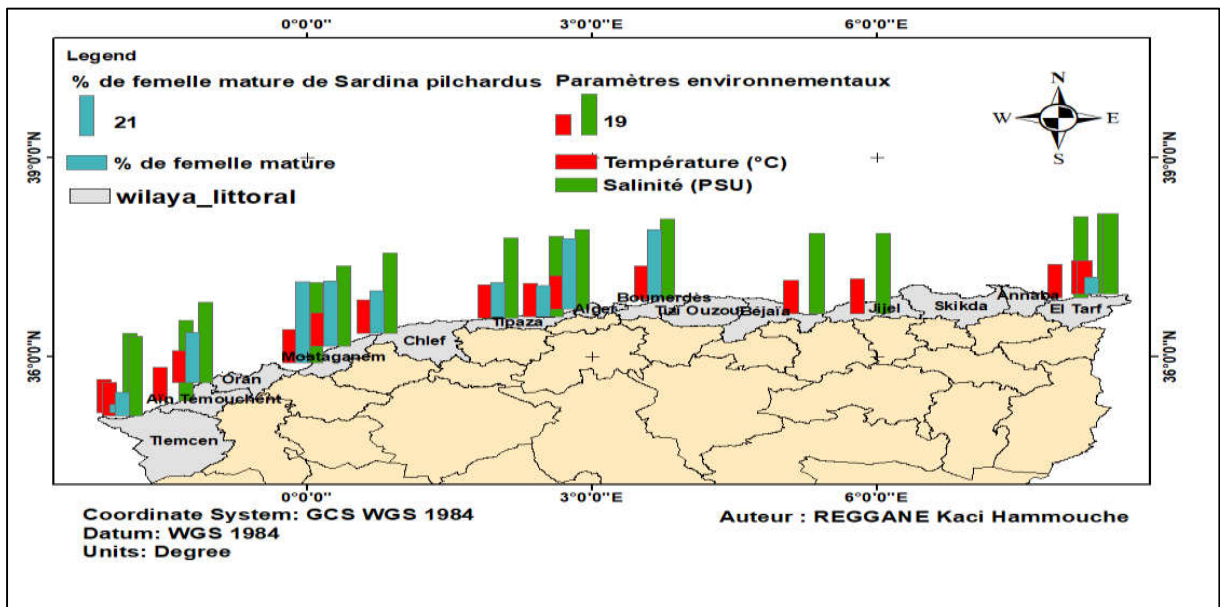


Figure III-42 : Distribution géographique du taux de maturité des individus de *S. pilchardus* en relation avec la température et la salinité sur le littoral algérien.

S. aurita : D'après la figure 43, les individus immatures de l'allache sont presque à 100 % de dominance le long du littoral, notamment au niveau de la wilaya d'Alger contrairement à la willaya de Tlemcen (0,41 %).

Cette distribution géographique du taux de maturité des individus de *S. aurita* est influencée par la chlorophylle-a. Ainsi, les femelles d'allache matures préfèrent les masses d'eaux qui présentent des concentrations en chlorophylle-a entre « 0,25 à 0,31 mmg/l ». La willaya de

Tipaza marque un pourcentage important des femelles matures de 40,47 % avec une concentration de chlorophylle-a de 0,305 mmg/l (Figure 44).

L'examen de la figure 45 confirme que les proportions de femelles matures de l'allache sont aussi influencées par la température et la salinité. Nous remarquons que le pourcentage de femelles matures allache, le plus élevé de la wilaya de Tipaza (40,47 %) correspond à une température du milieu de 15,516 °C et le taux de maturité le plus faible enregistré dans la wilaya de Mostaganem (12 %) correspond à 15,199 °C.

D'après l'ACP, les corrélations entre la variation du pourcentage de femelles matures de *S. aurita* avec la température et avec la salinité sont, comme la sardine, négative et faible, néanmoins, le facteur salinité marque plus d'influence que la température (voir la partie ACP).

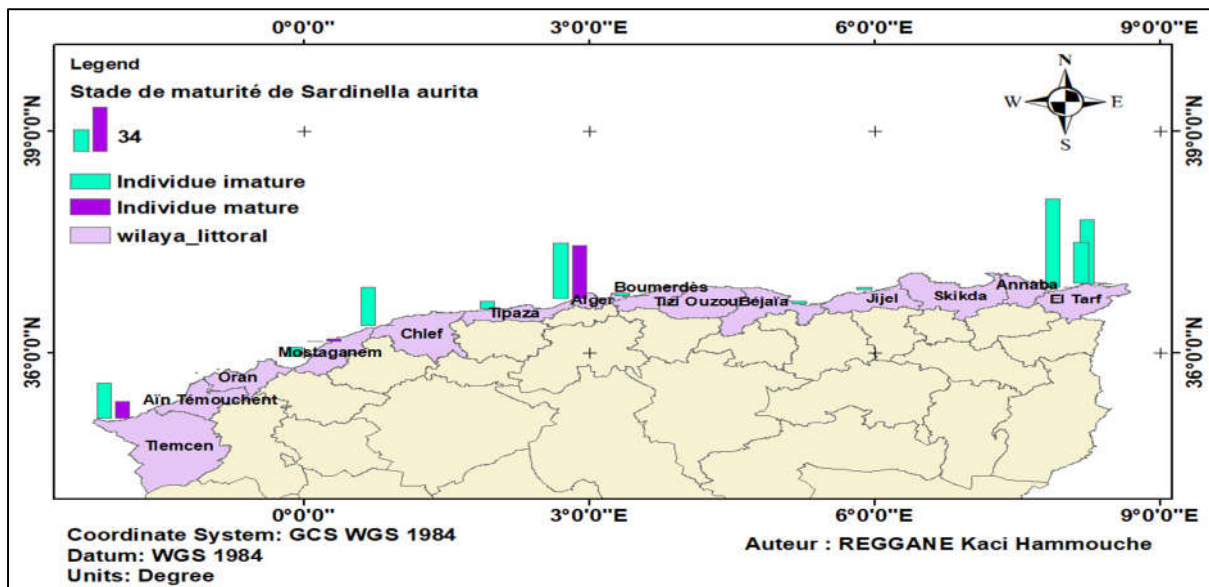


Figure III-43 : Distribution géographique des individus matures est immatures de *S. aurita* sur le littoral algérien.

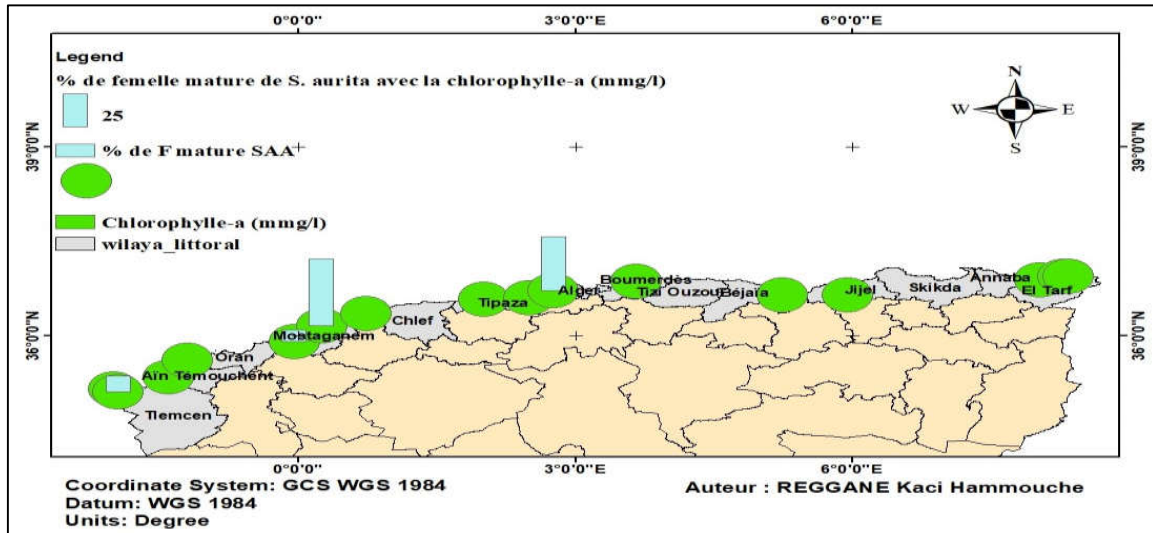


Figure III-44 : Distribution géographique du taux de maturité des individus de *S. aurita* en relation avec la chlorophylle-a sur le littoral algérien.

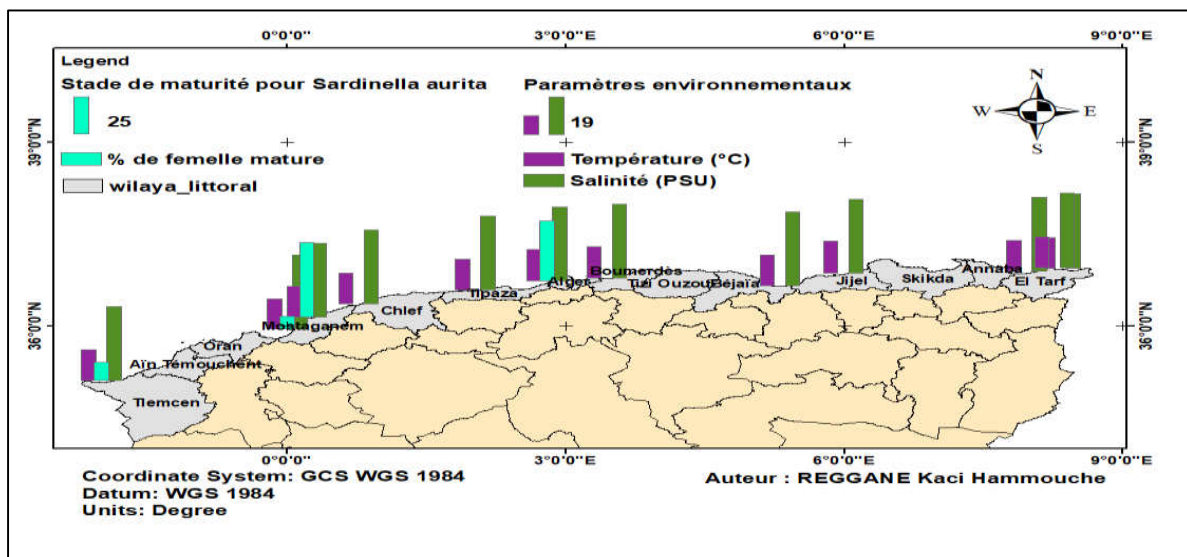


Figure III-45 : Distribution géographique du taux de maturité des individus de *S. aurita* en relation avec la température et la salinité sur le littoral algérien.

☞ **La structure de taille (distribution Fréquences-tailles)**

S. pilchardus : La population de la sardine capturée lors de la campagne ALPEL 2014 est caractérisée par une structure de taille beaucoup plus influencée par la température et la chlorophylle-a. On peut donner exemple du trait de pêche T4 (Bouzedjar), caractérisé par une structure de taille compris entre «14,5 et 20 cm » et un mode de « 16 cm », cette population est capturée dans un site dont la concentration de la chlorophylle-a est de « 0,321 mmg/l » et une température de 14,763 °C.

Quant à la structure de taille de la *S. aurita*, elle est beaucoup plus influencée négativement par la température et positivement par la chlorophylle-a. Comme exemple le trait de pêche T2 (Ghazaouet) caractérisé par une structure de taille compris entre « 19 et 21,5 cm » et un mode de « 19,5 cm », cette population est capturée dans un site dont la concentration de la chlorophylle-a est de « 0,302 mmg/l » et une température de 15,199 °C.

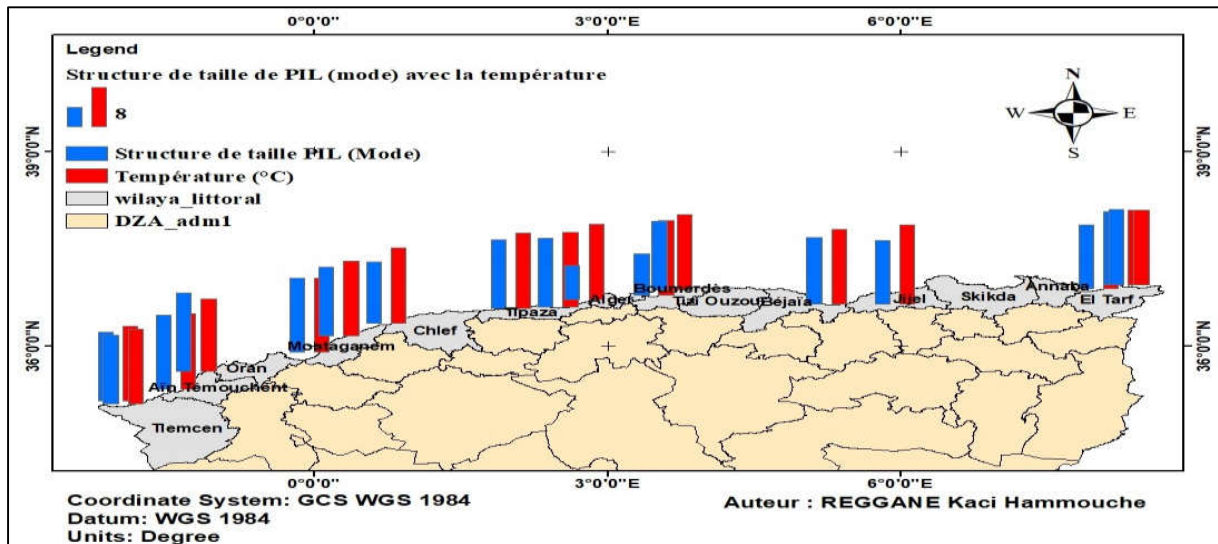


Figure III-46 : Distribution de la structure de taille (mode) de *S. pilchardus* avec la température sur le littoral algérien.

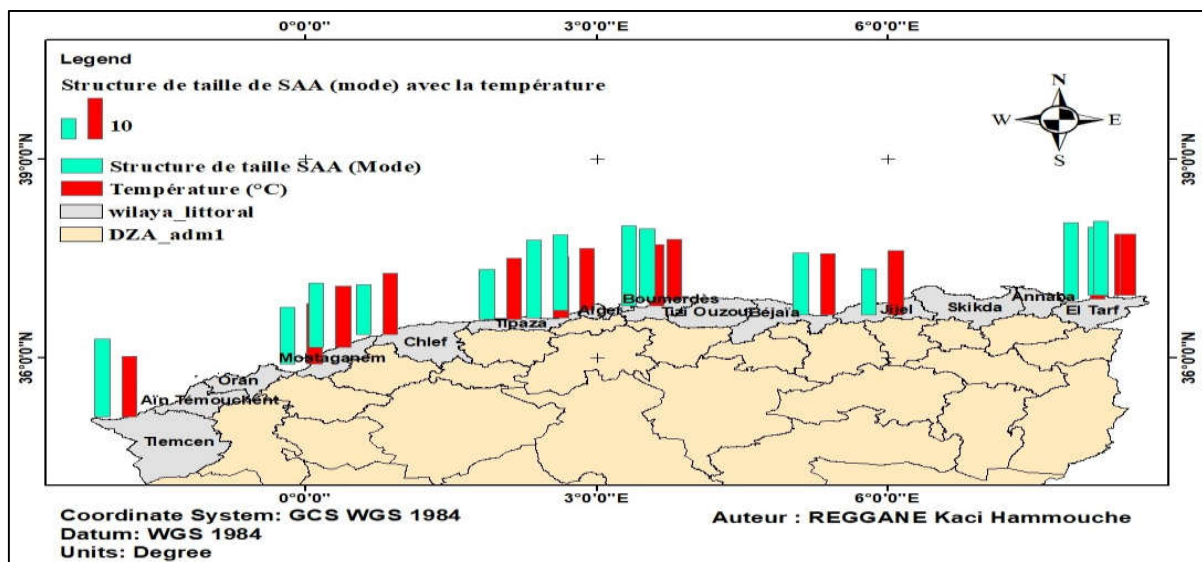


Figure III-47 : Distribution de la structure de taille de *S. aurita* en relation avec la température sur le littoral algérien.

Remarque :

D'après l'analyse statistique qui a été faite, on a remarqué que le taux de concentration de la chlorophylle-a est plus élevée à l'ouest avec 0,285 mmg/l. Pour la température, elle est faible à l'ouest par rapport au centre et à l'est du pays avec 15,11°C et même pour la salinité, elle est plus faible à l'ouest avec 36,8 PSU et cela peut avoir une relation avec l'ouverture du détroit de Gibraltar qui relié la méditerranée avec l'océan Atlantique.

V.3. Analyse de composante principale (ACP)

a. ACP de *S. pilchardus* :

La figure 48 représente des données de *S. pilchardus* sur un plan F1 ; F2 avec un pourcentage d'inertie, variabilité (% d'information) avec F1 = 27,26 % et F2= 24,50 %.

L'analyse ACP est effectuée sur les corrélations probables entre l'abondance de la sardine et centaine paramètres biologiques et environnementaux (abondance, mode, sex ratio femelle, % de femelle mature, température (°c), salinité (PSU), chlorophylle-a (mmg/l) (tableau 2).

Les deux premiers axes expliquent plus de 51 % de l'information (figure 48). Le facteur I est relatif principalement à l'abondance, structure de taille et sex-ratio. L'axe II est formé principalement par les variables « % F mature », suivi par les paramètres environnementaux (T (°C), S (PSU), Chl-a).

Sur la base de cette projection, nous remarquons qu'il y'a une très bonne corrélation positive autour du premier axe (F1) entre l'abondance et les deux paramètres du milieu salinité et température. Sur cette même projection, les corrélations négatives les plus élevées de la matrice sont enregistrées entre la température et la chlorophylle-a ($R = -0,510$), en d'autres termes ; quand la température augmente la concentration de la chlorophylle-a diminue. Sur l'axe (F2) il y'a une corrélation remarquable entre le pourcentage de femelles matures et la chlorophylle-a dans le sens positive ($R = 0,535$).

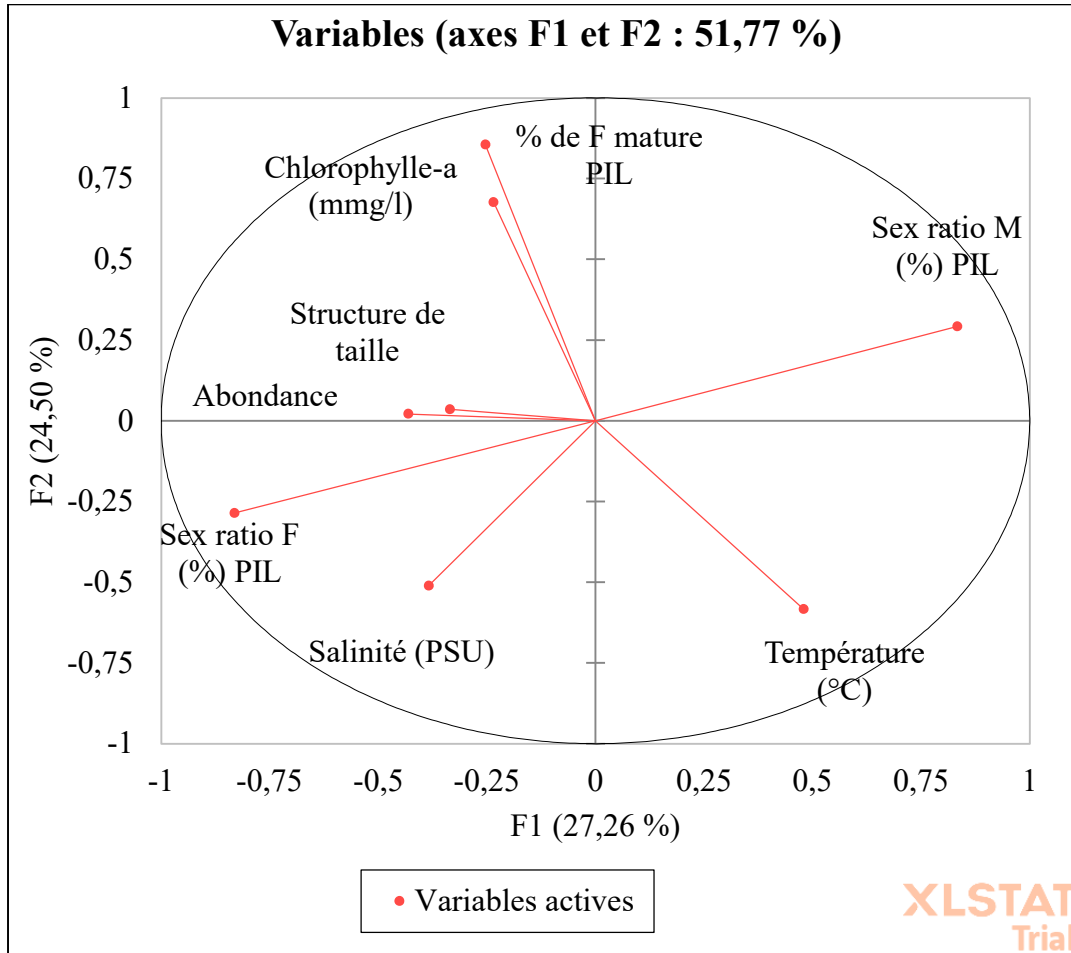


Figure 48 : Corrélation entre l'abondance, la structure de taille et les paramètres biologiques de *S. pilchardus* : avec les paramètres environnementaux.

b. ACP de *S. aurita* :

La figure 49 représente des données de *S. aurita* sur un plan F1 ; F2 avec un pourcentage d'inertie, variabilité (% d'information) avec F1 = 27,47 % et F2= 25,51 %.

L'ACP est effectuée sur les corrélations probables entre l'abondance de l'allache et certains paramètres biologiques et environnementaux (abondance, mode, sex-ratio femelle, % de femelle mature, température (°c), salinité (PSU), chlorophylle-a (mmg/l) (tableau 3).

Les deux premiers axes expliquent plus de 52 % de l'information (figure 49). Le facteur I est relatif principalement aux concentrations de la chlorophylle et de la salinité. L'axe II est formé principalement par les variables biologiques structure de taille et Sex-ratio.

Autour de l'axe (F1), on remarque une bonne corrélation d'une part entre l'abondance de l'allache et la salinité dans le sens positive ($R=0,519$), et d'autre part entre la sex-ratio mâle et femelle dans le sens négative ($R=-0,542$). Sur le même axe, on remarque une bonne corrélation entre chlorophylles et la salinité dans le sens négative ($R= - 0,604$), ce qui signifie

qu'à chaque fois la salinité augmente la concentration de la chl-a diminue. Les concentrations de Chl-a semblent aussi être corrélées avec la température mais avec un faible effet.

Nous constatons également des corrélations non négligeables entre les paramètres biologique et environnementaux suivant : Structure de taille et T (°C) ; % de femelles matures et la Salinité (PSU)).

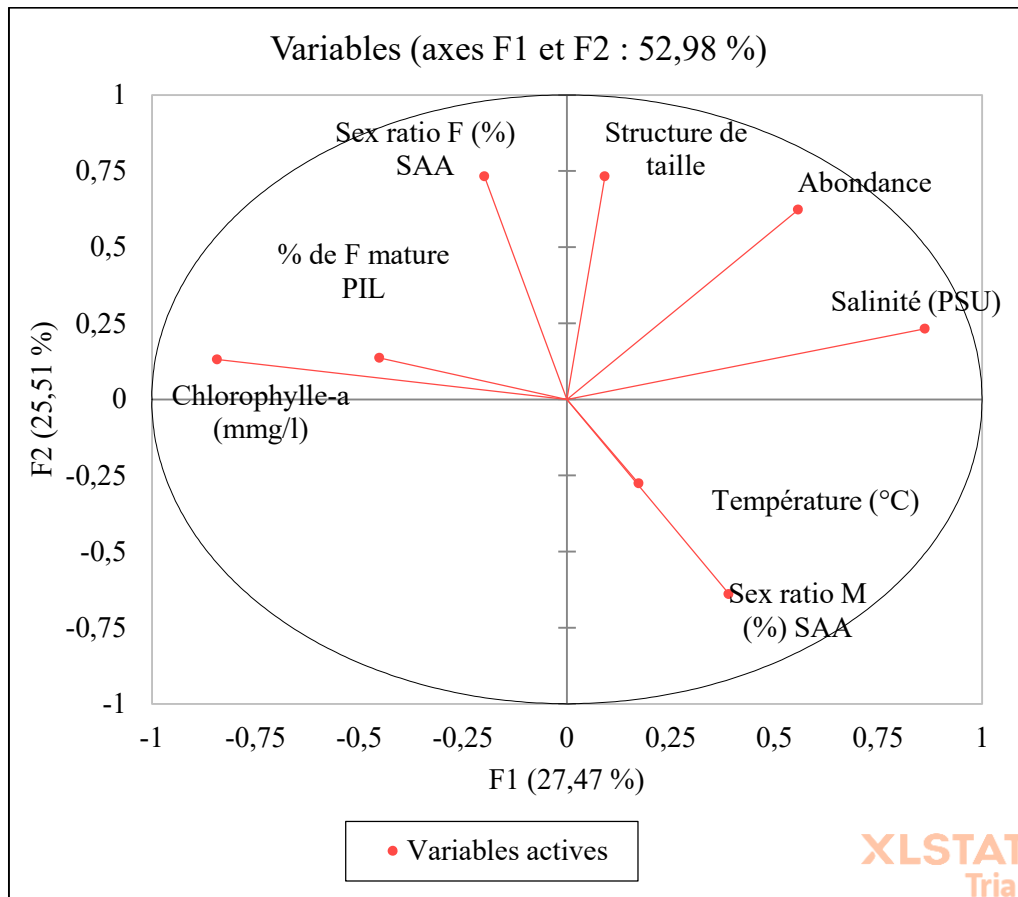


Figure 49 : Corrélation entre l'abondance, la structure de taille et les paramètres biologiques de *S. aurita* avec les paramètres environnementaux.

Ce tableau nous permet de voir les variables ainsi certains nombres qui nous résume les données statistiques que nous avons utilisé durant notre étude.

Tableau 3 : Statistiques descriptives de *S. pilchardus*.

Variabes	Observations	Obs. avec données manquantes	Obs. sans données manquantes	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Abondance	17	0	17	363,000	10444,00	3809,882	3461,051
Structure de taille	17	0	17	7,000	18,000	13,676	2,675
Sex ratio femelle (%) PIL	17	0	17	23,077	74,627	51,883	12,894
% De femelle mature PIL	17	0	17	0,000	41,300	15,434	14,574
Température (°C)	17	0	17	14,763	16,064	15,300	0,262
Salinité (PSU)	17	0	17	36,669	37,012	36,836	0,103
Chlorophylle-a (mmg/l)	17	0	17	0,215	0,321	0,267	0,032
Sex ratio mâle (%) PIL	17	0	17	25,373	76,923	48,045	12,819

Tableau 4 : Matrice de corrélation (Pearson (n)) de *S. pilchardus* entre les différents paramètres.

Variables	Abondance	Structure de taille (Mode)	Sex ratio femelle (%) PIL	% De femelle mature PIL	Température (°C)	Salinité (PSU)	Chlorophylle-a (mmg/l)	Sex ratio mâle (%) PIL
Abondance	1							
Structure de taille	0,172	1						
Sex ratio femelle (%) PIL	0,048	0,050	1					
% De femelle mature PIL	-0,003	-0,010	0,065	1				
Température (°C)	-0,396	-0,378	-0,035	-0,232	1			
Salinité (PSU)	0,443	0,192	0,176	-0,185	-0,068	1		
Chlorophylle-a (mmg/l)	0,046	-0,065	0,047	0,535	-0,510	-0,370	1	
Sex ratio mâle (%) PIL	-0,049	-0,053	-1,000	-0,063	0,035	-0,187	-0,041	1

Ce tableau nous permet de voir les variables ainsi certains nombres qui nous résume les données statistiques que nous avons utilisé durant notre étude.

Tableau 5 : Statistiques descriptives de *S. aurita*.

Variabes	Observations	Obs. avec données manquantes	Obs. sans données manquantes	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Abondance	14	0	14	2,000	1187,000	163,357	311,013
Structure de taille	14	0	14	11,500	19,500	16,071	2,645
Sex ratio femelle (%) SAA	14	0	14	0,000	83,333	38,788	26,811
% De femelle mature SAA	14	0	14	0,000	50,000	7,057	16,432
Température (°C)	14	0	14	15,002	16,064	15,345	0,245
Salinité (PSU)	14	0	14	36,669	37,012	36,863	0,106
Chlorophylle-a (mmg/l)	14	0	14	0,215	0,306	0,264	0,032
Sex ratio mâle (%) SAA	14	0	14	0,000	100,000	54,069	28,920

Tableau 6 : Matrice de corrélation (Pearson (n)) de *S. aurita* entre les différents paramètres.

Variabes	Abondance	Structure de taille	Sex ratio femelle (%) SAA	% De femelle mature SAA	Température (°C)	Salinité (PSU)	Chlorophylle-a (mmg/l)	Sex ratio mâle (%) SAA
Abondance	1							
Structure de taille	0,335	1						
Sex ratio femelle (%) SAA	0,311	0,309	1					
% De femelle mature SAA	-0,142	0,173	0,160	1				
Température (°C)	-0,067	-0,361	0,094	-0,056	1			
Salinité (PSU)	0,519	0,251	-0,071	-0,317	-0,054	1		
Chlorophylle-a (mmg/l)	-0,305	0,003	0,131	0,178	-0,394	-0,604	1	
Sex ratio mâle (%) SAA	-0,150	-0,229	-0,542	-0,034	-0,037	0,165	-0,371	1

VI. Discussion

Ce présent mémoire a été conçu pour identifier l'influence des facteurs environnementaux sur la pêcherie pélagique côtière, dont on a ciblé la sardine *S. pilchardus* et l'allache *S. aurita* pour apporter quelque élément de réponses sur cette interaction milieu-ressources.

Selon les résultats précédents, l'abondance de la sardine *S. pilchardus* peut être impactée par deux facteurs hydrologiques importants, qui sont la salinité ($R=0,443$), ainsi que la température ($R=-0,396$). Pour la deuxième espèce *S. aurita*, son abondance est influencée par deux paramètres relativement majeurs, qui sont la salinité ($R=0,519$) suivie de la chlorophylle-a ($R=-0,305$).

Selon Elena et *al.*, 2021, la chlorophylle a été mise en évidence comme une variable influente après la température dans l'écosystème pélagique. C'est une mesure du stock permanent de phytoplancton dans les eaux de surface, de sorte que des concentrations plus élevées sont susceptibles d'être associées à des zones d'alimentation productives pour les poissons planctoniques tels que la sardine (Elena et *al.*, 2021). En fait, un taux de concentration plus élevé de Chl-a pourrait être un indicateur de conditions favorables à l'abondance des sardines, ce qui est confirmé par (Basilone et *al.*, 2006 et Gantias,2009).

La salinité, qui est la quatrième variable la plus étudiée pour la sardine, a été identifiée comme une condition pélagique importante pour la survie et la croissance des poissons aux premiers stades de leur vie (Lloret et *al.*, 2004 ; Sabatés et *al.*, 2007 in (Elena et *al.*, 2021)). Zarrad et *al.*, (2008), ont trouvé une corrélation spatiale positive faible mais significative entre l'abondance des œufs de sardine et la température en hiver dans le Golfe de Tunis ($R= 0,39$). Cela, pourrait s'expliquer par le fait que les adultes choisissent un habitat de frai approprié plus chaud, ce qui améliore la survie des larves. De plus, l'effet de la température sur la présence et l'abondance des sardines adultes, donc sur les captures, s'est avéré négatif dans tout le bassin méditerranéen (Bellido et *al.*, 2008 ; Martín et *al.*, 2012 ; Giannoulaki et *al.*, 2013 ; Tzanatos et *al.*, 2014 ; Carpi et *al.*, 2015 ; Bonanno et *al.*, 2016 ; Quattrocchi et *al.*, 2016 ; Patti et *al.*, 2020).

Selon De Felice et *al.*, (2021), l'allache *S. aurita*, préfère les eaux plus chaudes et sa distribution dépend directement de l'augmentations/réductions de l'abondance du plancton, et ce, en termes d'interactions prédateur-proie. Dans cette même étude, des corrélations significatives ont également été observées avec la salinité de surface et la salinité à 100 m de

profondeur, qui pourrait affecter la flottabilité des œufs et des larves de *S. aurita*, avec des effets différents sur les couches de surface (relation positive) et les couches plus profondes (relation négative).

Sur le plan biologique, nos résultats enregistrent un taux de féminité de *S. pilchardus* plus élevé par rapport au taux de masculinité avec 51,1. Cette légère dominance des femelles peut être expliquée par leur poids et leurs comportements, ainsi, se prennent en grand nombre dans les engins de pêche, (Ezz Al-Naser, 2023).

Quant à la distribution spatiale des deux sexes de la sardine, elle semble être influencée par la température. Selon Saoudi et *al.*, 2016, la température optimale pour la reproduction de la sardine algérienne se situe entre 16 à 17°C en hiver et 18 à 19,5°C en été. En effet, la maturité des sardines serait en grande partie dépendante de l'augmentation de la température et de la disponibilité de la nourriture. L'impact de la température est également constaté chez l'allache *S. aurita*, dont la période de frai est plus longue dans les mers aux températures plus élevées que dans les mers plus froides comme la mer Adriatique et la mer Ionienne (Bosiljka et Sinovčić, 2021).

Cependant, le pourcentage de femelles matures de la sardine, présente une bonne corrélation avec la chlorophylle-a ($R=0,535$), contrairement au le pourcentage de femelles matures de l'allache qui présente une faible corrélation avec la chl-a ($R=0,178$).

D'après les projections de l'ACP, les corrélations de la structure de taille (mode) de *S. pilchardus* et de *S. aurita* avec la température, sont négatives et faibles. Schismenou et *al.*, 2016, ont constaté que les jeunes sardines augmentant leur taux de croissance lorsque les températures augmentent jusqu'à une température optimale au-delà de laquelle la croissance est limitée. Ceci, est également soutenu par Giannoulaki et *al.*, (2011) qui ont trouvé une relation similaire en étudiant la température et la présence des juvéniles de sardines.

Selon le GOLT (Gill-Oxygen Limitation Theory) le réchauffement de la mer résultant du changement climatique et la limitation de l'oxygène qui y est associée, se traduiront par des poissons de plus petite taille, ce qui devrait réduire de nombreuses caractéristiques biologiques liées à la croissance, telles que la taille à la maturité sexuelle et la fécondité (Pauly, 2021), tandis que la mortalité naturelle devrait augmenter (Dimarchopoulou et Tsikliras., 2022) in Levangie et *al.*, 2021).

Conclusion générale

Les petits pélagiques constituent une grande proportion des pêcheries et occupent une place prépondérante dans la pêche algérienne, contribuant non seulement à l'approvisionnement en protéines mais aussi à l'activité économique des communautés côtières. La durabilité de ces ressources marines et leur gestion efficace sont étroitement liées à une compréhension approfondie des facteurs environnementaux, qui influencent leur abondance, leur distribution et leurs paramètres biologiques.

Notre étude portant comme objectif, l'analyse cartographique de l'influence des facteurs environnementaux sur la pêche algérienne de petits pélagiques côtiers et l'influence des facteurs environnementaux sur eux. Pour mieux comprendre cet impact, une analyse statistique et une analyse en composante principale ACP ont été effectuées, complétée par une analyse cartographique sur les deux espèces cibles : *Sardina pilchardus* et *Sardinella aurita*.

Au terme de notre étude concernant l'évaluation d'impact des facteurs environnementaux sur la pêche algérienne de petits pélagiques, nous sommes arrivés aux conclusions suivantes :

- Une forte abondance de la sardine est enregistrée dans les trois secteurs, et elle est plus abondante dans le secteur « est ».
- L'abondance de la sardine *S. pilchardus* est impactée par deux facteurs hydrologiques importants, qui sont la salinité ainsi que la température.
- La structure de taille de *S. pilchardus* est influencée par la température et par la chlorophylle-a.
- La distribution spatiale des deux sexes de la sardine et leurs reproductions sont influencées par la température.
- La maturité des sardines serait en grande partie dépendante de l'augmentation de la température et de la disponibilité de la nourriture.
- L'abondance de *S. aurita* est faible dans les trois secteurs, elle est plus abondante au niveau du secteur « Est ».
- Pour la deuxième espèce *S. aurita*, son abondance est influencée par deux paramètres relativement majeurs, qui sont la salinité suivie de la chlorophylle-a.
- Le stade de maturité des femelles de *S. aurita* est influencé par la chlorophylle-a.
- La température et la salinité à une influence sur la structure de taille de *S. aurita* et sur sa maturité sexuelle des femelles.

☞ Perspectives et recommandations

Cette analyse nous a permis de contribuer à déterminer l'influence des facteurs environnementaux sur les petits pélagiques, c'est une méthode d'analyse qui pourrait apporter un plus à la surveillance des espèces aquatiques notamment la *S. pilchardus* et *S. aurita*.

En perspective de cette étude nous proposons des actions préventives, à savoir :

- Intégrer cette méthode d'analyses plus complexes au projet de surveillance des espèces aquatiques.
- Utiliser des techniques d'analyses spatiales pour étudier comment les facteurs environnementaux (température de l'eau, salinité, courants marins, etc.) sont distribués spatialement et comment cela influe sur la distribution des poissons pélagiques.
- Développer des modèles prédictifs pour estimer la présence et l'abondance des petits pélagiques en fonction des variables environnementales. Ces modèles peuvent être utilisés pour anticiper sur les changements globaux.
- Analyser les données sur une période étendue pour détecter les tendances temporelles dans la distribution des petits pélagiques et les corrélations avec les facteurs environnementaux.
- Proposer des scénarios qui explorent comment la pêche pourrait s'adapter aux changements environnementaux, et quelles mesures d'atténuation pourraient être mises en place.
- Étudier comment les tendances du changement climatique actuel et futur peuvent affecter l'écosystème marin et la pêche de petits pélagiques.

Références Bibliographiques

Adrien de Pierrepont, Estelle Teyssier, Antoine Brin. (2018).
<https://dicoagroecologie.fr/dictionnaire/reseaux-trophiques>

Benamirouche. A and Benmokrane.S, 2020. Etude comparative d'Age et de croissance de l'espèce *Pagellus acarne* (Risso, 1827) dans les trois secteurs géographiques du littoral Algérien. Mémoire d'Ingénieur et Master spécialité Sciences de la mer à Dely Ibrahim : ENSSMAL.

Bianchi, G., D. Boyer, (1999). FAO species identification guide for fishery purposes. Field guide to the living marine resources of Namibia. FAO, Rome. P. 265.

Bosiljka et Sinovčić., (2021). Oogenesis and spermatogenesis in round sardinella (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) from the eastern part of the Adriatic Sea.

Boudjenah, M. (2012). Etude de la structure et de la dynamique des populations phytoplanctoniques des eaux marines côtières de la région de Mostaganem et d'Alger. Mémoire de magister. Université Abdelhamid ibn badis de Mostaganem.

Boudjenah, M. (2012). Etude de la structure et de la dynamique des populations phytoplanctoniques des eaux marines côtières de la région de Mostaganem et d'Alger. Pour obtenir le diplôme de magister à Mostaganem : Université Abdelhamid ibn badis.

Brito, A., (1991). Catalogo de los pescos de las Islas Canarias. Francisco Lemus, la Laguna. P. 230.

Cury, P. and A. Fontana, (1988). Compétition et stratégies démographiques comparées de deux espèces de sardinelles (*Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*) des côtes ouest-africaines. Aquat. Living. Resour. P. P.165-180.

De Felice et al., (2021). Environmental drivers influencing the abundance of round sardinella (*Sardinella aurita*) and European sprat (*Sprattus sprattus*) in different areas of the Mediterranean Sea.

Dimarchopoulou et Tsikliras., (2022). Linking growth patterns to sea temperature and oxygen levels across European sardine (*Sardina pilchardus*) populations.

Elena et al., (2021). Influence of environmental factors on different life stages of European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and European sardine (*Sardina pilchardus*) from the Mediterranean Sea: A literature review.

Ezz Al-Naser. (2023). Some Aspects of Reproductive Biology of European Pilchard, *Sardina Pilchardus* in Derna Coast, Eastern Libya.

Froese, R. and D. Pauly. Editors. (2023). FishBase. *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792). Accessed through: World Register of Marine Species at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=126421> on 2023-02-10

Fromentin, JM. et al (2005). Environmental and spatial influence on the taxonomic and numerical structure of crustacean zooplankton in the Western Mediterranean Sea. *Journal of Plankton Research* 27.8 (2005): P.P. 745-758.

Gasmi, L et Hamache, O. (2022). Etude de l'impact du réchauffement des Eaux Algériennes sur l'élévation du niveau de la mer par les données altimétriques. Mémoire d'Ingénieur d'état spécialité sciences de la mer et de l'aménagement du littoral à Dely Ibrahim : ENSSMAL.

Grémillet, D., et al (2012). Little auks buffer the impact of current Arctic climate change. *Marine Ecology Progress Series* 454 (2012) : P.P. 197-206.

Grimes, S. (2004). Biodiversité marine et littorale algérienne. Alger.

Harid, R. (2022). Étude par télédétection et mesures in situ des efflorescences algales et de la matière en suspension dans le Bassin Algérien. Thèse de Doctorat en Environnement Marin et Littoral à Dely Ibrahim : ENSSMAL, P. 37.

Harid, R. (2022). Étude par télédétection et mesures in situ des efflorescences algales et de la matière en suspension dans le Bassin Algérien. Thèse de doctorat spécialité environnement marin et littoral à Dely Ibrahim : ENSSMAL.

Hemida, F. (2005). Les Sélaciens de la côte algérienne : Biosystématique des Requins et des Raies ; Ecologie, Reproduction et Exploitation de quelques populations capturées. Obtention du diplôme de doctorat d'état spécialité sciences de la nature à alger : Université des sciences et de la technologie houari Boumediene.

INRH, 2020. (<https://observatoire-halieuitique.ma/>).

Itchir, R et Merine, H. (2018). Contribution à l'étude de la biologie et à l'estimation des paramètres bioénergétiques des petits pélagiques du bassin Algérien : *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792), *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847), *Boops boops* (Linne, 1758) et *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758). Mémoire de Master spécialité Sciences de la Nature et de la Vie à Khemis Meliana : Université Djilali Bounaama De Khemis Meliana Faculté des sciences de la nature et de la vie des sciences de la terre Département de Biologie.

Macer, C.T., (1974). Some observations on the fecundity of the pilchard (*Sardina pilchardus* Walbaum) off the south-west coast of England. ICES : C.M. J (9) :P. 11.

MALLIL, k. (2015). Hydrologie et circulation océanique dans le bassin Algérien. Mémoire d'ingénieur d'état spécialité sciences de mer à Paris : Ecole polytechnique université paris-saclay et école nationale supérieure des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral.

Mallil, k. (2015). Hydrologie et circulation océanique dans le bassin Algérien. Mémoire d'ingénieur d'état spécialité sciences de mer à alger : Ecole polytechnique université paris-saclay et école nationale supérieure des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral.

Mallil, k. (2015). Hydrologie et circulation océanique dans le bassin Algérien. Mémoire d'ingénieur d'état spécialité sciences de mer à Alger. Ecole polytechnique université paris-saclay et école nationale supérieure des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral.

Mokrane, Z. (2009). Biologie et écologie de la rascasse brune, *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758) de la côte algéroise. Mémoire de Magister spécialité Ecologie et environnement marin à Babe Zouar : Université des sciences et technologies houari boumedienne. Faculté des Sciences Biologiques.

Mokrane, Z. (2016). Systématique, écologie, biologie et dynamique des populations des rascasses du genre *Scorpaena* (Téléostéens, Scorpaenidae) de la cote algéroise. Pour l'obtention de grade de docteur spécialité sciences biologique à Babe Zouar : Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene.

Mokrane, Z. (2016). Systématique, écologie, biologie et dynamique des populations des rascasses du genre *Scorpaena* (Téléostéens, Scorpaenidae) de la cote algéroise. Pour l'obtention de grade de docteur spécialité sciences biologique à babe Zouar : Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene.

Moullec, F. (2019). Impacts du changement global sur la biodiversité en mer Méditerranée Une approche par modélisation End-to-End, spécialité science de vivant. Thèse de doctorat. France : Université de Montpellier unité de recherche marbec (marine biodiversity, exploitation and conservation).

Murua, H. and F. Saborido-Rey, (2003). Female reproductive strategies of marine fish species of the North Atlantic. J. Northwest Atl. Fish. Sci. 33: P.P. 23-31.

Muus, B.J. and J.G. Nielsen, (1999). Sea fish. Scandinavian Fishing Year Book, Hedehusene, Denmark. P. 340.

Nouali et Zaoui, (2020). Approche sur l'impact de la température de surface sur l'efficacité de la flottille sardinière de Zemmouri (Willaya de Boumerdes). Mémoire d'ingénieur spécialité sciences de la Mer Option : Halieutique. ENSSMAL.

Raúl et Martínez-Rincón, (2018). Contribution of ocean variability to climate-catch models of Pacific sardine

Saoudi et al., (2016). Histological Followed the Sexual Cycle of the Mediterranean Sardine *Sardina Pilchardus* (Walbaum 1792) fished in Gulf Annaba North east of Algeria.

Schismenou et Somarakis (2016). Seasonal changes in otolith increment width trajectories and the effect of temperature on the daily growth rate of young sardines.

Teugels, G.G., (2007). Clupeidae. P.P. 186-204. In M.L.J. Stiassny, G.G. Teugels and C.D. Hopkins (eds.) The fresh and brackish water fishes of Lower Guinea, West-Central Africa. Volume I. Collection Faune et Flore tropicales 42. Institut de Recherche pour le Développement, Paris, France, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France, and Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren, Belgium. P. 800.

Tuel, A., & Eltahir, E. A. B. (2020). Why Is the Mediterranean a Climate Change Hot Spot? Journal of Climate.

Walbaum, J. J. 1792. Petri Artedi Sueci Genera piscium : in quibus systema totum ichthyologiae proponitur cum classibus, ordinibus, generum characteribus, specierum differentiis, observationibus plurimis : redactis speciebus 242 ad genera 52 : Ichthyologiae. , *available online*
at <https://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/61537#/summary>.

Whitehead, P.J.P. and T. Wongratana, (1986). Clupeidae. P.P. 199-204. In M.M. Smith and P.C. Heemstra (eds.) Smiths' sea fishes. Springer-Verlag, Berlin.

Whitehead, P.J.P., (1985). FAO Species Catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world (suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. FAO Fish. Synop. 125(7/1): P.P. 1-303. Rome: FAO.

Whitehead, P.J.P., (1990). Clupeidae. P.P. 208-227. In J.C. Quero, J.C. Hureau, C. Karrer, A. Post and L. Saldanha (eds.) Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA). JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris. Vol. 1.

Zarrad, Hechmi, (2008). Distribution and abundance of early life stages of *Sardina pilchardus* in the Gulf of Tunis (Central Mediterranean Sea) in relation to environmental and biological factor.

Alger, Office National des Statistiques – Janvier 2022. (O.N.S, 2022).

[En ligne]. [Consulter le 5/05/2023] : <https://www.originlab.com/index.aspx?go=Company/AboutUs>.

Froese et Pauly, (2023). [En ligne] [consulter le 12/06/2023]. Disponible sur le web : <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=126421>.

[En ligne]. [Consulter le 23/06/2023] : <https://www.fao.org/news/story/fr/item/1174309/icode/>

FAO, (2018). [En ligne] [consulter le 26/06/2023]. Disponible sur le web : <https://www.fao.org/news/story/fr/item/1174309/icode/>

Annexe A



Le navire de recherche de la campagne pélagique BELKACEM GRINE (<https://www.cnrdfa.dz>)

Résumé :

Ce travail vise à comprendre et à visualiser l'influence des paramètres environnementaux (la température, la salinité et la chlorophylle-a) sur les pêcheries algériennes côtières des petits pélagiques. En effet, l'objectif de cette étude est d'explorer ces interactions en utilisant des méthodes de cartographie spatiale (SIG) et d'analyse statistique des données environnementales et de pêche. Cette étude est basée sur les données de la campagne ALPEL 2014 effectuée par le secteur de la pêche algérienne (MPPH-CNRDPA, 2014). Un examen des captures de petits pélagiques exprimé par les abondances de *Sardinella aurita* et *Sardina pilchardus* a été réalisé ; et ce, en relation avec les facteurs environnementaux relevés lors de cette campagne dans les zones de pêche.

Il ressort de nos résultats que certains paramètres environnementaux ont un impact significatif sur la distribution, la biologie et l'abondance de ces petits pélagiques dans les zones côtières. Il est révélé qu'il y a une corrélation positive entre l'évolution de l'abondance de *Sardina pilchardus* avec la salinité et la température, et une corrélation positive entre l'évolution de l'abondance de *Sardinella aurita* la salinité suivie de la chlorophylle-a.

Les paramètres biologiques comme le sex-ratio, la structure de taille et taux de maturité des deux espèces *S. pilchardus* et *S. aurita* semblent être influencées directement par les paramètres du milieu notamment la salinité, la chlorophylle et la température.

Cette analyse cartographique constitue une démarche cruciale pour mieux comprendre les interactions complexes et les informations utiles dans le processus de gestion durable des ressources marines.

Mots clé : *S. pilchardus*, *S. aurita*, paramètres environnementaux, interaction, cartographie.

Abstract: This work aims to understand and visualize the influence of environmental parameters (temperature, salinity and chlorophyll-a) on algerian coastal small pelagic fisheries. Indeed, the objective of this study is to explore these interactions using spatial mapping (GIS) methods and statistical analysis of environmental and fishing data. This study is based on data from the ALPEL 2014 campaign carried out by the Algerian fishing sector (MPPH-CNRDPA, 2014). An examination of small pelagic catches expressed by the abundances of *Sardinella aurita* and *Sardina pilchardus* was carried out; and this, in relation to the environmental factors noted during this campaign in the fishing zones.

Our results show that certain environmental parameters have a significant impact on the distribution, biology and abundance of these small pelagics in coastal areas. It is revealed that there is a positive correlation between the evolution of *Sardina pilchardus* abundance with salinity and temperature, and a positive correlation between the evolution of *Sardinella aurita* abundance with salinity followed by chlorophyll-a.

Biological parameters such as sex ratio, size structure and maturity rate of both *S. pilchardus* and *S. aurita* appear to be directly influenced by environmental parameters, notably salinity, chlorophyll and temperature.

This cartographic analysis is a crucial step towards a better understanding of the complex interactions and useful information in the process of sustainable management of marine resources.

Keywords: *S. pilchardus*, *S. aurita*, environmental parameters, interaction, mapping.