

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
Université A. MIRA - Béjaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des sciences biologiques de l'environnement  
Spécialité Biologie animale



Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle  
En vue de l'obtention du diplôme

**MASTER**

*Thème*

**Etude de la biologie de la Sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) du golfe de Bejaia**

Présenté par :

**KHALED Nihad & KERKAR Lynda**

Soutenu le : 26 Juin 2023

Devant le jury composé de :

M. RAMDANE.Z

Mme. DIAF.A

M. BELHADI.Y

Professeur

MCB

MCB

Président

Encadreur

Examineur

**Année universitaire : 2022 / 2023**

## Remerciements

Nous commençons par remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté, l'amour du savoir et surtout la patience pour pouvoir réaliser ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre gratitude et notre reconnaissance à **Melle Diaf Assia A** qui nous a orientée et guidée à fin de mener à bien ce travail, et aussi pour son effort fourni, ses conseils, sa patience et sa persévérance dans le suivi de notre travail.

Nous remercions **Mr Ramdane Zouhir**, pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider le jury de ce mémoire. Nous remercions également **Mr Belhadi Youcef**, d'avoir accepté de juger ce modeste travail et participer au jury.

Nous voudrions aussi témoigner notre reconnaissance et exprimer toute notre gratitude à nos enseignants qui ont participé pour une grande part dans notre formation ; Sans oublier, les ingénieurs de l'laboratoire de zoologie Appliqué et d'écophysiologie Animale de l'université de Bejaia pour leurs efforts, leurs conseils et leurs aides.

Enfin, nous tenons à remercier toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail et à tous ceux qui nous ont apporté leur aide.

## **Dédicaces**

Je dédie ce travail

A toute ma famille en particulier ma mère,

A tous mes amis

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à finir ce travail.

Lynda

## **Dédicace**

Je dédie se travail

A mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi

A mes chers frères et sœurs en particulier mon petit frère Iyad

A ma très chère cousine yousra et à toutes personnes de ma famille

Mes chères amies : Yasmine, Yousra, Amina, Nora

A ma chère binôme

A toutes les personnes qui m'ont aidé à finir ce travail

**Nihad**

### Liste des figures

N	Titre	Page
01	Situation géographique de golfe de Bejaia (Google Earth, 2023).	3
02	La station d'étude et les différents engins utilisés. A : le port de Bejaia ; B : chalutier ; C : Sardiner ; D : Petit métier.	4
03	Répartition géographique de <i>S. pilchardus</i> (www.fishbase.org).	6
04	Schéma montrant les différentes mesures prises sur <i>S. pilchardus</i> . (Lt, Lf, Ls, Hc).	7
05	les photos illustrant le matériel utilisé pour la biométrie et la dissection des poissons . A : balance de précision (OHAUS Scout Pro 600g) ; B :balance de précision (OHAUS Corporation USA YA102 100g*0.01g ) ; C : trousse de dissection.	8
06	Différenciation sexuelle chez <i>S. pilchardus</i> . Aspect des gonades avant et après extraction chez les mâle (a et c) et chez les femelles (b et d).	9
07	Variation de coefficient d'allométrie chez, les males (A), les femelles (B). (+) : allométrie majorant, (=) : isométrie. (Ls: longueur standard, Lf: longueur à la fourche, Hc: hauteur du corps).	20
08	Variations de L'Age des males en fonction de la Longueur totale (Lt) chez <i>Sardina pilchardus</i> .	22
09	Variations de L'Age des males en fonction du Poids éviscéré (We) chez la <i>Sardina pilchardus</i> .	23
10	Variations de L'Age des femelles en fonction de la Longueur totale (Lt) chez la <i>Sardina pilchardus</i> .	23
11	Variations de L'Age des femelles en fonctions du Poids éviscéré (We) chez <i>Sardina pilchardus</i> .	24
12	Représentation de variation logarithmique entre la taille et le poids chez les males de <i>S. pilchardus</i> du golfe de Bejaia.	25
13	Représentation de variation logarithmique entre la taille et le poids chez les femelles de <i>S. pilchardus</i> du golfe de Bejaia.	25
14	Structure de la population de la <i>Sardine pilchardus</i> échantillonnée dans les eaux du golfe de Bejaia.	26
15	Répartition des sexes de <i>Sardina pilchardus</i> en fonction de la taille .F%= proportion des femelle, M%= proportion des mâles, I%= proportion des immature.	27
16	Variation de sex-ratio en fonction de classe de taille pêchée dans les eaux du golfe de Bejaia.	28
17	Evolution de rapport somatique des gonades (RGS) chez les mâles et les femelles de la <i>Sardina pilchardus</i> en fonction des classes de taille.	29
18	Evolution de rapport Hépatosomatique (RHS) chez les mâles et les femelles de la <i>Sardina pilchardus</i> en fonction des classes de taille.	30
19	Répartition de l'Adiposité chez les mâles et les femelles de la <i>Sardina pilchardus</i> en fonction des classes de taille.	30
20	Evolution du Coefficient de condition K chez les mâles et les femelles de la <i>Sardina pilchardus</i> en fonction des classes de taille.	31
21	Diversités globales des proies chez les males observées dans les estomacs de la <i>Sardine</i> analysés dans de golfe de Bejaia.	32

<b>22</b>	Diversités globales des proies chez les femelles observées dans les estomacs de la Sardine analysés dans de golfe de Bejaia.	<b>32</b>
<b>23</b>	le pourcentage des proies de la Sardine en fonction de la taille chez les mâles, analysée dans de golfe de Bejaia.	<b>33</b>
<b>24</b>	le pourcentage des proies de la Sardine en fonction de la taille chez les femelles, analysée dans de golfe de Bejaia.	<b>34</b>
<b>25</b>	Evolution de la fréquence des proies (F) chez les males ingérés par la <i>S. pilchardus</i>	<b>35</b>
<b>26</b>	Evolution de la fréquence des proies (F) chez les femelles ingérées par la <i>S.pilchardus</i> .	<b>35</b>

## Liste des tableaux

N	Titre	Page
01	Position systématique de la sardine européenne.	5
02	Echelle macroscopique de maturité sexuelle des gonades (Fontana, 1969modifié).	10
03	Représentation des traits de dimorphisme sexuel.* : différence significative, $t_{ev}$ : test d'égalité des variances, $t_{pe}$ : pente des droites de régression entre les 2 sexes, $t_{po}$ : position des deux droites.	22
04	Caractérisation de sex ratio de la <i>S. pilchardus</i> du Golfe de Bejaia :Sex-ratio en fonction des moins. SR : sex-ratio, $\chi^2_{obs}$ : valeur observée de khi-deux, $\chi^2_{1-\alpha}$ : valeur théorique de khi-deux, S*** : différence hautement significative, (NS) : différence non significative.	29
05	Variation de sex-ratio en fonction de classe de taille pêchée dans les eaux du Golfe de Bejaia. (NS) différence non significative, (s***) différence significative.	30
06	Comparaison des paramètres du dimorphisme sexuel entre Bejaia et Jijel et El Kala (*: Différence significative, $t_{obs}$ : test d'égalité des variances, $t_{pe}$ : pentes des 2 droites de régression, $t_{po}$ : Position des deux droites).	46
07	Comparaison de l'âge de la sardine et leur longueur maximale dans différentes régions du monde.	47
08	Comparaison des résultats de la relation taille-poids de la <i>S. pilchardus</i> dans les différentes régions :(♀: femelle, ♂: male, a : intercepte, b: coefficient d'allométrie).	48

## Liste des abréviations

**CIEM** : Conseil International des Etudes Marines

**DPRHA** : Direction des pêches et des Ressources Halieutiques de la Wilaya d'Annaba

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

**MPPH** : Ministre de la pêche et des productions Halieutiques

**Adip** : Adiposité

**CV** : Coefficient de vacuité

**F** : femelles

**(F)**: Fréquence d'une proie

**HC** : Hauteur du corps

**I** : Immature

**L max** : La longueur maximale

**LF** : longueur à la fourche

**Log** : Logarithme

**LS** : longueur standard

**LT** : longueur totale

**M** : mâles

**max** : maximale

**min** : minimale

**n** : nombre de mâles et de femelles dans l'échantillon.

**N** : nombre d'estomacs examinés

**N** : Nombre total de couples

**NF** : nombre de femelles

**N<sub>i</sub>** : nombre d'estomacs contenant une proie

**NM** : nombre de mâles

**N<sub>p</sub>** : nombre d'estomacs pleins examinés

**NS** : différence non significative

**NT** : nombre totale

**N<sub>v</sub>** : nombre d'estomacs vides



**RF** : La richesse familiale

**RG** : La richesse générique

**RGS** : Rapport gonado-somatique

**RHS** : Rapport hépato-somatique

**K** : coefficient de condition

**Rp** : Coefficient de corrélation moyen

**RS** : La richesse spécifique

**SR** : sex-ratio

**TF** : totale femelle

**TM** : totale male

**tp** : pente des droites de régression entre les 2 sexes

**tpo** : position des deux droites

**We** : poids éviscéré

**Wes** : poids de l'estomac

**Wf** : poids du foie

**Wg** : poids des gonades

# Table des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des Abréviations	
Introduction .....	Erreur ! Signet non défini.

## Partie I : Matériel et méthodes

I. 1. Présentation de la zone d'étude : Le Golfe de Bejaia .....	3
I. 2. Localisation de site d'échantillonnage : Le port de pêche de Bejaia .....	3
I. 3. Présentation de la Sardine <i>Sardina pilchardus</i> .....	4
I.3.1. Position systématique .....	4
I.3.2. Répartition géographique .....	6
I.4. Technique de mensuration des paramètres métriques.....	7
I.5. Techniques d'analyses statistiques .....	11
I. 5.1.2 Identification du dimorphisme sexuel.....	12
I.5.2. Relation taille-poids .....	13
I. 5.3.1 Sex-ratio .....	15
I. 5.3.2. Rapport gondao-somatique.....	16
I. 5.3.3. Rapport hépato-somatique .....	16
I. 5.3.3. Adiposité . .....	16
I. 5.3.4. Calcul du coefficient de condition k .....	17
I. 5.4. Technique d'étude du régime alimentaire.....	17
I. 5.4.1. Prélèvement et conservation des tubes digestif .....	17
I. 5.4.2. Analyse du contenu du tube digestif.....	17
I.5.5. Analyse qualitative.....	18
I.5.6. Analyse quantitative .....	18
I.5.6.1. Coefficient de vacuité (Cv) .....	18
I.5.6.2. Fréquence d'une proie (F).....	18

## Partie II : Résultats

II.1. Morphométrie.....	20
II.1.1. Caractère métrique .....	20
II.1.2. Dimorphisme sexuel .....	21
II. 2. Age et croissance .....	22
II. 2.1. Détermination d'âge.....	22
II. 2.1.1. Age des mâles .....	22
II. 2.1.2. Age des femelles .....	23

<b>II.2.2. Relation taille-poids .....</b>	<b>24</b>
<b>II. 2.2.1. Relation Taille-Poids chez les mâles .....</b>	<b>24</b>
<b>II. 2.2.2. Relation Taille-Poids chez les femelles .....</b>	<b>25</b>
<b>II. 3. Reproduction .....</b>	<b>26</b>
<b>II. 3.1. Sex-ratio en fonction des (%), mois et tailles.....</b>	<b>26</b>
<b>1. II. 3.2. Rapport Gonado-Somatique .....</b>	<b>29</b>
<b>II. 3.2.1.Rapport somatique des gonades (RGS) chez les mâles et les femelles.....</b>	<b>29</b>
<b>II. 3.3. Rapport Hépat-Somatique .....</b>	<b>29</b>
<b>II. 3.3.1. Rapport Hépat-somatique (RHS) chez les mâles et les femelles .....</b>	<b>29</b>
<b>II. 3.4. Adiposité.....</b>	<b>30</b>
<b>II. 3.4.1. Adiposité chez les mâles et les femelles .....</b>	<b>30</b>
<b>II. 3.5. Coefficient de condition K.....</b>	<b>31</b>
<b>II. 3.5.2. Coefficient de condition K chez les males et les femelles.....</b>	<b>31</b>
<b>II. 4. Régime alimentaire .....</b>	<b>31</b>
<b>II. 4.1. Analyse qualitative .....</b>	<b>31</b>
<b>II. 4.2. Pourcentage des proies par classe de taille .....</b>	<b>33</b>
<b>II. 4.3. Analyse quantitative.....</b>	<b>34</b>
<b>II. 4.3.1. Coefficient de vacuité (CV) .....</b>	<b>34</b>
<b>II. 4.3.2. Fréquence des proies (F) chez les mâles par classe de taille.....</b>	<b>34</b>
<b>II. 4.3.3. Fréquence des proies (F) chez les femelles par classe de taille.....</b>	<b>35</b>
<b>Discussion.....</b>	<b>36</b>
<b>Conclusion et perspectives.....</b>	<b>44</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>46</b>
<b>Résumés.....</b>	<b>.....</b>

## Introduction :

Le secteur algérien de la pêche et des ressources halieutiques revêt un caractère stratégique en raison de sa capacité à contribuer à l'émergence d'une économie productive dans le pays et à la création et la préservation de l'emploi, ainsi que sa capacité à contribuer à l'amélioration de la sécurité alimentaire du pays (MPPH ,2023).

Pourtant, le secteur de la pêche maritime national fait face à des modifications qualitatives et quantitatives des ressources halieutiques et à des menaces d'épuisement de ses stocks (MPPH ,2023), Quant à l'aquaculture, malgré les nombreux projets qui ont été mis en œuvre, elle n'a pas pu atteindre un développement durable. En outre, bien que l'industrie de transformation des produits de la mer soit confrontée à divers obstacles, un programme complet de reconstruction et de modernisation de ces industries de transformation a été lancé (Zouadi, 2017). Face à ces menaces sur la viabilité à long terme de la pêche maritime et aux problèmes économiques et sociaux qui en découlent, le secteur halieutique algérien doit travailler de concert avec le secteur de la pêche pour assurer une pêche durable. Nous devons avoir une stratégie ambitieuse avec le l'objectif primordial du développement de l'aquaculture. Développement Créer une pêche compétitive, renforcer le patrimoine halieutique et transformer le secteur en un véritable moteur de croissance économique.

La préservation et la gestion rationnelle des ressources halieutiques est une priorité partout dans le monde. Une attention particulière est donc accordée aux petits poissons pélagiques, dont les industries de pêche et de transformation font vivre 14 à 17% de la population mondiale.

Les petits poissons pélagiques notamment la Sardine sont des espèces clés dans la chaîne trophique marine et leur présence est nécessaire pour maintenir l'équilibre des écosystèmes (Smith *et al.*, 2011). Car ils sont les principaux moyens de transfert d'énergie du plancton vers les grands prédateurs (poissons, oiseaux, mammifères marins (Cury *et al.*, 2000). Ils sont connus aussi par leurs sensibilités aux variations environnementales saisonnières et annuelles et pour avoir une forte variabilité de la biomasse et du recrutement.

En Algérie, la pêche pélagique est dominée au débarquement par la sardine qui représente 58% du total capturé (MPPH ,2023) et les principales productions de la pêche sont réalisées par une flottille répartie en cinq segments principaux (MPPH ,2023) .

Cependant trois catégories d'embarcation sont les plus utilisées : les sardiniers, les petits métiers et les chalutiers.

La Sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) est l'espèce la plus exploitée sur nos côtes elle représente une importante valeur socio-économique, d'où l'intérêt impératif d'établir une stratégie adéquate pour son exploitation de manière rationnelle et durable.

En plus de l'intérêt socio-économique, la *S. pilchardus* présente un certain intérêt scientifique. La compréhension de la structure et de l'identification des stocks est une étape fondamentale du processus de développement et de gestion des pêches (Quetglas *et al.*, 2012). Ainsi que la connaissance des paramètres biologiques caractéristiques des stocks de sardine exploités est un préalable utile aux modèles d'évaluation des stocks fourragers afin de formuler des politiques de gestion judicieuses, d'éviter la surexploitation et d'assurer leur pérennité, elle présente aussi des fluctuations importantes d'abondance (Cendrero, 2002 ; CIEM, 2005 ; FAO, 2007).

Déférentes études comme celle de Bouchereau (1981) à Oran, Mouhoub, (1986), Brahmi *et al.*, (1998) à Alger ou encore Bedairia (2007 et 2010) à Annaba ont également abordé la biologie du poisson pélagique et les paramètres physico-chimiques du milieu marin, mais leurs résultats ne permettent pas de mesurer l'ampleur de l'impact du changement climatique sur le déclin des ressources des poissons pélagiques, ils justifient une augmentation des prix sur les marchés locaux, le prix moyen notamment pour la Sardine est passé de 50 à 400 dinars le kg entre 2005 et 2010 (DPRHA, 2009).

Notre étude considère la contribution à l'étude de la biologie de la sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) du golfe de Bejaia. Le travail est structuré en trois parties :

**La première partie :** C'est la partie qui aborde le matériel et les méthodes qui révèle la méthodologie utilisée au laboratoire pour la réalisation du travail.

**La deuxième partie :** Concerne la présentation de l'ensemble des résultats obtenus au cours de l'étude de la biologie sur la Sardine *sardina pilchardus*.

**La troisième partie :** Dans la dernière partie nous avons discuté les différents résultats obtenus et on a essayé de positionner la Sardine de notre stock par rapport aux autres stocks de la Sardine méditerranéens. Et on termine par donner une conclusion finale et des perspectives concrètes.

## Matériels et Méthodes :

### 1. Présentation de la zone d'étude : Le Golfe de Bejaia

La zone d'étude fait partie du littoral oriental de l'Algérie. Le Golfe de Bejaia est située dans la partie sud du bassin méditerranéen, se caractérise par demi-cercle. Il est délimité par le volume el Aouana de Jijel à l'est, et De Bouak Point à l'ouest (Figure. 01). Il est caractérisé par un petit plateau continental de la largeur moyenne est de 1,5 km. La profondeur maximale de la baie de Bejaia est d'environ 1000 mètres.



Figure 01 : Situation géographique de golfe de Bejaia (Google Earth, 2023).

### 2. Localisation de site d'échantillonnage : Le port de pêche de Bejaia

Le port de Bejaïa est situé à l'intérieur du golfe de Bejaia, situé à  $4^{\circ}55'00''E$  et  $36^{\circ}45'00''N$ . C'est un port mixte à activités multiples, et il se subdivise en :

- ✓ **Port pétrolier** : situé à l'avant-port à l'Ouest de baie.
- ✓ **Port commercial** : situé à l'Est de baie, c'est le plus important du point de vue activité et superficie.
- ✓ **Port de pêche** : situe entre les précédents, il est représenté par la mole d'Abdelkader est constitué de deux quais de 120m linéaire chacun. L'un protégé de la houle, réservé aux chalutiers et grands senneurs. L'autre mal protégé du fait qu'il subit l'action des vents d'Ouest, accueil les petits métiers et les petits senneurs (Smadi and Chibout, 1994), la flottille de pêche est composée de 92 unités de pêche dans la wilaya de Bejaia et en 2019 on recense 308 unités de pêche (20 chalutiers, 52 sardiniers et 236 petits métiers) (DPRH, 2019) (Figure. 02 A).

Le port de pêche de Bejaïa a fait l'objet d'un échantillonnage régulier de la Sardine *Sardina pilchardus* à partir des différents débarquements (chalutiers, sardiniers, petits métiers).

- ✓ **Les chalutiers** : ce sont des Chaluts (type d'Italie), des Chaluts de fond à grande ouverture verticale (à deux faces), des Chaluts à 4 faces et des Chaluts à cordes. (Figure. 02 B)
- ✓ **Les Sardiniers** : utilisant le filet tournant avec coulisse (senne à Sardine). (Figure. 02 C).
- ✓ **Les petits métiers** : ils utilisent les filets maillants fixes, et aussi les pêches aux lignes et hameçons. (Figure. 02 D).



**Figure 02 : La station d'étude et les différents engins utilisés. A : le port de Bejaia ; B : chalutier ; C : Sardinier ; D : Petit métier.**

Notre travail a été réalisé au laboratoire de zoologie Appliqué et d'écophysiologie Animale de l'université de Bejaia durant la période allant de 6 mars à 7 mai 2023 au cours desquels nous avons réalisé un ensemble d'analyse d'étude de biologie de la Sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792).

### **3. Présentation de la Sardine *Sardina pilchardus* :**

#### **3.1. Position systématique :**

Pendant longtemps, les Sardines ont été considérées comme de petits harengs ou confondues avec des sprats. En 1792, Walbaum sépare les Sardines des sprats et les nomme *Sardina pilchardus*.

*Sardina pilchardus* présente un cycle de vie qui se caractérise essentiellement par une croissance rapide, une durée de vie courte (3-4 ans) et une maturation rapide associée à une grande fécondité et une mortalité élevée notamment en phase larvaire (Rochet, 2000 ; Rose et al., 2001), et sa classification systématique est la suivante :

**Tableau 01 : Position systématique de la sardine européenne.**

Systématique	Noms scientifiques	Noms communs	Caractéristique morphologiques
<b>Embranchement</b>	Chordata	chordés	Animaux avec organisation complexe, définie par 3 caractères originaux : tube nerveux dorsal, chorde dorsale, et tube digestif ventral.
<b>Sous- embranchement</b>	Vertebrata	vertébrés	Chordés possédant une colonne vertébrale et un crane qui contient la partie antérieure du système nerveux.
<b>Super-classe</b>	Osteichthyes	Ostéichthyens	Vertébrés à squelette osseux.
<b>Classe</b>	Actinopterygii	Actinoptérygies	Ossification du crane ou du Squelette tout entier. Poissons épineux ou nageoires rayonnées.
<b>Sous-classe</b>	Neopterygii	Néoptérygiens	
<b>Super-ordre</b>	Teleostei	Téléostéens	Poissons à arêtes osseuses, présence d'un opercule, écailles minces et imbriquées.
<b>Ordre</b>	Clupeiformes	Clupéiformes	
<b>Famille</b>	Clupeidae	Clupédés	Poissons marins. Absence d'écailles sur la tête, certaines Espèce en sont même Dépourvues sur le corps. Ligne latérale court ou absente, dents minuscules ou absente. Planctonophages.
<b>Genre</b>		Sardina	
<b>Espèce</b>	Sardina	Pilchardus	(walbaum, 1792)



### 3.2. Caractéristiques de la Sardine :

La Sardine présente les caractéristiques suivantes :

- Dos bleu à bleu vert, flancs argentés à reflets dorés, ventre blanc argenté.
- Présence de paupières adipeuses en avant et en arrière de l'œil.
- Grandes écailles minces et caduques recouvrant une autre couche d'écailles plus petites.
- Origine de sa nageoire dorsale située en avant de celle des pelviennes.
- Deux derniers rayons de sa nageoire anale plus allongés que les autres. Les branchies comptent de 70 à 100 branchiospines.
- Opercule, strié, porte une tâche noire suivie de plusieurs autres tâches sur le corps.
- Mâchoire légèrement saillante et grandes écailles se détachant facilement.
- Taille maximale : 28 cm et taille commune : 15-25 cm.

### 3.3. Répartition géographique

La Sardine *Sardina pilchardus*, se trouve tout le long de la côte Atlantique et Méditerranéenne. En Méditerranée, les Sardines sont partout limitées nord des bassins ouest et est, de la côte espagnole au sud Türkiye, dans la mer Égée et la mer Noire. Sa présence est rare dans le bassin oriental et ailleurs Côte libyenne (Figure. 03).



**Figure 03 : Répartition géographique de *S. pilchardus* (www.fishbase.org).**

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

### 4. Technique de mensuration des paramètres métriques :

Un échantillonnage aléatoire a été réalisé par acquisition directe auprès des pêcheurs au moment des débarquements dans le port de pêche de Bejaia. La fréquence d'échantillonnage est mensuelle et en fonction de la disponibilité des Sardines.

Cette étude a été réalisée à partir de 102 individus. 41 male, 61 femelles de longueur totale comprise entre 13,1 et 18,1 cm, et le poids entre 15,2 et 49,9 g provenant des débarquements commerciaux de port de Bejaia.

A l'aide d'un Ichtyomètre quarts mesures ont été prises au centimètre : La longueur totale (LT), la longueur à la fourche (LF), la longueur standard (LS) et la hauteur (Hc) (Figure. 04).

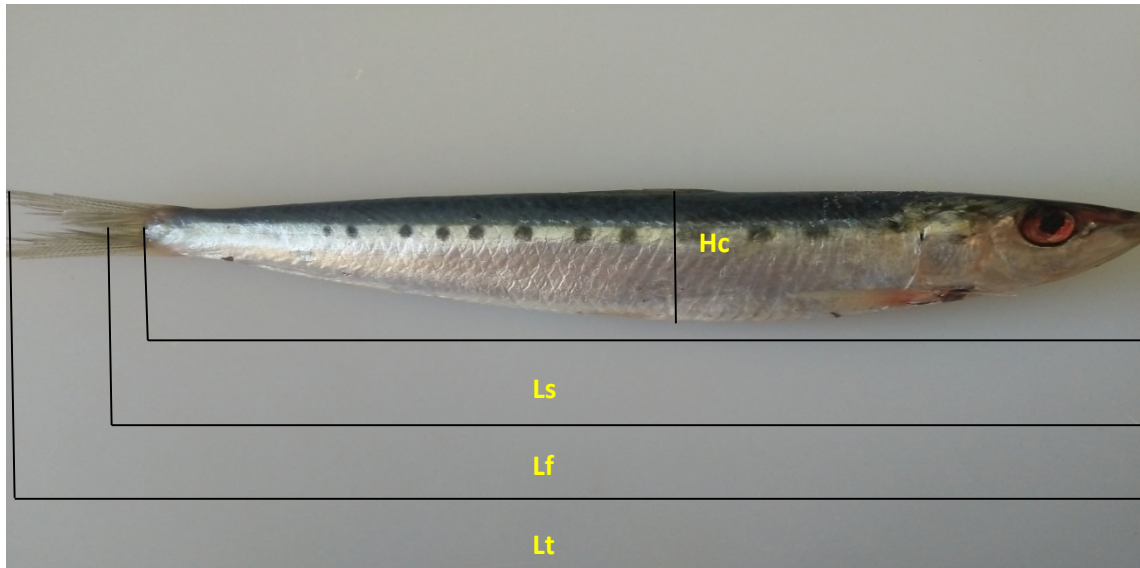


Figure 04 : Schéma montrant les différentes mesures prises sur *S. pilchardus*. (Lt, Lf, Ls, Hc)

- La longueur totale (Lt) : définit la distance séparant le bout du museau du poisson jusqu'à l'extrémité de la nageoire caudale mesurée en cm.
- La longueur à la fourche (Lf) : mesure la distance du museau à la fourche de la nageoire caudale mesurée en cm.
- La longueur standard (Ls) : représente la distance du museau à la base de la nageoire caudale.
- La hauteur du corps (Hc) : la distance maximale dorso-ventrale qui s'effectue avec un pied à coulisse.

Après les mesures de la longueur, chaque individu est pesé à l'aide de deux balances de précision (OHAUS Scout Pro 600g) (Figure. 05A) et (OHAUS Corporation USA YA102 100g\*0.01g) (Figure. 05B) afin d'obtenir le poids total (Wt) et le poids éviscéré (We). (Figure. 05A et B et C).

- Poids total (WT) : représente le poids du poisson entier.
- Poids éviscéré (WE) : c'est le poids du poisson vidé de son tube digestif, de son foie et de ses gonades.

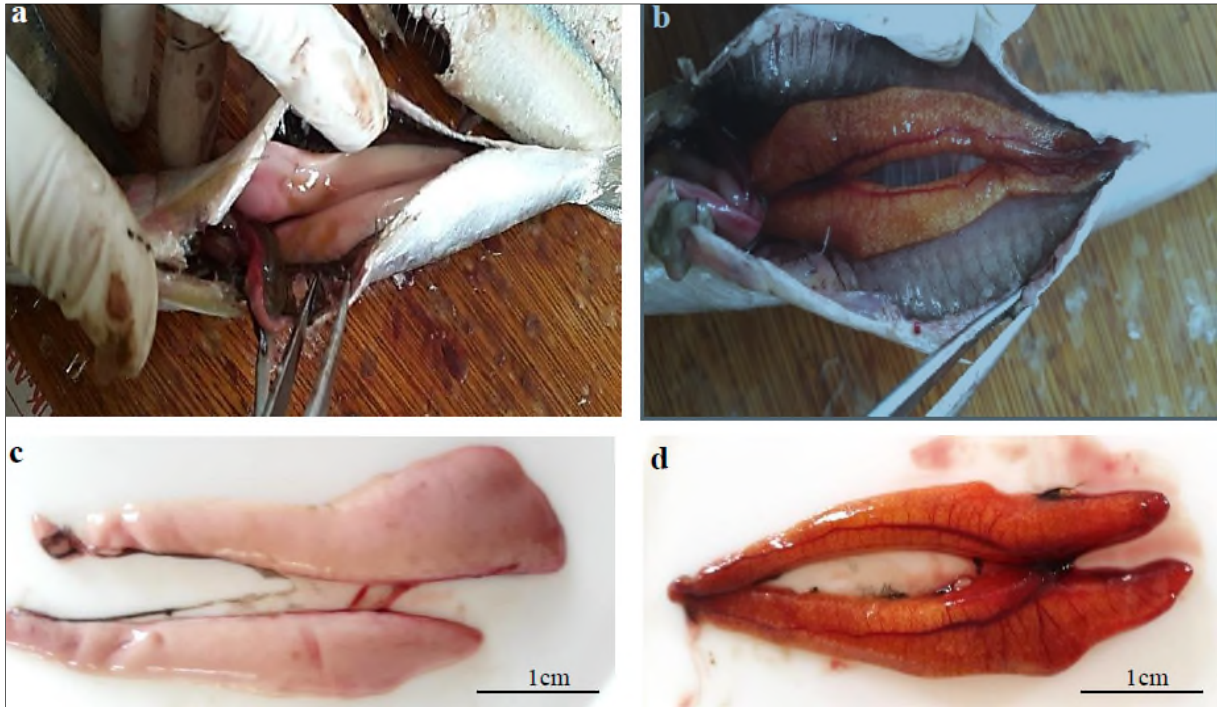
L'éviscération : l'ouverture se fait de l'anus jusqu'au niveau des nageoires pelviennes à proximité du museau à l'aide d'une trousse de dissection (figure. 05C), et à l'aide de la balance on obtiendra les poids suivant : éviscéré (We) des gonades (Wg), du foie (Wf), et de l'estomac (Wes), pesés au centième de gramme près.



**Figure 05 : les photos illustrant le matériel utilisé pour la biométrie et la dissection des poissons . A : balance de précision (OHAUS Scout Pro 600g) ; B :balance de précision (OHAUS Corporation USA YA102 100g\*0.01g) ; C : trousse de dissection.**

La détermination du sexe et du stade de maturité de chaque individu échantillonné repose sur les critères morphologiques suivants : la couleur, la forme, la vascularisation, l'épaisseur et la transparence des parois, la consistance ainsi que le volume occupé par la gonade dans la cavité abdominale (Harchouche, 2006) (Tableau. 02).

La détermination du sexe s'effectue par observation directe des gonades, pour les femelles, l'ovaire est en forme de saccule, de couleur orange jaunâtre. Par contre les mâles : le testicule est filiforme en lame de couteau de couleur blanchâtre (kartas et quignard) (Figure. 06).



**Figure 06: Différenciation sexuelle chez *S. pilchardus*. Aspect des gonades avant et après extraction chez les mâles (a et c) et chez les femelles (b et d).**

**Tableau 02 : Echelle macroscopique de maturité sexuelle des gonades (Fontana, 1969modifié).**

Stades	Femelles	Males
<b>I : Immatures et repos sexuel</b>	Ovaires transparents, Filamenteux à membrane très fines, la vascularisation est légèrement apparente. Coloration orange pale.	Testicule transparente très petite en « lame de couteau » .Noyés dans la graisse, ils sont difficiles à repérer. Coloration gris claire, rose ou légèrement transparent.
<b>II : Début de maturation</b>	Ovaires opaques, vascularisé. aspect granuleux, quelques ovocytes sont visibles à l'œil nu. Coloration orangée foncée.	Les testicules occupent le ¼ de la cavité abdominale et deviennent opaques. A la surface, on ne voit pas aisément les ramifications terminales des vaisseaux sanguins internes. Coloration blanc rougeâtre homogène
<b>III : Pré-ponte</b>	Ovocyte bien visibles et disposés en rangées serrées à l'intérieure des ovaires qui occupent les ¾ de la cavité générale. Vascularisation développée coloration jaune orange	Gonade facilement réparable dans la masse adipeuse. Occupent plus de la ½ de la cavité générale. le sperme coule quand on incise. leur surface présente des figures kétoilées correspondant aux ramifications terminales des vaisseaux sanguins de la gonade.
<b>IV : Ponte</b>	Les ovaires occupent toute l cavité abdominale, vascularisation très développée surtout sur la partie postérieure des ovaires. Les ovocytes, visible a travers la paroi ovarienne, radant la surface des ovaire granuleuse. Coloration rouge	Testicule pleins, a surface lisse et brillante, très mous occupant la totalité de la cavité abdominale, qui émet du sperme lorsqu'on la presse. Coloration blanc-ivoire.
<b>V : poste-ponte</b>	Ovaire très vascularisé aspect de sacs vides. Coloration rougeâtre (congestion des vaisseaux sanguins).	Sperme épuisé testicules prenant l'aspect de saces vides. Vascularisation interne visible par transparence. Coloration grise-rose.

L'estimation de l'âge de la Sardine se fait par la lecture des écailles (scalimétrie) qui s'effectue sous la nageoire pectorale gauche. Les écailles qui existent à ce niveau sont relativement protégées et peu fréquemment arrachées.

A l'aide d'une pince fine on prélève les écailles, ensuite on va les déposer dans une boîte de pétrie en rajoutant quelques gouttes du colorant rouge chirurgicale (Eosine Aqueuse) en notant le numéro de chaque espèce et en les laissant quelques minutes pour qu'il maintienne la coloration. Après quelques minutes on rajoute de l'eau pour les nettoyer du colorant, on prend trois écailles et on va les sécher avec du papier absorbant. Ces écailles sont déposées entre deux lames afin de les observer sous une loupe pour le comptage de nombre d'anneaux de croissance qui désigne l'âge du poisson.

### **5. Techniques d'analyses statistiques :**

#### **5.1. Morphométrie :**

##### **5.1.1. Caractères métriques :**

Pour caractériser au mieux les changements éventuels de la morphologie au cours de la croissance du poisson, les différentes parties mesurées du corps sont exprimées en fonction de la longueur totale (Lt). Afin de mettre de manière plus expressive les changements relatifs de ces dimensions, nous avons utilisé une équation de régression de type axe majeur réduit, préconisée par Teissier (1948) pour les études d'allométrie.

Cette équation est de type :  $y = a + bx$

y et x: dimensions mesurées sur un même individu.

a: ordonnée à l'origine      b: pente

Pour déterminer le type de croissance liant 2 paramètres métriques, nous avons appliqué le test de conformité du coefficient d'allométrie en posant l'hypothèse suivante : la valeur de b = 1 (ou pas ?) ( $H_0 : b = 1$ ), soit on accepte l'hypothèse où on rejette. La confirmation de l'allométrie est obtenue par le test de Student selon Dagnelie (1998) :

$$t_{\text{obs}} = \left| \frac{b^2 - b_0^2}{\sqrt{\frac{2 \cdot b_0 \cdot b}{n-2} (1 - r^2)}} \right| \quad \text{avec } n - 2 \text{ degrés de liberté}$$

n: effectif

b: pente

r: coefficient de corrélation

$b_0$ : pente théorique = 1 pour une relation entre 2 paramètres de même nature (poids /poids ou taille / taille) et = 3 pour des paramètres de nature différente.

La valeur de  $t_{obs}$  est comparée à celle de  $t_{1-\alpha/2}$  (contenue dans la table de Student), où  $\alpha$  représente le seuil de confiance avec un risque d'erreur de 5 %. Deux cas peuvent se présenter :

- Si  $t_{obs} \leq t_{1-\alpha/2}$  : on accepte l'hypothèse, la différence n'est pas significative et  $b = 1$ , il y a donc une allométrie simple ou isométrie entre les 2 paramètres étudiés.
- Si  $t_{obs} > t_{1-\alpha/2}$  : on rejette l'hypothèse, la différence est significative entre la pente et la valeur théorique, il y a donc une allométrie négative (minorante) si  $b < 1$ , ou positive (majorante) si  $b > 1$ .

### 5.1.2. Identification du dimorphisme sexuel :

Pour déceler un éventuel dimorphisme sexuel, nous avons comparé pour chaque caractère les équations des droites de régression entre les 2 sexes. Pour cela, nous avons utilisé le test "t" de Student adapté aux axes majeurs réduits (Mayrat, 1959 ; Farrugio, 1975). Nous avons comparé tout d'abord les pentes des 2 axes par l'équation suivante :

$$tpe = \frac{a_1 - a_2}{\sqrt{Var(a_1 - a_2)}} \text{ à } (n - 4) \text{ degré de liberté,}$$

Où :

$tpe$  : pente des droites de régression entre les 2 sexes

$a_1$  et  $a_2$  : pentes des 2 droites,

$n$  : nombre total de couples,

Var : variance.

Si la différence de pente n'est pas significative, nous comparons alors la position des 2 droites expérimentales par 2 "droites auxiliaires" parallèles passant par les centres de gravité des échantillons mais de pente intermédiaire commune. Nous calculons une variance commune autour de ces parallèles ; c'est une régression combinée "t<sub>po</sub>" qui s'exprime par l'équation:

$$t_{po} = \frac{Y_{1P} - Y_{2P}}{\sqrt{Var(Y_{1P} - Y_{2P})}} = \frac{|\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2| - a_p(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\sqrt{S^2_{y_p} \left[ \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) \times \left( \frac{2}{1 + R_p} \right) + \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)^2}{NS^2 X_p} \right]}}$$

$$F_{obs} > F_{1-\frac{\alpha}{2}} \text{ pour } \left\{ \begin{array}{l} \alpha = 0,05 \\ K_1 = (n_1 - 1)ddl \\ K_2 = (n_2 - 1)ddl \end{array} \right\} \text{ où:}$$

- $SCE)_{x_1}$  : Somme des carrés des écarts du 1<sup>er</sup> échantillon;
- $SCE)_{x_2}$  : Somme des carrés des écarts du 2<sup>ème</sup> échantillon;
- $n_1$  : Effectif total de 1<sup>er</sup> échantillon;
- $n_2$  : Effectif total du 2<sup>ème</sup> échantillon.

où:

$t_{po}$ : Position des deux droites.

$\bar{Y}_{1p} - \bar{Y}_{2p}$  : Distance entre les droites auxiliaires;

$\bar{Y}_1$  et  $\bar{Y}_2$  : Moyenne des Y des droites expérimentales;

$\bar{X}_1$  et  $\bar{X}_2$  : Moyenne des X des deux droites expérimentales;

$a_p$  : Pente de la droite auxiliaire;

$R_p$  : Coefficient de corrélation moyen;

$\frac{1}{n_1}(S^2 Y_p)$  et  $\frac{1}{n_2}(S^2 Y_p)$  : Variance de  $\bar{Y}_{1p} - \bar{Y}_{2p}$  considérées comme moyennes de  $Y_{1p} - Y_{2p}$  ;

$NS^2 X_p$  : Covariance des  $X_p$  ;

$N$  : Nombre total de couples.

Avant d'effectuer l'analyse statistique, il est nécessaire aussi de contrôler la validité de l'hypothèse d'égalité des variances résiduelles:

$$H_0 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \text{ ou } \sigma^2: \text{ variance résiduel}$$

Ce test s'écrit de la manière suivante:

$$F_{obs} = \frac{\sigma^2 \max}{\sigma^2 \min} \text{ dont } \left\{ \begin{array}{l} \sigma_1^2 = \frac{SCE)_{x_1}}{n_1 - 1} \\ \sigma_2^2 = \frac{SCE)_{x_2}}{n_2 - 1} \end{array} \right\}$$

L'hypothèse d'égalité des variances résiduelles doit être rejetée au niveau  $\alpha$  lorsque:

## 5.2. Relation taille-poids :

L'étude de la relation taille-poids répond à 2 objectifs : la détermination du poids des individus dont on connaît la taille (Beyer, 1991) et la description des formes de l'embonpoint au cours de la croissance (Richter et *al.*, 2000). Ces objectifs présentent un intérêt pratique dans les modèles d'exploitation raisonnée des populations des ressources halieutiques.

Corrélativement, la relation d'allométrie qui permet d'interpréter les changements de forme des poissons en fonction de la taille est exprimée par la formule suivante :

$$We = a. L_t^b$$



Où :

We: poids éviscéré du poisson en g ;

b: coefficient d'allométrie, (souvent proche de 3);

a: constante;

Lt: longueur totale (cm).

Nous avons utilisé le poids éviscéré (We) pour éviter les aléas pondéraux dus aux contenus stomacaux et les poids des gonades surtout au moment de la reproduction.

L'ajustement de ce modèle linéaire aux données longueur-poids observées est réalisé par la méthode des moindres rectangles. La valeur de coefficient b est comparée statistiquement à  $b_0 = 3$  au seuil  $\alpha = 5\%$  à l'aide du test t de Student (Dagnelie, 1975):

$$t_{obs} = \frac{(|b^2 - b_0^2| \sqrt{n-2})}{(2b_0 \cdot b \sqrt{1-r^2})}$$

Où :

$t_{obs}$ : t observé;

n: Effectif;

b: Pente;

$b_0$ : Pente théorique ( $b_0 = 3$ );

r: Coefficient de corrélation.

La valeur de  $t_{obs}$  est comparée à celle de "t" théorique :  $t_{1-\alpha/2}$  (donnée par le test de Student) où  $\alpha$  représente le seuil de confiance au risque d'erreur de 5% pour  $n - 2$  degrés de liberté. Trois cas peuvent alors se présenter :

si  $t_{obs} \leq t_{théorique}$  , il y a une isométrie ( $b = 3$ ), le poids croît proportionnellement à la longueur

si  $t_{obs} > t_{théorique}$  on a 2 situations :

si  $b < 3$ , l'allométrie est minorante, le poids croît moins vite que la longueur.

si  $b > 3$ , l'allométrie est majorante, le poids croît plus vite que la longueur.

### 5.3. Reproduction :

#### 5.3.1. Sex-ratio :

La répartition numérique des sexes ou sex-ratio (**SR**) est une caractéristique de l'espèce dont les variations sont parfois en relation avec le milieu. Selon Kartas et Quignard (1984), le SR est l'un des paramètres qui contribue au maintien, dans une certaine limite, de la capacité reproductrice de l'espèce.

Cet indice nous a permis de déterminer la structure globale des populations mâles et femelles de la Sardine et de contrôler leurs variations en fonction des saisons, des âges et des tailles. Il est déterminé par observation macroscopique des gonades. La sex-ratio s'exprime par le % de mâles ou de femelles par rapport à la population échantillonnée, c'est le taux de masculinité ou de féminité.

$$I_F = \frac{N_F}{N_T} \times 100 \quad ; \quad I_M = \frac{N_M}{N_T} \times 100$$

Où :

$N_M$  : nombre de mâles ;

$N_F$  : nombre de femelles ;

$N_T$  :  $N_M + N_F$ .

C'est le rapport du taux de femelles sur le taux mâles de la population considérée qui détermine la sex-ratio  $SR = F/M$  ou inversement  $SR = M/F$  (Kartas et Quignard, 1984).

Des analyses statistiques ont été réalisées pour tester les hypothèses nulles des différences observées entre variables estimées (proportion des mâles et femelles) par le test de Khi-Deux ( $\chi^2$ ) (Dagnelie, 1975). L'hypothèse nulle est rejetée au niveau de signification  $\alpha$  lorsque  $\chi^2_{\text{obs}}$  est  $\geq$  à la valeur théorique ( $\chi^2_{1-\alpha}$ ) de la distribution du ( $\chi^2$ ) à la valeur 1 degré de liberté. Ce test n'est valable que pour des effectifs mâles ou femelles  $> 5$ .

$$\chi^2 = (M^2 / f) + (F^2 / f) - n$$

Où :

$\chi^2$ : Khi-Deux

$M$  : nombre de mâles.

$F$  : nombre de femelles.

$n = M+F$  : nombre de mâles et de femelles dans l'échantillon.

$f = n/2$  : fréquence absolue théorique pour chaque sexe.

### 5.3.2. Rapport gonado-somatique :

Les critères pondéraux consistent à chiffrer l'accroissement des gonades durant le cycle sexuel. Les variations du poids des gonades sont presque toujours estimées par rapport à des paramètres comme la longueur du corps, le poids total du corps ou encore le poids somatique

(Kartas et Quignard, 1984).

La période de reproduction de *S. pilchardus* dans le golfe de bejaia a été déterminée par le suivi mensuel du rapport gonado-somatique selon Bougis, (1952). Ce rapport est considéré comme un véritable coefficient de maturité (Lahaye, 1980).

$$\mathbf{R.G.S = (Poids\ des\ gonades / Poids\ du\ poisson\ éviscéré) \times 100}$$

Les gonades ont été pesées au centième de grammes près ; le poids du poisson éviscéré au gramme près.

### 5.3.3. Rapport hépato-somatique :

Le rapport hépato-somatique est égal à cent fois le poids du foie sur le poids du corps (BOUGIS, 1952).

$$\mathbf{R.H.S = (Poids\ du\ foie / Poids\ du\ poisson\ éviscéré) \times 100}$$

Ce rapport donne une idée sur le métabolisme des lipides et il est souvent en relation avec le cycle sexuel.

« En 1958, Bertin distingue 2 types de poissons selon le mode de stockage et la mobilisation des substances de réserve dans le foie :

**Les "poissons maigres"**, pour lesquels la maturation des gonades est précédée d'une importante accumulation de lipides dans le foie ; ainsi, les valeurs maximales du RHS précèdent celle du RGS.

**Les "poissons gras"**, pour lesquels l'accumulation de lipides s'effectue dans les muscles, le foie n'intervenant que dans la transformation de ces réserves lipidiques, dans ce cas le RHS évolue parallèlement au RGS ».

### 5.3.3. Adiposité :

L'adiposité désigne l'accumulation de tissu graisseux dans une partie localisée de l'organisme comme les muscles ou les viscères. Son évolution chez les Ostéichthyens permet de comprendre la contribution des graisses mésentériques dans les processus de transfert d'énergie destinée à la production de gamètes. Chez les perciformes, la teneur en lipide est

faible et constante dans les muscles, ses variations les plus importantes se situent dans le mésentère et constituent l'adiposité (Barnabe, 1976).

L'estimation de l'adiposité a été obtenue par le suivi des variations de la quantité des graisses mésentériques au cours d'un cycle annuel selon l'échelle de Nikolsky (1963) qui comporte 4 niveaux :

- **Unité 0** : pas de graisse,
- **Unité 1** : graisse dans les anses intestinales,
- **Unité 2** : graisse sur tout l'intestin qui reste cependant visible,
- **Unité 3** : l'intestin est dissimulé par d'importants cordons graisseux.

### 5.3.4. Calcul du coefficient de condition K :

Pour vérifier le rôle éventuel des réserves musculaires dans la gamétogenèse, le coefficient de condition est calculé pour chaque individu selon la formule suggérée par Fulton en 1911 :

$$K = (We / Lt^3) \times 100$$

Avec:

We: Poids de l'individu éviscéré;

Lt: Longueur totale de l'individu.

## 5. 4. Techniques d'étude du régime alimentaire :

Le régime alimentaire a été étudié sur un échantillon de 102 individus ( $13,1 \leq Lt \leq 18,1$  cm;  $5,18 \leq We \leq 33,16$  g).

### 5. 4. 1. Prélèvement et conservation des tubes digestifs :

Dans une première étape, tout le tube digestif (de l'œsophage à la papille uro-génitale) a été prélevé afin d'examiner le contenu stomacal et intestinal. Il est ensuite conservé dans du formol à 5 % pour des analyses ultérieures.

### 5. 4. 2. Analyse du contenu du tube digestif :

Après section du tube digestif, son contenu est déposé dans une boîte de Pétri et examiné à la loupe binoculaire. Les premières observations révèlent l'absence de proies dans

les intestins, ce qui nous a amené à limiter cette analyse au contenu stomacal. Notant que les rares proies trouvées dans l'œsophage sont considérées comme faisant partie du contenu stomacal. L'analyse du régime alimentaire des poissons fait appel à plusieurs méthodes :

- Méthodes numériques (proportions relatives des proies en terme de nombre).
- Méthodes d'occurrence (proportions relatives des proies en terme de fréquence).
- Méthodes gravimétriques (proportions relatives des proies en terme de poids).
- Méthodes calorimétriques (évolution de l'apport énergétique de chaque aliment).

Dans cette étude, nous n'avons tenu compte que des deux premières méthodes. Les différentes proies sont identifiées, dénombrées. L'identification des proies est basée sur des critères morphologiques apparents :

- Les Mollusques Bivalves sont comptabilisés en divisant le nombre total de valves par deux, en tenant compte de la présence du bord dorsal ou du sommet.
- Les petits Crustacés, tels que les Mysidacés, les Amphipodes et les Isopodes sont dénombrés en comptabilisant le nombre de céphalothorax ou de telsons. Lorsque l'état de digestion est avancé, il suffit de comptabiliser les pédoncules oculaires ou yeux en divisant leur nombre par deux.
- Le nombre des Annélides est déterminé en fonction de la présence de têtes ou de la région postérieure. La présence seulement de soies signifie l'existence d'un Polychète.
- Les Algues, les Phanérogames et les Cnidaires (Gorgonidés) sont considérés comme une proie unique quelle que soit l'abondance de leurs fragments dans un estomac.
- Tous les débris (animaux ou végétaux) non identifiables sont rassemblés dans un groupe appelé « divers ».

### - **Analyse qualitative :**

L'analyse quantitative consiste à déterminer la richesse spécifique (RS) ou nombre d'espèces présentes dans le tube digestif. Si l'identification n'a pas atteint le niveau de l'espèce, nous parlerons soit de richesse familiale (RF), soit de richesse générique (RG).

### - **Analyse quantitative :**

Cette analyse utilise les indices alimentaires suivants :

- **Coefficient de vacuité (Cv)  $Cv = (N_v / N) \times 100$**

$N_v$ : nombre d'estomacs vides

$N$  : nombre d'estomacs examinés

- **Fréquence d'une proie (F)**       $F = (N_i / N_p) \times 100$

$N_i$ : nombre d'estomacs contenant une proie

$N_p$ : nombre d'estomacs pleins examinés

Les indices alimentaires ont d'abord été calculés pour l'échantillon global, puis en fonction du sexe, et de la taille.

**Résultats :**

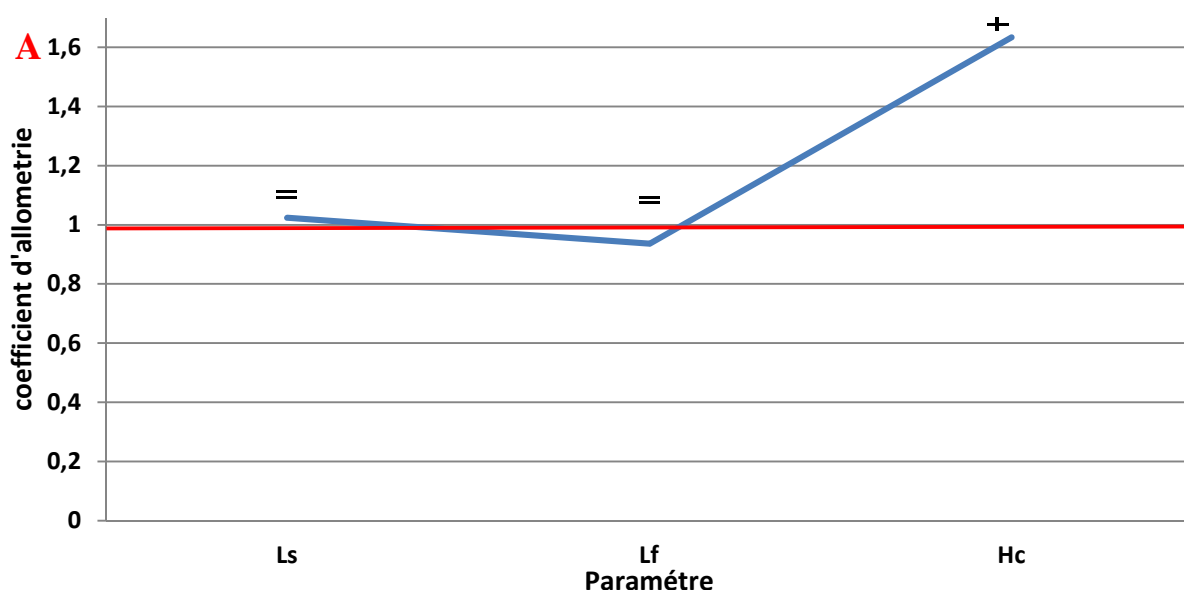
**1. Morphométrie :**

**1.1. Caractère métrique :**

Les différents paramètres métriques sont présentés dans (Figure : A, B) en fonction de leurs coefficients d'allométrie.

Chez les males montre aussi une corrélation très élevée pour la collection de paires de longueurs  $0,61 \leq r \leq 0,98$  ;  $p < 0,001$ . Nous avons compté 2 caractères métriques (Ls et Lf) qui présentent une isométrie, et un caractère métrique (Hc) qui présente une allométrie majorante, la pente est supérieure à 1 (figure07. A).

Chez les femelles sont très significativement corrélés à Lt du poisson ( $0,66 \leq r \leq 0,95$ );  $p < 0,001$ ). Parmi les paramètres étudiés la longueur standard (Ls) et la longueur à la fourche (Lf) présente une isométrie, alors que la hauteur du corps (Hc) présente une allométrie majorante, la pente est supérieure à 1 (figure07. B)



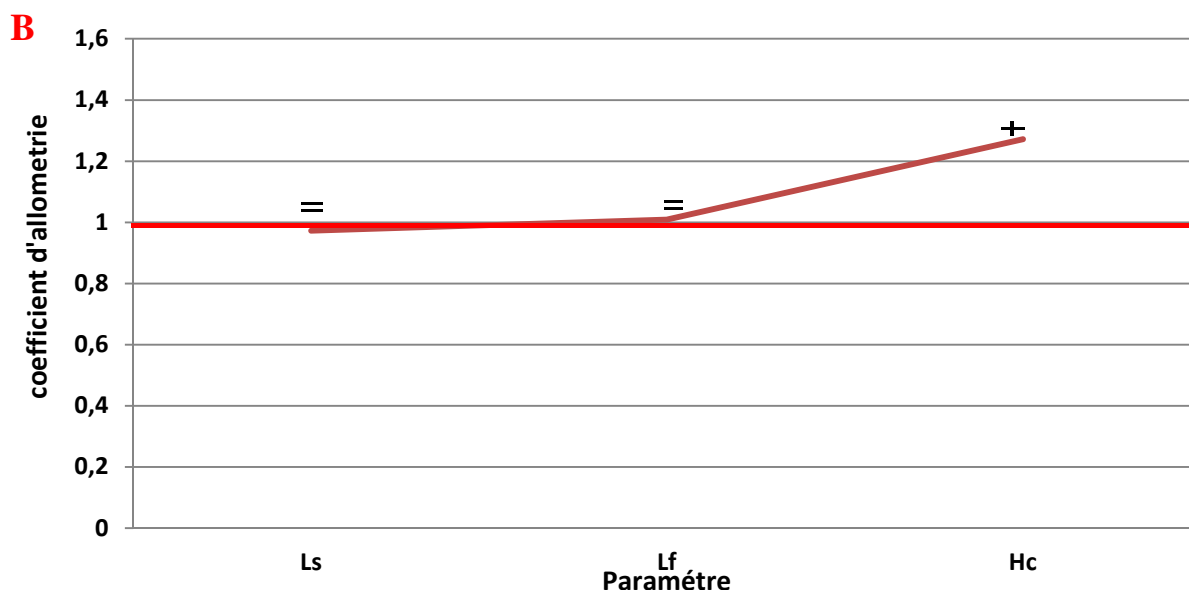


Figure07 : Variation de coefficient d'allométrie chez les mâles (A), les femelles (B). (+) : allométrie majorante, (=) : isométrie. (Ls: longueur standard, Lf: longueur à la fourche, Hc: hauteur du corps).

### 1.2. Dimorphisme sexuel :

L'égalité des résidus entre les différents sexes (mâles et femelles) est confirmée par le test de Fisher. Il n'y a pas de différence significative entre les pontes des droites ( $P \leq 0.05$ ). La régression, pour différents traits métriques, n'a pas plus été observée chez les mâles que les femelles (Tableau. 03). Par contre, la valeur de  $t_{pe}$  indique que ces positions de ces lignes sont significativement différentes avec un ( $P \leq 0.05$ ), dans le cas supérieur (Lf, Hc) ces traits mettent ainsi en évidence le dimorphisme sexuel, dans lequel la croissance de ce dernier est plus important chez les femelles (Tableau.03).

Tableaux 3 : Représentation des traits de dimorphisme sexuel.\* : différence significative,  $t_{ev}$ : test d'égalité des variances,  $t_{pe}$  : pente des droites de régression entre les 2 sexes,  $t_{po}$  : position des deux droites.

Paramètres	$t_{ev}$	$t_{pe}$	$t_{po}$
Ls	0.879	1.371	0.0175
Lf	1.120	3.501*	-
Hc	0.591	2.093*	-



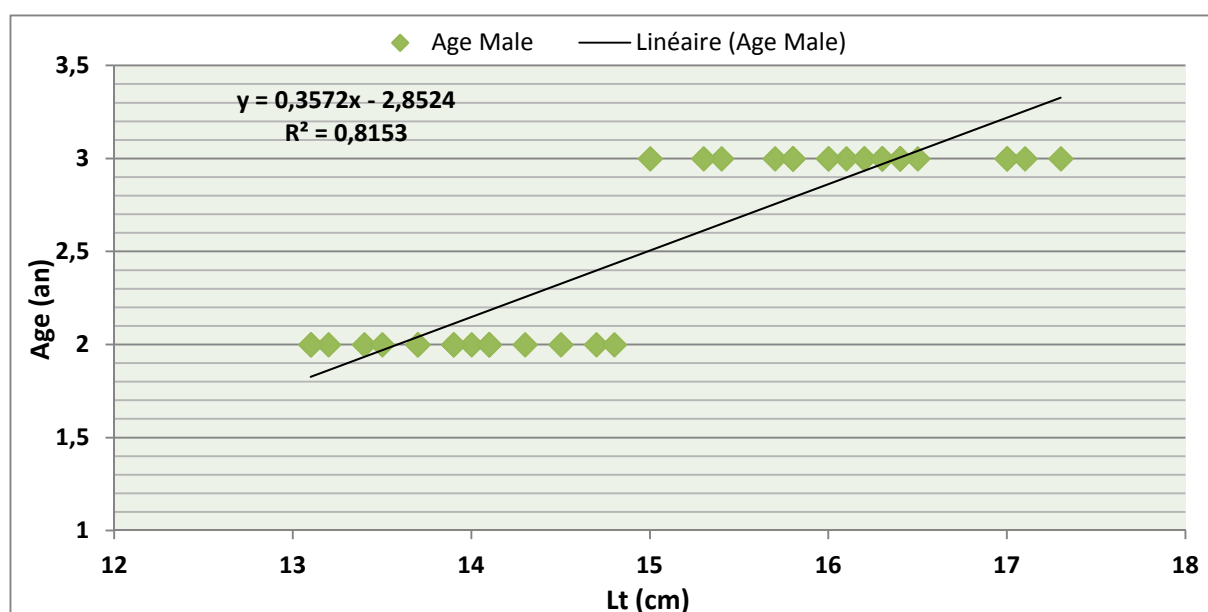
## 2. Age et croissance :

### 2.1. Détermination d'âge :

#### 2.1.1. Age des mâles:

Chez les males du couple de donnée Age-Longueur Lt on a obtenue des groupes d'âges de 2 ans et 3 ans.

On remarque que le groupe de 2 ans commence par la taille minimale de la Sardine 13,1 jusqu'à 14,8 cm et dans le groupe de 3 ans la taille débutera de 15 jusqu'à 17,1cm (Figure. 8) et on remarque aussi que le groupe d'âge dominant est celui de l'âge de 2 ans.



**Figure 8 : Variations de L'Age des males en fonction de la Longueur totale (Lt) chez *Sardina pilchardus*.**

En fonction du Poids éviscéré chez les males de la Sardine on constate la présence de 2 groupes d'âges. Ces groupes sont âgés de 2 à 3 ans. Le groupe de 2 ans comprise des valeurs de poids à partir de 12,9 jusqu'à 22,2 g, pour le groupe de 3ans les valeurs sont de 20,2 jusqu'à 34,5g (Figure. 9).

Ces résultats montrent que les Sardines du groupe d'âge 3 ans sont les plus représentée que ceux du groupe d'âge 2 ans.

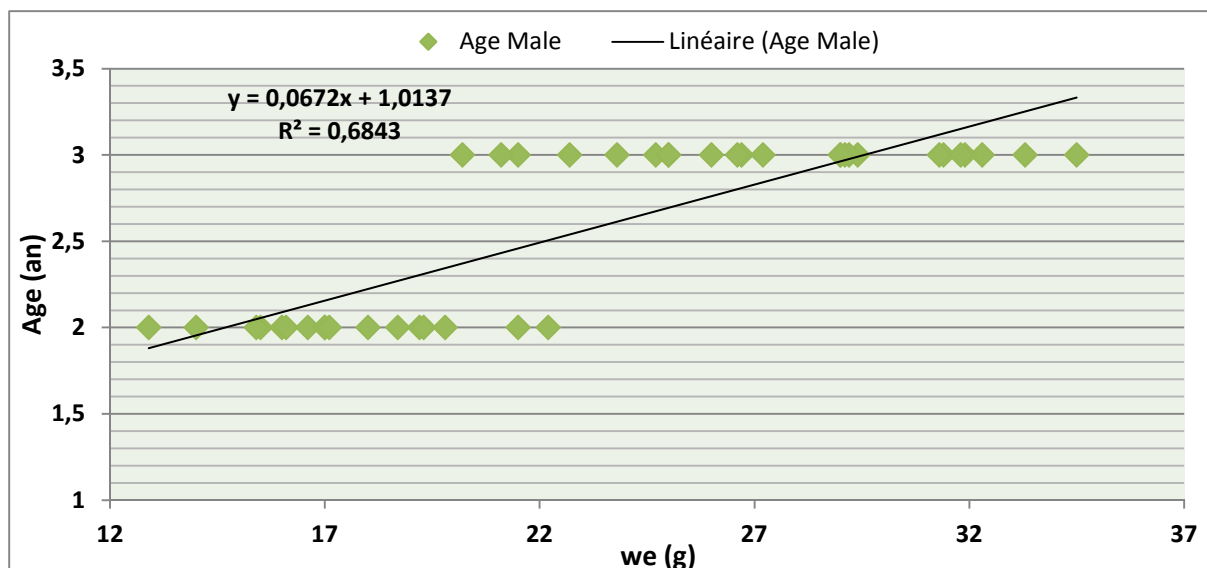


Figure 9: Variations de L'Age des males en fonction du Poids éviscéré (We) chez la *Sardina pilchardus*.

### 2.1.2. Age des femelles :

Chez les Sardines femelles du couple Age-Longueur Lt on a rencontré la présence de 3 groupes d'âges (2 ans, 3ans et 4 ans). On remarque que le groupe d'âge 2ans comprend la taille entre 13,5 et 15,3 cm et le groupe 3 ans comprend la taille entre 15,1 et 17 cm, pour le dernier groupe 4 ans la taille commence à partir de 17,2 cm jusqu'à la taille maximale 18,1 cm (Figure. 10). D'après les résultats le groupe d'âge le plus dominant est celui de 3 ans et le groupe le moins dominant est celui de 4 ans.

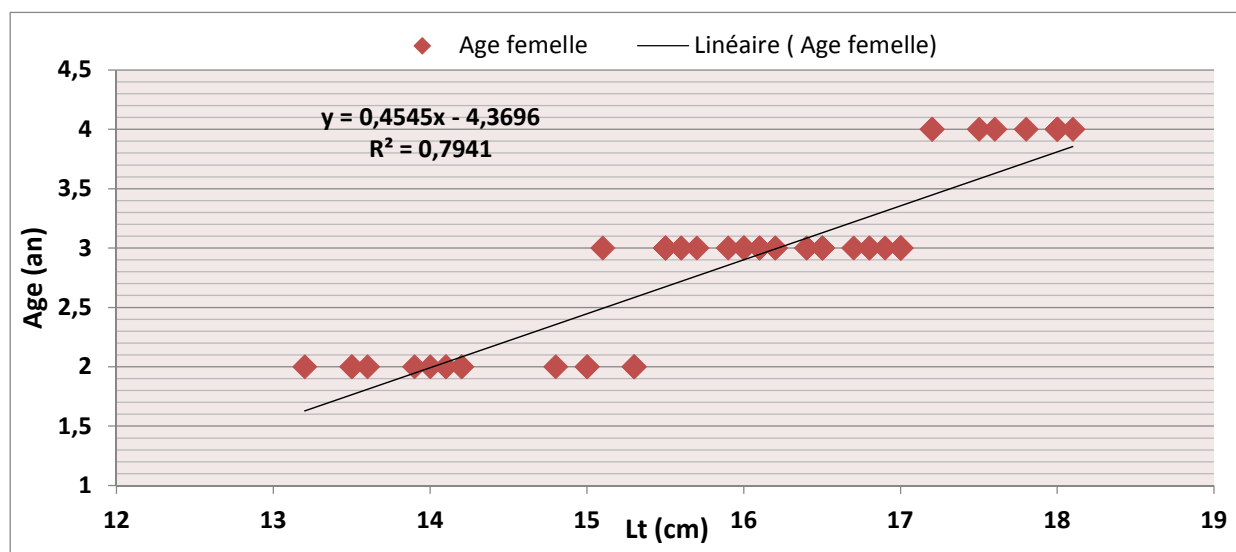


Figure 10: Variations de L'Age des femelles en fonction de la Longueur totale (Lt) chez la *Sardina pilchardus*.

Chez la *Sardine pilchardus* femelle on observe la présence de 3 groupes d'âges comporte l'âge 2ans, 3ans et 4 ans.

Pour le premier groupe d'âges 2 ans la valeur du poids éviscéré varie entre 14,7 et 27 g, et au deuxième groupe 3 ans elle varie entre 15 et 36,6 g, et concernant le dernier groupe d'âge 4 ans qui est le groupe maximal son valeur du poids commence à partir de 30,2 g jusqu'à qu'il atteinte la valeur du poids We maximale 44,4 g (Figure. 11). On remarque que le groupe d'âge 3 ans est le plus représentée que les deux autres groupes de 2 et 4 ans sachent que le groupe 2 ans est mieux représentée que celui de 4 ans qui est le groupe moins représenté.

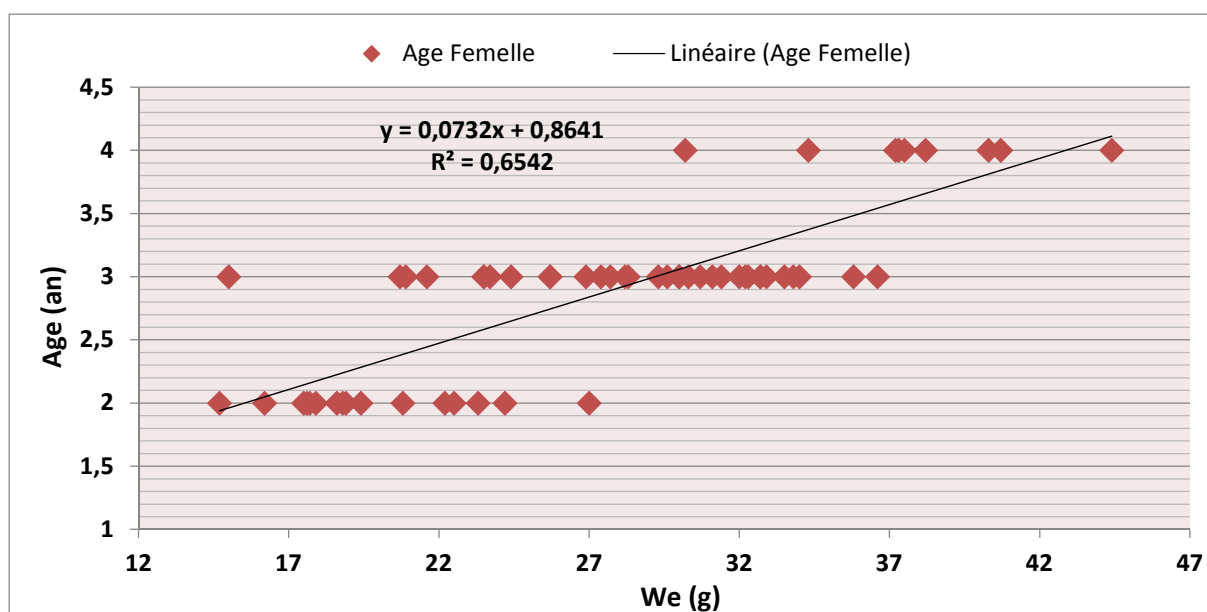


Figure 11: Variations de L'Age des femelles en fonctions du Poids éviscéré (We) chez *Sardina pilchardus*.

## 2.2. Relation taille-poids :

### 2.2.1. Relation Taille-Poids chez les mâles :

Chez les Sardines du golfe de Bejaia, le coefficient de corrélation (r) est de 0,95. Pour les mâles du golfe de Bejaia, le poids croît proportionnellement avec la taille avec  $b = 3,24$  ;  $t_{obs} = 1,47$  et;  $p < 0,05$ , alors une croissance isométrique est mise en évidence ( $t_{obs} \leq t$  théorique avec un seuil d'erreur de 5 %) (Figure.12).

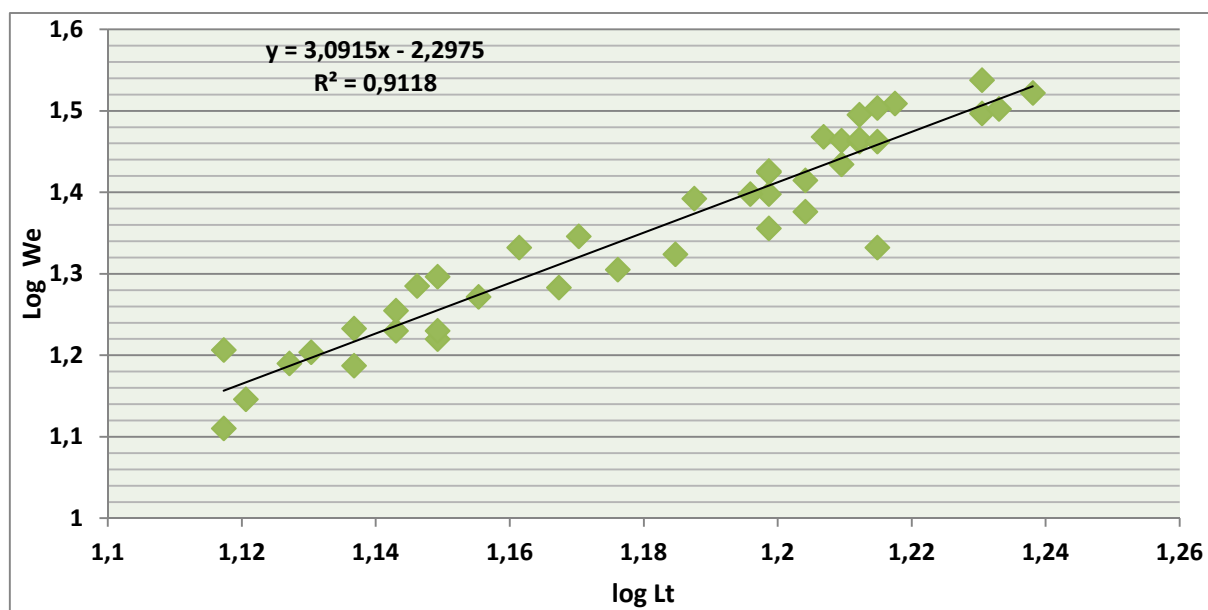


Figure 12 : Représentation de variation logarithmique entre la taille et le poids chez les males de *S. pilchardus* du golfe de Bejaia.

### 2.2.2. Relation Taille-Poids chez les femelles :

Chez la *Sardina pilchardus* du golfe de Bejaia, le coefficient de corrélation ( $r$ ) est de 0,92 pour les femelles. Le poids évolue plus vite que la taille avec  $b = 3,3$  ;  $t_{obs} = (2,2 ; p > 0,05)$ , alors une croissance allométrique majorante (+) est mise en évidence (la pente ( $b$ ) est supérieure à 3 avec un seuil d'erreur de 5 %) (Figure.13).

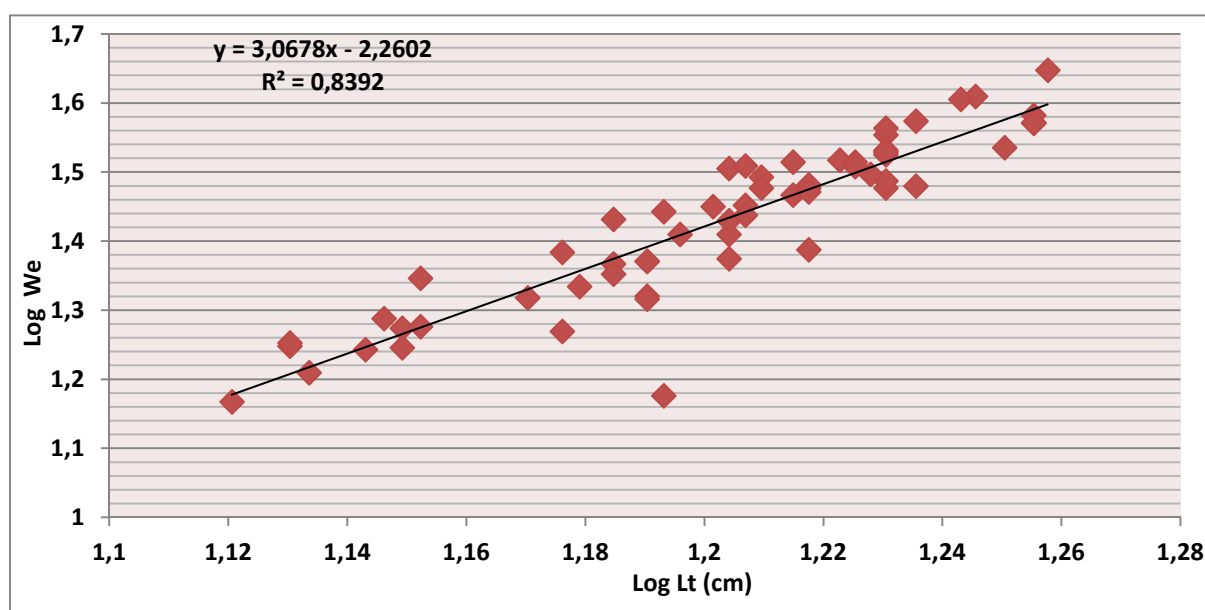
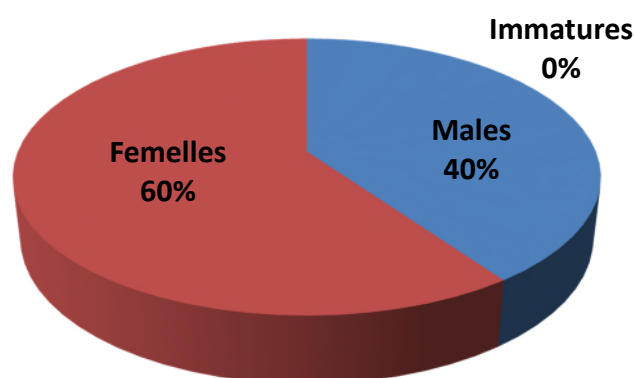


Figure 13 : Représentation de variation logarithmique entre la taille et le poids chez les femelles de *S. pilchardus* du golfe de Bejaia.

**3. Reproduction :**

**3. 1. Sex-ratio en fonction des (%), mois et tailles :**

Globalement, l'échantillon de population était structuré et nous avons 61 femelles (60%), Il y avait 41 mâles (40 %) et 0 immature (0 %) (Fig.14). Détermination de la sex-ratio global (SR) 0.67 :1 ( $\chi^2 = 3.92$  ;  $p < 0.05$ ). On a  $\chi^2$  observé est supérieur à  $\chi^2$  théorique donc on rejette l'hypothèse. Il existe une différence hautement significative entre les mâles et les femelles ; sex-ratio en faveur les femelles (figure.14).



**Figure 14 : Structure de la population de la *Sardine pilchardus* échantillonnée dans les eaux du golfe de Bejaia.**

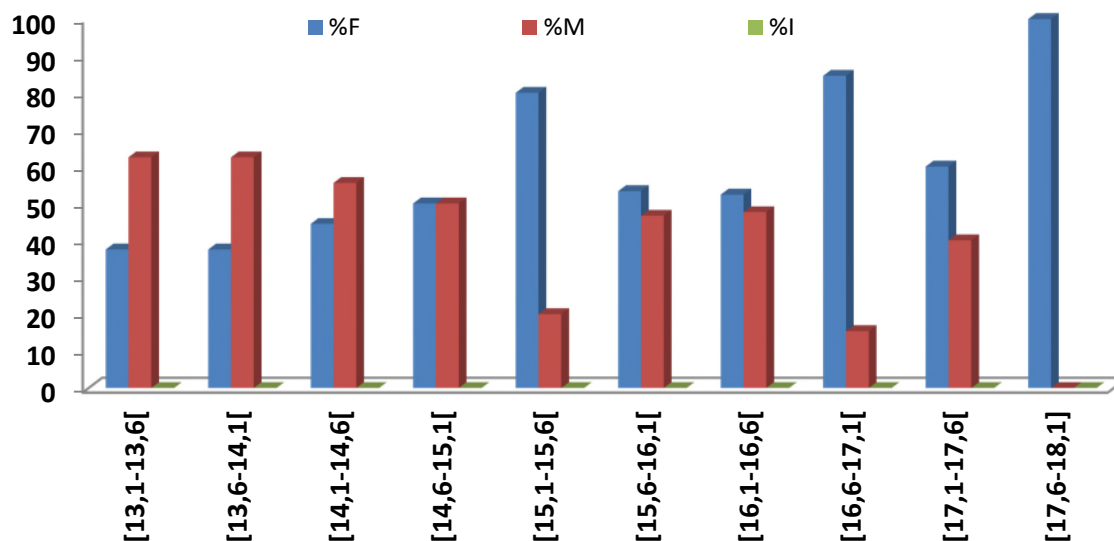
Les variations mensuelles de sex-ratio (SR) sont représentées dans le (tableau.04). Elle en faveur des femelle en avril (SR=0.45 ;  $\chi^2_{obs} = 4.50$  ;  $p < 0.05$ ), il est constante pas de différence entre les mâles et les femelle en mars (SR=0.76 ;  $\chi^2_{obs} = 0.96$  ;  $p < 0.05$ ), et le mois de mai (SR=0.90 ;  $\chi^2_{obs} = 0.05$  ;  $p < 0.05$ ).

**Tableau 04 : Caractérisation de sex ratio de la *S. pilchardus* du Golfe de Bejaia :**

**Sex-ratio en fonction des mois. SR : sex-ratio,  $\chi^2_{obs}$  : valeur observée de khi-deux,  $\chi^2_{1-\alpha}$  : valeur théorique de khi-deux, S\*\*\* : différence hautement significative, (NS) : différence non significative.**

Période	♂	♀	SR	$\chi^2_{obs}$	P
Période Totale	41	61	0.67 :1	3.92	S***
Mars	22	29	0.76 :1	0.96	(NS)
Avril	10	22	0.45 :1	4.5	S***
Mai	9	10	0.90 :1	0.05	(NS)
			$\chi^2_{1-\alpha} = 3.841$		

La répartition du statut sexuel selon la taille se fait par regroupement les spécimens de la classe de taille 0.5 cm étaient espacés de 13.1 à 18.1cm. L'évolution du sexe en fonction de la taille des poissons révèle la dominance des mâles dans les catégories de taille Entre [13.1-13,6cm[ et [13,6-14,1cm[et [14 ,1-14,6[, alors que dans la classe de taille [14,6-15,1cm[, la distribution est en équilibre entre les poissons mâles et femelles, alors que dans les classe de tailles [15,1-15,6cm[ et [15,6-16,1cm[ et [16,1-16,6cm[ et [16,6-17,1cm[ et [17,1-17,6cm[ [17,6-18,1cm] la dominance des femelle.(figure. 15).



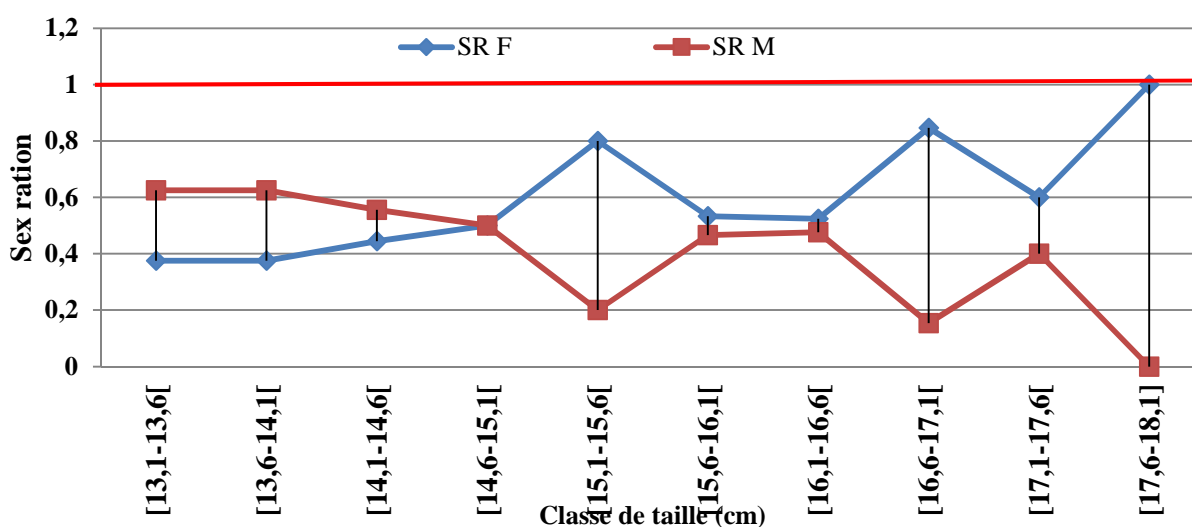
**Figure 15 : Répartition des sexes de *sardina pilchardus* en fonction de la taille. F%= proportion des femelles, M%= proportion des mâles, I%= proportion des immature.**

Variation de sex-ratio (SR) par classe de taille sont représenté dans le tableau (05).Le sex-ratio n'étaient pas significativement différente dans les classe de taille [13,1-13.6 [; [13,6-14.1 [; [14,1-14,6 [; [14,6-15.1 [; [15,1-15,6 [; [15,6-16,1 [; [16,1-16,6 [et [17,1-17,6[, le sex-ratio est constant pas de différence entre les male est les femelle. Dans les classes de taille [16,6-17,1[et [17,6-18,1] la différence est significative la sex-ratio en faveur les femelle (Tableau. 05).

**Tableau 05 : Variation de sex-ratio en fonction de classe de taille pêchée dans les eaux du Golfe de Bejaia. (NS) différence non significative, (s\*\*\*) différence significative.**

Classes	taux males (%)	taux femelles (%)	X <sup>2</sup> obs	X <sup>2</sup> 1 :0.05	SR	P
[13,1-13,6[	62,50	37,50	0.50	3.841	1.67	NS
[13,6-14,1[	62,50	37,50	0.50	3.841	1.67	NS
[14,1-14,6[	55,56	44,44	0.11	3.841	1.25	NS
[14,6-15,1[	50,00	50,00	0.00	3.841	1	NS
[15,1-15,6[	20,00	80,00	3.60	3.841	0.25	NS
[15,6-16,1[	46,67	53,33	0.07	3.841	0.88	NS
[16,1-16,6[	47,62	52,38	0.05	3.841	0.91	NS
[16,6-17,1[	15,38	84,62	6.23	3.841	0.18	S***
[17,1-17,6[	40,00	60,00	0.20	3.841	0.67	NS
[17,6-18,1]	0,00	100,00	7.00	3.841	0	S***

Le sex-ratio chez les males dominant les classe de petites tailles vont de [13,1-13,6[et [13,6-14,1 [et [14,1-14,6[ avec (SR) entre 0.625 :1 et 0.556 :1 (P < 0.05). Dans la classe de taille [14,6-15,1[ y'a pas de dominance entre les male et les femelles avec (SR) 0.5 :1 (P < 0.05). Les femelles sont beaucoup plus abondants dans les grande taille vont de [15,1-15,6[ et [15,6-16,1[et[16,1-16,6[ et[16,6-17,1[et[ 17,-17,6[ et [17,6-18,1] avec (SR) 0.8 :1 ; 0.53 :1 ; 0.52 :1 ; 0.85 :1 ; 0.6 :1 et 1 :1(P < 0.05) respectives (figure.16).



**Figure 16 : Variation de sex-ratio en fonction de classe de taille pêchée dans les eaux du golfe de Bejaia.**

### 3.2. Rapport Gonado-Somatique :

#### 3.2.1. Rapport somatique des gonades (RGS) chez les mâles et les femelles :

Le changement du rapport somatique des gonades (RGS) chez les mâles et les femelles varie selon la classe de taille. Les mâles dominent dans les classes de [13,1-13,6[; [14,6-15,1[ et [15,6-16,1[. Alors que les femelles dominent dans les grandes classes et aussi dans la deuxième classe [13,6-14,1[ dans laquelle sont bien représentée (figure. 17).

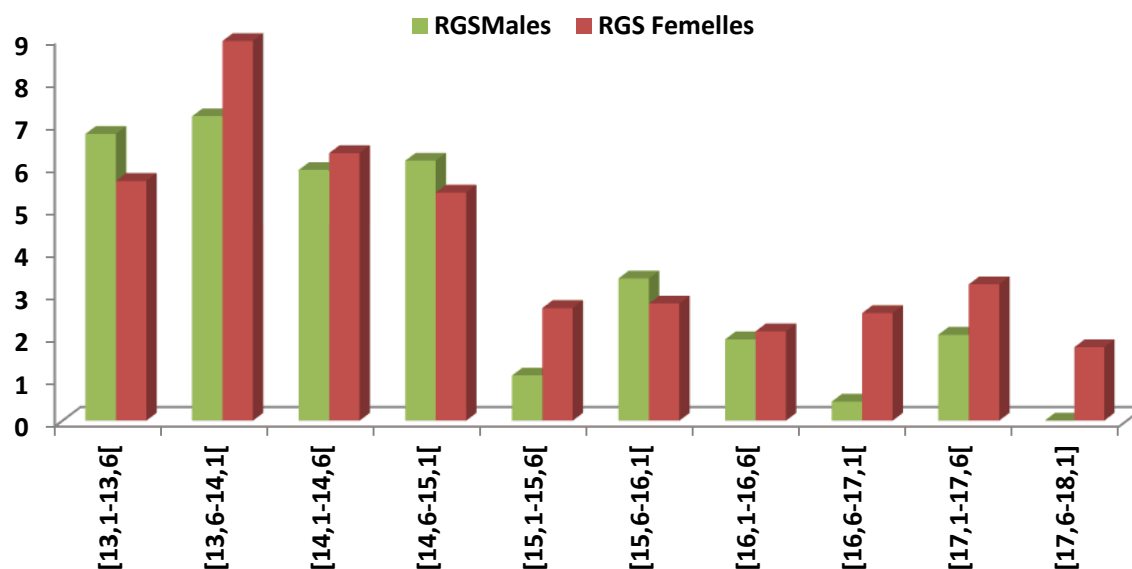


Figure 17 : Evolution de rapport somatique des gonades (RGS) chez les mâles et les femelles de la *Sardina pilchardus* en fonction des classes de taille.

### 3.3. Rapport Hépat-Somatique :

#### 3.3. 1. Rapport Hépat-somatique (RHS) chez les mâles et les femelles :

Les valeurs du rapport hépat-somatique (RHS) chez les mâles et les femelles montre une dominance des mâles dans les tailles [13,6-14,1[, une dominance des femelles dans les tailles moyennes et dans les grandes tailles alors que dans la taille [16,1-16,6[ il y a un équilibre entre les deux sexes (figure. 18).



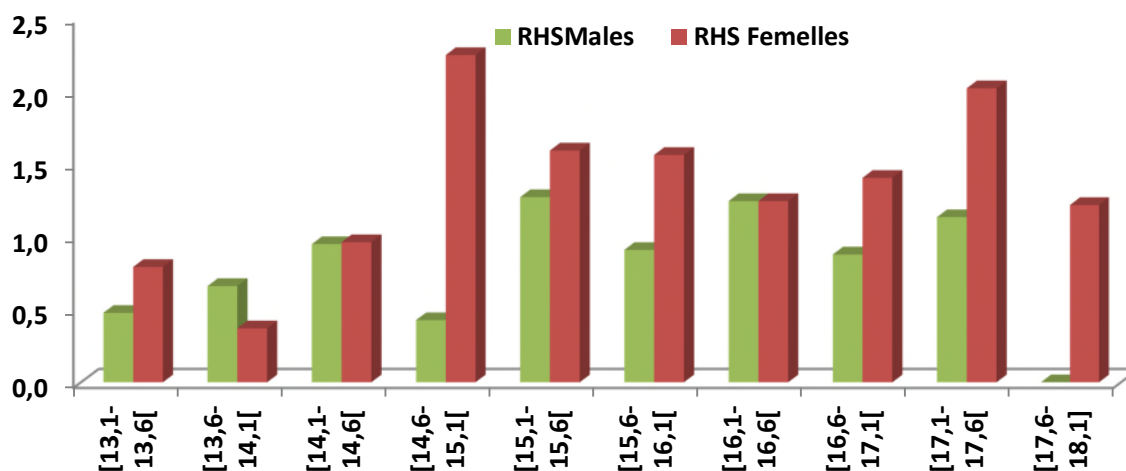


Figure 18 : Evolution de rapport Hépatosomatique (RHS) chez les mâles et les femelles de la *Sardina pilchardus* en fonction des classes de taille.

### 3.4. Adiposité :

#### 3.4.1. Adiposité chez les mâles et les femelles :

La répartition de l'adiposité varie selon la classe de taille de 0,5 cm d'intervalle allant de 13,1 à 18,1 cm. Les femelles dominent dans les classes moyennes et les petites classes et dans la dernière classe [17,6-18,1], alors que dans les classes [16,1-16,6[ et [16,6-17,1[ l'évolution de l'adiposité est équilibrée. Avec une dominance des mâles dans la classe [13,6-14,1[ et dans la classe [17,1-17,6[ dans laquelle sont bien représentée (figure. 19).

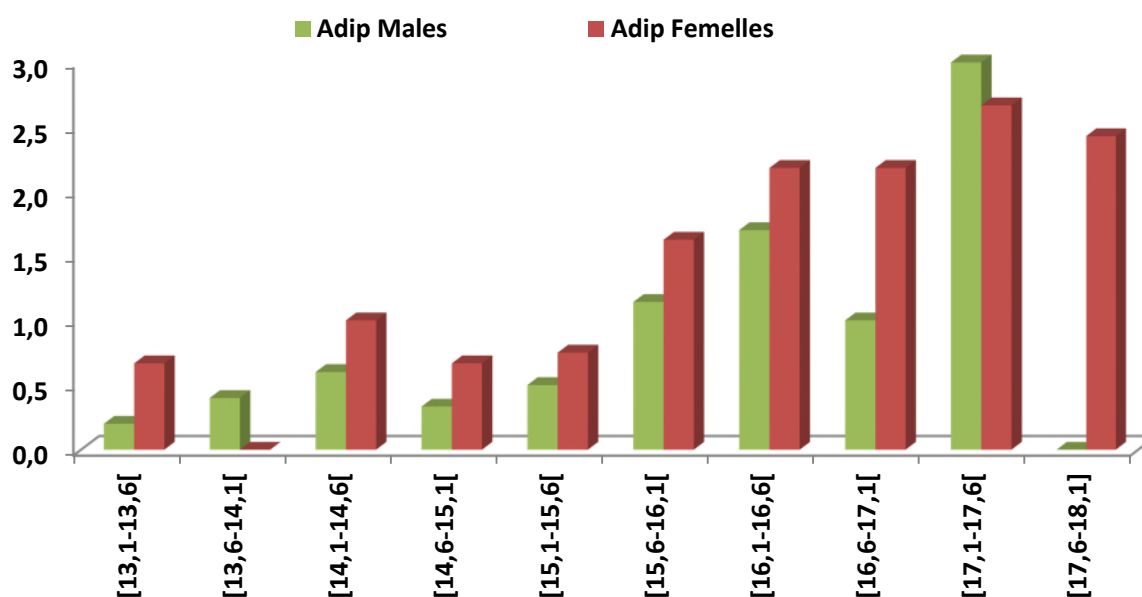


Figure 19: Répartition de l'Adiposité chez les mâles et les femelles de la *Sardina pilchardus* en fonction des classes de taille.

### 3.5. Coefficient de condition K :

#### 3.5. 1. Coefficient de condition K chez les mâles et les femelles :

Les valeurs du coefficient de condition montrent qu'il y a une dominance totale des femelles au niveau des classes grandes et petites classes avec la présence d'un équilibre entre les deux sexes dans les classes moyennes (figure. 20).

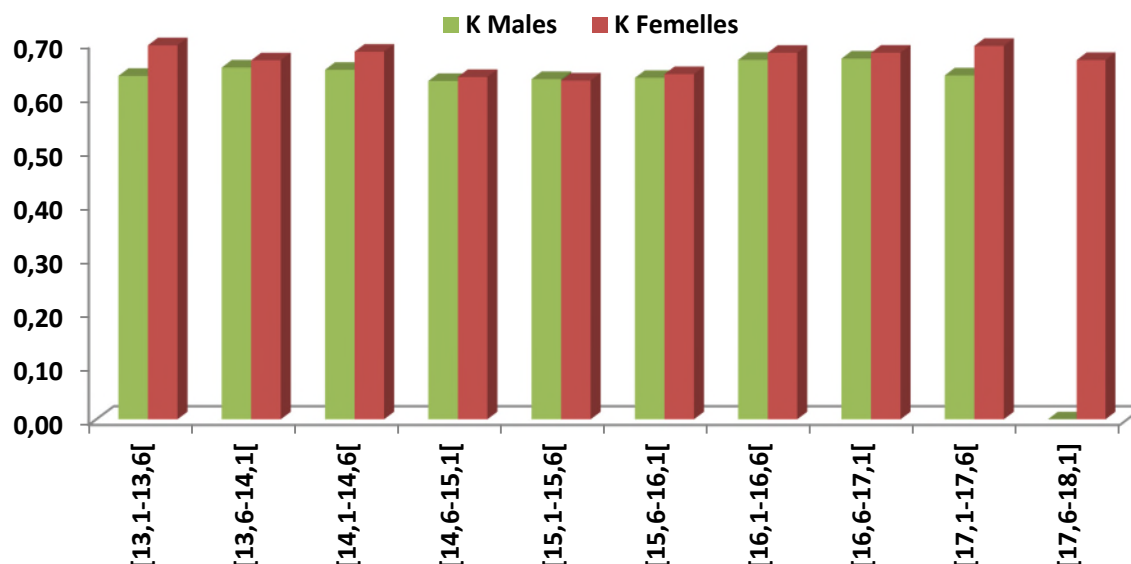


Figure 20 : Evolution du Coefficient de condition K chez les mâles et les femelles de la *Sardina pilchardus* en fonction des classes de taille.

### 4. Régime alimentaire :

#### 4.1. Analyse qualitative :

**Chez les mâles**, sur 41 estomacs, 100% contenaient la nourriture. Neufs groupes de proies ont été identifiés : Copépoda et le groupe le plus abondants (75,2%), ensuite Cladocéra (9,7 %) et Mollusca (5,6%), y 'auna aussi Dinoflagella, Ostracoda, Isopoda, Divers, Amphiphoda, Cnidarian mais en faible quantité(Figure.21).

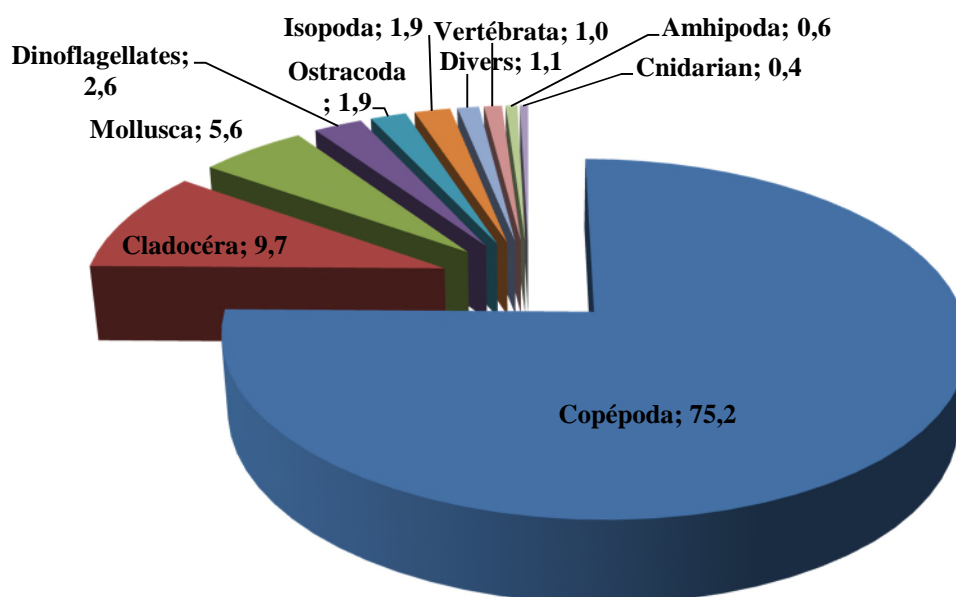


Figure 21 : Diversités globales des proies chez les males observées dans les estomacs de la sardine analysés dans de golfe de Bejaia.

Chez les femelles, 61 estomacs sur 61 ou 100 % contenaient de la nourriture. Neufs groupes de proies ont été recensés : Copépodes et le groupe le plus abondant (70,9%), suivis des Mollusques (10.9%) et des Cladocères (9%), y'auna aussi également des Dinoflagelles, des Ostracodes, des Isopodes, des Divers, des Amphiphodes, des Cnidaires mais en faible quantité (Figure. 22).

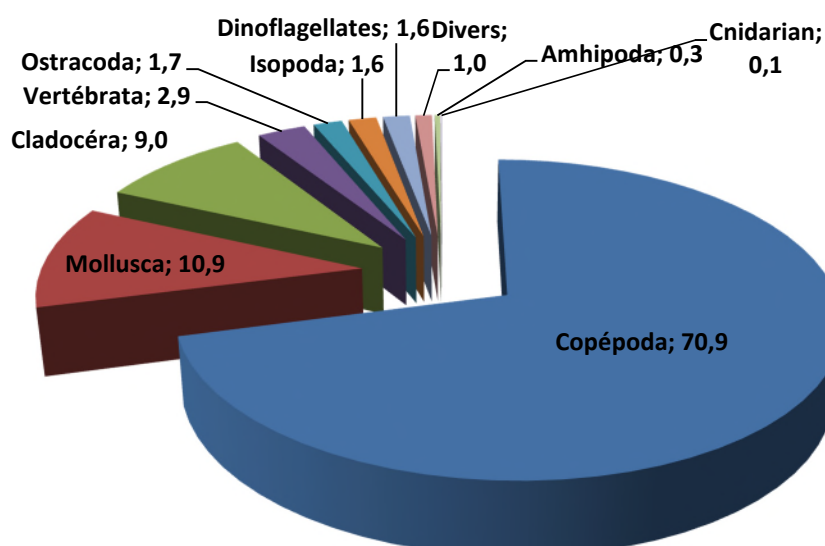
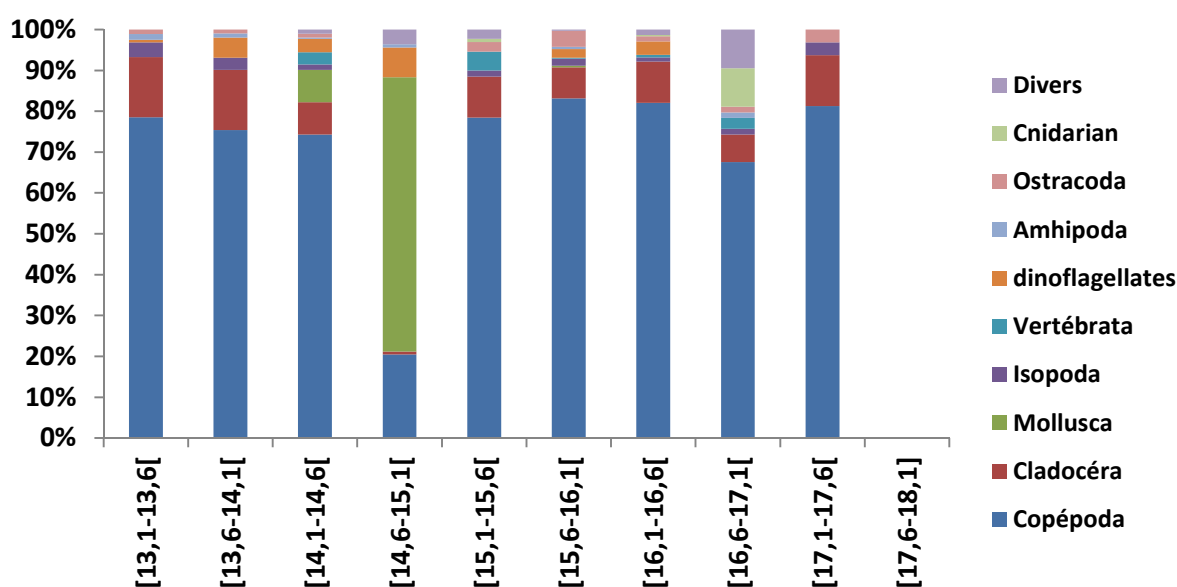


Figure 22: Diversités globales des proies chez les femelles observées dans les estomacs de la sardine analysés dans de golfe de Bejaia.

#### 4.2. Pourcentage des proies par classe de taille :

**Chez les mâles**, les Copépoda présentent en une grande quantité chez les individus de petites tailles et chez les individus de grandes tailles, sauf dans la classe de taille [14,6-15,1[ ou les Copépoda présentes en une faible quantité. Les Cladocéra présentent en une quantité importante chez les individus de petites tailles et chez les individus de grandes tailles, sauf dans la classe de taille [14,6-15,1[ presque rien. Les Mollusca présentes dans deux classes de taille une en grande quantité [14,6-15,1[ et l'autre en faible quantité [14,1-14,6[. Les autres groupes sont présentés presque dans toutes les classes de tailles mais en faible quantité. En remarque chez les mâles y'a pas de proies dans la classe de taille [17,6-18,1[ car il n'y a pas d'individus (Figure. 23).



**Figure 23: le pourcentage des proies de la sardine en fonction de la taille chez les mâles, analysée dans de golfe de Bejaia.**

**Chez les femelles**, les Copépoda présentent en une grande quantité chez les individus de petites classes de tailles et chez les grandes classes de tailles, sauf dans la classe de taille [17,1-17,6[ présentent en une faible quantité. Les Cladocéra présentent en une quantité importante chez les individus de petites classes de tailles et en faible quantité chez les individus de grandes classes de tailles. Les Mollusca présentent chez les individus de tailles de classes intermédiaires et chez les individus de grandes classes de tailles en quantités importantes. Les autres groupes sont présentés presque dans toutes les classes de tailles mais en faible quantité (Figure. 24).

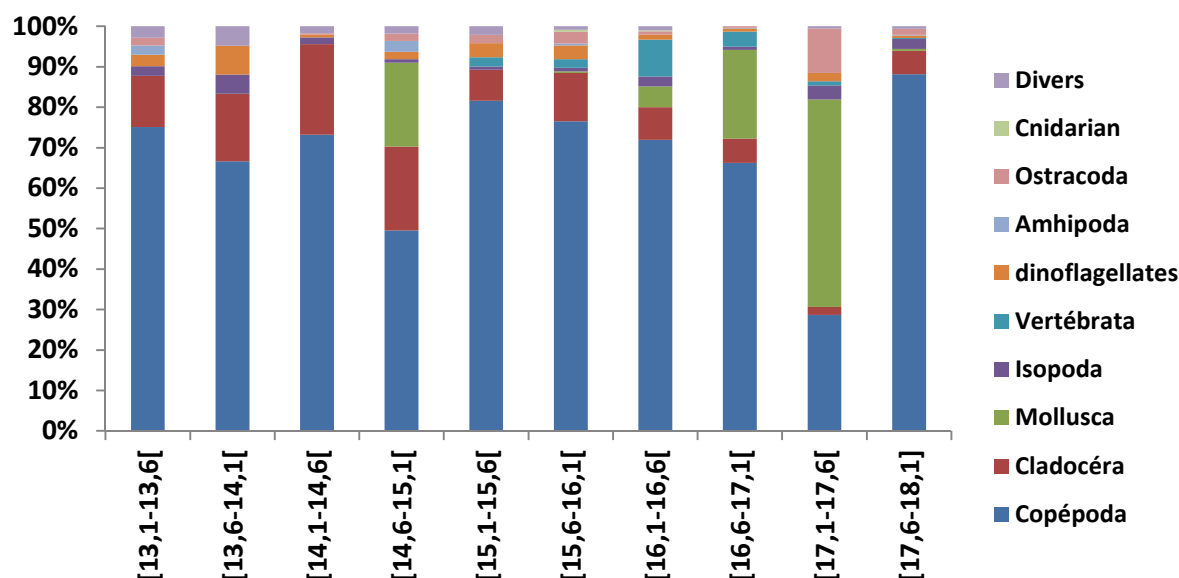


Figure 24 : le pourcentage des proies de la sardine en fonction de la taille chez les femelles, analysée dans de golfe de Bejaia.

#### 4.3. Analyse quantitative :

##### 4.3. 1. Coefficient de vacuité (CV) :

Sur 102 estomacs examinés, on a trouvé aucune estomacs est vides donc toujours le coefficient de vacuité est nulle (CV = 0 %).

##### 4.3. 2. Fréquence des proies (F) chez les mâles par classe de taille :

Les Copépodes dominent tout au long des classes avec une valeur maximale de F égale à 34 %. Les Cladocères, en particulier les isopodes, les ostracodes savaient rencontrer dans l'alimentation de la Sardine. L'apparition des dinoflagellés dans toutes les classes sauf dans les grandes classes et la classe intermédiaire.

On remarque que les Mollusques et les Vertébrés apparaissent dans les grandes classes et absents presque dans toutes les classes petites et aussi une absence dans la classes moyenne [15,1-15,6[ pour les Mollusques. Tandis que les Cnidaires apparaissent dans les classes moyennes, et dans les petites et grandes classes sont absents (Figure. 25).

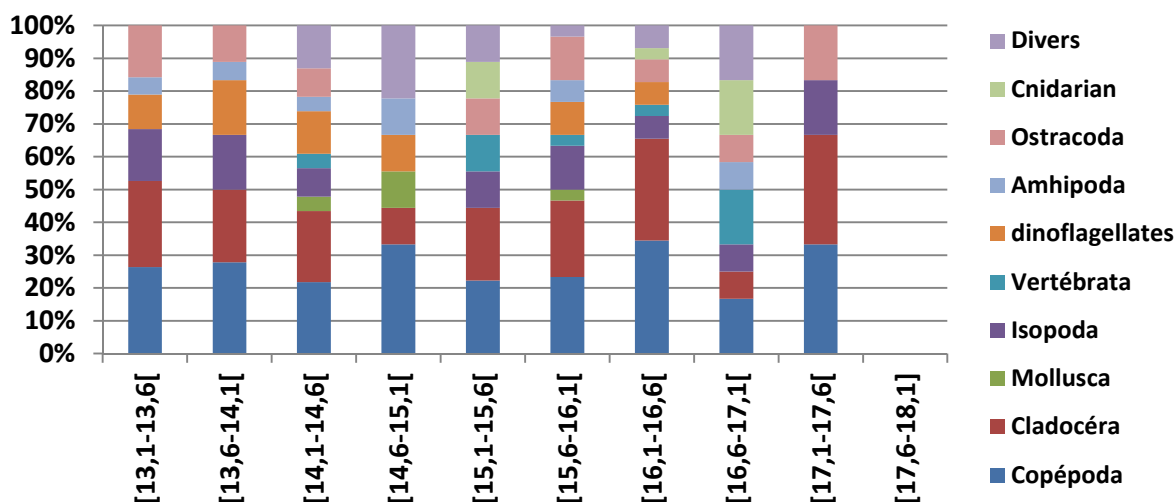


Figure 25 : Evolution de la fréquence des proies (F) chez les males ingérés par la *S.pilchardus*.

#### 4.3. 3.Fréquence des proies (F) chez les femelles par classe de taille :

La dominance des Copépodes tout au long des classes, avec une valeur maximale de F atteint 31 %, les Cladocères, en particulier les Isopodes, les Ostracodes et les Dinoflagellés avaient rencontré dans l'alimentation de la *S. pilchardus*. On remarque que les Mollusques et les Vertébrés apparaissent dans les grandes classes et absents dans les classes petites et aussi une absence dans la classes moyenne [15,1-15,6[ pour les Mollusques. Tandis que les Cnidaires apparaissent sauf dans deux grandes classes (Figure. 26).

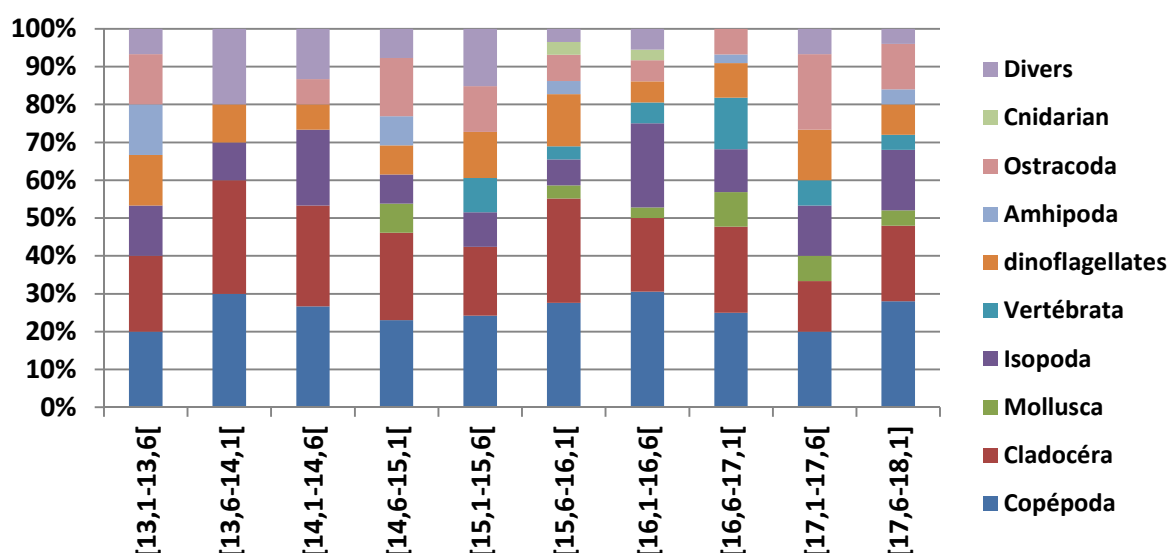


Figure 26 : Evolution de la fréquence des proies (F) chez les femelles ingérées par la *S.pilchardus*.

**Discussion :**

À partir d'un échantillonnage aléatoire mensuel dans le golfe de Bejaia, de mois d'Avril 2023 au mois de Mai 2023, nous avons déterminé l'analyse morphométrique, la détermination de l'âge et la relation Taille-Poids, la reproduction et le régime alimentaire chez 102 spécimens de Sardine.

L'utilisation des **caractéristiques morphologiques** constitue un ensemble de critères permettant l'identification et la classification des espèces de poissons. L'examen des caractéristiques morphologiques nous a permis de comparer les Sardines du golfe de Bejaia avec celles pêchées dans d'autres zones.

La morphologie de la *S. pilchardus* révèle une isométrie de croissance pour la plupart des traits métriques mesurés par la longueur totale (Lt).

Chez les mâles, les caractéristiques morphologiques examinées présentaient de fortes corrélations ( $0,61 \leq r \leq 0,98$ ). Les traits Ls, Lf ont montré une croissance isométrique, alors que Hc montre une croissance allométrique majorante. Genane (2018) a documenté des croissances isométriques pour les caractères Ls, Lf et l'allométrie pour le caractère Hc. Bouhali (2016) a documenté des augmentations allométriques pour les caractères suivants : Ls, , Hc . L'isométrie de croissance implique un paramètre métrique, qui est : Lf.

Chez la femelle de la *S. pilchardus*, les caractéristiques morphologiques examinées ont montré une forte corrélation ( $0,66 \leq r \leq 0,95$ ). Traits : Ls et Lf présentent une croissance isométrique, alors que la hauteur du corps Hc présente une croissance allométrique majorante sur les côtes de Jijel, Est algérien, les Ls, Hc présentent une croissance allométrique accrue, tandis que Lf, présente une croissance isométrique (Genane, 2018). Sur l'extrême côte de l'est de l'Algérie, deux caractères métriques ont présenté une croissance allométrique croissante : Ls, Hc. Lf présente une croissance isométrique (Bouhali, 2016).

L'analyse des histogrammes de fréquence de tailles montre que la longueur maximale (Lt) chez *S. pilchardus* du golfe de Bejaia est de 18,1 cm. La taille maximale échantillonnée est < à celles rapportées par Voulgaridou et Stergiou (2003) où Lt = 21 cm, dans le Nord Ouest de la mer Egée (Grèce). Lt = 24,7 cm chez les sardines du Nord Atlantique (Espagne) (Silva, 2003), elle est de 23,7 cm dans les eaux des côtes Portugaises, la taille a été notée par Sinovic et al., (2004) où Lt = 19 cm. La Lt est < à celle signalée par Brahimi et al., (1998), sur les côtes Centres Algériennes (18,64 cm). Ces différences de tailles peuvent être liées aux conditions hydrologiques, à la composition, l'abondance du plancton et au caractère migrateur des espèces considérées comme le signale Fréon (1988).

Certains paramètres indicateurs sont évolués différemment dans les deux sexes (**dimorphisme sexuel**). Une comparaison de la pente et de l'ordonnée à l'origine de la droite de régression montre que seules deux caractères différencient les femelles des mâles :Lf, Hc. Tandis que Genane (2018) à dis que ces caractéristiques métriques ne se différencient pas chez les femelles des mâles dans la région de Jijel. Alors que Bouhali (2016) a déclaré qu'il y a du dimorphisme sexuel entre les femelles et les mâles dans la région d'EL-Kala au niveau la hauteur du corps Hc (Tableau. 06). Ces traits mettent ainsi en évidence le dimorphisme sexuel, ce dernier dont la croissance est plus importante chez les femelles. Le dimorphisme sexuel détecté et la variation spatiale peuvent être attribués aux différences de croissance entre les Sardines femelles et mâles.

**Tableau 06. Comparaison des paramètres du dimorphisme sexuel entre Bejaia et Jijel et El Kala (\*: Différence significative,  $t_{obs}$ : test d'égalité des variances,  $t_{pe}$ : pentes des 2 droites de régression,  $t_{po}$ : Position des deux droites).**

Paramètre	Dimorphisme sexuel à Bejaia (Présente étude)			Dimorphisme sexuel à Jijel			Dimorphisme sexuel à El Kala		
	$t_{obs}$	$t_{pe}$	$t_{po}$	$t_{obs}$	$t_{pe}$	$t_{po}$	$t_{obs}$	$t_{pe}$	$t_{po}$
<b>Lf</b>	1,12	3.50*	-	1,4	0,86	0,23	1.29	0,51	0,03
<b>Ls</b>	0,88	1.37	0.0175	1,5	0,48	0,22	1,35	1,05	0,01
<b>Hc</b>	0,59	2,09*	-	1,6	0,33	0,28	1,51	3,59*	-

**L'âge** de la Sardine du golfe de Bejaia a été déterminé par la méthode de l'analyse des fréquences de tailles, la *S. pilchardus* se caractérise par une faible longévité spécifique aux petits pélagiques en général. Les résultats estimés de 2 à 4 ans de la sardine du golfe de Bejaia, rejoignent celles proposées par Fage (1920) dans les eaux algéroises et par Mouzzi et duo (1959) dans les côtes italiennes.

En comparaison avec les résultats obtenus dans d'autres zones géographiques dont la longévité ne dépasse jamais 5 ans, on a comme exemple la baie d'Izmir, Mater et Bayhan (1999) ont déterminés l'âge de la Sardine entre 1 et 3 ans ; au Baie de Bou Ismail Mouhoub (1986) a trouvé que la longévité était de 5 ans, dans le Nord-Ouest méditerranéen Sinovic (1991) reporte que la Sardine peut vivre jusqu'à 8 ans. En Atlantique Marocain, Amenzoui (2010) estime que sa vie limite à 6 ans (Tableau. 07).



**Tableau 07 : Comparaison de l'âge de la sardine et leur longueur maximale dans différentes régions du monde.**

Région	Lmax	Age	Auteurs
Les eaux algéroises	-	4	Fage (1920)
Baie de Bou-Ismaïl	-	5	Mouhoub (1986)
Nord – Ouest méditerranéen	20 cm	0-8	Morales-Nin et Pertierra(1990)
La baie d'Izmir	-	1-3	Mater et Bayhan (1999)
Maroc (Laâyoune)	26,5 cm	0-6	Amenzoui (2010)
<b>Golfe de Bejaia</b>	<b>18,1 cm</b>	<b>2-4</b>	<b>Présente étude (2023)</b>

**La croissance relative ou la relation taille-poids** de la la *S. pilchardus* du golfe de Bejaia est de type allométrie majorante chez les femelles avec une pente  $b=3,3$ , tandis que chez les mâles cette relation est isométrique avec  $b = 3,2$ . Le poids croit plus vite à la longueur, qui signifie une bonne croissance. Nos résultats rejoins celles trouvé sur la même espèce sur le long des côtes algériennes (Bouchereau, 1981 ; Mouhoub, 1986 ; Brahmi *et al.*,1998), ou on a une allométrie majorante.

Amenzoui a observé en 2010 une isométrie de croissance chez les mâles de la Sardine Marocaine, et une croissance majorante chez les femelles, le même résultat a été trouvé également par Kartas (1981) dans les côtes tunisiennes. Dans l'Est Méditerranéen la croissance relative est majorante selon Voulgaridou et Stergiou (2003) (Tableau. 08).

Ces différences peuvent être liées au processus de maturation, Libération sexuelle de produits et conditions nutritionnelles découvertes par Furnestin en 1957 et Somoue en 2004 ou encore hydrologiques du milieu (Makkaoui, 2008).

**Tableau 08 : Comparaison des résultats de la relation taille-poids de la *S. pilchardus* dans les différentes régions : (♀ : femelle, ♂ : male, a : intercepte, b : coefficient d'allométrie).**

Région	Sexe	a	b	Type d'allométrie	Auteurs
Littoral Ouest Algérien	♀	$1.61 \cdot 10^{-6}$	3,371	Majorante	Bouchereau (1981)
	♂	$0.96 \cdot 10^{-6}$	3,480	Majorante	
Tunisie	♀	$3.26 \cdot 10^{-6}$	3,152	Majorante	Kartas (1981)
	♂	$4.88 \cdot 10^{-6}$	3,055	Isométrie	
Baie de Bou-Ismaïl	♀	2,012	2,012	Majorante	Mouhoub (1986)
	♂	2,959	2,959	Minorante	
Est Méditerranéen	♀ + ♂	0.0050	3.153	Majorante	Voulgaridou and Stergiou (2003)
Maroc (Atlantique)	♀	0.009	3.08	Majorante	Amenzoui (2010)
	♂	0.006	2.99	Isométrie	
Golfe de Bejaia	♀	<b>3,067</b>	<b>3,35</b>	<b>Majorante</b>	<b>Présente étude (2023)</b>
	♂	<b>3,091</b>	<b>3,24</b>	<b>Isométrie</b>	

Concernant la reproduction chez les Sardines, la sex-ratio était généralement en faveur des femelles,  $SR = 0.67:1$  ( $x^2 = 3.92$  ;  $p < 0.05$ ), et les ratios mâles et femelles étaient respectivement d'environ 40% et 60%. Ce résultat est comparable à ceux rapportés pour le golfe d'Oran (Bouchereau, 1981) et de Bouhali *et al.* (2015) pour la Sardine du golfe d'Annaba, Bedairia et Djebbar (2009) dans le littoral Est algérien et lamer d'Alberran (Abad et Giraldez, 1993).

La répartition des sex-ratios selon la taille indique une forte proportion de féminité dans les grandes tailles. Cette dépendance est également mentionnée par Lee (1962), Bouchereau (1981), Kartas (1981), Belvèze (1984), Perez *et al.* (1985), Abad et Giraldez (1993), Amenzoui *et al.*, (2006) et Khemiri (2006). Cette fonction biologique semble être la règle générale pour les Clupéiformes, comme cela a été observé chez d'autres espèces comme la Sardine plate, *Sardinella madrensis* (Boely, 1979), la Sardine vénézuélienne (Fréon *et al.*, 1997), la Sardine ronde *Sardinella aurita* (Gamo, 1999), Anchois *Engraulis mordax* du Pérou (Parrish *et al.*, 1986), *Engraulis encrasicolus* de la baie de Cadix (Millan, 1999) et *Engraulis encrasicolus* de la côte tunisienne (Kartas, 1981 ; Khmemiri, 2006).

La forte féminité des classes de grandes tailles peut être le résultat de la croissance plus rapide des femelles. En effet, Kartas et Quignard (1984) explique que la proportion des sexes dépend aux variations de la disponibilité alimentaire de sorte que la sex-ratio reflète naturellement la

densité de la population. La qualité et la quantité de la nourriture sont parmi les causes essentielles des fluctuations de la proportion des sexes. Chez beaucoup d'espèces, une nourriture abondante favorise la prédominance des femelles. En revanche, une nourriture pauvre accroît le taux de masculinité.

**Le rapport gonado-somatique(RGS)** est un indicateur de la progression de la vitellogénèse (Fujita *et al.*, 1997 ; Zimmermann, 1997) et ces oscillations annuelles correspondent à l'augmentation ou à la diminution du nombre des ovocytes matures au sein des ovaires (Fujita *et al.*, 1997).

Chez la *S. pilchardus* du golfe de Bejaia on distingue que la vitellogénèse commence à se produire dans les petites tailles et atteint un maximum dans les petites classes. La dominance des femelles dans les petites classes de tailles est constatée par l'identification précoce et assez aisée des petits ovaires par rapport aux petits testicules. La supériorité numérique des femelles dans les grandes classes de tailles est signalée par plusieurs auteurs (Giraldez et Abad, 1995 ; Millán, 1999 ; Ouattara *et al.* 2008).

En revanche, des valeurs de RGS faibles ont été observées dans les grandes tailles. Le processus de vitellogénèse s'accompagne d'une hétérogénéité dans le taux de croissance et de développement des ovocytes, de sorte que dans l'ovaire avant la ponte, il existe une population synchrone d'ovocytes et une autre population hétérogène constituée d'ovocyte plus petits. Ce développement ovocytaire de type groupe synchronisé a été décrit chez la sardine méditerranéenne (Ganias *et al.*, 2004). La présence simultanée d'ovocytes en début de vitellogénèse et d'ovocytes de vitellogénèse avancée dans l'ovaire femelle prouve que la sardine se reproduit en excréant successivement plusieurs lots d'œufs. Les travaux de Ganias *et al.*,(2003) ont confirmé l'existence de pontes multiples chez la Sardine au cours d'une saison de reproduction.

**Le rapport Hépatosomatique (RHS)** reflète l'état nutritionnel du poisson et d'environnement alimentaire ambiante, car le foie un important dépôt de stockage d'énergie (Nunes *et al.*, 2015). La *Sardinapilchardus* est essentiellement un planctonophage dont le régime alimentaire reflète la composition locale du plancton (Garrido *et al.*, 2008). Pour la Sardine méditerranéenne, l'intensité de l'alimentation est plus élevée au printemps et en fin d'hiver (Garrido *et al.*, 2008, Costagalo *et al.*, 2012).

Une RHS plus élevée dans les grandes tailles de classes est constatée chez la *S. pilchardus* du golfe de Bejaia peut être liée à l'intensité de l'alimentation ainsi qu'à des réserves de stockage plus élevées dans le foie. En effet, la côte algérienne est caractérisée par des eaux plutôt oligotrophes, et la ponte de la Sardine a lieu pendant les périodes de forte productivité

environnementale. Le foie de poisson est important organe de stockage temporaire des lipides et du glycogène, dont la taille peut augmenter immédiatement avant la saison du frai (Nunes *et al.*, 2015).

Les valeurs maximales de l'**adiposité** de la *S. pilchardus* du golfe de Bejaia sont enregistrées dans les grandes tailles de la maturation des produits génitaux, tandis qu'elles diminuent les petites tailles lorsque le poids des gonades est maximal. Cela confirme que cette Sardine utilise les réserves lipidiques musculaires et du mésentère pour développer les gamètes. Les valeurs minimales de l'adiposité ont été enregistrées dans les petites classes de tailles, il apparaît clairement que la graisse est très abondante dans les petites tailles, période qui précède le début de la reproduction. Qui implique une accumulation des réserves chez la Sardine avant la période de reproduction.

**Le coefficient de condition K** reflète l'accumulation saisonnière et l'épuisement d'énergie donc il peut fournir un indice fiable de la production annuelle totale (Winters et Wheeler, 1994).

Dans notre étude, l'évolution de ce coefficient nous permet de supposer l'existence d'une stratégie lors de l'utilisation des apports énergétiques. Les valeurs enregistrées du coefficient de condition sont élevées et sont dues à la disponibilité de la nourriture résultante d'une production planctonique importante (Somoue, 2004). Chez la *S. pilchardus* du golfe de Bejaia on a remarqué que les valeurs du facteur de condition k sont augmentée dans les grandes tailles avec la dominance totales des femelles, donc c'est la période de reproduction ce qui signifie que les Sardines continuent de se nourrir durant la période de ponte.

Les mêmes résultats ont été observé au golfe de Annaba (Bouhali *et al.*, 2015). Makaoui (2008) dans l'océan Atlantique a signalé que l'augmentation de la condition est probablement liée à l'accumulation de réserves associées à une productivité élevée qui est en relation d'upwelling. En hiver l'upwelling est modéré et le zooplancton est moins abondant donc le poisson se nourrit peu, mais l'émission des gamètes accentue la perte du poids qui cesse avec la reprise de l'alimentation et la condition s'améliore au printemps (période de développement d'upwelling).

**Concernant le régime alimentaire**, les petits pélagiques tels que les Sardines jouent un rôle important dans les réseaux trophiques marins car ils sont le principal moyen de transfert d'énergie du plancton aux grands prédateurs (poissons, oiseaux, mammifères marins) (Cury *et al.*, 2000). L'étude de l'écologie trophique de ces espèces est essentielle pour déterminer les facteurs contrôlant leur distribution et leur abondance.

Le nombre de proies ou de groupes de proies consommées par les Sardines est 9 groupes. Les Sardines sont essentiellement des zooplantonophages. Ils se nourrissent principalement de leurs

proies sont des Copépodes (72,5%), ce qui a été signalé en mer du Nord et en mer Baltique (Raab *et al.*, 2011), en mer catalane (Palomera *et al.*, 2007), la baie des Lions (Plounevez et Champalbert, 2000 ; Morote *et al.*, 2010 ; Costalago *et al.*, 2014), la mer Égée (Catalán *et al.*, 2010) et le sud de la Méditerranée (Bacha et Amara, 2009, 2012). Ce n'est pas surprenant, puis que les Copépodes représentent le grand groupe de zooplancton en Méditerranée soit en Biomasse et en abondance (Champalbert, 1996 ; Siokou-Frangou *et al.*, 2010), Manche-Mer du Nord (Hecq, 1976) et Océan Atlantique (Beauchard *et al.*, 2014). Le phytoplancton était présent dans les estomacs des Sardines (2%). Des études sur l'écologie alimentaire des Sardines adultes par analyse du contenu stomacal ont montré que leur régime alimentaire est composé de végétaux et de zooplancton dans des proportions variables selon les régions (Bode *et al.*, 2004).

**Pour l'activité alimentaire de l'espèce**, la totalité des estomacs de Sardines étaient pleins donc la valeur du coefficient de vacuité est nulle (CV= 0%). Chez la *S. pilchardus* du golfe de Bejaia, 9 types de proies ont été répertoriés. Les Sardines sont essentiellement zooplanctonophages. Ils consomment majoritairement des Copépodes (F=100%) comme fréquence de proies, comme cela a déjà été démontré en mer du Nord et en mer Baltique (Raab *et al.*, 2011), en mer catalane (Palomera *et al.*, 2007), dans le golfe du Lion (Plounevez & Champalbert, 2000 ; Morote *et al.*, 2010 ; Costalago *et al.*, 2014), en mer Égée (Catalán *et al.*, 2010) et dans la partie sud de Méditerranée (Bacha & Amara, 2009 ; 2012).

Cela n'est pas étonnant puisque les Copépodes représentent le groupe zooplanctonique majeur en matière de biomasse et d'abondance en Méditerranée (Champalbert, 1996 ; Siokou-Frangou *et al.*, 2010), en Manche-mer du Nord (Hecq, 1976) et en Atlantique (Beauchard *et al.*, 2014). Les Cladocères, les isopodes, les ostracodes et les dinoflagellés sont aussi des proies secondaires pour la Sardine (la fréquence des proies égale à 85,29%, 47,06%, 37,25%, 36,27% respectivement) et comme proies occasionnelles on trouve les Vertébrés, Mollusques, Amphipodes et les Cnidaires comme proie occasionnelle comme cela a été montré au sud du Portugal pour la Sardine (Garrido *et al.*, 2008).

La disponibilité des proies conditionne le régime alimentaire d'un poisson dans l'environnement qu'il dépend des appendices de capture et de sélection des proies que le poisson possède les différences de prise alimentaire trouvé explique les différences morphologiques et du comportement alimentaire.

Les Sardines consomment également plus de phytoplancton et donc se nourrissent à un niveau trophique inférieur (Chouvelon *et al.*, 2014). La variété de régime alimentaire est due à des appendices morphologiques différents car les sardines ayant des branchiospines plus fines et plus resserrées leur permettant ainsi de retenir des proies plus petites.

Plusieurs études soulignent la possibilité pour la Sardine de changer de mode d'alimentation lui permettant d'être opportuniste et capable de maximiser sa prise alimentaire en utilisant l'un des deux modes de nutrition selon les conditions environnementales rencontrées comme la concentration ou le type de proies (Garrido *et al.*, 2008 ; Van der Lingen *et al.*, 2009).

**Conclusion et perspectives :**

Cette étude nous a permis de recueillir des données de base sur la biologie des *S. pilchardus* pêchées dans les eaux du golfe de Bejaia.

Un échantillonnage aléatoire de 102 individus a été réalisé par acquisition directe auprès des pêcheurs au moment des débarquements dans le port de pêche de Bejaia durant la période allant de 6 mars à 7 mai 2023. La fréquence d'échantillonnage est mensuelle et en fonction de la disponibilité des Sardines. Sur la base de critères morphométriques et taxonomiques, nous avons caractérisé la population de la *S. pilchardus*. Les valeurs obtenues sont proches ou égales à celles rapportées dans la littérature. La croissance sur différentes parties du corps est généralement isométrique par rapport à la longueur totale sauf que Les Hc qui est toujours en allométrie majorante avec la longueur totale. Les Lf et les Hc sont des paramètres efficaces pour la distinction entre mâles et femelles. Ils peuvent mettre en évidence un dimorphisme sexuel morphologique.

L'âge de la *S. pilchardus* a été déterminé par la méthode directe se fait par la lecture des écailles (Scalimétrie). La longueur totale (Lt) et le poids éviscéré (We) variaient respectivement de 13.1 à 18.1 cm et de 5,18 à 33,16 g. Les Sardines *S. pilchardus* capturées dans les eaux du golfe Bejaia ont une courte durée de vie. La limite d'âge pour les mâles et les femelles déterminée par cette méthode varie entre 2 et 4 ans.

La sex ratio, période de ponte, mode de reproduction, les rapports pondéraux (RGS, RHS, Adiposité et Coefficient K) représentent divers aspects de la reproduction. La sex-ratio favorise généralement les femelles avec (SR) 0.67:1 ( $\chi^2 = 3.92$  ;  $p < 0.05$ ) pendant de la saison de reproduction.

Les gonades mâles et femelles de la *S. pilchardus* changent d'aspect et évoluent selon le stade du cycle de reproduction. Sur la base de critères macroscopiques tels que la forme, la couleur, la vascularisation, la taille et le volume des gonades dans la cavité abdominale, 4 stades de maturité sexuelle ont été identifiés pour les mâles et les femelles de la *S. pilchardus* : Début de maturation, pré-ponte, ponte, poste-ponte. Ces différentes étapes se succèdent de façon cyclique au cours du cycle sexuel.

Les valeurs maximales de l'adiposité ont été rencontrées chez les femelles dans toutes les classes de taille. L'évolution mensuelle du coefficient de condition K a confirmé l'existence de stratégies d'utilisation des apports énergétiques. C'est pendant les périodes de repos sexuel et d'abondance de plancton que les Sardines mangent le plus et augmentent leur poids somatique. Cette constatation a également été rapportée par de nombreux auteurs en Méditerranée et en

Atlantique. Il convient de noter que la direction du changement du facteur de condition K varie en sens inverse du RGS.

Dans leur milieu naturel, les Sardines se comportent comme des planctophages qui se nourrissent principalement de Copépodes. Neuf groupes différents ont été identifiés : Dinoflagellés, Cnidaires, Cladocères, Ostracodes, Copépodes, Mollusques, Amphipodes, Isopode et Vertèbres. Le tri des proies ingérées selon la fréquence F% permet de placer les Copépodes dans la catégorie d'alimentation prioritaire.

Nous avons étudié la biologie de la reproduction, l'âge et la croissance chez la *S. Pilchardus* pêchés dans le golfe de Bejaia. Les données Acquisées contribuent à une meilleure compréhension de la biologie de ces poissons indispensable pour mettre en place des modèles d'évaluation des stocks afin de permettre la pérennité et l'exploitation durable des espèces. Bien que de nombreux domaines de recherche soient encore inexplorés, ils sont indispensables pour compléter nos connaissances actuelles sur la sardine.

Cette étude nous permis de proposer quelques champs à développer à travers des travaux de recherche :

- Estimation de la fréquence de ponte.
- Evolution de la biomasse du stock par la méthode de production journalière d'œufs.
- Détermination de l'âge selon la lecture journalière des écailles.
- Mettre en place un programme de suivi des cycles de reproduction.
- Etude quantitative et qualitative du régime alimentaire.
- Estimation de l'abondance et la structure démographique des stocks de pêche.
- Etude de la biomasse disponible et le niveau d'exploitation (mortalité, recrutement).



### Références bibliographiques :

**Amenzoui, K., 2010.** Variabilité des caractéristiques biologiques de la sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) exploitée au niveau des zones de Safi, Agadiret Laâyoune (côtes atlantiques marocaines). Thèse de doctorat. Université Mohammed V – Agdal, faculté des sciences, Rabat.329p.

**Abad R. et Giraldez A. (1993)** «Reproduccion, factor de condicion y talla de primer madurez de la *Sardina pilchardus* (Walb.), del litoral de Malaga, mar de Alboran (1989 à 1992)» *Biol. Inst. Esp. Oceanogr.* 9 (1), 145-155.

**Amenzoui k., Tachinante F., Yahyaoui A., Kifani S. et Mesfioui A. (2006)** «Analysis of the cycle of reproduction of *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) off the Moroccan Atlantic coast». *C. R. Biologie* 329, pp. 892-901.

**Bouhali F., 2016.** Etude de la biologie de la sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) des Côtes Est Algérienne. Thèse en science de la Mer. Université Badji Mokhtar. Annaba. Algerire.132p

**Bouhali F.Z et al., 2015.** Reproduction et maturation des gonades de *Sardina pilchardus* dans le golfe d'Annaba (Nord-Est algérien). *Cybum*, 39(2). p 143 - 153.

**Bouchereau J. 1981.** Contribution à l'étude de la biologie et de la dynamique exploitée de *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) dans la baie d'Oran (Algérie). Thèse Doctorale, Aix-Marseille II. 177pp.

**Brahmi, B., A, Bennoui., and A, Oualiken., 1998.** Estimation de la croissance de la sardine (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792) dans la région centre des côtes Algérienne Marine populations *Dynamics*, 35: 57-64.

**Bedairia, A and A.B Djebbar., 2010.** Environnement et développement durable : cas de la sardine, *Sardina pilchardus* du golfe d'Annaba ; Journée mondiale de l'alimentation, Alger le 16 octobre 2010. INAT. El harrach-Algérie.

- Bacha, M., Amara, R. 2009.** Spatial, temporal and ontogenetic variation in diet of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) on the Algerian coast (SW Mediterranean). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 85: 257-264.
- Bacha, M., Amara, R. 2012.** Inter-cohort differences in growth, condition and feeding of juvenile anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Gulf of Bejaia (Algerian coast, SW Mediterranean): implications for recruitment success. *Fisheries Research*, 129: 73–81.
- Beauchard, O., Berg, T., Bizsel, K.C. 2014.** Ecosystem overview of the european regional seas. <http://www.devotes-project.eu/>.
- Bedairia A. et Djebar A. B. (2009)** «General Fisheries Commission for the Mediterranean». GFCM-SAC, Sub-Committee on Stock Assessment (SCSA) Ancona, du 26 au 29 octobre. Italy.
- Belvèze H. (1984)** «Biologie et dynamique des populations de sardine (*Sardina pilchardus*) peuplant les côtes atlantiques et proposition pour un aménagement des pêcheries». Thèse doctorat d'Etat, université Brest Occidentale, 531p.
- Bode, A., Alvarez-Ossorio, M.T., Carrera, P., Lorenzo, J. 2004.** Reconstruction of trophic pathways between plankton and the North Iberian sardine (*Sardina pilchardus*) using stable isotopes. *Scientia Marina*, 68: 165-178.
- Boely T. (1979)** «Biologie de deux espèces de sardinelles (*S. aurita* et *S. maderensis*) des côtes sénégalaises». Thèse de Doctorat d'Etat, Université Paris VI, 219 p.
- Cury P., Bakun A., Crawford R.J.M., Jarre A., Quiñones R.A., Shannon L.J. & Verheye H.M. 2000.** Small pelagics in upwelling systems: patterns of interaction and structural changes in “wasp-waist” ecosystems. *ICES Journal of Marine Science : Journal du Conseil*, 57 : 603 - 618.
- Cendrero O. 2002.** Sardine and anchovy crises in northern Spain: natural variations or an effect of human activities? *ICES Mar. Sympa*, 215: 279-285.
- CIEM, 2005,** Report of the study on Post-Equization of State Owned Enterprise. CIEM Hanoi.
- Costalago D., Navarro J., Alvarez-Calleja I., & Palomera I. 2012.** Ontogenetic and seasonal changes in the feeding habits and trophic levels of two small pelagic fish species. *Marine Ecology Progress Series*, 460: 169-181.

- Costalago, D., Palomera, I., Tirelli, V. 2014.** Seasonal comparison of the diets of juvenile European anchovy *Engraulis encrasicolus* and sardine *Sardina pilchardus* in the Gulf of Lions. *Journal of Sea Research*, 89: 64-72.
- Catalán, I.A., Folkvord, A., Palomera, I., Quílez-Badía, G., Kallianoti, F., Tselepides, A., Kallianotis, A. 2010.** Growth and feeding patterns of European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) early life stages in the Aegean Sea (NE Mediterranean). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 86: 299-312.
- Champalbert, G. 1996.** Characteristics of zooplankton standing stock and communities in the Western Mediterranean Sea: Relations to hydrology. *Scientia Marina*, 60: 97-113.
- Chouvelon, T., Caurant, F., Cherel, Y., Simon-Bouhet, B., Spitz, J., Bustamante, P. 2014.** Species- and size-related patterns in stable isotopes and mercury concentrations in fish help refine marine ecosystem indicators and provide evidence for distinct management units for hake in the Northeast Atlantic. *ICES Journal of Marine Science*, 71: 1073–1087.
- DPRH., 2009.** Bilans annuels d'activités. Direction générale des pêches. Secteur pêche d'Annaba.
- DPRH. (2019).** Annuaire statistique de la wilaya de bejaia. Bejaia.
- FAO 2007,** The state of world fisheries and aquaculture 2006, Food and agriculture organization of the united nation, Rome. *Pilchardus* (Walbaum, 1792) dans la baie d'Oran (Algérie). Thèse Doctorale 3ème cycle, Univ. Aix-Marseille II. 177pp.
- Fage L., 1920.** *Engraulidae, Clupeidae. Report on the Danish Oceanographical Expeditions 1908 - 1919 to the Mediterranean and adjacent Seas 2: 140 p.*
- Fujita T., Hamaura W., Takemura A & Takano K. 1997.** Histological observations of annual reproductive cycle and tidal spawning rhythm in the female porcupine fish *Diodon holochantus*. *Fisheries Sciences*, 63: 7156720.
- Fréon P. (1988)** «Réponses et adaptations des stocks de clupéidés d'Afrique de l'ouest à la variabilité du milieu et de l'exploitation. Analyse et réflexion à partir de l'exemple du Sénégal». Inst. Française de Recherche. Sci pour le développement en Coopération. Collection Etudes et Thèses, Paris 1988 ORSTOM (Ed), 287 pp.

**Ganias K., Somarakis S., Machias A. & Theodorou A. 2003.** Evaluation of spawning frequency in a Mediterranean sardine population (*Sardina pilchardus sardina*). *Marine Biology*, 142: 1169 - 1179.

**Ganias K., Somarakis S., Machias A. & Koutsikopoulos C. 2004.** Identifying newly spawned female sardines by means of common fisheries data. *Cybium* 28(1): 43-46.

**Giraldez A. & Abad R. 1995.** Aspects on the reproductive biology of the western Mediterranean anchovy from the coasts of Malaga. *Scientia Marina*, 59 (1): 15 - 23.

**Garrido J., Olabarria C. & Lastra M. 2008.** Colonization of wrack by beetles (insecta, Coleoptera) on a sandy beach of the Atlantic coast. *Vie et Milieu-Life and Environment*, 58(3/4):223-232.

**Gaamour A. (1999)** «La sardine ronde (*Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847) dans les eaux Tunisiennes: reproduction, croissance et pêche dans la région du Cap Bon». Thèse de Doctorat de l'Université de Bretagne Occidentale. 246 p.

**Harchouche, K., 2006.** Contribution à la systématique du genre *Spicara* ; Ecologie, Biologie et exploitation de *Spicara maema* (poisson Téléostéen) des cotes Algériennes. Thèse de Doctorat d'état. USTHB Alger.

**Hecq, J.H. 1976.** Cycle annuel du zooplancton à Boulogne-sur-mer : l'holoplancton. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 9-10: 443-457.

[https://doriscdn.ffessm.fr/var/doris/storage/images/images/copepode\\_classique\\_femelle\\_hl\\_01/5595843-1-fre-FR/Copepode\\_classique\\_femelle\\_HL\\_01\\_image600.jpg](https://doriscdn.ffessm.fr/var/doris/storage/images/images/copepode_classique_femelle_hl_01/5595843-1-fre-FR/Copepode_classique_femelle_HL_01_image600.jpg)

<https://www.aquaportail.com/taxonomie-ordre-81-cladocera.html>

<https://rhinotenders.com/companies/company/mpph-ministere-de-la-peche-et-des-productions-halie->

**Kartas F. & Quignard J.P. 1984.** La Fécondité des Poissons Téléostéens. Collection de Biologie des Milieux Marins, 5. Masson. 121 p.

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

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

**Mozzi C. & Duo A., 1959.** Croissance et âge des sardines de la haute Adriatique, débarquées à Chioggia. Italie. Proc. Gen. Fish. Coun. Médit, 5: 105 - 112.

**Mouhoub, R., 1986.** Contribution à l'étude de la biologie et de la dynamique de la population exploitée de la sardine (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792) des côtes algéroises. Thèse de Magistère, U.S.T.H.B .Alger.

**Morales-Nin B. & Pertierra J.P. 1990.** Growth rates of the anchovy *Engraulis encrasicolus* and the sardine *Sardina pilchardus* in the north-western Mediterranean Sea.

Marine Biology, 107: 349 - 356.

**Millán M. 1999.** Reproductive characteristics and condition status of anchovy *Engraulis encrasicolus* L. from the Bay of Cadiz (SW Spain). Fisheries Research, 41: 73 - 86.

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

**Makaoui A. 2008.** Etude de l'upwelling côtier de la cote atlantique marocaine et sa contribution à la sédimentologie du plateau continental. Thèse doctorat, Casablanca, 131 pp.

**Morote, E., Olivar, M.P., Villate, F., Uriarte, I. 2010.** A comparison of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and sardine (*Sardina pilchardus*) larvae feeding in the Northwest Mediterranean: influence of prey availability and ontogeny. ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil, 67: 897-908.

**Nunes B S., Travasso R., Gonçalves F., & Castro B. B 2015.** Biochemical and physiological modifications in tissues of *Sardina pilchardus*: spatial and temporal patterns as a baseline for biomonitoring studies. Frontiers in environmental science, 3:7.

**Ouattara S., Fantodji A. & Ouattara M. 2008.** Quelques aspects reproductifs de l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) de la pêche artisanale du littoral est ivoirien. Cybium, 32(3): 201 -209.

- Palomera, I., Olivar, M.P., Salat, J., Sabatés, A., Coll, M., García, A., Morales-Nin, B. 2007.** Small pelagic fish in the NW Mediterranean Sea: an ecological review. *Progress in Oceanography*, 74: 377-396.
- Plounevez, S., Champalbert, G. 2000.** Diet, feeding behaviour and trophic activity of the anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in the Gulf of Lions (Mediterranean Sea). *Oceanologica Acta*, 23: 175-192.
- Parrish R. H., Mallicoate D. L. and Klingbeil R. A. (1986)** «Age dependant fecundity, number of spawning per year, sex ratio, and maturation stages in northern anchovy, *Engraulis mordax*». *Fish Bull (Wash DC)* 84: 503-517.
- Pérez N., Porteiro C. and Alvarez F. (1985)** «Contribución al conocimiento de la biología de la sardina de Galicia». *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 2, 3, 27-37.
- Quetglas A., Guijarro B., Ordines F. & Massuti E. 2012.** Stock boundaries for fisheries assessment and management in the Mediterranean: the Balearic Islands as a case study. *Scientia Marina*, 76.
- Raab, K., Nagelkerke, L.A.J., Boérée, C., Rijnsdorp, A.D., Temming, A., Dickey-Collas, M. 2011.** Anchovy *Engraulis encrasicolus* diet in the North and Baltic Seas. *Journal of Sea Research*, 65: 131-140.
- Smith A., Brown C., Bulman C., Fulton E., Johnson P., Kaplan I., Lozano-Montes H., Mackinson S., Marzloff M., Shannon L., Shin Y. & Tam J. 2011.** Impacts of fishing low-trophic level species on marine ecosystems. *Science*, 333: 1147 - 1150.
- Somoue L., 2004.** Structure des communautés planctoniques de l'écosystème pélagique de l'Atlantique sud marocain entre cap Boujdor et cap Blanc. Thèse de Doct. National Spécial. *Océanog.* Université Hassan II Ain Chok Casablanca, 300 pp.
- Siokou-Frangou, I., Christaki, U., Mazzocchi, M.G., Montresor, M., Ribera d'Alcalá, M., Vaqué, D., Zingone, A. 2010.** Plankton in the open Mediterranean Sea: a review. *Biogeosciences*, 7: 1543-1586.

**Silva A. 2003.** Morphometric variation among sardine *Sardina pilchardus* populations from the northeastern Atlantic and the western Mediterranean. ICES Journal of Marine Science 60. p 1352-1360.

**Sinovčić G., Franicevic M., Zorica B. and Cikes-kec V. (2004)** «Length-weight and lengthlength relationships for 10 pelagic fish species from the Adriatic Sea.Croatia». J. Appl. Ichthyol., 20: 156-158.

**Van der Lingen, C.D., Bertrand, A., Bode, A., Brodeur, R., Cubillos, L.A., Espinoza, L., Friedland, K., Garrido, S., Irigoien, X., Miller, T., Möllmann, C., Rodriguez-Sanchez, R., Tanaka, H., Temming, A. 2009.** Trophic dynamics. In: Checkley, D., Roy, C., Alheit, J., Oozeki, Y. (eds.), climate change and small pelagic fish, Cambridge University Press.

**Voulgaridou P. & K.I Stergiou., 2003.** Trends in various biological parameters of the European sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792), in the Eastern Mediterranean Sea. Sc. Mar., 67 (Suppl. 1). 269-280.

**Winters G.H. & J.P. wheeler., 1994.** Length-specific weight as a measure of growth success of adult Atlantic herring (*Clupea harengus*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51, 1169-1179.

**Zimmerman M. 1997.** Maturity and fecundity of arrowtooth flounder, *Atheresthes stomias*, from the Gulf of Alaska. Fishery Bulletin, 95: 598-611.

**Zouadi C, 2017.** Industrie de Transformation des produits de la pêche et de l'aquaculture. DGPMA, 15pp.

### Résumé :

Notre travail intéresse à l'identification des populations de Sardine sur la côte du golfe de Bejaia par une approche globale combinant morphologie et biologie des espèces. Durant Avril 2023 à Mai 2023, nous avons échantillonné 102 échantillons de la sardine.

Dans leur milieu naturel, les Sardines se comportent comme des planctophages qui se nourrissent principalement de Copépodes. Neuf groupes différents ont été identifiés : Dinoflagellés, Cnidaires, Cladocères, Ostracodes, Copépodes, Amphipodes, Mollusques, Isopode et Vertèbres. Les Copépodes sont les proies essentielles représentant une fréquence F de 100% en nombre de proies prises et rencontrées dans 100% des sardines examinées.

**Mots clés :** Sardine, Morphologie, Biologie, Femelles, Golfe de Bejaia.

### Abstract:

Our work concerns the identification of Sardine populations on the coast of the Gulf of Bejaia using a global approach combining morphology and species biology. During April 2023 to May 2023, we sampled 102 sardine samples.

In their natural environment, sardines behave like planktivores, feeding mainly on copepods. Nine different groups have been identified: Dinoflagellates, Cnidarians, Cladocerans, Ostracods, Copepods, Amphipods, Molluscs, Isopods and Vertebrata. Copepods are the essential prey representing a frequency F of 100% in number of prey caught and encountered in 100% of the sardines examined.

**Key words:** Sardines, Morphology, Biology, Females, Gulf of Bejaia.