

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل

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



MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME

DE MASTER EN SCIENCES DE LA MER

Sujet :

**Impact du taux de la mortalité totale (Z) sur  
l'estimation de la biomasse exploitable de la sardine  
(*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792) de la région centre  
de la côte algérienne**

Présenté par :

**TAKLIT Tarek**

Soutenu le 20 /10/2012 devant le jury suivant :

<b>D<sup>r</sup></b>	<b>RABEHI N.</b>	<b>Maître de conférences (B)</b>	<b>Présidente</b>
<b>D<sup>r</sup></b>	<b>BOUAZIZ A.</b>	<b>Maître de conférences (A)</b>	<b>Promoteur</b>
<b>D<sup>r</sup></b>	<b>KACHER M.</b>	<b>Maître de conférences (A)</b>	<b>Examineur</b>
<b>D<sup>r</sup></b>	<b>REFES W.</b>	<b>Maître de conférences (B)</b>	<b>Examineur</b>

**Promotion : (2012)**

## REMERCIEMENTS

Nous remercierons toutes les personnes qui ont permis, par leurs remarques, leurs conseils et leurs disponibilités, l'élaboration de cette étude.

Mes remerciements s'adressent plus particulièrement à :

D<sup>r</sup> RABEHI N., d'avoir, en dépit de ses nombreuses occupations, accepter de présider ce jury.

D<sup>r</sup> KACHER M., qui a bien voulu examiner et corriger ce travail.

D<sup>r</sup> REFES W., pour avoir pris le temps d'examiner ce travail.

D<sup>r</sup> Bouaziz A., qui nous a proposé ce sujet, et qui nous a bien orienté afin de finaliser et de rédiger ce travail.

Nos remerciements, s'adressent aussi:

À l'ensemble des personnes de l'E.N.S.S.M.A.L., qui nous ont permis de réaliser cette étude dans les meilleures conditions de travail et dans une bonne ambiance.

Nos plus vifs remerciements vont à tous mes collègues de la promotion de fin d'études, et à ma famille à mes amis pour les encouragements et l'intérêt qu'ils ont apporté.

# Sommaire

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

## **Chapitre I Généralités**

1. Présentation de la zone d'étude .....	2
1.1. Cap de Ténès .....	2
1.2. Baie d'Alger .....	2
1.3. Cap de Bejaia .....	3
2. Présentation de l'espèce .....	3
2.1. Position systématique .....	3
2.2. Caractères distinctifs.....	4
2.3. Distribution - Comportement.....	4
3. Echantillonnage.....	6

## **Chapitre II**

### **Âge, croissance et mortalités**

1. Matériel et méthodes .....	7
1.1. Etude de l'âge .....	7
1.2. Etude de la croissance linéaire .....	9
1.3. Etude des mortalités.....	9
1.3.2. Mortalité totale (Z).....	9
*. Courbe de captures selon les longueurs sans saisonnalité (C=0) (in Bouaziz, 2007) .	9
1.3.2. Mortalité naturelle (M) .....	9
1.2. 3. Mortalité par pêche.....	10
2. Résultats et discussion.....	10
2.1. Détermination de l'âge .....	10
2.2. Etude de la croissance linéaire .....	11
2.3. Mortalités .....	13
2.4. Discussion et conclusion. ....	14

## **Chapitre III : Exploitation**

Introduction .....	16
1. Matériel et méthodes .....	17

1.1. Méthodes faisant appel à la population virtuelle par âges (AC).....	17
1.1.1. Equation de la biomasse .....	18
1.1.2. Paramètres requis pour l'application de la VPA .....	18
1.2. Modèle de rendement par recrue .....	20
1.3. Modèle de biomasse par recrue .....	21
1.4. Calcul du point de référence biologique $F_{0.1}$ .....	22
2. Résultats et discussion .....	24
2.1. Captures en nombre d'individus et en poids .....	24
2.2. Analyse de la VPA .....	26
2.2.1. Analyse de la biomasse .....	26
2.2.2. Analyse des mortalités par pêche (F).....	29
2.2.3. Biomasse totale équilibrée (D) .....	31
2.2.4. Rendements (reproductions) et biomasses par recrue .....	32
2.3. Impact de la variation de la mortalité totale sur la biomasse exploitable .....	36
Conclusion générale .....	38
Références bibliographiques .....	40

**LISTE DES TABLEAUX  
ET DES FIGURES**

## LISTE DES TABLEAUX

**Tableau 1.** Distribution des fréquences de tailles de la sardine *Sardina pilchardus* de différentes régions de la zone d'étude (sexes confondus).

**Tableau 2.** Distribution des fréquences de tailles de la sardine *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte Algérienne (sexes confondus).

**Tableau 3 :** Clé âge-longueur de *Sardina pilchardus* de la région centre obtenue par le FISAT II, (1.2.0) (Gayanilo *et al*, 2005).

**Tableau 4 :** Paramètres de l'équation de von Bertalanffy.

**Tableau 5 :** Paramètres de croissance linéaire de von Bertalanffy (1938) de *Sardina pilchardus* d'après la littérature en Méditerranée.

**Tableau 6:** Coefficient instantané de mortalité totale  $Z(a n^{-1})$ , de la mortalité naturelle  $M(a n^{-1})$  et de la mortalité par pêche  $F(a n^{-1})$ .

**Tableau7:** Mortalités naturelle et totale de *Sardina pilchardus* dans différentes régions.

**Tableau 8:** Données nécessaires pour le calcul de la VPA par longueur de *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte algérienne.

**Tableau 9 :** Captures en nombre d'individus et en poids en fonction de la taille de *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte algérienne (VIT, LLeonart et Salat, 2000).

**Tableau 10 :** Résultats de la biomasse obtenus par la VPA de la population de *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte algérienne. (VIT, LLeonart et Salat, 2000).

**Tableau 11 :** Résultat de la VPA obtenue par le VIT (LLeonart et Salat, 2000) de *Sardina pilchardus* de la région centre de la cote Algérienne.

**Tableau 12:** Mortalité par pêche en fonction de la taille obtenue par la VPA de *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte algérienne. (VIT, LLeonart et Salat, 2000).

**Tableau 13:** Etat du stock de *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte algérienne à l'équilibre (VIT, LLeonart et Salat, 2000).

**Tableau 14 :** Rendement et biomasse par recrue en fonction de (F) de la sardine de la région centre de la côte algérienne.

**Tableau 15 :** de biomasse et de rendement actuel et ou point de référence biologique.

## LISTES DES FIGURES

**Figure 1 :** Situation géographique de la zone d'étude (donnée personnelle).

**Figure 2 :** (*Sardina pilchardus*, (Walbaum, 1792) de la région d'Alger.

**Figure 3 :** Répartition géographique de *Sardina pilchardus* (in Fishbase, 2012).

**Figure 4 :** Distribution des fréquences de tailles de la sardine *Sardina pilchardus* de la région centre (sexes confondus).

**Figure 5 :** Décomposition de la distribution de fréquences de tailles de *Sardina pilchardus*, tous sexes confondus, de la région centre en cohortes par la méthode de Bhattacharya (1967 in FISAT II, 1.2.0 (Gayanilo *et al*, 2005).

**Figure 6 :** Calcul de Z par la courbe de captures selon les longueurs de *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte algérienne, obtenu par FISAT II 1.2.0 (Gayanilo *et al.*, 2005), pour  $L_{\infty} = 22.71$  cm,  $K = 0.54 \text{ an}^{-1}$ . et  $t_0 = 0 \text{ an}^{-1}$ .

**Figure 7 :** Calcul de Z par la courbe de captures selon les longueurs de *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte algérienne, obtenu par FISAT II (ELEFAN) (1.2.0) (Gayanilo *et al.*, 2005), pour  $L_{\infty} = 24$  cm,  $K = 0.6 \text{ an}^{-1}$  et  $t_0 = 0 \text{ an}^{-1}$ .

**Figure 8:** Calcul de Z par la courbe de captures selon les longueurs de *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte algérienne, obtenu par VONBIT (Stamatopoulos, 2011), pour  $L_{\infty} = 23.67$  cm,  $K = 0.41 \text{ an}^{-1}$  et  $t_0 = -0.315 \text{ an}^{-1}$ .

**Figure 9 :** Capture en nombre d'individus en fonction de la taille de *S. pilchardus* de la région centre de la côte algérienne.

**Figure 10 :** Capture en poids en fonction de la taille de *S.pilchardus* de la région centre de la côte algérienne.

**Figure 11 :** Variation du poids moyen virtuel en fonction de la taille de la population de *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte Algérienne.

**Figure12 :** Mortalité par pêche en fonction de la taille, obtenue par la VPA, de *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte algérienne.

**Figure 13:** Entrées et sorties de la biomasse totale équilibrée de *Sardina pilchardus* de la région centre.

**Figure14.** Rendement et biomasse de la sardine de la région centre de la côte algérienne pour la valeur de  $Z = 3.72 \text{ an}^{-1}$ .

**Figure15 :** Rendement et biomasse de la sardine de la région centre de la côte algérienne pour la valeur de  $Z = 2.21 \text{ an}^{-1}$ .

**Figure16 :** Rendement et biomasse de la sardine de la région centre de la côte algérienne pour la valeur de  $Z = 2.29 \text{ an}^{-1}$ .

**Figure 17 :** évolution de la biomasse exploitable actuelle et ou point de référence biologique selon la valeur de  $Z$ .

# **Introduction**

### I. INTRODUCTION

Au niveau de son plateau continental, l'Algérie cible des ressources Halieutiques non négligeables. En effet, ses ressources pélagiques ont été estimées à 191 468 tonnes lors de la campagne acoustique réalisée par le navire océanographique "THALASSA" au mois d'octobre 1982 (ISTPM, 1982). Cette biomasse pélagique totale est proche de celle estimée lors d'une autre campagne acoustique antérieure (187 192 t) effectuée au mois d'avril et mai 1974 (JUNEMAN, 1976).

La famille des Clupéidés est abondamment représentée sur nos côtes, ce qui la rend intéressante sur le plan économique. Ceci explique le choix de notre espèce : La sardine qui est l'une des principales espèces de cette famille. Elle est pêchée par les senneurs et les chalutiers avec d'autres poissons pélagiques tels que l'allache, l'anchois, le chinchard et la bogue.

La large distribution de la sardine à travers la Méditerranée a incité plusieurs auteurs à étudier sa biologie, son écologie et son état d'exploitation. Parmi ces auteurs citons ; **Fage (1920)** (côtes algéroises) ; **Andreu et al (1950)** (Castellon, Espagne) ; **Mozzi et Duo (1959)** (Italie) ; **Mouhoub (1986)** (Baie de Bou-Ismaïl) ; **Brahmi et al (1998)** (côtes algéroises) ; **Miloud Abid et Hidaoui (2009)** (Béni-Saf) ; **Boukedjouta et Zeghloul (2009)** (Golfe d' Annaba) et **Bouaziz et al (2012)** dans la région Est de l'Algérie.

Le présent travail porte sur l'étude de l'impact de la mortalité totale  $Z$  sur la biomasse exploitable du stock de la sardine de la région de centre de la côte Algérienne par les modèles analytiques. Ceci permettra de déterminer l'état du stock exploitable de cette espèce.

Le premier chapitre traite brièvement le milieu d'étude sous forme d'une synthèse bibliographique et la présentation générale de la sardine (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792).

Le deuxième chapitre est consacré à l'étude de l'âge, la croissance et les mortalités.

Le troisième chapitre est consacré à l'étude de l'exploitation. Elle sera abordée par l'application du logiciel VIT (**Leonart et Salat, 2000**) qui constitue un outil d'évaluation de l'analyse de population virtuelle (VPA), de la biomasse et du rendement par recrue ; donc quelle est l'impact de la variation du taux de la mortalité ( $Z$ ) sur la biomasse exploitable.

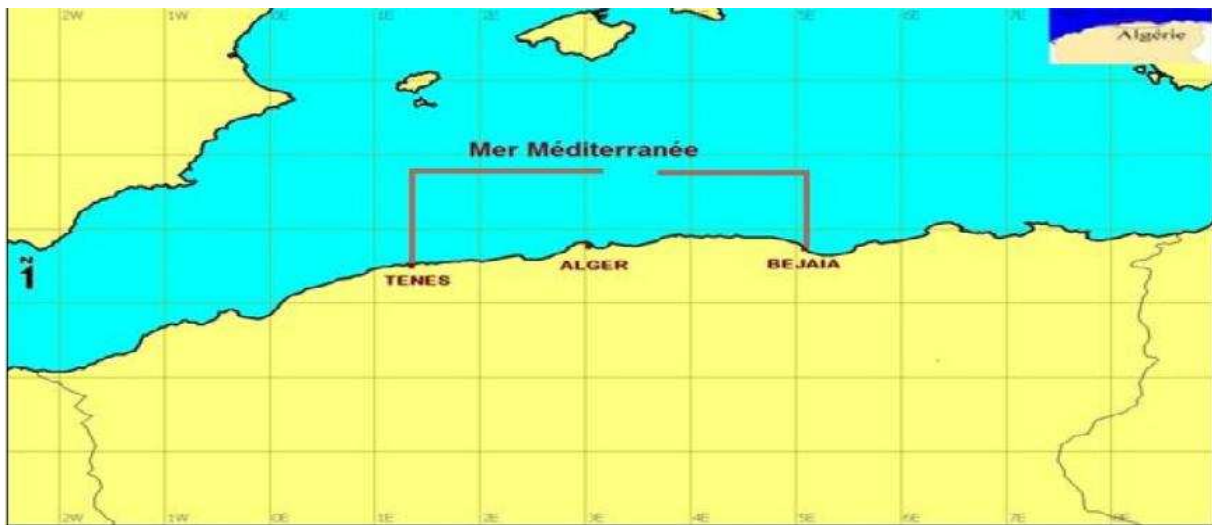
# Chapitre I

## ***GENERALITES***

## 1. Présentation de la région d'étude

La zone d'étude s'étale sur une longueur de 370 km environ, elle est bornée à l'Ouest par Mostaganem et à l'Est par Jijel.

La zone d'étude se situe entre : le cap Ténès à l'Ouest ( $36^{\circ}22'00''\text{N}$ ,  $0^{\circ}48'19''\text{E}$ ) et le cap carbon à l'Est ( $36^{\circ}46'36''\text{N}$  –  $5^{\circ}6'27''\text{E}$ ) (Figure 1).



**Figure 1** : Situation géographique de la zone d'étude (données personnelles).

### 1.1. Cap de Ténès

Ténès est une ville côtière de la mer Méditerranée située au nord de l'Algérie, à mi-distance d'Alger, entre  $36^{\circ} 30' 44''$  Nord et  $1^{\circ} 20' 15''$  Est. La région est connue par un fond accidenté, elle présente une pente abrupte avec une forme accidentée et un plateau continental étroit. (DPRH de Chlef, 2012).

### 1.2. Baie d'Alger

La baie d'Alger est située dans la partie centrale de la côte algérienne. Elle s'inscrit en creux dans la plaine de la Mitidja de forme semi-circulaire, délimitée par deux caps : la pointe Pescade (Rais Hamidou) à l'Ouest et le cap Matifou (Bordj El- Bahri) à l'Est. Elle est limitée au Nord par la mer Méditerranée avec une longitude Est  $03^{\circ}14'50''$ , et une latitude Nord  $36^{\circ}49'35''$ . Le plateau continental est très étroit mais s'élargit au centre de la baie. Ce dernier ne dépasse pas l'isobathe 120 m. Par ailleurs, l'isobathe 50 m est à 4,1Km de la côte, celui de 100 m est à 7,6 Km, quant à celui de 1000 m ne se trouve qu'à 12,1Km de la côte (**Bachari, 2009**).

### 1.3. Baie de Bejaia

La région de Bejaia, se situe dans la partie Est du littoral algérien, comprise entre le parallèle 36°43'20'' de latitude Nord et le méridien 5°07'05'' de longitude Est, dans la rive sud de la Méditerranée. Elle se situe environ à 250 km d'Alger. Cette région est délimitée à l'Ouest par le cap Carbon et à l'Est par le Kef Ziamma (LEM, 2003)

## 2. Présentation de l'espèce

### 2.1. Position systématique

D'après la classification phylogénétique des Ostéichthyens (Lecointre et Le Guyader, 2001) la taxonomie de la sardine est :

Règne	: Eucaryota
Sous-règne	: Metazoa
Phylum	: Chordata
Sous-Phylum	: Craniata
Embranchement	: Vertébrata
Super classe	: Gnathostoma
Classe	: Ostéichthyes
Sous-classe	: Actinoptérygii
Super ordre	: Téléostéei
Ordre	: Clupéiformes
Famille	: Clupéidae
Genre	: <i>Sardina</i>
Espèce	: <i>pilchardus</i> (Walbaum, 1792)

Noms vernaculaires :

Nom local : Sardine (figure 5)

France : Sardine commune

Anglais : European sardine, Pilchard (grosse), Sardine (petite)



**Figure 2 :** (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792) de la région centre de la côte algérienne.

## 2.2. Caractères distinctifs

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. Les grandes écailles minces et caduques recouvrent une autre couche d'écailles plus petites. Elles forment deux ailettes en fin du pédoncule caudal. L'origine de sa nageoire dorsale est située en avant de celle des pelviennes.

Pas de nageoire adipeuse, les 2 derniers rayons de sa nageoire anale sont plus allongés que les autres, les branchies comptent de 70 à 100 branchiospines, l'opercule strié, porte une tache noire suivie de plusieurs autres tâches sur le corps, mâchoire légèrement saillante et grandes écailles se détachant facilement (Biseau *et al*, 2006).

La taille commune de la sardine dans la région centre de la côte algérienne est comprise entre 10 et 16 cm.

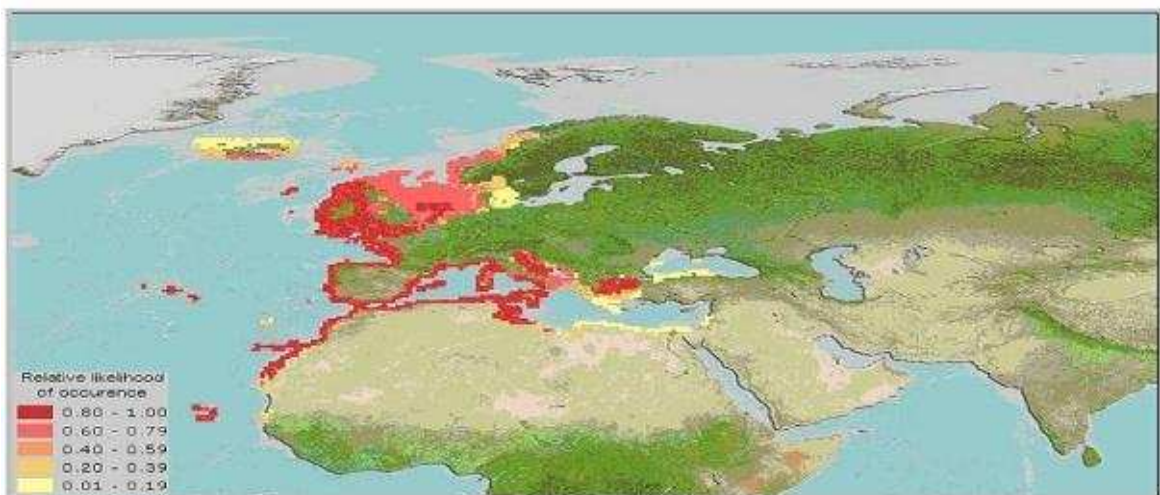
## 2.3. Distribution et Comportement

En Méditerranée, la sardine est une espèce commune dans le bassin Occidental, rare dans le bassin oriental, sauf dans l'Adriatique (figure 3). Elle vit essentiellement sur le plateau continental, ne dépassant guère l'isobathe des 150 mètres. Elle se nourrit de phytoplancton et de zooplancton de petite taille. Le phytoplancton, représenté entre autres par des Diatomées, est surtout abondant dans les contenus stomacaux des larves et des jeunes individus.

L'alimentation des sardines adultes est en majeure partie constituée par du zooplancton: petits Crustacés, Copépodes, larves de Décapodes. Le phytoplancton, Périidiniens notamment, peut être abondant chez l'adulte à certaines périodes (**Dumay, 2006**).

Pélagique et migratrice, la sardine effectue des déplacements saisonniers de faible amplitude, commandés par la nutrition, la reproduction et les conditions thermiques. Ces migrations se font de la côte vers le large ou inversement. Les sardines se déplacent alors vers la côte pour atteindre les zones riches en plancton où elles trouveront une nourriture abondante. Ces déplacements affectent d'abord les larves nées dans le courant de l'hiver, puis les jeunes individus et enfin les adultes.

Outre ces déplacements saisonniers, la sardine effectue des mouvements quotidiens. Elle tend à se disperser la nuit, alors qu'elle recherche sa nourriture et à se rassembler en bancs plus ou moins compacts le jour. Ces mouvements sont sous la dépendance de différents facteurs comme l'influence du cycle lunaire (phase de pleine lune) ou des conditions de milieu. C'est ainsi que lorsque s'établit une forte thermocline (zone de discontinuité entre deux masses d'eau de températures différentes), et notamment durant la saison chaude, les bancs de poissons tendent à rester au-dessous de celle-ci dans les eaux plus fraîches dont la température est généralement voisine de 13°C (**Pichot Aldebert, 1978**).



**Figure 3** : Répartition géographique de *Sardina pilchardus* (in Fishbase, 2012).

### 3. Echantillonnage

Des échantillons ont été prélevés d'une manière régulière, durant la période allant du mois de Mars au mois de Mai 2012 soit à bord des senneurs ou lors de la mise à terre des apports tôt le matin. Ayant pour objectifs essentiels le prélèvement des distributions des fréquences de tailles dans les procédures d'échantillonnage consiste un prélèvement aléatoire stratifié d'après la méthode de (Chauvet, 1986) pour avoir un échantillon représentatif.

**Tableau 1.** Distribution des fréquences de tailles de la sardine *Sardina pilchardus* de différentes régions de la zone d'étude (sexes confondus).

Cc (cm)	Ténès (nombre)	Bejaia (nombre)	Alger (nombre)	Totale (nombre)
7.50	14	93	0	107
8.50	141	203	0	344
9.50	144	332	0	476
10.50	68	363	0	431
11.50	25	819	4	848
12.50	4	645	90	739
13.50	73	620	247	940
14.50	340	900	199	1439
15.50	248	521	25	794
16.50	45	173	1	219
17.50	13	60	0	73
18.50	18	26	0	44
19.50	<b>24</b>	15	0	39
20.50	8	3	0	11
21.50	1	2	0	3
14.5	1166	4775	566	6507

Les données de fréquences-tailles utilisées dans cette étude sont le résultat d'une compilation de nos propres données de Ténès et de Bejaia avec celles du laboratoire halieutique provenant de la région d'Alger effectuées sur *Sardina pilchardus*, cet échantillon est composé de 6507 individus de taille allant de 7.5 à 21.5 cm, tableau 1.

# Chapitre II

## ÂGE, CROISSANCES ET MORTALITÉS

## Introduction

On ne peut guère étudier la biologie des poissons et principalement leurs déplacements sans acquérir, au préalable, une connaissance exacte de leur âge (**Fage, 1913**).

La croissance moyenne individuelle des espèces exploitées est une donnée de base pour l'étude de la dynamique de ces populations. Sa connaissance, même approximative, permet une meilleure compréhension de l'évolution des stocks en fonction des modifications apportées dans leur exploitation. Le gain de poids moyen obtenu en un temps donné est un élément essentiel dans les équations de rendement qui intègrent également les facteurs de mortalité dans la construction des modèles de gestion des ressources halieutiques.

En effet, La connaissance de l'âge des poissons est fondamentale pour la gestion des pêches, car les données d'âge sont des éléments d'entrée essentiels dans les modèles d'évaluation des stocks (Modèles analytiques) (**Bouaziz, 1992**).

## I. Matériel et méthodes

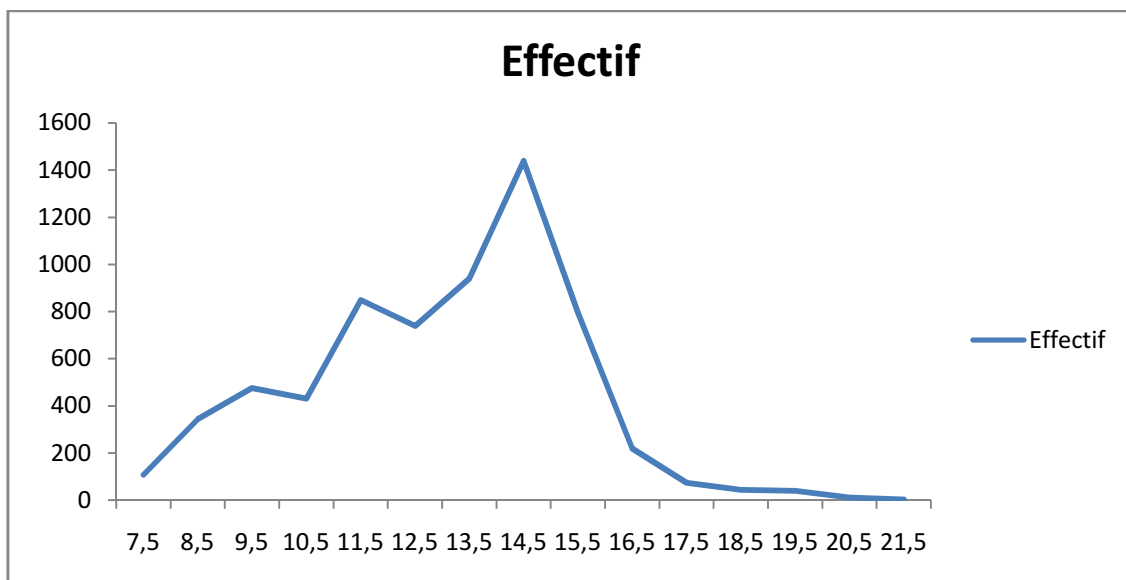
### 1.1. Etude de l'âge

La détermination de l'âge a été réalisée par la méthode de **Bhattacharya (1967)**, dont le protocole d'application est légèrement modifié par **Gayanilo *et al.* (2005)**. Ce choix a été motivé suite aux recommandations du groupe de travail **DYNPOP** de la **CIESM** [**Abella *et al* (1995)** ; **Aldebert *et Recasens* (1995)** ; **Alemanly et Oliver (1995)**] et celles de **Campana (2001) in Bouaziz (2007)**.

Les données ayant permis l'étude de l'âge sont consignées dans le tableau 2 et la figure 4.

**Tableau 2.** Distribution des fréquences de tailles de la sardine *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte Algérienne (sexes confondus).

Centre de classe (cm)	Effectif(N)
7.5	107
8.5	344
9.5	476
10.5	431
11.5	848
12.5	739
13.5	940
14.5	1439
15.5	794
16.5	219
17.5	73
18.5	44
19.5	39
20.5	11
21.5	3



**Figure 4 :** Distribution des fréquences de tailles de la sardine *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte algérienne (sexes confondus).

## 1.2. Etude de la croissance

Pour l'étude des paramètres de la croissance linéaire, nous avons utilisé différents logiciels, FISATII 1.2.0 et ELEFANI (Gayanilo *et al*, 2005); VONBIT (Stamatopoulos., Caddy J.F., 2011.) ; Fishparm 3.0S (Saila *et al*, 1988).

## 1.3. Etude des mortalités

### 1.3.1 Mortalité totale (Z)

Parmi les méthodes d'évaluation de la mortalité totale (Z), seule la méthode de Pauly (1984a ; 1984b ; 1990), basée sur les courbes de captures selon les longueurs, qui a été retenue, du fait qu'elles s'adapte le mieux pour notre espèce, et en plus elle est recommandée pour les petites pélagiques.

#### \*Courbe de captures selon les longueurs sans saisonnalité (C=0) (in Bouaziz, 2007)

Cette méthode estime les probabilités de captures. Leurs calculs ne prennent pas en considération les oscillations saisonnières de croissance (C=0) FISAT II 1.2.0 (Gayanilo *et al*. 2005). Cette courbe est définie par l'équation qui suit :

$$\ln(N_i / \Delta t_i) = a + bt_i$$

Où

$N_i$ : est le nombre de survivants à l'âge  $t_i$ ;

$a$ : est une constante correspondant à l'ordonnée à l'origine;

$b = -Z$ , et

$\Delta t_i$ : est le temps moyen que prend un poisson, au cours de sa croissance, pour traverser la classe de taille. Il se calcule par:

$$\Delta t_i = \ln \left[ \frac{(L_\infty - L_{i1})}{(L_\infty - L_{i2})} \right] / K$$

Où

$L_{i1}$  et  $L_{i2}$  sont respectivement les limites inférieure et supérieure de la classe de longueur  $i$ .

### 1.3.2. Mortalité naturelle (M)

La méthode de Pauly (1980) a été retenue parce qu'elle offre la possibilité de reconnaître une valeur de M comme faible ou élevée en la comparant à la valeur étalon dans la base de données "FishBase", et permet par conséquent, de détecter un biais dans une évaluation directe de M.

L'équation empirique de mortalité naturelle de Pauly (1980) s'écrit comme suit :

$$\ln M = -0.0066 - 0.279 \ln L_\infty + 0.6543 \ln K + 0.4634 \ln T^\circ$$

Avec les paramètres exprimés dans les unités suivantes:

M : mortalité naturelle ( $\text{an}^{-1}$ ) ;

$L_{\infty}$ : longueur asymptotique (cm) ;

K : ( $\text{an}^{-1}$ ) ; et

T : température d'eau en  $^{\circ}\text{C}$ .

### 1.3. 3.Mortalité par pêche

Après avoir calculé les coefficients Z et M, la détermination de la mortalité par pêche (F) se fait à partir de la relation suivante :  $F = Z - M$

## II. Résultats et discussion

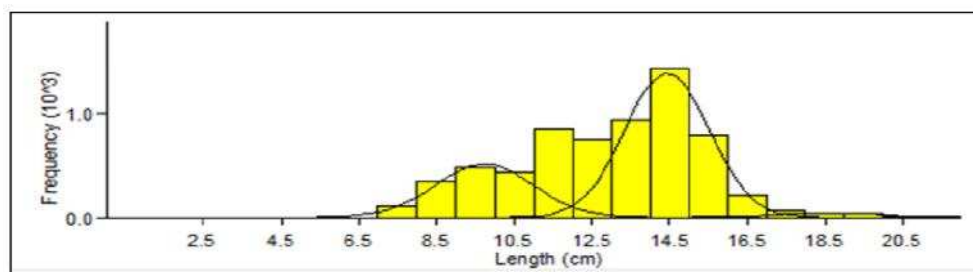
### 2.1. Détermination de l'âge

Les sardines âgées de 2 ans sont les mieux représentées dans les prises 67.83 % (calculs effectués à partir des effectifs N donnés dans le (Tableau 3). Le minimum de capture est observé chez les individus de 3 ans avec 3.02 %. La longévité la sardine est de 3 ans.

**Tableau 3:** Clé âge-longueur de *Sardina pilchardus*, de la région centre obtenue par le FISAT II 1.2.0 (Gayanilo *et al*, 2005).

âges (an)	Longueur moyenne (cm)	s.d Population	(effectifs Ni)	S.I
1	9.73	1.26	1628	n.a
2	14.44	1.08	3790	2.43
3	18.23	1.39	169	2.17

S.d : écart type, S.I : indice de séparation qui doit être  $>2$ .



**Figure 5 :** Décomposition de la distribution de fréquences de tailles de *Sardina pilchardus* tous sexes confondus de la région centre en cohortes par la méthode de Bhattacharya (1967 in FISAT II, 1.2.0) (Gayanilo *et al*, 2005).

## 2.2. Etude de la croissance linéaire

Le calcul des paramètres de croissance linéaire, consignés dans le ( tableau 4), conduit aux expressions suivantes de von Bertalanffy :

- 1)  $L_t = 22.72 \cdot (1 - e^{-0.54t})$  (Analysis of length at age data in FISAT II (1.2.2) (Gayanilo *et al.*,2005)).
- 2)  $L_t = 23.67 \cdot (1 - e^{-0.41t})$  (VONBIT, Stamatopoulos ., 2012).
- 3)  $L_t = 24.5 \cdot (1 - e^{-0.6t})$  (ELEFAN I in FISAT II (1.2.0) (Gayanilo *et al.* 2005).

**Tableau 4 :** Paramètres de l'équation de von Bertalanffy.

Méthodes utilisés	Paramètres		
	$L_{\infty}$ (cm)	K (an <sup>-1</sup> )	$t_0$ (an)
FISAT II 1.2.0 (Gayanilo <i>et al.</i> 2005)	22.71	0.54	0
ELEFAN I (Gayanilo <i>et al.</i> 2005)	24	0.6	0
VONBIT (Stamatopoulos., 2011.)	23.67	0.41	-0.315

Selon la littérature (tableau 4), la valeur de la longueur asymptotique estimée par la présente étude ( $L_{\infty} = 22.72$  Cm FISAT II 1.2.0 (Gayanilo *et al.*, 2005)), est proche de celle obtenue par **Brahmi *et al* (1998)** ,(dans la côtes algéroises), En revanche les résultats obtenus, par d'autre auteurs dans les différentes région sont surestimées par rapport à nos valeurs, cela peut s'expliquer par la diversité des méthodes utilisées pour l'évaluation des paramètres de croissance, la sensibilité du modèle de von Bertalanffy aux clés âge-longueur utilisées, ainsi qu'à la qualité de l'échantillonnage.

D'après (**Sparre et Venema, 1996**), la différence des paramètres de croissance peut exister entre les stocks de la même espèce ; ainsi des cohortes successives peuvent se développer différemment selon les conditions du milieu. Enfin, il est intéressant de signaler que le K obtenue dans ce présent travail présente une valeur élevée, qui caractérise, en générale, les petits pélagique.

**Tableau 5 :** Paramètres de croissance linéaire de **von Bertalanffy (1938)** de *Sardina pilchardus* d'après la littérature en méditerrané.

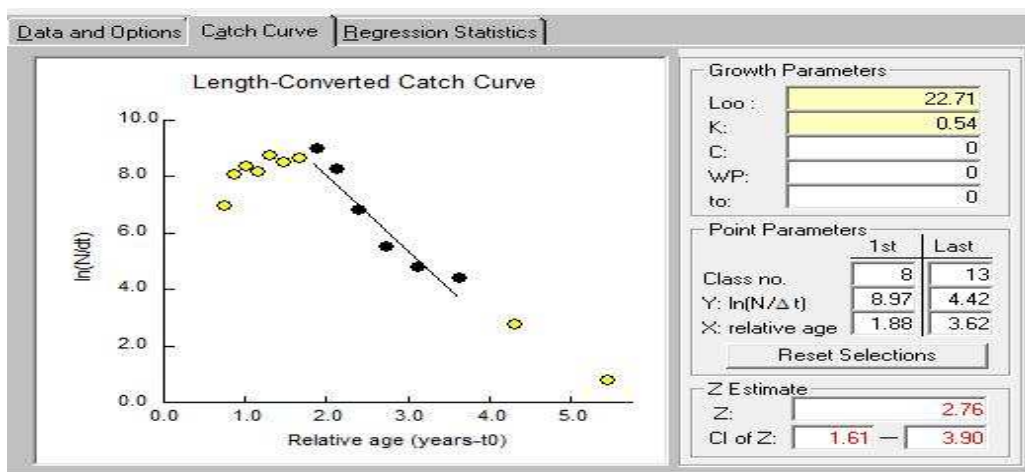
Auteur	Zone d'étude	Sexe	$L_{\infty}$ (cm)	$K$ (an <sup>-1</sup> )	$t_0$
<b>Lopez (1963)</b>	Barcelone	♂♀	21,10	0,9	-0,21
<b>Boulva (1975)</b>	Golfe de Lion	♂	18,85	0,34	-1,16
		♀	20,47	0,31	-1,05
<b>Belveze et Rami (1978)</b>	Méditerrané marocaine	♂♀	21,20	0,68	0
<b>Bouchereau (1981)</b>	Oran	♂	18,88	0,26	-2,49
		♀	21,40	0,21	-0,69
<b>Kartas (1981)</b>	Tunisie	♂♀	19,17	0,41	-0,94
<b>Mouhoub (1986)</b>	Baie de Bou-Ismaïl	♂♀	19,44	0,27	-2,01
<b>Morales-nin etPertierra (1990)</b>	Nord-ouest de la Méditerranée(Espagne)	♂♀	20,08	0,24	-2,73
<b>Brahmi et al (1998)</b>	Côtes algéroises	♂	18,91	0,46	-0,96
		♀	22,58	0,26	-1,73
<b>Voulgaridou et Stergiou (2003)</b>	Grèce	♂♀	20,80	0,86	0
<b>Idrissi (2008)</b>	Méditerrané marocaine	♂♀	21,3	0,56	-0,67
<b>Miloudabid et Hidaoui (2009)</b>	Beni Saf	♂♀	29,56	0,126	-2,41
<b>Cherifi et Djemaoun (2011)</b>	Baie d'Alger	♂♀	21,38	0,66	-0,42
<b>Présent travail</b>	centre de la côte algérienne	♂♀			
<b>ELEFAN I (Gayanilo et al.2005)</b>			24	0,6	0
			23.67	0.41	-
<b>VONBIT (Caddy., 2012)</b>			22.72	0.54	0.315
<b>FISAT II (Gayanilo et al. 2005)</b>				0	

### 2.3. Mortalités

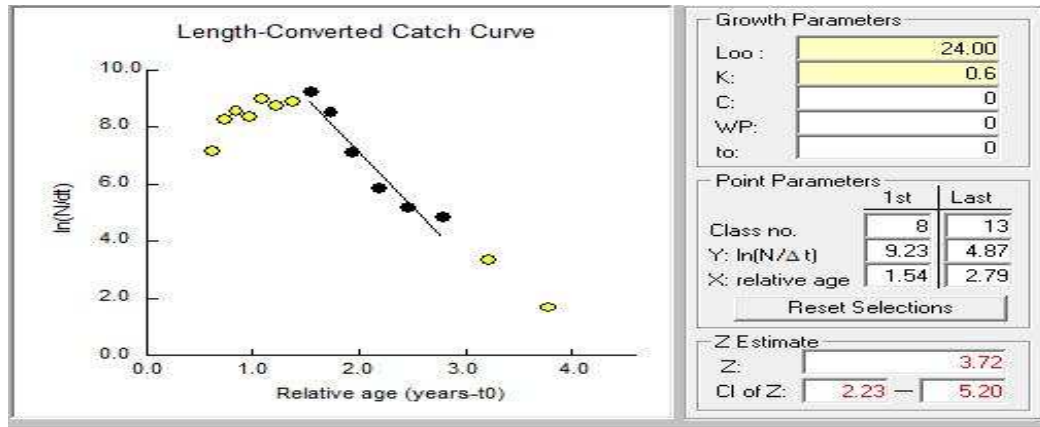
Les résultats du coefficient instantané de mortalité totale  $Z$  ( $\text{an}^{-1}$ ), de la mortalité naturelle  $M$  ( $\text{an}^{-1}$ ) et de la mortalité par pêche  $F$  ( $\text{an}^{-1}$ ) obtenus par les 3 équations de la croissance linéaire de la sardine de la région centre de la côte algérienne sont résumés dans le tableau 6 et les figures 6,7 et 8.

**Tableau 6:** coefficients instantanés de la mortalité totale  $Z(\text{an}^{-1})$ , de la mortalité naturelle  $M(\text{an}^{-1})$  et de la mortalité par pêche  $F(\text{an}^{-1})$ .

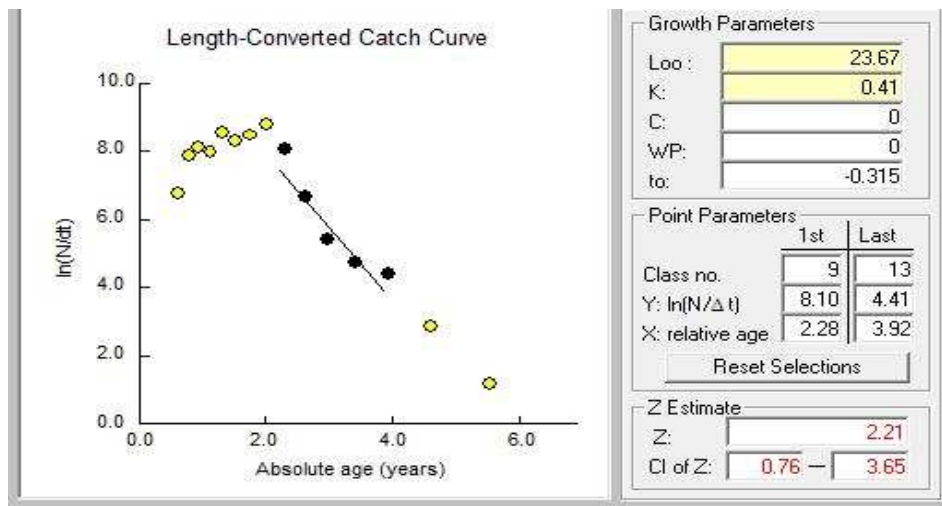
Méthodes utilisés	Paramètres de la croissance linéaire			Mortalités			R2
	$L_{\infty}$ (cm)	K ( $\text{an}^{-1}$ )	$t_0$ (an)	Z ( $\text{an}^{-1}$ )	M ( $\text{an}^{-1}$ )	F ( $\text{an}^{-1}$ )	
FISAT II 1.2.0 (Gayaniilo <i>et al</i> , 2005)	22.71	0.54	0	2.76	0.9	1.89	0.96
ELEFANT I (Gayaniilo <i>et al</i> , 2005)	24	0.6	0	3.72	0.95	2.77	0.92
VONBIT (Stamatopoulis .C., 2011.)	23.67	0.41	-0.315	2.21	0.86	1.35	0.86



**Figure 6 :** Calcul de  $Z$  par la courbe de captures selon les longueurs de *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte algérienne, obtenu par FISAT II 1.2.0 (Gayaniilo *et al.*, 2005), pour  $L_{\infty} = 22.72$  cm et  $K = 0.54$   $\text{an}^{-1}$



**Figure 7 :** Calcul de Z par la courbe de captures selon les longueurs de *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte algérienne, obtenu par ELEFAN (Gayanilo *et al.*, 2005), pour  $L_{\infty} = 24 \text{ cm}$  ,  $K = 0.6 \text{ an}^{-1}$  et  $t_0 = 0 \text{ an}^{-1}$ .



**Figure 8:** Calcul de Z par la courbe de captures selon les longueurs de *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte algérienne, obtenu par VONBIT (Stamatopoulis.C., 2011.), pour  $L_{\infty} = 23.67 \text{ cm}$ ,  $K = 0.41 \text{ an}^{-1}$  et  $t_0 = -0.315 \text{ an}^{-1}$ .

**Discussion et conclusion**

La mortalité naturelle diffère d’un secteur géographique à un autre (Tableau 7). Ceci reviendrait:

- à la divergence des méthodes utilisées pour leurs déterminations;
- à la valeur élevée de  $L_{\infty}$  qui peut ainsi influencer directement les mortalités  $M$  ; et
- à la température de milieu.

Pour les variations de la mortalité totale (Z). Ces valeurs dépendent à la fois de la méthode utilisée, aux points inclus pour le calcul de la régression et à la qualité de l’échantillonnage.

Tableau 7. Mortalités naturelle et totale de *Sardina pilchardus* dans différentes régions.

Méditerranée			
Auteur	Zone d'étude	M (an <sup>-1</sup> )	Z (an <sup>-1</sup> )
Mouhoub(1986)	Baie de Bou-Ismaïl	0.406 (♀), 0.443 (♂)	0.707 (♀), 0.686 (♂)
CGPM(1981bin Mouhoub,1986)	Castellón	0.50	1.39
	Alicante	0.43	1.80
	Maroc	0.40	0.70
Boukadjota et Zegloul(2009)	Région d'Annaba	0.36	1.59
Présent travail	la région centre de la côte algérienne	FISATII : 0.9 ELEFANTI : 0.95 VONBIT : 0.86	FISATII : 2.76 ELEFANTI : 3.72 VONBIT : 2.21

# Chapitre III

## ETUDE DE L'EXPLOITATION

## Introduction

La pêche exploite des populations d'animaux et de végétaux sauvages vivant dans le milieu naturel. Elle utilise leur capacité à retrouver leur abondance d'origine lorsque leur biomasse a été temporairement réduite par une mortalité additionnelle. Dans les conditions naturelles, la biomasse d'une population oscille autour d'un maximum déterminé par l'espace et la nourriture dont elle dispose. Lorsque son abondance réduite par la pêche, la population réagit au prélèvement d'individus par un accroissement des taux de survie, de croissance et de recrutement des survivants qui disposent alors de plus d'espace et de nourriture. Cette capacité, toutefois, est limitée par les caractéristiques démographiques des espèces en regard de la mortalité imposée par la pêche (**Laubier, 2003**).

L'homme dispose de deux contrôles pour ajuster les captures à la capacité des stocks à les supporter de façon durable (**Laubier, 2003**):

1. l'effort de pêche qui détermine la mortalité de pêche ; et
2. la répartition de ce dernier sur les classes d'âge présentes dans le stock exploité.

L'étude de l'exploitation se base sur différentes méthodes d'estimation des stocks qui peuvent être regroupées en méthodes synthétiques ou globales et méthodes analytiques ou structurales.

Les modèles de rendement global équilibré ou « globales » qui ne font intervenir que les statistiques de pêche (efforts et les prises par unité d'effort) et ne retiennent aucun autre paramètre biologique. Dans ces modèles, les données obtenues à partir des statistiques de pêche permettent des analyses et des prévisions de ce qui peut arriver au stock et aux captures, en accompagnant l'évolution des différentes cohortes qui le composent, tels que le modèle linéaire de **Schaeffer (1954)** et le modèle exponentiel de **Fox (1970)**; et les modèles de rendement par recrue ou analytiques qui utilisent les paramètres de croissance et les coefficients de mortalité; estimés pour l'ensemble des captures. Ils supposent donc une étude biologique et démographique du stock approfondie, mais qui peut être limitée dans le temps. Deux modèles principaux, celui de **Beverton et Holt (1957)** et celui de **Ricker (1958)**.

## I. Méthode d'étude

Afin d'étudier la dynamique de la population de *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte algérienne allant de Ténès à Bejaia, nous avons opté pour l'analyse analytique, en raison de l'imprécision des résultats de l'analyse globale, et ce, suite à l'absence d'une série chronologique raisonnablement des captures s'étalant sur plusieurs années. Pour cela, les méthodes rétrospectives, qui font appel à des données historiques appelées analyse de population virtuelle ou analyse de cohorte (VPA) sont utilisées dans le présent travail.

Ces méthodes sont tournées vers l'avenir, alors, sont appelées méthodes prédictives ou méthodes de Thompson et Bell (**Sparre et Venema, 1996**).

Dans le présent travail, Le choix s'est porté sur le logiciel VIT (**Lleonart et Salat, 2000**), c'est un logiciel recommandé par la FAO, du fait qu'il est conçu pour la pêche méditerranéenne. Ce logiciel constitue un outil d'évaluation de la biomasse, de la population virtuelle, et de la biomasse par recrue, et présente l'avantage de fonctionner avec des pseudo-cohortes, c'est-à-dire, qu'il exige uniquement la connaissance des captures sur un an au lieu d'une série historique d'une dizaine d'années (**Lleonart et Salat, 2000 in Bouaziz, 2007**).

### 1.1. Méthodes faisant appel à la population virtuelle par âges (AC)

L'analyse de populations virtuelles (VPA) dite analytique ou structurale, dépasse l'approche globale en plongeant dans les mécanismes de la dynamique du stock, elle s'appuie sur la connaissance des captures faites à chaque âge pour mesurer les processus de disparition d'une cohorte, et en déduire une estimation de l'abondance des individus de chaque âge chaque année (**Christelle, 2003**).

La VPA est l'une des plus puissantes techniques disponibles actuellement pour l'analyse des pêcheries (**Hilborn et Walters, 1992**). Mais parallèlement, elle est très gourmande en données. Elle nécessite notamment une matrice de capture détaillée par âge. L'objectif majeur de la (VPA) est la détermination de l'effectif d'une cohorte ( $N_i$ ) et les coefficients de mortalité par pêche ( $F_i$ ) pour les différentes classes (tailles ou groupes d'âge), tout en tenant compte aussi bien des captures par classe, que des pertes occasionnées par différentes causes naturelles (Jones, 1984).

D'après (Leonart et Salat, 2000 in Bouaziz, 2007), le nombre au début et à la fin de cette dernière classe d'âge, est aussi le nombre à la fin de la classe précédente. Soit  $N_{i+1}$  le nombre de survivants à la fin de l'avant-dernière classe.

$$C_i = N_i \times (F_i/Z_i) \times (1 - e^{-Z_i}) \quad (1)$$

Où:

$F_i$  : coefficient instantané de la mortalité par pêche pendant la période  $i$  ;

$Z_i$  : coefficient instantané de la mortalité totale ;  $Z_i = F_i + M$  ; et

$M$  : coefficient de mortalité naturelle,

La version de l'équation de capture de **Beverton et Holt(1957)** la plus utilisée pour l'étude du stock est :

$$\frac{C_i}{N_{i+1}} = \frac{F_i}{Z_i} \times (e^{Z_i} - 1) \quad (2)$$

La solution doit être trouvée de façon itérative en variant  $F$  (c'est-à-dire  $Z$ , pour une valeur constante de  $M$ ).

Cette équation est celle proposée par **Gulland (1965, in Pauly et Moreau, 1997)** pour la construction des populations virtuelles. Elle peut être déduite de l'équation (1) en remplaçant  $N_i$  par :

$$N_i = N_{i+1} \times e^{Z_i} \quad (3)$$

Une analyse de population virtuelle est une estimation rétroactive de l'effectif des cohortes antérieures. La mortalité terminale affectant la dernière classe d'une cohorte étant  $F_{ter}$  et la capture correspondante  $C_{ter}$ , l'effectif de la classe la plus âgée peut être obtenu par :

$$N_{ter} = C_{ter} \times \left( \frac{Z_{ter}}{F_{ter}} \right) \quad (4)$$

Pour l'adaptation de la méthode pour l'emploi des fréquences de longueurs on généralise l'équation (2) à tout intervalle de temps  $\Delta t$ , ce qui donne :

$$C_i = N_{i+\Delta t} \times \frac{F_i}{Z_i} \times (e^{(Z_i \Delta t)} - 1) \quad (5)$$

Cette équation permet de traiter des données de captures selon les longueurs aux lieux d'avoir recours aux âges.

Cette méthode est généralement appliquée à des pseudo-cohortes, c'est à dire que l'on suppose un système à paramètres constants (équilibre) (Sparre et Venema, 1996)

### 1.1.1. Equation de la biomasse

Une fois la population en nombre est reconstituée, la biomasse est immédiatement calculée à partir de l'équation :

$$\bar{B}_i = \bar{N}_i \times \bar{W}_i$$

$\bar{B}_i$  : Biomasse moyenne annuelle de la cohorte appartenant à la classe  $i$ ;

$\bar{N}_i$  : Nombre moyen annuel de la cohorte de la classe  $i$ ; et

$\bar{W}_i$  : Poids moyen de la cohorte de la classe  $i$ .

### 1.1.2. Paramètres requis pour l'application de la VPA

L'application de la VPA nécessite l'introduction des paramètres suivants dans le programme VIT (Leonart et Salat, 2000) :

Paramètres de croissances de **von Bertalanffy** ( $L_\infty$ ,  $k$ ,  $t_0$ ).

Paramètres de la relation taille-poids ( $a$  et  $b$ ).

Mortalité naturelle ( $M$ ). Mortalité par pêche ( $F$  terminal).

Proportion des individus matures de chaque classe de tailles.

L'effectif de captures pour chaque classe de taille calculé depuis l'effectif total des captures

- la production annuelle (tableau 8).

**Tableau 8.** Données nécessaires pour le calcul de la VPA par longueur de *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte algérienne.

Centre de classe (cm)	Pourcentage des femelles mature	Effectif	Clé Age longueur
7.5	0	107	Age (ans) 1 2 3
8.5	0	344	Taille (cm) 9.73 14.44 18.23
9.5	0	476	
10.5	0.8	431	Equation de von Bertalanf
11.5	33	848	$L_t=22.71 (1- e^{-0.54T})$ FISAT (1.2.2) (Gayanilo et al. 2005).
			$L_t=24 (1- e^{-0.6T})$ ELEFAN I (Gayanilo et al. 2005).
12.5	54	739	$L_t=23.67 (1- e^{-0.41T})$ VONBIT (Stamatopoulos ., 2011).
13.5	66	940	Relation taille poids
14.5	87	1439	$W_t = 0.00761 L_t^{2.99}$ .
15.5	95	794	Mortalités (an-1)
16.5	99	219	Z=2, 21, F=1.35 et M=0.86 (VONBIT (Caddy, 2012) pour $L_\infty$ et K).
			Z=2.79, F=1.89 et M=0.90 FISAT (1.2.2) (Gayanilo et al. 2005) pour $L_\infty$ et K).
17.5	100	73	Z+3.72, F=2.77 et M=0.95 ELEFAN I (Gayanilo et al. 2005) pour $L_\infty$ et K).
18.5	100	44	Taille de la première maturité sexuelle (sexes confondus)
19.5	100	39	$L_{50} = 13.93$ cm
20.5	100	11	La production annule de la sardine dans la région centre de l'Algérie pour l'année 2011est de 5800 tonnes (Bouaziz comm. Per., M.P.R.H, 2012)
21.5	100	3	

### 1.2. Modèle de rendement par recrue

Plusieurs modèles analytiques sont disponibles pour évaluer le rendement par recrue, à savoir ceux de **Beverton et Holt (1957)**, **Jones (1957)** et **Ricker (1958)**.

Selon **Leonart et salat (1997)**, L'analyse de rendement par recrue, Y/R, permet une vision plus globale de la population étudiée. Le recrutement est défini comme le nombre d'individus au début de la première classe, et le rendement comme le poids total des captures. Par conséquent, le rendement par recrue est obtenu en divisant tous les poids des captures par le nombre de recrues

calculées à partir de la VPA. La courbe de production par recrue présente fréquemment un maximum : la production maximum équilibrée (MSY ou  $Y_{\max}/R$ ).

Le programme VIT (**Leonart et salat, 2000**) emploie l'équation ci-dessous qui dérive de l'équation de capture par classe, exprimée en fonction du nombre moyen annuel des individus par classe (**Bouaziz, 2007**).

$$Y/R = 1/N_i \sum_{i=1}^n C_i \bar{W}_i = 1/N_i \sum_{i=1}^n \bar{N}_i \bar{W}_i F_i$$

$$\bar{N}_i = \int_i^{t_i+1} N dt = \frac{N_i * (1 - e^{-Z_i \Delta t_i})}{Z_i}$$

Avec

$\bar{N}_i$  : Le nombre moyen des individus de chaque classe  $i$  calculée par la VPA ;

$\bar{W}_i$  : Le poids moyen de chaque classe  $i$  calculée par la VPA ; et

$F_i$  : La mortalité par pêche pour chaque classe  $i$  calculée par la VPA.

L'utilité de l'analyse de rendement par recrue  $Y/R$ , consiste précisément en l'observation de ses comportements en variant l'effort de pêche (**Bouaziz, 2007**).

### 1.3. Modèle de biomasse par recrue

Le modèle de biomasse par recrue de **Beverton et Holt (1957)**, exprime la biomasse annuelle des survivants en fonction de la mortalité par pêche (ou de l'effort). Les valeurs de Biomasse moyenne par recrues sont liées aux valeurs de rendement par recrue.

Selon **Sparre et Venema (1996)**, la capture en effectifs par année peut s'exprimer sous la forme suivante :

$$C = F \times \bar{N}$$

De la même manière, on peut montrer que la production par an est :

$$Y = F \times \bar{B}$$

Où :

$\bar{B}$  : la biomasse moyenne annuelle se trouvant dans la mer pendant une année. Il s'ensuit que :

D'où :

$$\frac{\bar{B}}{R} = \frac{Y}{R} \times \frac{1}{F}$$

$$\frac{Y}{R} = F \times \frac{\bar{B}}{R}$$

La formule utilisée pour calculer  $\frac{\bar{B}}{R}$  est la suivante :

$$\frac{\bar{B}}{R} = e^{(-M \times (T_c - T_r))} \times W_{\infty} \left[ \frac{1}{Z} - \frac{3S}{Z+K} + \frac{3S^2}{Z+2K} - \frac{S^3}{Z+3K} \right]$$

Où :

$$S = e^{-K(T_c - t_0)};$$

K : le coefficient de croissance;

$T_0$  = l'âge théorique auquel la longueur du poisson est nulle;

$T_c$  = âge à la première capture ;

$T_r$  = âge au recrutement ;

$W_{\infty}$  = poids corporel asymptotique ;

M = mortalité naturelle ; et

Z = mortalité totale.

On peut convertir l'indice de biomasse relative  $\bar{B}/R$  en une biomasse absolue par recrue ( $B/R$ ) par la relation :

$$\frac{B}{R} = \frac{\bar{B}}{R} \times w_{\infty} e^{-M(t_r - t_0)}$$

#### 1.4. Calcul du point de référence biologique $F_{0,1}$

Cette valeur de niveau de pêche, dite encore  $F_{cible}$ , fait partie des **Points de Référence Biologique**, **PRB** "TRP, *Target Reference Points*".

Selon **Cadima (2002)**, le  $F_{cible}$ , est la valeur de F pour laquelle la pente de la courbe de rendement par recrue est égale à 10% de la pente de cette courbe à l'origine (c'est-à-dire au moment où  $F=0$ , donc où le stock est vierge).

En fait, la production à  $F_{0,1}$  est très proche de celle à  $F_{MSY}$  et beaucoup plus rentable car pour atteindre la "vraie" production maximale équilibrée (MSY) qui se trouve seulement 10% plus haut, il faudrait augmenter considérablement l'effort de pêche, ce qui économiquement n'est pas

intéressant (**Bouaziz, 2007**).

Suite à ces recommandations, la connaissance de  $F_{0,1}$  de *Sardina pilchardus* s'impose dans la région Est de la côte Algérienne. Le calcul de  $Y_{0,1}$  et  $B_{0,1}$  correspondant à  $F_{0,1}$  est réalisé par le VIT (**Lleonart et Salat, 2000**).

## I. Résultats et discussion

L'étude de l'analyse de la pseudo-cohorte à l'aide du logiciel VIT (**Lleonart et Salat, 2000**) nous a permis de dégager un certain nombre de résultats relatifs à l'exploitation du *Sardina pilchardus* de la région Est de la côte algérienne.

### 1.1. Captures en nombre d'individus et en poids

Le tableau. (9) et es figure (9,10) résume les captures subies par le stock de *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte algérienne en 2011, en nombre et en poids ainsi que, l'âge et la taille moyenne des captures.

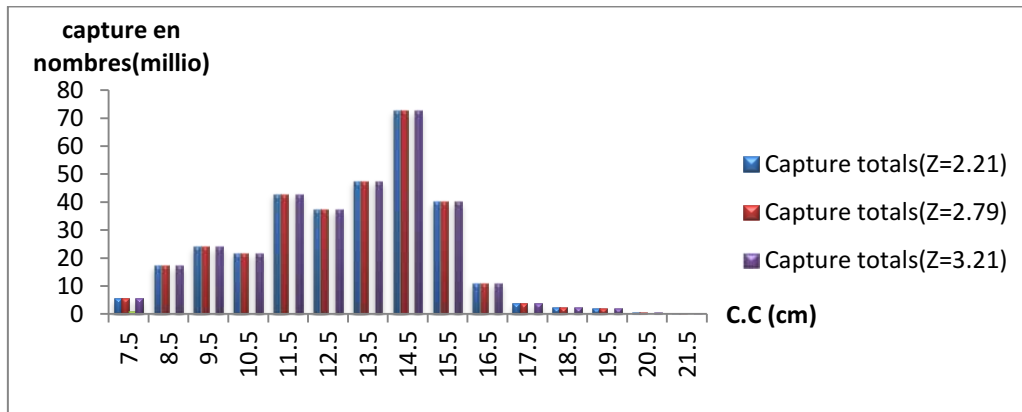
Les données de captures du stock de *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte algérienne traitées par le VPA (**VIT, Lleonart et Salat, 2000**) laissent apparaître que :

Les captures les plus importantes en nombres et en poids correspondent aux classes de tailles allant de 11.5 à 15.5 cm, avec des valeurs maximales en nombre environ (**72 millions** individus) et en poids **1623,45 tonnes** correspondant à la classe de taille 14.5cm. La taille moyenne et l'âge moyen de capture de *Sardina pilchardus* sont respectivement de **12.93** cm et **1.6 ans, 1.3 ans** et **2 ans** (selon la valeur de Z).

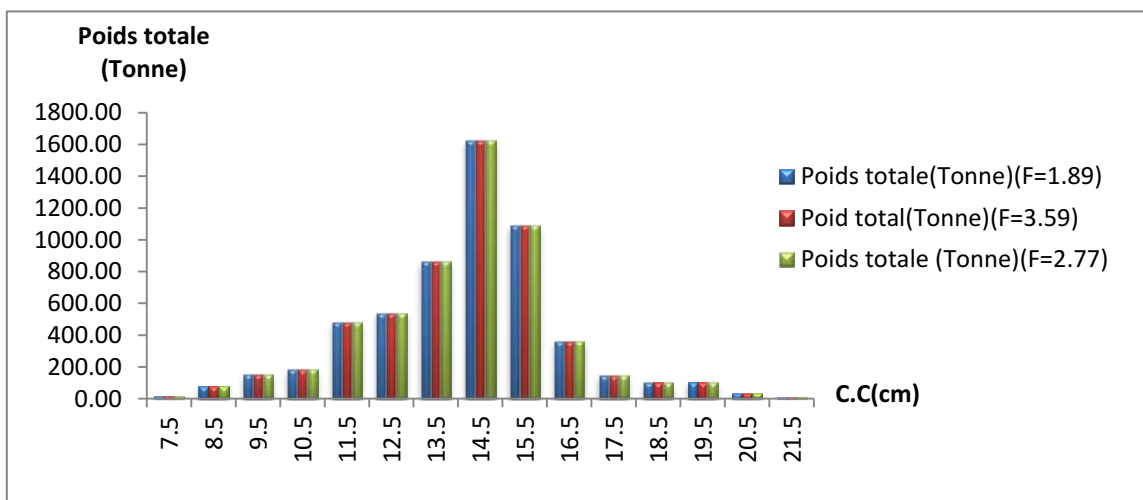
Notons que la longueur moyenne des captures est supérieure à la taille de la première maturité sexuelle obtenue par **Bouaziz et al (2012)** qui est de l'ordre de 12,25 cm. Ceci signifie que l'exploitation de la sardine de la région centre de la côte algérienne cible essentiellement les individus matures.

**Tableau 9 :** Captures en nombre d'individus et en poids en fonction de la taille de *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte algérienne (VIT, Lleonart et Salat, 2000).

CENTRE DE CLASSE	FISSATII				ELEFAN I			
	Z=4.49/an		Z=2.79/an		Z=3.21/an		Z=3.72/an	
	F=3.59		F=1.89/an		F=2.26/an		F=2.77/an	
	capture en nombre	capture en Poids	capture en nombre	capture en Poids (Tonne)	capture en nombre	capture en Poids (Tonne)	capture en nombre	capture en Poids (Tonne)
7.5	5581999 .3	16996456.9 4	5403808.8 6	17026691 .5	5406622.9 1	17039669. 11	5406783.0 4	17040171. 5
8.5	1794586 7	79363908.3 4	17372992. 96	79475541 .6	17382040. 02	79529102. 74	17382554. 81	79531423. 78
9.5	2483207 2	153050594. 19	24039373. 98	15321514 9	24051892. 58	15331181 6.4	24052604. 91	15331625 8.9
10.5	2248450 2	186898430. 35	21766744. 09	18704343 7	21778079. 2	18716518 8.8	21778724. 2	18717061 1.4
11.5	4423864 9	482037028. 84	42826447. 77	48228182 4	42848749. 8	48252990 8.6	42850018. 83	48254345 7.4
<b>12.5</b>	<b>3855231 3</b>	<b>538935936. 67</b>	<b>37321633. 14</b>	<b>53907566 1</b>	<b>37341068. 52</b>	<b>53936769 9.4</b>	<b>37342174. 43</b>	<b>53938270 3.8</b>
13.5	4903812 5	861582815. 78	47472713. 32	86161367 1	47497434. 92	86198699 3.2	47498841. 63	86200951 9.6
14.5	7507006 5	1623951767 .64	72673653. 7	16237185 95	72711498. 78	16234246 59	72713652. 24	16234515 30
15.5	4142156 5	1091892629 .25	40099291. 89	10915710 76	40120173. 76	10906734 95	40121361. 98	10906707 42
16.5	1142484 0	364657028. 47	11060132. 15	36448155 7	11065891. 75	36429662 6.9	11066219. 49	36429299 0.8
17.5	3808279 .9	145290398. 43	3686710.7 2	14519295 9	3688630.5 8	14520140 6.8	3688739.8 3	14520009 8.2
18.5	2295401 .6	103331449. 20	2222127.0 1	10324919 2	2223284.1 9	10327103 1.2	2223350.0 3	10326778 7.3
19.5	2034560 .5	106566319. 24	1969612.5 7	10649999 5	1970638.2 6	10645839 0.3	1970696.6 2	10643536 7.8
20.5	573850. 4	34808492.6 1	555531.75	34806336 .5	555821.05	34844324. 14	555837.51	34822537. 06
21.5	156504. 65	10636744.0 5	151508.66	10748314 .3	151587.56	10899688. 29	151592.05	10864800. 87
<b>Age moyen(an)</b>	1.621		1.621		1.331		1.331	
<b>taille moyen Lt(cm)</b>	12.937		12.937		12.935		12.935	



**Figure 9 :** Capture en nombre d'individus en fonction de la taille de *S. pilchardus* de la région centre de la côte algérienne.



**Figure 10 :** Capture en poids en fonction de la taille de *S. pilchardus* de la région centre de la côte algérienne.

## 2.2. Analyse de la VPA

### 2.2.1. Analyse de la biomasse

La VPA indique que la biomasse moyenne du stock des survivants ou stock actuel augmente progressivement pour atteindre une valeur maximale au tour de 839 millions et de biomasse de 600 tonnes, 800.81 tonnes correspondant à la classe de tailles de 13.5, 12.5 et 14.5 cm respectivement (Tableau 10, figure 11).

---

Ce stock est composé de 15 classes de tailles allant de 7.5 à 21.5 cm dont la taille moyenne du stock est de 10.60 cm, 10.42 cm et 10.56 cm (selon la valeur de  $Z$ ) à laquelle correspond un âge moyen de 1.21 et 1 an respectivement. D'après (**Dardignac, 1989 in Harchouche, 2006**), si l'on veut tirer d'un stock d'une espèce donnée une production élevée, il est souhaitable que l'âge moyen des captures ne soit pas trop inférieur à l'âge critique.

L'âge critique et la taille critique du stock indiquent le moment où la biomasse du stock d'une cohorte est maximale et donc le temps  $t$  pour lequel l'exploitation peut être optimale.

La longueur et l'âge critiques du stock actuel sont de 12 cm et de 1.39, 1.15 et 1.52 ans selon la valeur de  $Z$ . Si le stock ne subissait pas d'exploitation, ces deux variables seraient de 14 cm et de 1.77 ans, 15 cm et de 1.56 ans et 13 cm et de 1.94 ans (selon la valeur de  $z$ ) (tableau 9)

Le stock vierge ( $B_0$ ), correspond à la valeur moyenne à long terme de la biomasse estimée en l'absence de mortalité par pêche. Dans le présent travail  $B_0$  est estimée à 19210.83 tonne, 16452.73 tonne et 20421.65 tonne (selon la valeur de  $Z$ ) (tableau 11).

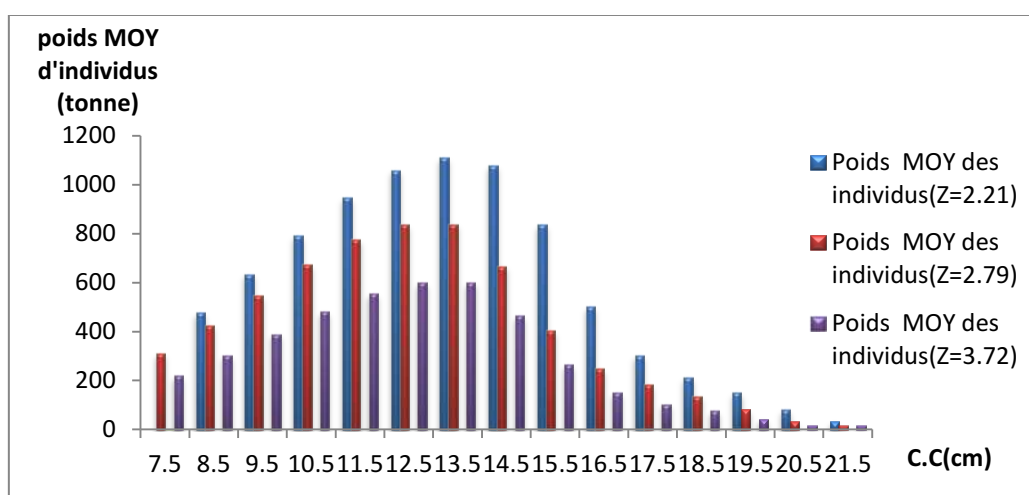
Selon **Dardignac (1989)** si l'on veut tirer d'un stock une production élevée, il est souhaitable que l'âge moyen des captures ne soit pas trop inférieur à l'âge critique.

Il est considéré comme un point de référence biologique (P.R.B). Ce stock correspond à la valeur moyenne à long terme de la biomasse estimée en l'absence de la mortalité par pêche dans les modèle de production  $B_0$  est aussi connu comme la capacité de pêche (**Caddy, 1994 in Bouaziz, 2007**).

La biomasse du stock se renouvelle annuellement avec un taux 184 % ( $Z=2.79/\text{an}$ ), de 230% ( $Z=3.72/\text{an}$ ) et de 160.48 ( $Z=2.21/\text{an}$ ): c'est le Turnover (tableau 11).

**Tableau 10 :** Résultat de la biomasse obtenue par la VPA de la population de *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte algérienne. (VIT, LIeonart et Salat, 2000).

CENTRE DE CLASSE	FISSATII				ELEFAN I			
	Z=4.49/an		Z=2.79/an		Z=3.21/an		Z=3.72/an	
	F=3.59		F=1.89/an		F=2.26/an		F=2.77/an	
	Nombre moy des individus	Poids moy des individus	Nombre moy des individus	Poids moy des individus	Nombre moy des individus	Poids moy des individus	Nombre moy des individus	Poids moy des individus
7.5	102080308	310821172	99010715.46	311969751	69608948	219381572	69575456	219275990
8.5	96073103	424874259	93186900.6	426298417	65925364	301632321	65893035	301484273
9.5	88663830	546472805	86005580.51	548157279	61131975	389668054	61100809	389469147
10.5	80776053	671436604	78360799.9	673360853	55966915	480990912	55936942	480733013
11.5	71042287	774097176	68928814.79	776228622	49359871	555853189	49331067	555527958
12.5	59827011	<b>836342193</b>	58062245.74	<b>838654177</b>	41591798	<b>600766748</b>	41564197	<b>600366987</b>
13.5	47625236	836758849	46240616.29	839251527	33064487	600056776	33038056	599575009
14.5	30689731	663895015	29838068.48	666660119	20889743	466403855	20863892	465820600
15.5	15222657	401276654	14854995.64	404378302	9795055.4	266280185	9770178.7	265595371
16.5	7648693.9	244130338	7508401.87	247435923	4571309.8	150490603	4548888.1	149746537
17.5	4673660.2	178305686	4615698.83	181779104	2664594.8	104890664	2644279.5	104086942
18.5	2969727.9	133687409	2954029.69	137256412	1657018.2	76968106	1638567.8	76106447.2
19.5	1456559.6	76291755.9	1477793.22	79906563	791772.94	42773386.8	774646.44	41837885
20.5	470672.13	28549927.8	507544.11	31799714	264446.18	16578084.8	249906.99	15656365.9
21.5	43594.61	12962695.8	80163.31	15434154	67074.14	16596077	54726.37	15123463.5
Poids moy	609263123	6129902724	591632368.4	6.169E+09	417350372	4277557330	416984647	4269204835



**Figure 11 :** Variation du poids moyen virtuelle en fonction de la taille de la population de *Sardina pilchardus* de la région centre de la cote Algérienne.

**Tableau 11 :** Résultat de la VPA obtenue par le VIT (Lleonart et Salat, 2000) de *Sardina pilchardus* de la région centre de la cote Algérienne pour es différents valeur de Z.

VPA	VONBIT (Stamatopoulos., 2011)	FISSATII Gayanilo <i>et al.</i> , 2005)	ELEFAN I Gayanilo <i>etal.</i> ,2005)
	Z=2.21/an	Z=2.79/an	Z=3.72/an
	F=1.35	F=1.89/an	F=2.77/an
Âge moyen du stock actuel (ans)	1.466	1.214	0.999
Âge critique du stock actuel (ans)	1.524	1.392	1.155
Âge critique du stock vierge (ans)	1.943	1.775	1.635
Longueur moyen du stock (cm)	10.426	10.601	10.561
Longueur critique du stock actuel (cm)	11	12	12
Longueur critique du stock vierge (cm)	13	14	15
Recrutement (en nombre, R (Million))	1077.18	861.09	724.95
Biomasse moyenne (B moy) (tonne)	8229.84	6168.82	4269.20
biomasse du stock mature (SSB) (tonne)	3661.93	2913.86	1954.52
Biomasse à l'équilibre (D) (tonne)	13206.85	11351.94	9855.74
Mortalité naturelle /D (%)	56.08	48.91	41.15
Biomasse max / B moy (%)	64.34	76.16	98.04
biomasse du stock vierge (tonne)	20421.65	1.92E+4	1.65E+4
Turnover, D/B moy (%)	160.48	184.02	230.86

### 2.2.2. Analyse des mortalités par pêche (F)

La mortalité par pêche croît avec la taille du poisson, indiquant que les individus dont les tailles comprises entre 7.5 et 12.5 cm sont les moins capturés. Elle est exprimée dès la taille de 15.5 cm avec un maximum  $F_{\max} = 2.7$  ans/, 2.17/an et de 4.1/an (selon la valeur de Z) correspondant à la taille 15.5, c'est le début de l'exploitation, au-delà de cette taille ; des fluctuations se voit à partir de la taille de 16.5 cm et de 19,5 cm jusqu'à la taille maximum 21.5 cm (Tableau 12), (Figure 12).

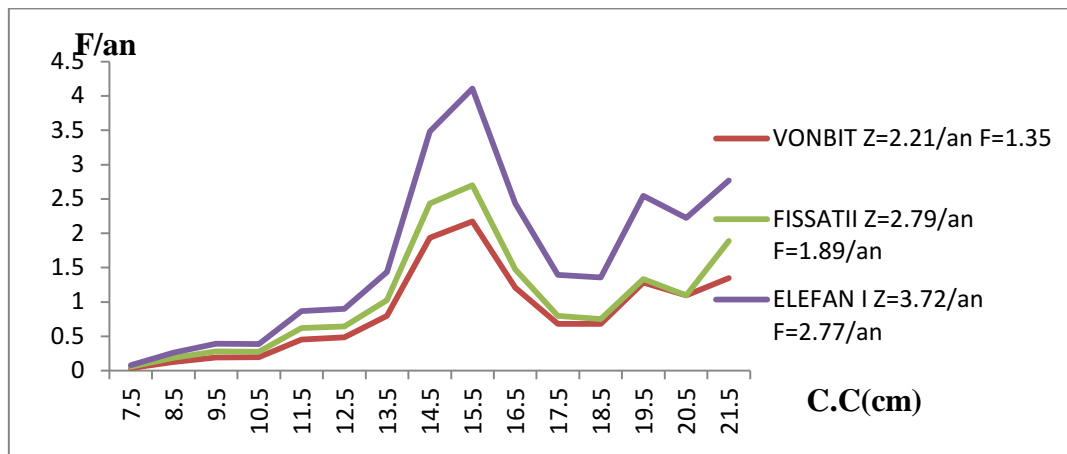
. Selon (Sparre et Venema, 1996) plus la mortalité par pêche est élevée, plus la VPA est fiable.

Les mortalités par pêche présentent une évolution en dents de scie (figure11), d'après Sparre et Venema (1996), ces variations peuvent être générées par le comportement du poisson vis-à-vis de l'engin de pêche (notion d'échappement et d'évitement évoquées par Laurec *et Le Guen* (1981). Cette évolution nous renseigne sur les classes de tailles les plus atteintes par la pêche. Si les juvéniles sont préservés, les adultes représentés par les grandes classes de tailles, subissent une forte exploitation ceci explique la faible abondance en terme de biomasse des grandes individus (tableau12).

La valeur de la mortalité moyenne par pêche, estimée à 1.03, 1.33 et 2.024/an (selon la valeur de Z) demeure largement supérieure à la valeur globale de la mortalité par pêche ( $F_{\text{global}}$ ) qui est de 0.55, 0.39 et de 0.78  $\text{an}^{-1}$  (selon la valeur de Z) (tableau 10), ceci s'expliquerait par le fait que F global relie la capture annuelle totale au nombre moyen d'individus de la population (**Bouaziz, 2007**).

**Tableau 12.** Mortalité par pêche en fonction de la taille obtenue par la VPA de *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte algérienne. (**VIT, Lleonart et Salat, 2000**).

centre de classe	VONBIT (Caddy., 2012)	FISSATII (Gayanilo <i>etal.</i> ,2005)	ELEFAN I (Gayanilo <i>etal.</i> , 2005)
	Z=2.21/an	Z=2.79/an	Z=3.72/an
	F=1.35	F=1.89/an	F=2.77/an
7.5	0.036	0.055	0.078
8.5	0.125	0.186	0.264
9.5	0.193	0.28	0.394
10.5	0.198	0.278	0.389
11.5	0.455	0.621	0.869
12.5	0.485	0.643	0.898
13.5	0.798	1.027	1.438
<b>14.5</b>	1.937	2.436	3.485
15.5	2.174	2.699	4.107
16.5	1.209	1.473	2.433
17.5	0.683	0.799	1.395
18.5	0.681	0.752	1.357
19.5	1.283	1.333	2.544
20.5	1.095	1.095	2.224
21.5	1.35	1.89	2.77
$F_{\text{moy}} \text{an}^{-1}$	1.034	1.33	2.024
$F_{\text{global}} \text{an}^{-1}$	0.395	0.555	0.789



**Figure12 :** Mortalité par pêche en fonction de la taille, obtenue par la VPA, de *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte algérienne.

### 2.2.3. Biomasse totale équilibrée (D)

Considérons l'ensemble des animaux recrutés, regroupant un nombre limité de classes d'âges.

On entend généralement par situation d'équilibre des situations où toutes les cohortes présentes étaient de même effectives à l'âge de recrutement et ont toutes subi le même régime d'exploitation. Dans ce cas, les captures de chaque année sont égale aux captures que permet une cohorte au long de son existence exploitée (**Laurec et Le Guen, 1981**).

Les résultats de la biomasse et leurs pourcentages sont définies par rapport à la biomasse totale équilibrée (D) qui est égale à **11351.94**, **13206.85** et **9855.74** tonnes (selon la valeur de Z) environ.

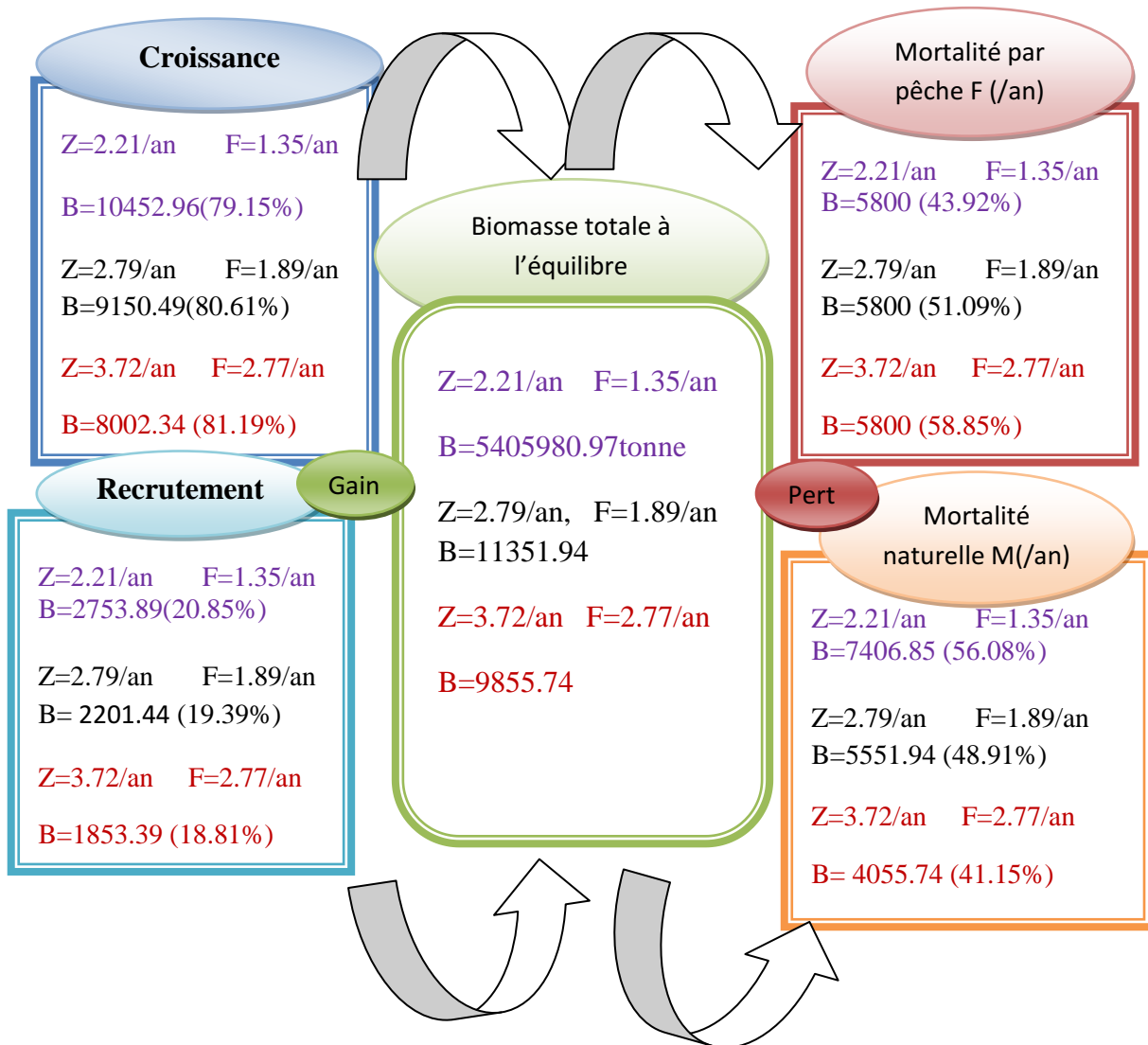
La situation de la biomasse du stock de *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte algérienne en termes de gains et de pertes est résumée dans le tableau 11 et la figure 13. L'évolution de la biomasse totale équilibrée (D), laisse apparaître que les gains sont dus principalement au taux de croissance élevé qui est de l'ordre de **80.61%** (**9150** tonnes),

**79.15 %** (**1045.29** tonnes) et de **81.2 %** (**8009** tonnes) (selon la valeur de Z), devant un recrutement R représenté par une biomasse des recrue égale à **2201.44** tonnes (**19.39%**), **2753.89** tonne (**20.85%**) et de **1853**tonne (**18.8%**) (Selon la valeur de Z) des gains.

En ce qui concerne les pertes, le taux le plus important est représenté par la mortalité par pêche, avec une biomasse de l'ordre de **5800** tonnes **51.2 %**, **43.92%** et **58.8 %** (selon la valeur de Z), devant une mortalité naturelle de l'ordre de **48.91 %**, **56.08 %** et **41.15 %**(selon la valeur de Z) . Ce taux correspond à une biomasse de l'ordre de **5516** et **4063** tonnes respectivement, dû essentiellement au vieillissement, maladie, prédation...etc.

**Tableau 13 :** Etat du stock de *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte algérienne à l'équilibre (VIT, Lleonart et Salat, 2000).

	FISSATII				ELEFAN I			
	Z=4.49/an		Z=2.79/an		Z=3.21/an		Z=3.72/an	
	F=3.59		F=1.89/an		F=2.26/an		F=2.77/an	
	Biomasse (tonne)	Pourcentage (%)	Biomasse (tonne)	Pourcentage (%)	Biomasse (tonne)	Pourcentage (%)	Biomasse (tonne)	Pourcentage (%)
Recrutement	2192876889	19.38	2201441788	19.39	1854286475	18.8	1853397954	18.81
Croissance	9124035562	80.62	9150499542	80.61	8009392988	81.2	8002346639	81.19
Mortalité naturelle	5516912451	48.75	5551941330	48.91	4063679463	41.2	4055744593	41.15
Mortalité par pêche	5800000000	51.25	5800000000	51.09	5800000000	58.8	5800000000	58.85



**Figure 13:** Les entrées et les sorties de la biomasse totale équilibrée de *Sardina pilchardus* de la région centre de la côte Algérienne.

#### 2.2.4. Rendements (productions) et biomasses par recrue

Les résultats du rendement et de la biomasse par recrue proviennent à partir des données de l'analyse de la VPA en fonction de la longueur. L'examen de l'évolution du rendement et de la biomasse par recrue en fonction de la mortalité par pêche (F) (Tableau 14, Figure 14, 15 et 16) permet nous de constatée :

**Pour  $Z= 3.72 \text{ an}^{-1}$ (ELEFAN) :** L'analyse de la figure 14, nous permet de constater un état de **surexploitation** proche de l'équilibre où le rendement par recrue actuel ( $Y/ R = 8\text{g}$ ) se situe à droite de la production maximale équilibrée ( $MSY= 8.023\text{g}$ ).

En revanche, la biomasse par recrue actuel ( $B/ R = 5.889 \text{ g}$ ), qui exprime la biomasse moyenne annuelle des survivants en fonction de la mortalité par pêche, est inférieure à la biomasse maximale équilibrée ( $B \text{ max} / R = 6.463 \text{ g}$ ). Le stock vierge ( $B_0$ ) de la sardine de la région centre est estimé à 16452.73 tonne environ. Il est considéré comme un point de référence biologique (P.R.B.)

Ce stock correspond à la valeur moyenne à long terme de la biomasse escomptée en l'absence de mortalité par pêche. Dans les modèles de production,  $B_0$  est aussi connue comme la capacité de pêche (**Caddy, 1994 in Bouaziz, 2007**).

Au regard du Tableau (12) et de la Figure (14), les valeurs de  $Y 0.1 /R$  et  $B 0.1 /R$ , correspondant à  $F 0.1$  estimé à 1.12/an multiplié par un facteur de 0.41, sont respectivement de 7.34 et 10.91 g.

De ce diagnostic il ressort que le rendement par recrue correspondant à  $F 0.1$  n'est pas la plus grande capture possible. En effet, elle demeure inférieure à celle du MSY.

Dans la réalité, les gestionnaires des pêcheries ne s'intéressent pas à un rendement par recrue mais au rendement total du stock exploitable. Pour ce faire, il suffit de multiplier le nombre de recrues, estimé à 724956498.84 individus environ (**VIT, Leonart et Salat, 2000**) par la production par recrue de  $Y 0.1 / R 7.34 \text{ g}$ .

Pour atteindre le  $Y 0.1 / R$  correspondant au  $F 0.1$ , nous pensons que les prises pourraient diminuer à 5326.25 tonnes par rapport aux prises actuelles qui sont 5800 tonnes. Ce qui correspond à une perte de 473.75 tonnes.

La diminution de la production de 8.17 %, Ce qui correspond à réduire le taux de prélèvement actuel de  $F = 2.79$  /an à  $F 0.1 = 1.12$  qui convient à une diminution % de l'effort de pêche.

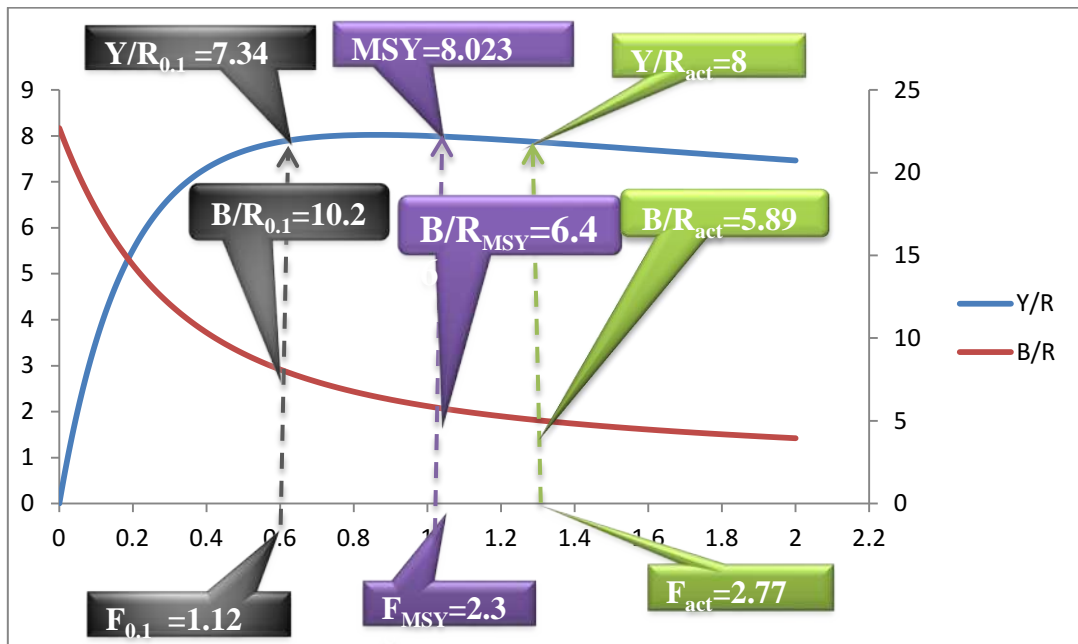
L'application de cette recommandation permettrait à long terme une production maximale durable, tout en assurant le renouvellement du stock exploitable de *Sardina pilchardus* dans la région centre de la côte algérienne.

**Pour  $Z = 2.21 \text{ an}^{-1}$  (VONBIT) :** L'examen de l'évolution du rendement par recrue révèle un état **d'exploitation optimal** ; le rendement par recrue actuel Y/R actuel (Y/R= 5.38 g) étant légèrement inférieur au seuil de la production maximale équilibrée (MSY= 5.65 g) (Tableau 12, figure 15).

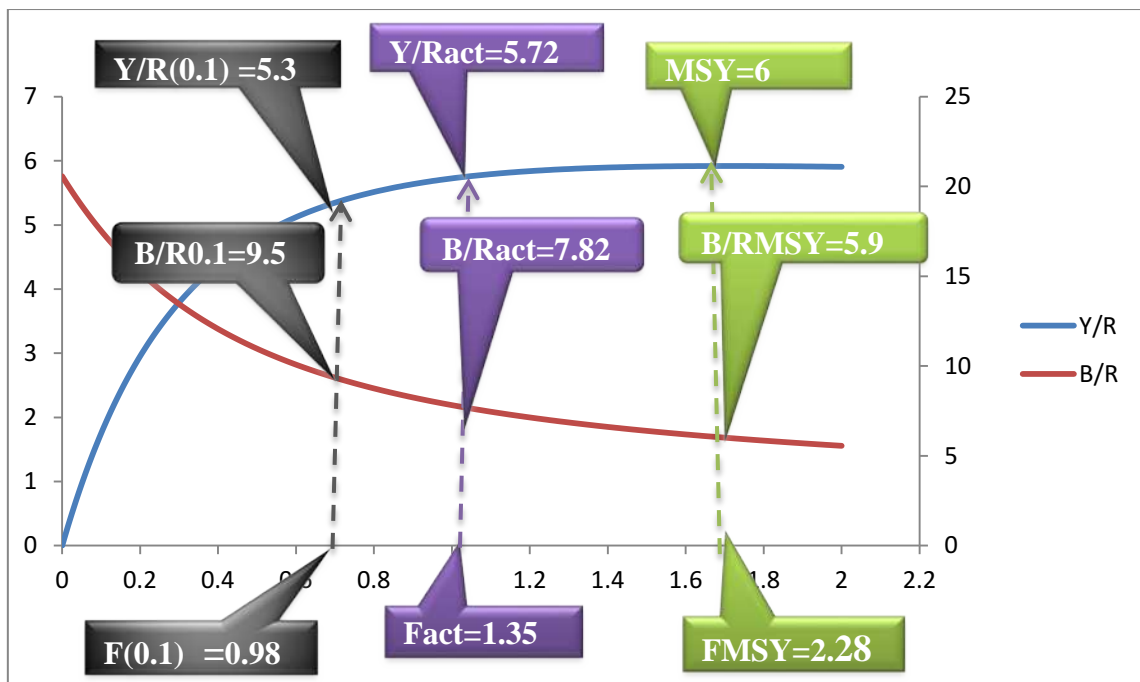
**Pour  $Z = 2.79 \text{ an}^{-1}$  (FISAT II) :** Les résultats du rendement et de la biomasse par recrue proviennent à partir des données de l'analyse de la VPA en fonction de la longueur. L'examen de l'évolution du rendement et de la biomasse par recrue en fonction de la mortalité par pêche (F) (Tableau 12, Figure 16) révèle un état de sous exploitation : le rendement par recrue actuel (Y/R = 6.73 g) se situe à gauche de la production maximale équilibrée (MSY = 6.82 g).

**Tableau 14 :** Rendement et biomasse par recrue en fonction de (F) de la sardine de la région centre de la côte algérienne.

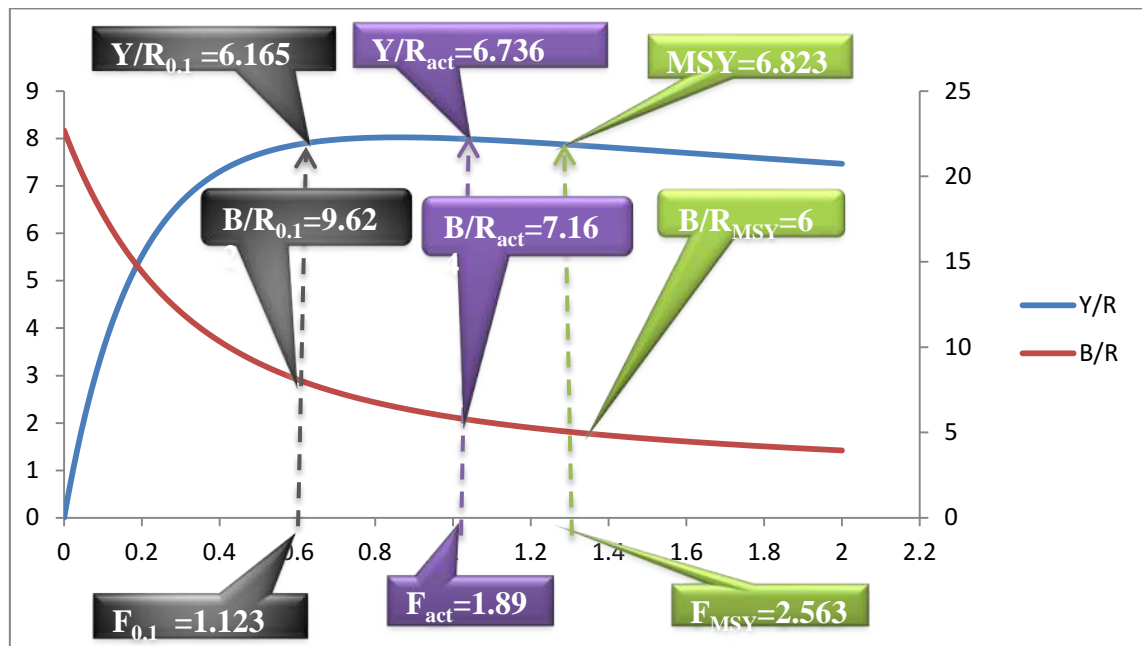
Type de F	VONBIT (Caddy., 2012)			FISAT II (Gayanilo et al., 2005)			Type de F	ELEFAN I (Gayanilo et al., 2005)		
	F (an-1)	Y/R (g)	B/R (g)	F	Y/R	B/R		F (an-1)	Y/R (g)	B/R (g)
F(0)	0	0	18.958	0	0	22.31	F(0)	0	0	22.695
F(0.1)	0.98	5.053	8.831	1.123	6.165	9.622	F (0.1)	1.124	7.347	10.191
phi=1	1.35	5.384	7.64	1.89	6.736	7.164	Max	2.386	8.023	6.463
Max	2.59	5.65	5.58	2.564	6.823	6.004	phi=1	2.77	8	5.889



**Figure 14.** Rendement et biomasse de la sardine de la région centre de la côte algérienne pour la valeur de  $Z = 3.72 \text{ an}^{-1}$ .



**Figure 15 :** Rendement et biomasse de la sardine de la région centre de la côte algérienne pour la valeur de  $Z = 2.21 \text{ an}^{-1}$ .



**Figure16 :** Rendement et biomasse de la sardine de la région centre de la côte algérienne pour la valeur de  $Z = 2.29 \text{ an}^{-1}$  (FISAT II)

### 2.3. Impact de la variation de la mortalité totale sur la biomasse exploitable

L'analyse de tableau 15 et la figure 17 de biomasse et de rendement actuel et ou point de référence biologique montre que le coefficient de la mortalité totale influence sur la biomasse exploitable

On 'a un coefficient de la mortalité totale  $Z$  augment la biomasse exploitable diminue dans les deux cas soit à l'état actuel et où au point de référence biologique  $B_{act}$  et de 8229.7, 6168.88 et 4277.84tonne (selon la valeur de  $Z$ )

Ou de point de référence biologique  $B_0$  augment avec la diminution de  $Z$  allant de  $Z_0=3.21 \text{ /an}$  à  $Z_0 =2.21/\text{an}$

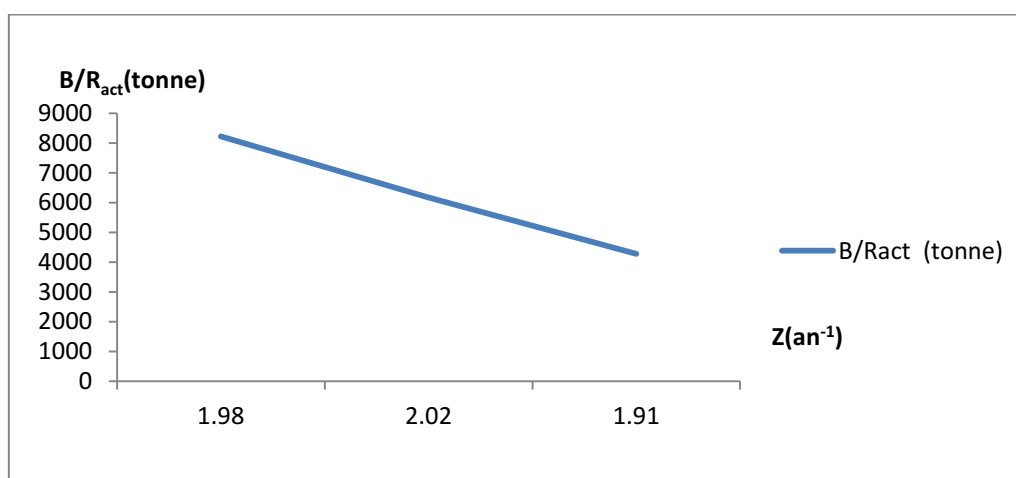
L'analyse de tableau 15 et la figure 17 de biomasse et de rendement actuel et ou point de référence biologique montre que le coefficient de la mortalité totale influence sur la biomasse exploitable

On 'a un coefficient de la mortalité totale  $Z$  augment la biomasse exploitable diminue dans les deux cas soit à l'état actuel et où au point de référence biologique  $B_{act}$  et de 8229.7, 6168.88 et 4277.84tonne (selon la valeur de  $Z$ )

Ou de point de référence biologique  $B_0$  augment avec la diminution de  $Z$  allant de  $Z_0=3.21$  /an à  $Z_0=2.21$ /an

**Tableau 12 :** de biomasse et de rendement actuel et ou point de référence biologique.

M (an-1)	Etat actuel				Point de référence biologique			
	Z (an-1)	F (an-1)	Y/R (tonne)	B/R <sub>act</sub> (tonne)	Z (an-1)	F (/an)	Y/R (tonne)	B/R <sub>0,1</sub> ( tonne)
0.86	2.21	1.35	5795.26	8229.7	1.98	1.12	5443.02	9511.55
0.9	2.79	1.89	5800.33	6168.88	2.02	1.12	5308.64	8285.44
0.95	3.72	2.26	5720.29	4277.84	1.91	0.96	5283.24	7219.68



**Figure 17 :** évolution de la biomasse exploitable actuelle selon la valeur de  $Z$ .

# **Conclusion Générale**

## CONCLUION

Au terme de ce présent travail, ayant eu pour objectif, l'impact de la mortalité total  $Z$  sur la biomasse exploitable de (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1798) de la région centre de la côte algérienne allant de Ténès à Bejaia., plusieurs remarques importantes ont été retenues.

La clé âge – longueur obtenue par le logiciel FISAT II version 1.2.0, à été retenue pour la présente étude. Cette clé âge longueur est caractérisée par 3 âges, avec des longueurs moyenne allant de 7.5 à 21.5 cm.

Les paramètres de croissances retenus correspondent à une longueur asymptotique ( $L_{\infty}$ ) variaient entre 22.71 et 24 cm, un coefficient de courbure ( $K$ ) varie de 0.41 à 0.6 ans<sup>-1</sup> et un  $t_0$  de -0.315 à 0 an<sup>-1</sup>

Pour ce qui est des coefficients de mortalité qui ont été estimés à partir des paramètres de croissance calculés, les mortalités sont :

FISSAT II	$Z= 2.79$ /an	$M= 0.95$ /an	$F= 1.89$ /an
ELEFAN I	$Z= 3.72$ /an	$M= 0.90$ /an	$F= 2.77$ /an
VONBIT	$Z= 2.21$ /an	$M= 0.86$ /an	$F= 1.35$ /an

Le programme VIT (**Leonart et Salat, 2000**), qui est vivement recommandé par la FAO pour la pêche méditerranéenne a été introduit pour évaluer la biomasse exploitable, le rendement par recrue et le  $F 0.1$  de *S. pilchardus* de la région centre de la côte algérienne.

Les résultats de cette application révèlent que la biomasse moyenne exploitable du stock de *Sardina pilchardus* de la région centre, est de 6168.82 tonnes, comprenant une biomasse de reproducteurs (SSB) qui est de l'ordre de 1954.52 tonnes, avec une longueur moyenne de capture de 12.93 cm pour un âge de 1.61 ans.

Notons que la longueur moyenne des captures est supérieure à la taille de la première maturité sexuelle obtenue par **Bouaziz et al (2012)** qui est de l'ordre de 12,25 cm. Ceci signifie que l'exploitation de la sardine de la région centre de la côte algérienne cible essentiellement les individus matures.

L'âge moyen de capture est proche de l'âge critique, qui est de l'ordre de 1.15 ans, pour lequel la cohorte atteint sa biomasse maximale.

La biomasse du stock se renouvelle annuellement avec un taux moyen de 230.86% : c'est le Turnover

Le rendement (production) par recrue actuel ( $Y/R = 8.032$  g), est très proche du MSY ou  $Y_{max}/R$  (8 g). La valeur d' $Y_{0.1}/R$ , correspondant à  $F$  estimée à  $1.124 \text{ an}^{-1}$ , est de 7.374 g, ce qui traduit une situation de **sur exploitation**.

La biomasse exploitable du stock de la sardine est très sensible à la variation de la mortalité totale ( $Z$ ), une diminution de 8229.7 à 4277.84 tonnes a été observe dans le stock à l'état actuel, et cela pour une augmentation de la mortalité totale de 2.21 à  $3.72 \text{ an}^{-1}$ .

En fin, étant donné la courte période d'échantillonnage, et l'incertitude des résultats de l'exploitation obtenus par le VIT (**Lleonart** et **Salat**, 2000), pour les différentes valeurs de la mortalité totale ( $Z$ ), permettent d'affirmer globalement que le diagnostic final du stock reste le même : celui allant d'une situation de **sousexploitation** à celle d'une **pleine exploitation**.

certaines réserves sont à prendre dans la prise en considération de ces résultats. C'est pourquoi, il serait intéressant de penser à des études plus approfondies, et à améliorer les statistiques disponibles tant en qualité qu'en quantité afin de rendre le système de collecte des données statistiques plus fiable, pour une meilleure prise en charge de cette tâche, très indispensable, à l'évaluation et la gestion des ressources halieutiques.

# **Bibliographie**

- Bachari, H.F., (2009).** - Modélisation et cartographie de la pollution marine et de la bathymétrie à partir de l'imagerie satellitaire. Thèse Doctorat. Univ.Val de Marne. Paris XII France. Faculté des Lettres et Sciences humaines Département de Géographie, Paris. 20-23.
- Belveze H., et Rami M., 1978.-** Détermination de l'âge de la sardine Marocaine (*Sardina pilchardus*, Walbaum., 1792).Bull.Inst. Pêche Maritime. 23 :p57-81.
- Beverton, R.J.H., Holt, S. J., 1957.** - On the dynamics of exploited fish populations. U.K. Min. Agric. Fish., Fish. Invest (Ser. 2) 19 .1-533.
- Bhattacharya, C.G., 1967.** - A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. Biometrics, (23). 115-135.
- Biseau, A., Duhamel, E., Danzart, M., 2006.-** Analyse de la pêcherie des petites pélagiques sardines et anchois dans le golfe de Gascogne du 13 septembre au 13 décembre 2004,COIFFEC Gaëlle. IFREMER. P .1- 82.
- Bouaziz, A., 1992.** - Le merlu (*Merluccius merluccius*, Cadenat, 1950) de la baie de Bou-Ismaïl : biologie et écologie. Thèse de Magister. ISMAL.1- 94.
- Bouaziz, A., 2007.** - La sardinelle (*Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847) des côtes algériennes : distribution, biologie et estimation des biomasses. Thèse Doctorat. USTHB .1-135.
- Bouaziz A, Kerzabi F, Brahmi B., 2012.** Estimation of the exploitable biomass and the reference biological point  $F_{0.1}$  of sardine (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792) along the Eastern Algerian coast. *International conference of marine and coastal ecosystems 25-28 April 2012*. 225p.
- Bouchereau, J.L., 1981.-** Contribution à l'étude de la biologie et de la dynamique de la population exploitée de (*Sardina pilchardus*, Walbaum 1792) dans la baie d'Oran (Algérie). Thèse Doctorat 3 eme cycle. Université d'Aix-Marseille II. Ph.D. dissertaiton .1-168.
- Boulva J., 1975.-** Données nouvelles sur la sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) du golfe du Lion en Méditerranée. FAO, Rapp. Pêche. (263), CGPM 1981, Casablanca : p 73-80.
- Brahmi, B., Bennoui, A., et Oualiken A., 1998.** - Estimation de la croissance de la sardine (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792) dans la région centre de la côte algérienne. Rapport de la 2 ème réunion du groupe de travail DYNPOP du CIESM. Tunisie .57-64.
- Caddy, J.F., 1994.** - Checks and balances in the management of marine fish stocks: organizational requirements for a limited reference point approach. ICES Statutory Meeting document CM 1994/T 1.1- 18.
- Cadima, E.L., 2002.** - Manuel d'évaluation des ressources halieutiques. FAO Document technique sur les pêches. N° 393. Rome. 1-160.Charon, I., Hernandez, F., et Sureau, J., 2012. - Température de surface de la Méditerranée [en ligne]. Disponible à [WWW.mercator-ocean.fr](http://WWW.mercator-ocean.fr). [cité en 2012].

- Chauvet, 1986** - Exploitation des poissons en milieu lagunaire méditerranéen, Dynamique des peuplement ichthyologique de la lagune de Tunis, et des populations exploitées par des bordigues (muges, loups, daurade ). Thèse Doctorat. Etat. Uni. Perpignan. 1-555.
- Christelle, R. M., 2003.** - Fluctuations à long terme du thon rouge - validité, origines et conséquences . Thèse Doctorat. L'E N S A. Rennes. France 1-177.
- Daget, J., 1976.-** Les modèles mathématiques en écologie. Collection d'écologie. Masson Paris. France .2 eme ED. 1-172.
- Dardignac, J., 1989.** - La pêche des juvéniles, ses effets sur la ressource et son renouvellement. Mag. Ress. Viv. Mer, IFREMER. Equinoxe, (26). 11-18.
- DPRH Chelf., 2012.** - Direction de la Pêche et des Ressources Halieutiques Chelf.
- Dumay, J., 2006.-** Extraction de lipides en voie aqueuse par bioreacteur enzymatique combine à l'ultrafiltration : application a la valorisation de co-produits de poisson (*sardina pilchardus*, Walbaum, 1792 ). Thèse Doctorat. Université de Nantes . Label Européen : N°ed 367 – 243.France. 1- 284.
- Harchouche, K.,2006 .-** Contribution à la systématique du genre *Spicara* ; écologie, biologie et exploitation de *Spicaramaena* (Poisson, Téléostéen) des côtes algériennes. Thèse Doctorat. USTHB.Alger.1-211.
- Fage, L., 1913.-** Recherches sur la biologie de la sardine (*Clupea pilchardus*) I. Premières remarques sur la croissance et l'âge des individus principalement en Méditerranée .Arch. Zool. Exp. , 52 (3). 305-341.
- Fox, W.W., 1970.-** An exponential surplus yield model for optimizing exploited fish populations. Trans. Am. Fish. Soc., 99 (1). 80-88.
- Fréon, P. (1988). - Réponses et adaptation 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. ORSTOM Etudes et thèses, Paris. 1-287.
- Gayanilo, F.C., Sparre, P., Pauly, D., 2005.** -FAO-ICLARM Outils d'évaluation des stocks II (FISAT II). Version révisée. Guide d'utilisation. FAO Série informatique. Pêche. No. 8, Version révisée. Rome, FAO.1-190.
- Gulland, J. A., (1965).** - Estimation of mortality rates. Annex to Rep. Arctic Fish. Working Group, Int. Counc. Explor. Sea C.M. 1965 (3). 1-9.Harchouche, K., 2006 .- Contribution à la systématique du genre *Spicara* ; écologie, biologie et exploitation de *Spicara maena* (Poisson, Téléostéen) des côtes algériennes. Thèse Doctorat. USTHB.Alger.1-211.
- Hilborn, R., Walters, C. J., 1992.-** Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics and uncertainty. Chapman & Hall, New-York. 1-115.
- Idrissi M-H., 2008.-** Etude de l'état d'exploitation du stock de la sardine en Méditerranée Marocaine. INRH Centre Régional de Nador, CGPM, Izmir 22-26 septembre 2008 : 12 p.

- ISTPM, (1982).**- Rapport de mission sur l'évaluation des ressources halieutiques de la marge continentale algérienne. Stocks pélagiques, stocks demersaux exploitables au chalut. Campagne Thalassa, Ichtys, Joamy. 101.
- Jones, R., 1984.** - Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). FAO Fish. Tech. Pap. 256-118.
- Kartas, F., 1981.** - Les Clupéidés de Tunisie. Caractéristiques biométriques et biologiques. Etude comparée des populations de l'Atlantique est et de la Méditerranée. Thèse Doctorat . Université de Tunis. Faculté des sciences. 1-608.
- Laurec, A., Le Guen. J-C.,1981.** - Dynamique des populations marines exploitées. Tome 1. Concepts et modèles. CNEXO. Rap. Scien. et Tech., n° 45. 1-118.
- Laubier, L., 2003.** - Exploitation et surexploitation des ressources marines vivants. rapp. Scien. Tech. n 17 :459 p.
- Lecointre, G., Le Guyader, H., 2002.** -La classification phylogénétique du vivant. 2 eme édition. Paris: Éditions Belin.France.1-543.
- LEM ., 2003.**- laboratoire des études marines.
- Lleonart, J., Salat, J., (1997).** - VIT: software for fishery analysis. User's manuel. En ligne : <http://www.faocopemed.org/es/activ/infodif/vit.htm> [cité en 1997].
- Lleonart, J., Salat, J., 2000.** - VIT (version 1. 1) : Software for fishery analysis. User's manual. En ligne : <http://www.faocopemed.org/es/activ/infodif/vit.htm> [cité en 2000].
- Miloud abid A-E., et Hidaoui A-E., 2009.** – Estimation de niveau de l'exploitation de la sardine *Sardina pilchardus* de la région de Béni-Saf. Mémoire d'ingénieur d'état ESSMAL: 8-19 p.
- Lopez J., 1963.**- Edad de la sardina (*Sardina pilchardus*, Walbaum., 1792) de Barcelona. Invest. Pesq. Bar., 23 : 133-157 p.
- Morales-Nin B.,et Pertierra J-P., 1990.** – Growth rates of the anchovy *Engraulis encrasicolus* and the sardine *Sardina pilchardus* in the Northwestern Mediterranean Sea. *Marine Biology* 107. *International journal on life in oceans and coastal waters*, 349-356.
- 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 Magister. USTHB. Alger. 1-163.
- MPRH., 2004.** - Plan national de développement de la pêche et de l'aquaculture, 2003-2007. 1-77.
- Pauly, D., 1980.**- On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. CIEM*, 39 (3). 175-192.
- Pauly, D., 1983.**- Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO Fish. Tech. Pap. (234). 1-52.

**Pauly, D., 1984 a.-** Fish population dynamics in tropical waters : a manual for use with programmable calculators. ICLARM Stud. Rev. (8). 1-325.

**Pauly, D., 1984b.** - Length-converted catch curves: a powerful tool for fisheries research in the tropics (Part II). ICLARM Fishbyte, 2 (1) . 17-19.

**Pauly, D., 1997.** - Méthodes d'évaluation de la mortalité naturelle, 135-156 p. In : Cépaduès (eds.), Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques. Collection Polytech.I.N.P. Toulouse. France. 1-288.

**Pichot, P., Aldebert, Y., 1978.-** la pêche de la sardine en méditerranée française . Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit, no 277.

**Ricker, W.E., 1954.-** Stock and recruitment. J. Fish. Res. Bd. Can. 11. 114-128.

**Sailla, S. B., Recksiek C. R., Prager, H., 1988.** - Basic fishery science programs. Elsevier, Dev. Aquacult. Fish. Sci., 18. 1-231.

**Schaefer, M., 1954.-** Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. Bull. I-ATTC/Bol.CIAT, 1(2). 247-268.

**Sparre, P., Venema, S.C., 1996.** - Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. Partie 1-manuel. FAO Fish. Tech. Pap. 306/1 Rev. 1. 1-401.

**STAMATOPOULOS C., CADDY J.F., 2012.** VONBIT AL stands for Bertalaffy iterative method for Age Length data. *Fisheries Ressources Monitoring and Assessment Lamans. Athens. Grec.*