

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
المعهد الوطني لعلوم البحر و تهيئة الساحل

**Institut National des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du  
Littoral**



MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR  
D'ETAT EN SCIENCE DE LA MER

OPTION : Halieutique

Sujet:

**Estimation du stock exploitable du thon rouge  
*Thunnus thynnus* (L. 1758) des côtes  
algériennes**

Présenté par :

**LARBI Abdelkader Mahmoud**

Soutenu le 6 juillet devant la commission d'examen formée de :

M. ZOUAKH D.....Chargé de cours (ISMAL).....Président.  
M. HARCHOUCHE K..... Maître de conférences (FSB, USTHB)...Examineur.  
M. HEMIDA F.....Maître de conférences (ISMAL) .....Examineur.  
M. BOUAZIZ A.....Maître de conférences (Université d'Alger, Faculté de  
Médecine).....Rapporteur.

-Promotion 2007/2008-

## ***Remerciements***

*Je tiens tout d'abord à exprimer mon immense gratitude et ma reconnaissance à mes très chers parents pour l'amour qu'ils me portent et l'affection dont ils m'entourent, et aussi pour m'avoir suivi, soutenu et encouragé sans relâche tout le long de mes études.*

*Je tiens à remercier monsieur Zouakh D. qui me fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury en dépit de ses nombreuses occupations.*

*Je remercie le Dr. Hemida F. d'avoir bien voulu juger ce modeste travail. Je le remercie pour les connaissances qu'il nous a fait partager, de nous avoir fait découvrir la pêcherie d'Alger lors des nombreuses sorties matinales effectuées grâce à lui.*

*C'est avec un grand plaisir que je remercie Dr. Harchouche K. d'avoir aimablement accepté d'évaluer ce travail malgré toutes ses occupations*

*Mes remerciements les plus sincères s'adressent au Dr. Bouaziz A., C'est à lui que je dois d'avoir pu faire ce travail, le temps qu'il m'a consacré, l'encadrement de ce travail, les informations et conseils qu'il m'a prodigués m'ont été d'une très grande aide, c'est grâce au Dr. Bouaziz que j'ai su utiliser les logiciels Fisat, Vit et Fishparm et je l'en remercie vivement.*

*Je tiens à remercier M. Kacher M. pour les sympathiques discussions très enrichissantes qu'on a eu, pour ses précieux conseils et les nombreux documents qu'il m'a apporté, sans oublier Dr. Neghli K., conseiller, chargé d'Etudes et de Synthèse au sein du MPRH pour le temps qu'il m'a consacré, les conseils et les documents qu'il m'a offert, merci beaucoup messieurs.*

*Mes parents et mes petites soeurette, merci pour le soutien et la stabilité morale que vous m'offrez, qu'aurai-je pu faire sans vous.*

*Un grand merci à Soraya (M.H), pour le soutien et l'aide qu'elle m'a apporté, c'aurait été difficile sans elle.*

*Mes camarades de promotion de 5<sup>ème</sup> année halieutique, recevez un grand merci, pour les nombreux fous rires partagés et parfois le stress. Abdennour, Lotfi, Khaled, Samira, merci les amis.*

*Merci à mes amis, Selma, Menad, Hanafi, Hana, Mayssa, Lydia et Mehdi, mes amis de la cité universitaire (Rachid, Farid, Hcen, Youcef, Billel, et H'med) et bien sûr el Couz et Bill.*

*Un énorme et chaleureux merci pour le personnel de l'ISMAL, Rachid,  
Mustapha, Kamel, Soufiane et Sid Ali pour leur sympathie.*

*J'espère n'avoir oublié personne et si c'est le cas, je vous demande de m'en  
excuser.*

# Sommaire

Introduction .....	2
--------------------	---

## Chapitre I : Généralités

I-1 - Présentation de l'espèce.....	4
I-2 - Systématique .....	6
I-3 - Répartition géographique .....	6
I-4 - Répartition bathymétrique .....	7
I-5 - Migration .....	8
I-5-1 Route de migrations.....	8
I-6- Reproduction .....	10
I-6-1 Maturité sexuelle .....	10
I-7- Régime alimentaire.....	11

## Chapitre II : Matériel et Méthodes

II-1- Matériel .....	13
II-2- Méthodes.....	16
II-2-1- Etude de l'âge.....	16
II-2-2- Etude de la croissance .....	16
II-2-2-1- Croissance linéaire .....	17
II-2-2-2- Croissance relative.....	17
II-2-2-3- Croissance pondérale.....	18
II-2-3- Etude des mortalités .....	18
II-2-3-1- Mortalité totale (Z).....	18
II-2-3-2- Mortalité naturelle (M).....	19
II-2-3-3- Mortalité par pêche et taux d'exploitation.....	21
II-2-4- Etude de l'exploitation.....	21
II-2-4-1- Analyse de la population virtuelle.....	21
II-2-4-2- Rendement et biomasse par recue.....	23
II-2-4-2-1- Modèle de rendement par recue.....	23
II-2-4-2-2- Modèle de biomasse par recue.....	24
II-2-5- Choix des logiciels.....	25

## Chapitre III : Résultats et discussions

III-1- Age.....	27
III-2- Croissance.....	30
III-2-1- Croissance linéaire.....	30
III-2-2- Croissance relative.....	32
III-2-3- Croissance pondérale.....	34
III-3- Mortalités.....	35
III-3-1- Mortalité totale Z.....	35
III-3-2- Mortalité naturelle M.....	36
III-3-3- Mortalité par pêche et taux d'exploitation.....	37
III-4- Exploitation.....	38
III-4-1- Captures en nombre d'individus et en poids.....	39
III-4-2- Analyse de la VPA.....	41

III-4-2-1- Analyse de la biomasse.....	41
III-4-2-2- Analyse des mortalités par pêche F.....	43
III-4-3- Biomasse totale équilibrée D.....	44
III-4-4- Rendement et biomasse par recrue.....	45
Conclusion .....	48
Bibliographie.....	51

## Liste des tableaux

**Tableau 1** : âge, taille et poids pour le thon rouge *Thunnus thynnus* (L., 1758) de l'Atlantique est et de la Méditerranée.

**Tableau 2** : distributions des fréquences de tailles du thon rouge *Thunnus thynnus* (L. 1758) capturé le long des côtes algériennes.

**Tableau 3** : distribution des fréquences de poids du thon rouge *Thunnus thynnus* pêché le long des côtes algériennes.

**Tableau 4** : sex-ratio du thon rouge *Thunnus thynnus* (L. 1758) pêché le long des côtes algériennes.

**Tableau 5** : clé âge longueur de *T. thynnus* des côtes algériennes par la méthode de Bhattacharya (FISAT II, version 1.2.0, 2004).

**Tableau 6** : âge-longueur selon différents auteurs (*in* Rodriguez Roda, 1964).

**Tableau 7** : paramètres de croissance de *T.thynnus* pêché le long des côtes algériennes.

**Tableau 8** : paramètres de l'équation de von Bertalanffy du thon rouge pour différentes zones et méthodes

**Tableau 9** : paramètres de croissance relative de *T.thynnus* pêché le long des côtes algériennes. (Fishparm, 1994).

**Tableau 10** : paramètres de la croissance relative dans différentes zones.

**Tableau 11** : tableau résumant les paramètres de croissance de *T.thynnus*.

**Tableau 12** : mortalité totale  $Z$  de *T.thynnus* pêché le long des côtes algériennes.

**Tableau 13** : données nécessaires pour le calcul de la VPA pour le thon rouge pêché le long des côtes algériennes.

**Tableau 14** : captures en nombre d'individus et en poids en fonction de la taille de *T.thynnus* des côtes algériennes, obtenues par la VPA.

**Tableau 15** : résultats de la biomasse obtenus par la V.P.A pour *T.thynnus*

**Tableau 16** : différents types d'âges et de tailles obtenus par la VPA pour *T.thynnus*.

**Tableau 17** : caractéristique de la biomasse de *T.thynnus* pêché le long des côtes algériennes.

**Tableau 18** : mortalités par pêche et totale obtenues par la V.P.A. pour le thon rouge pêché le long des côtes algériennes.

**Tableau 19** : différentes valeur de Y/R et B/R en fonction de la mortalité par pêche.

## Liste des figures

**Fig.1.** Thon rouge *Thunnus thynnus* (Linné, 1758). (Système mondial d'information sur les pêcheries de la F.A.O.)

**Fig.2.** Répartition géographique du thon rouge *Thunnus thynnus* (Linné, 1758). (Reyes, Fishbase, 2007)

**Fig. 3.** Distribution et de migration du thon rouge *Thynnus thynnus* (Ravier-Mailly, 2003).

**Fig. 4:** Représentation des droites à pente négative de la méthode de Bhattacharya

**Fig.5:** Décomposition de la distribution de fréquences de tailles de *T.thynnus* en cohortes par la méthode de Bhattacharya (FISAT II, version 1.2.0, 2004).

**Fig. 6:** courbe de croissance linéaire de *T.thynnus* des côtes algériennes.

**Fig. 7.** Courbe de la croissance relative de *T.thynnus* des côtes algériennes.

**Fig. 8.** Courbe de la croissance relative de *T.thynnus* des côtes algériennes.

**Fig. 9.** Détermination de la mortalité totale  $Z$  chez *T.thynnus* (FISAT II, version 1.2.0, 2004)

**Fig. 10.** Captures en nombre d'individus en fonction de la taille de *T.thynnus* des côtes algériennes

**Fig. 11.** Capture en poids en fonction de la taille de *T.thynnus* des côtes algériennes

**Fig.12.** Variation du poids moyen en fonction de la taille du thon rouge des côtes algériennes.

**Fig.13.** Mortalités par pêche et totale obtenues par V.P.A en fonction des classes d'âges pour *T.thynnus* pêché le long des côtes algériennes.

**Fig. 14.** Diagramme des entrées et des sorties de la biomasse totale équilibrée de *T. thynnus* pêché le long des côtes algériennes.

**Fig. 15:** Rendement et biomasse par recrue de *T.thynnus* des côtes algériennes.

# *Introduction*

L'importance des pêches pour un pays ne peut pas être uniquement jugée par sa contribution au PIB, mais doit tenir compte du fait que les ressources et les produits de la pêche sont des composants fondamentaux de l'alimentation et de l'emploi.

Un autre aspect qui rend les ressources halieutiques si importantes est leur caractère auto-renouvelable. Cela signifie que si une ressource halieutique, ou toute autre ressource biologique auto-renouvelable, est bien gérée sa durée est quasiment illimitée, contrairement à ce qui se passe avec les ressources minérales.

Dans le cadre du développement de la pêche des thonidés, le Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques (MPRH), a suivi une stratégie qui considère la pêche du thon rouge comme une responsabilité nationale et internationale, ce qui a poussé l'Algérie à adhérer en 2001 à l'ICCAT. Cette stratégie a ouvert les portes à un partenariat international qui permet à des navires thoniers étrangers d'effectuer des pêches le long des côtes algériennes.

Nous nous sommes intéressé au cas du thon rouge *Thunnus thynnus* (Linné, 1758) car c'est une espèce qui a fait l'objet de peu d'études en Algérie, la connaissance des caractéristiques de ce stock qui traverse nos côtes lors de son périple migratoire nous restent inconnues.

Le stock de thon rouge qui sillonne la côte algérienne lors de sa migration est connu pour souffrir d'une surexploitation due à la pêche intensive, c'est pour cela que la Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique (ICCAT) a mis en oeuvre un bon nombre de recommandations pour arriver au rééquilibrage du stock, parmi ses recommandations, on trouve le total des prises admissibles (TAC), la zone et la période de fermeture des pêcherie et la taille minimale de capture.(ICCAT, 2007)

La pêche du thon rouge en Algérie est connue pour avoir un caractère séculaire et est prédominée par une pêche artisanale. Ce n'est qu'en 2003 que le secteur a connu le début de la modernisation et la reconversion d'une partie de la flottille thoniere, cet effort s'est poursuivi en 2004, ce qui s'est traduit par une réduction du nombre des unités artisanales intervenant dans cette pêcherie. (MPRH).

La connaissance du niveau d'exploitation, de la pression de pêche effectuée et de la taille de la biomasse exploitable et de ses caractéristiques est le but de ce présent travail, qui se fait par l'application du logiciel VIT (Lleonart et Salat, 1997) qui constitue un outil d'évaluation de l'analyse de population virtuelle (VPA), de la biomasse et du rendement par recrue.

L'application de ces modèles d'exploitation a comme données d'entrées la connaissance de l'âge, des paramètres de croissance, des différentes mortalités, de la maturité sexuelle de cette espèce.

# Chapitre I

## *Généralités*

## I-1- Présentation de l'espèce (Fig. 1)

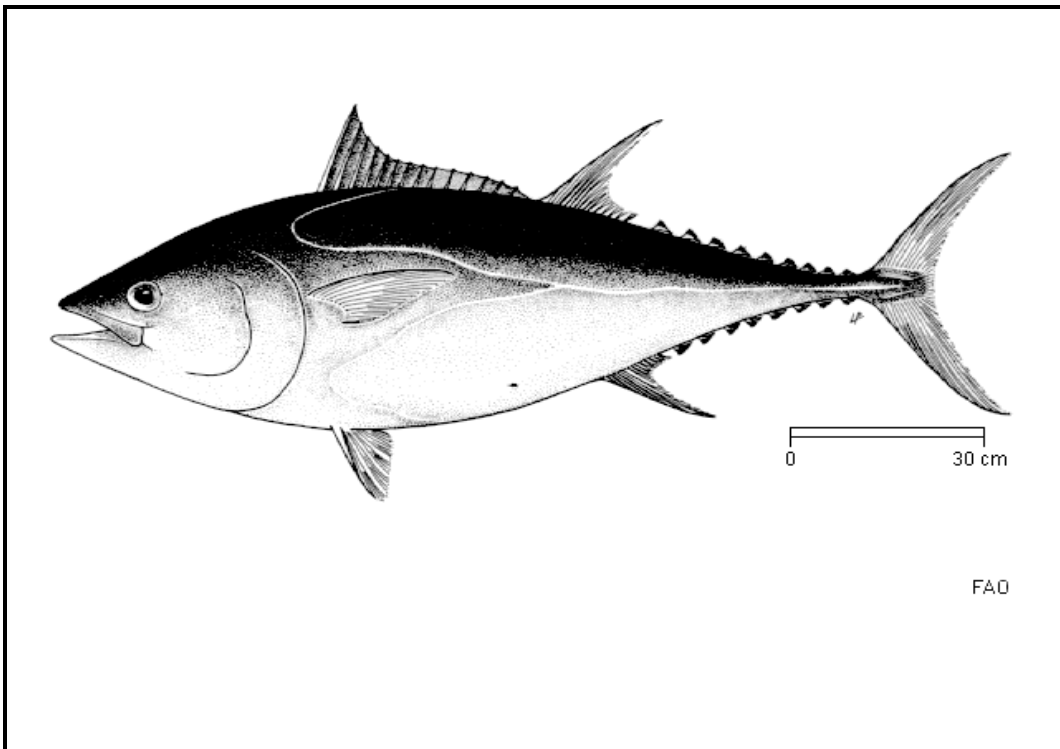
Le thon rouge *Thunnus thynnus* (Linné, 1758) est la plus grande espèce de thonidés. Il est l'un des plus grand Téléostéens, d'où l'origine probable du nom "thon", que Heldt (1926), attribut au mot phénicien "thon" ou "than" désignant "les plus grands animaux aquatiques" (Ravier-Mailly, 2003). Il possède un corps allongé et fusiforme, plus robuste à l'avant. Sa taille maximale peut dépasser 4m de long. Son poids maximal officiel est de 726Kg, mais plusieurs pêcheries opèrent dans l'Atlantique Ouest et en Méditerranée ont signalé des poids allant jusqu'à 900 Kg (Mather *et al.*, 1995 *in* Fromentin, 2006).

Le corps du thon rouge présente sa hauteur maximale à proximité du milieu de la première nageoire dorsale. Son dos est bleu foncé, tandis que ses flancs inférieurs et son ventre sont blanc argenté avec des rayures transversales incolores alterant avec des rangés de points incolores (Fromentin, 2006).

Le thon rouge présente 39 vertèbres, 12 à 14 épines dorsales et 13 à 15 rayons mous dorsaux, la première nageoire dorsale est jaune ou bleuâtre, la seconde nageoire dorsale, qui est plus haute que la première, et brune rougeâtre. La nageoire anale et les pinnules sont d'un jaune-brun et bordés de noir, la coquille caudale médiane est noir chez les adultes. Le thon rouge possède des vessies natatoires et ses nageoires pectorales sont très courtes, présentant moins de 80% de la longueur de la tête (Fromentin, 2006), les nageoires dorsales et pectorales se replient et s'encastrent dans des cavités pendant la nage (Tiews, 1962 *in* Ravier-Mailly, 2003).

Son système musculaire est évolué et particulièrement développé, formé de muscles blancs mais aussi de muscles rouges dont le rendement métabolique est plus élevé, lui permettant de parcourir des distances à une grande allure pendant de nombreuses heures (Korsmeyer et Dewar, 2001 *in* Ravier-Mailly, 2003). Un thon rouge adulte peut ainsi parcourir environ 70 à 80 Km/h en point (Lutcavage *et al.*, 2000).

Au sommet de l'évolution des thonidés, le thon rouge dispose d'une capacité de thermorégulation très développée, sa température interne est régulée entre 24 et 35°C grâce à un système circulatoire d'échange de chaleur à contre-courant, le "rete mirabile". Ce système permet de conserver ou d'évacuer la chaleur produite par l'activité musculaire et ainsi d'améliorer les performances musculaires, d'accroître les facultés de récupération après un effort prolongé, et de s'émanciper, dans une certaine mesure, des variations thermiques du milieu (Ravier-Mailly, 2003).



**Fig.1.** Thon rouge *Thunnus thynnus* (Linné, 1758). (Système mondial d'information sur les pêcheries de la F.A.O.)

## I-2- Systématique

Le thon rouge *Thunnus thynnus* (Linné, 1758) est un poisson Téléostéen Actinoptérigien de l'ordre des Perciformes et de la famille des Scombridés, groupe des Thunnidés-Scombrinés.

Embranchement.....Chordés.  
Sous-embranchement.....Vertébrés.  
Super-classe.....Gnathostomes.  
Classe.....Ostéichthyens.  
Sous-classe.....Actinoptérygiens.  
Ordre.....Perciformes.  
Sous-ordre.....Scombroïdes.  
Famille.....Scombridés.  
Tribu.....Thunnini.  
Genre.....*Thunnus*  
Espèce.....*thynnus* (Linné, 1758).

### Noms communs

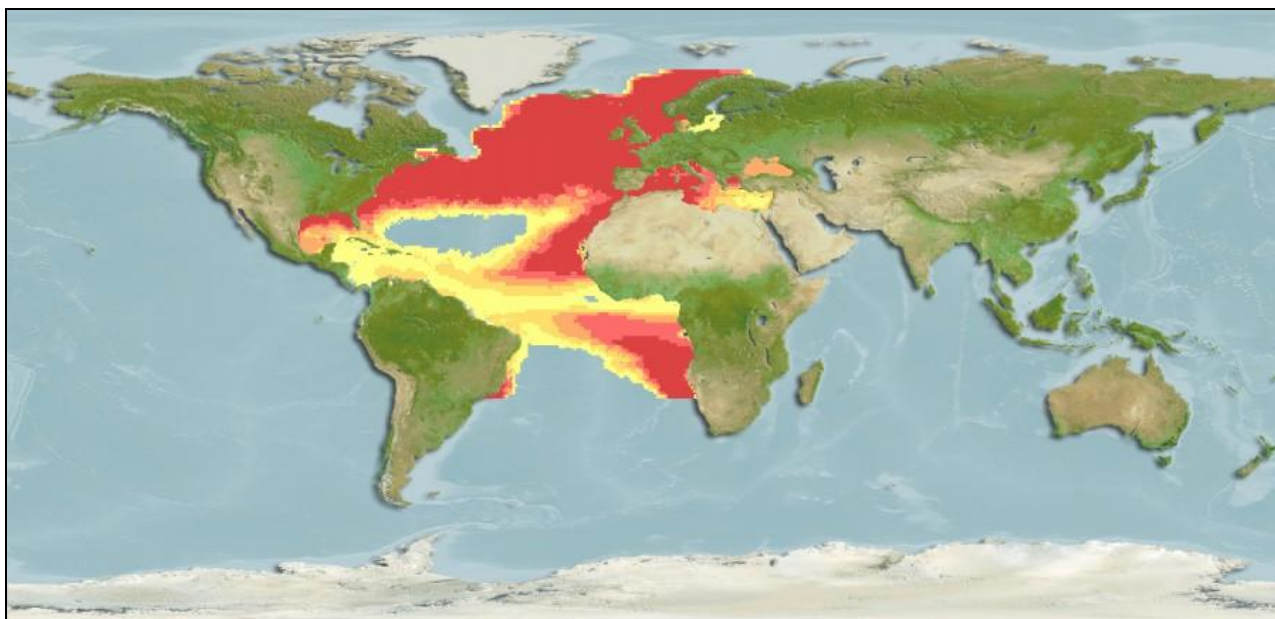
Quelques noms vernaculaires utilisés par les différents pays selon l'ICCAT et la Fishbase sont représentés ci-dessous:

Canada: Bluefin tuna, Thon rouge.  
France: Thon rouge, Ton France, Auhopu.  
Italie: Tonno, Ton, Tunnu  
Japon: Kuromaguro.  
Portugal: Atun, Atun rabil.  
Maroc: Thone.  
Espagne: Atûn, Atûn rojo.  
Tunisie: Toun ahmar.  
Etats-Unis: Bluefin tuna

(ICCAT)

## I-3- Répartition géographique

Le thon rouge évolue dans l'écosystème pélagique de tout l'Atlantique Nord et ses mers adjacentes, principalement de la Méditerranée (Fromentin, 2006), il est abondant vers le nord de l'Atlantique Est jusqu'au golfe de Gascogne, se raréfiant autour des îles britanniques, devenant occasionnel en Islande et sur les côtes de Norvège. On le trouve dans les eaux chaudes et tempérées de l'Atlantique, du Pacifique et de l'océan Indien (Quéro, 1997). (Fig. 2).



**Fig.2.** Répartition géographique du thon rouge *Thunnus thynnus* (Linné, 1758). (Reyes, Fishbase, 2007)

#### **I-4- Répartition bathymétrique**

Le thon rouge vit surtout en surface descendant jusqu'à 500 m de profondeur dans les eaux chaudes (Quéro, 1997). Sa vessie natatoire a un développement de type extensif lui permettant des migrations verticales importantes (Kosmeyer et Dewar, 2001) les informations obtenues à travers les marquages ont montré que les adultes plongent souvent à des profondeurs de 500 à 1000 m ( Lutcavage *et al.*, 2000).

C'est une espèce qui peut supporter des températures froides (jusqu'à 3°C) et chaudes (jusqu'à 30°C) tout en maintenant stable la température interne du corps (Lutcavage *et al.*, 2000).

Le thon semble fuir les eaux trop salées (plus de 38 p.s.u.), par contre il supporte une certaine dessalure, entrant entrant régulièrement en mer Noire où la salinité est de 18 à 20 p.s.u. (Quéro, 1997).

## **I-5- Migration**

Les migrations du thon rouge dans la Méditerranée ont été décrites il y a des siècles par les philosophes grecs et latins. L'existence d'une connexion migratoire entre les océans fut évoquée pour la première fois par Cetti (1777), qui suggérait que le thon venant de l'Atlantique Nord se rendait en Méditerranée pour frayer au large de la Sicile, puis repartait en suivant le même itinéraire. (Fromentin, 2006).

A partir des observations réalisées par les pêcheries à la madrague, on considéra que la Méditerranée présentait un stock de thon rouge distinct de celui de l'Atlantique Nord. Cette hypothèse dite "hypothèse autochtone" prédomina pendant plusieurs décennies et fut acceptée par différents auteurs, elle finit par être mise en doute lorsque certains hameçons utilisés dans l'Atlantique Nord furent trouvés sur des poissons capturés en Méditerranée (Heldt, 1929; Sella, 1929 *in* Fromentin, 2006).

La migration entre la Méditerranée et l'Atlantique Nord fut acceptée définitivement dans les années 60 et 70 en se basant sur la re-capture de poissons marqués et a été re-confirmée par de nombreuses observations (Mather *et al.*, 1995).

Les conclusions résultantes de ses marquages portent sur le comportement vertical du thon rouge (échelle 0-500m). L'étendue de leur migration océanique (échelle 1000 Km) (Royer, 2005).

Le "Homing" semble une hypothèse très logique pour le cas du thon rouge, il est ainsi extrêmement probable que les thons adultes reviennent pondre dans la zone et à la saison où ils sont nés.

Ceci impliquerait dans l'Atlantique, que les thons nés en Méditerranée, zone de ponte, reviendrait alors fidèlement se reproduire durant toute leur vie dans cette zone (après avoir réalisé des migrations dans le bassin Est de l'Atlantique) (Fonteneau, 1997).

Le but des migrations du thon rouge est très mal connu, mais quelques hypothèses peuvent être avancées, qui sont la quête de nourriture et le ralliement des frayères. Ces migrations, pour être rentables, doivent permettre aux individus de rejoindre des zones où les conditions de nutrition et de reproduction seront suffisamment favorables pour que le bénéfice pour l'espèce soit supérieur au coût énergétique élevé du déplacement. (Ravier-Mailly, 2003).

### **I-5-1 Route de migrations**

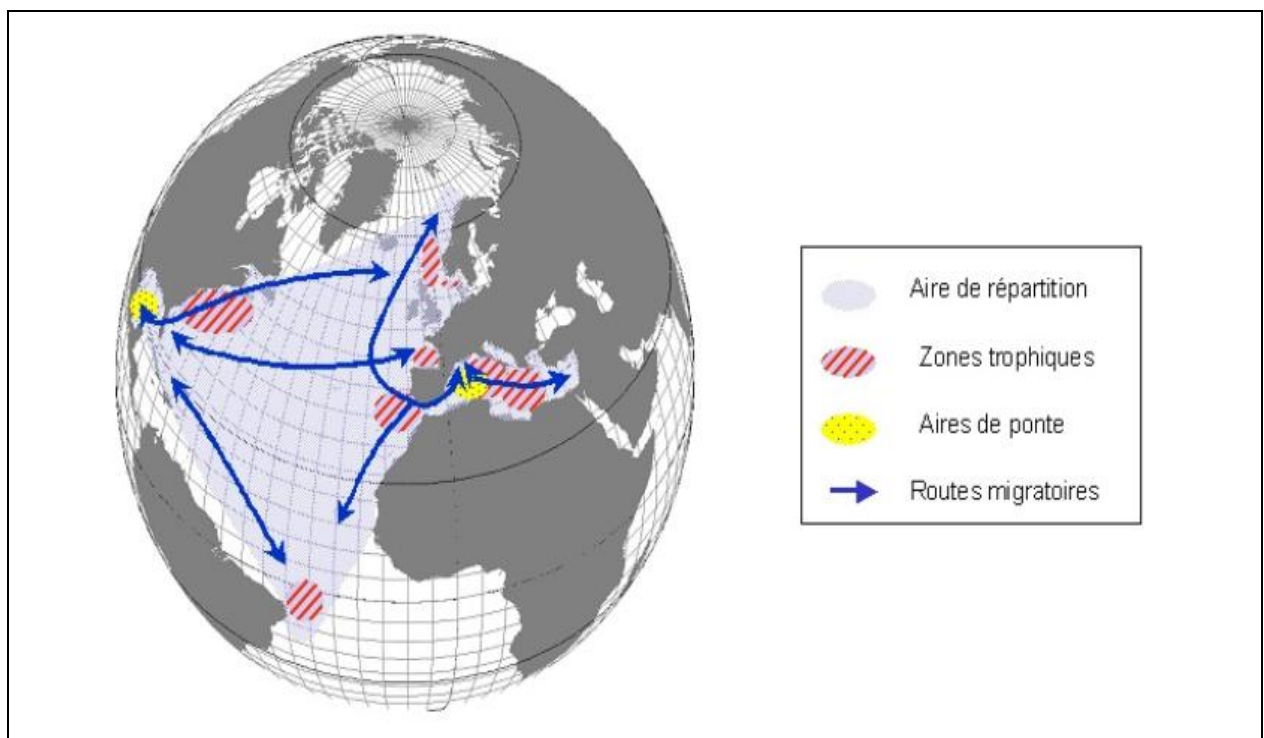
Depuis, les expériences de marquages traditionnels, et plus récemment, les marques archives et pop-up ont permis de tracer les migrations atlantiques et méditerranéennes du thon rouge (Mather *et al.*, 1995; Gunn et Block, 2001 *in* Ravier-Mailly, 2003). Malgré ces expériences, quelques incertitudes sur ses migrations demeurent encore, la figure 3 est celle actuellement couramment admise pour le thon rouge.

Il est possible qu'une proportion non négligeable d'adultes demeure toute l'année en Méditerranée, mais il est prouvé que des reproducteurs effectuent de vastes

migrations depuis leurs aires de nutrition situées sur les côtes norvégiennes et la mer du Nord. Pour les grands individus, ils effectuent des migrations du golfe de Gascogne, des upwelling des côtes marocaines atlantiques, vers les frayères, principalement méditerranéennes. (Ravier-Mailly, 2003).

A la fin du printemps et début de l'été, ces géniteurs passent le détroit de Gibraltar, longeant les côtes nord africaines (passant par les côtes algériennes), d'Ouest en Est, par faibles profondeurs, environ 10 à 30m, puis remontent vers les deux principales zones de pontes, l'archipel des Baléares et le sud de la mer Tyrrhénienne. Des individus ont également été identifiés dans le bassin oriental et en mer Noire, mais aucune zone de ponte n'y est connue.

Une fois la ponte achevée, les thons peuvent regagner l'Atlantique, laissant derrière eux leur progéniture qui semble passer sa première année dans la Méditerranée Occidentale et l'Adriatique. Dès leur deuxième année, les jeunes thons commencent à sortir de la Méditerranée et à rejoindre les migrations atlanto-méditerranéennes des adultes, à partir des années suivantes, les migrations peuvent être de plus en plus lointaines, et parfois trans-atlantiques. (Ravier-Mailly, 2003).



**Fig. 3.** Distribution et de migration du thon rouge *Thunnus thunnus* (Ravier-Mailly, 2003).

## **I-6- Reproduction**

Le but de la migration d'un thon est sa reproduction, les principales aires de ponte sont situées entre la Sicile orientale, la Calabre et les îles Eoliennes. Pendant la période de reproduction, les thons forment d'importants rassemblements, nageant de préférence dans les eaux superficielles. Leurs déplacements sont limités par les conditions du milieu car ils se montrent fort sensibles aux gradients thermiques (thermoclines et fronts). (Arena, 1979).

Ces troupes de thons montrent des comportements particuliers dans la conformation des bancs, dans la vitesse de nage, la manière de s'alimenter et de se reproduire (Royer, 2005).

Ce phénomène peut avoir lieu de façon très massive : dans certains cas, presque tous les thons d'un banc peuvent frayer simultanément laissant derrière eux un nuage de produits sexuels. (Arena, 1979).

La ponte a lieu de la fin avril à la mi-juillet en Méditerranée, dans les 8 à 10 mètres sous la surface (Quéro, 1997), les températures des zones de reproduction sont de 18 à 22°C et les salinités de 37,2 à 38,8 p.s.u. Une femelle de 5 ans porte en moyenne 5 millions d'œufs, tandis qu'une femelle de 15 à 20 ans produit 45 millions d'œufs (Rodriguez Roda, 1964)

Ils se forment des couples, le mâle passant sous la femelle lui frottant le ventre avec le sien. L'œuf a un diamètre de 0,9 à 1,1 mm, l'éclosion a lieu après deux jours d'incubation, la larve mesure 3 à 4 mm (Quéro, 1997), ces larves sont trouvées dans un intervalle de température de 19,6 à 27°C avec une salinité de 36,7 à 38,6p.s.u. (Piccinetti et Piccinetti Manfrin, 1979).

### **I-6-1 Maturité sexuelle**

Selon le rapport du comité permanent pour la recherche et les statistiques, SCRS, (2006), les thons rouge de Méditerranée deviennent matures à l'âge de 4-5 ans avec un poids de 25 Kg et une taille de 110 à 120 cm.

Le tableau 1 montre les différents stades de maturité du thon rouge dans la Méditerranée. (Fromentin, 2006).

**Tableau 1.** Age, taille et poids pour le thon rouge *Thunnus thynnus* (Linné, 1758) de l'Atlantique Est et de la Méditerranée (Fromentin, 2006).

	Atlantique Est et Méditerranée	Références
Premier âge de maturité maturité, taille et poids	Age 3 100 cm 20 Kg	Mather <i>et al.</i> , (1995)
50% maturité (L <sub>50</sub> )	Age 4 115 cm 30 Kg	Mather <i>et al.</i> , (1995) Anon (1997)
100% mature (L <sub>100</sub> )	Age 5 135 cm 50 Kg	Mather <i>et al.</i> , (1995) Diaz et Turner (2007)

### I-7- Régime alimentaire:

Comme le fait un grand nombre de poissons marins, les larves de thon rouge se nourrissent principalement de petit zooplancton, surtout de Copépodes et des nauplii de Copépodes (Uotani *et al.*, 1990 *in* Fromentin, 2006).

Comme la plupart des prédateurs, les juvéniles et adultes de thon rouge sont des chasseurs opportunistes. En effet, Chase (2002 *in* Fromentin, 2006), a cité la présence de plus de 20 espèces de poisson et 10 espèces d'invertébrés dans l'estomac du thon rouge.

Le régime alimentaire du thon rouge peut également comprendre des méduses et des salpes, ainsi que des espèces demersales et sessiles telles que les poulpes, les crabes et les éponges. En général, les juvéniles s'alimentent surtout de crustacés, de poissons et de céphalopodes, tandis que les adultes se nourrissent principalement de poisson, surtout de hareng, anchois, lançons, sardine, sprat, tassergal et maquereau (Eggleston et Bochenek, 1990; Ortiz de Zarate et Cort, 1986 *in* Fromentin, 2006).

Le contenu de l'estomac du thon rouge présente cependant la prédominance d'une ou de deux espèces proies, telles que le hareng et le lançon dans l'Atlantique Ouest et de l'anchois dans l'Atlantique Est et le Méditerranée.

Le thon rouge de petite taille et de grande taille présente le même spectre de proie par taille. Ceci dit, Chase (2002, *in* Fromentin, 2006) a signalé que les proies les plus grandes (plus de 40 cm) ne sont consommées que par les thons géants

## Chapitre II

### *Matériel et méthodes*

## **II-1- Matériel**

Depuis la création du Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques, en 2000, et lorsque l'Algérie a reconnu que la gestion de l'exploitation des grands migrateurs relève d'une responsabilité partagée au plan régional et a, de ce fait, adhéré en 2001 à l'ICCAT, l'Algérie a adopté une politique de développement intégré et durable de ses activités économiques, qui a permis l'apparition de navires étrangers.

Les données de base ayant permis cette étude sont fournies par le Ministère de la Pêche et de ressources Halieutiques (Tableau 2), elles proviennent de la campagne effectuée par les navires asiatiques le long des côtes algériennes entre Avril et mai 2004.

Cet échantillonnage permet d'avoir une gamme de taille des spécimens variant de 90 à 300 cm avec une taille moyenne de 210 cm, il est principalement composé d'individus dont la taille varie entre 200 et 250 cm, un poids variant de 16 à 429 kg avec une prédominance des individus de 100 à 250 Kg (tableau 3). Le sex-ratio est en faveur des femelles avec un pourcentage de 57.2 % (Tableau 4).

**Tableau 2.** Distributions des fréquences de tailles du thon rouge *Thunnus thynnus* (L. 1758) capturé le long des côtes algériennes.

<b>Li</b>	<b>Ni</b>
90	3
95	1
100	3
105	4
110	2
115	2
120	6
125	1
130	5
135	1
140	15
145	5
150	27
155	12
160	30
165	13
170	57
175	47
180	79
185	8
190	67
195	30
200	262
205	104
210	352
215	145
220	245
225	104
230	128
235	56
240	69
245	35
250	63
255	20
260	15
265	6
270	9
275	1
280	40
285	1
290	1
300	2

Li: taille totale (cm).

Ni: effectif.

**Tableau 3.** Distribution des fréquences de poids du thon rouge *Thunnus thynnus* pêché le long des côtes algériennes.

<b>Wi</b>	<b>Ni</b>
<b>0-50</b>	<b>20</b>
<b>50-100</b>	<b>126</b>
<b>100-150</b>	<b>547</b>
<b>150-200</b>	<b>934</b>
<b>200-250</b>	<b>265</b>
<b>250-300</b>	<b>100</b>
<b>300-350</b>	<b>20</b>
<b>350-400</b>	<b>2</b>
<b>400-450</b>	<b>1</b>

Wi: poids total (Kg).

**Tableau 4.** Sex-ratio du thon rouge *Thunnus thynnus* (L. 1758) pêché le long des côtes algériennes.

<b>Sexe</b>	<b>Effectif</b>	<b>Pourcentage</b>
<b>Mâle</b>	<b>888</b>	<b>42,80</b>
<b>Femelle</b>	<b>1187</b>	<b>57,2</b>
<b>Total</b>	<b>2075</b>	<b>100</b>

## II-2- Méthodes

### II-2-1- Etude de l'âge

La détermination de l'âge d'un poisson est une donnée essentielle pour l'utilisation de nombreux modèles halieutiques. Elle se fait généralement grâce à des pièces osseuses: vertèbres, os de la tête ou plus classiquement les écailles et les otolithes sagitta (Korichi, 1988).

Dans le cas de ce présent travail, on n'a pas pu avoir accès à l'individu lui-même pour utiliser une méthode directe, on a donc opté pour les méthodes indirectes qui se basent sur une distribution de fréquences de tailles.

La méthode de Bhattacharya (1967 *in* FISAT II, 2004) est retenue lors de ce travail pour la détermination de l'âge. C'est une méthode indirecte, qui en se basant sur des données de fréquences de tailles, arrive à séparer ses dernières en sous-poupopulations, donc en classe d'âge au niveau de leur zone de chevauchement, estimer la taille moyenne (ou le poids moyen) et calculer la variance et l'effectif de chaque classe de cette population.

Cette méthode se base sur une transformation logarithmique des données regroupées en classes de tailles d'égale amplitude "h" et de centre de classe "x" (Kartas, 1981 *in* Korichi, 1988).

On construit un graphique en portant en ordonnée pour chaque centre de classe la valeur suivante:

$$\mathbf{\text{Log } Z = \text{Log } Z(x+h) - \text{Log } Z(X)}$$

Un certain nombre de conditions doit être vérifié afin de pouvoir appliquer cette méthode et avoir plus de fiabilité:

- l'histogramme ne doit pas comporter de classes vides.
- l'intervalle h doit être petit par rapport à chacun des écarts types ( $h/\delta \leq 2.2$ ).

Sur le graphique, on recherche des régions ou plusieurs points consécutifs sont alignés, sur une droite à pente négative. Le nombre de droites obtenues constitue le nombre de sous-populations, on suppose qu'à chaque sous-population correspond une classe d'âge. (Korichi, 1988).

### II-2-2- Etude de la croissance

La croissance d'un poisson peut être définie très simplement comme un changement de poids avec le temps qui est le résultat net de deux processus opposés : l'un augmentant le poids du corps (anabolisme) et l'autre tendant à le diminuer (catabolisme) (Pauly, 1997).

Dans ce présent travail, les trois croissances définies ont été étudiées, à savoir, la croissance linéaire, pondérale et relative.

### II-2-2-1- Croissance linéaire

Le modèle le plus connu et le plus utilisé en biologie marine est le modèle de von Bertalanffy (1938), Les observations suggèrent qu'il existe une longueur asymptotique, c'est-à-dire qu'il existe une longueur vers laquelle la longueur individuelle tend.

Le modèle de croissance linéaire de von Bertalanffy a été retenu pour cette présente étude, ce modèle se base sur l'équation mathématique suivante :

$$L_t = L_\infty (1 - \exp^{-K(t-t_0)})$$

Ce modèle sert à déterminer les paramètres de croissance qui sont:  $L_\infty$ ,  $K$  et  $t_0$ ,

Les couples de données âge-longueur obtenus par la méthode de Bhattacharya (1967), sont introduits dans le programme FISAT II version 1.2.0 (Gayanilo *et al.*, 2004) qui réalise l'ensemble des analyses menant à l'obtention des paramètres  $L_\infty$ ,  $K$  et  $t_0$  de l'équation de croissance linéaire de von Bertalanffy (1938).

### II-2-2-2- Croissance relative

Il est commun d'utiliser la fonction puissance pour mettre en rapport le poids individuel avec la longueur totale, ainsi :

$$W = a L^b$$

Où la constante "a" est désignée par facteur de condition ou indice pondéral et la constante "b" par constante de morphisme. Cette relation peut être justifiée en acceptant grosso-modo que "le pourcentage de croissance en poids" est proportionnel "au pourcentage de croissance en longueur" (dans le cas contraire l'individu serait "disproportionné")

Le calcul des deux paramètres "a" et "b" a été effectué par le logiciel Fishparm (Saila *et al.*, 1994), ce programme a été choisi pour la fiabilité de ses résultats et la qualité de ses itérations.

Lorsque:  $b < 3$ , allométrie minorante,  
lorsque:  $b = 3$ , isométrie,  
et lorsque:  $b > 3$ , allométrie majorante.

La valeur de  $W_\infty$  est obtenue de l'équation suivante:

$$W_\infty = a L_\infty^b$$

### II-2-2-3- Croissance pondérale

La combinaison de la relation de la croissance linéaire et celle de la relation taille-poids donne comme résultat la relation de la croissance pondérale, car avec :

$$L_t = L_\infty (1 - \exp^{-K(t-t_0)})$$

Et

$$W = a L^b$$

Il en résulte la relation :

$$W_t = W_\infty (1 - \exp^{-K(t-t_0)})^b$$

Avec :  $W_\infty = a L_\infty^b$

## **II-2-3- Etude des mortalités**

### **II-2-3-1- Mortalité totale (Z)**

Un stock d'une espèce donnée est dynamique dont les gains (entrées) sont représentés par le recrutement annuel et la croissance alors que les pertes (sorties) sont dues à la mortalité totale (Z). Cette dernière offre à décrire une mortalité par pêche (F) engendrée par les différentes opérations de pêches et la mortalité naturelle (M) qui exprime la mortalité due à toute cause autre que la pêche. (Bouaziz, 2007)

Pour calculer Z, plusieurs méthodes ont été utilisées et une seule a été retenue du fait que les autres méthodes ne s'adaptent pas à l'échantillonnage de thon rouge d'Avril et Mai 2004 dans les côtes algériennes en donnant soit des valeurs surélevées soit des valeurs sous-estimées.

La méthode de Pauly (1984a ; 1984b ; 1990), basée sur la courbe de capture selon les longueurs pour l'obtention de Z, a été utilisée et suit les étapes suivantes :

- regrouper les différents échantillons en une distribution de fréquences unique représentative de la population pendant la période considérée; en général l'année,
- construire la courbe de captures elle-même à partir de cet échantillon unique et de l'équation de courbe de croissance en longueur; et

• ne prendre en considération que la partie descendante située sur la droite de la courbe de captures. (Bouaziz, 2007).

Les courbes de captures selon les longueurs permettent de contourner les difficultés associées à l'évaluation des âges car elles reposent uniquement sur des distributions de fréquences, ce qui permet d'employer de très vastes échantillons et de ne pas connaître la clé âge-longueur (Pauly, 1983)

Les courbes de captures selon les longueurs sont de deux types :

- celles qui prennent en compte la saisonnalité.
- Celles qui ne prennent pas en compte la saisonnalité.

Dans notre cas, la saisonnalité n'est prise en compte, et donc, le tracé de la courbe de capture suit l'équation suivante :

$$\mathbf{Ln (N_i/\Delta t_i) = a + b t_i}$$

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 tailles  $i$ . Il se calcule par :

$$\Delta t_i = \mathbf{Ln [(L_\infty - L_{i1}) / (L_\infty - L_{i2})/K]}$$

Où:

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

### **II-2-3-2- Mortalité naturelle M**

Des hypothèses ont été émises pour identifier les facteurs qui déterminent le taux de mortalité naturelle à partir des paramètres biologiques comme le taux de croissance (K), ou la longévité. Beverton et Holt (1959) et Beverton (1963) ont été les premiers à démontrer que le taux de croissance est lié à la longévité et à la mortalité naturelle et à présenter les relations directes entre M et K pour plusieurs familles de poissons en utilisant les estimations de la mortalité naturelle tirées de la littérature. Ces auteurs ont constaté que les valeurs du rapport M/K se trouvent le plus généralement comprises entre 1,5 et 2,5. Cushing (*in* McQuin *et al.*, 1990 *in* Sidibe, 2003) constate que le lien entre les paramètres de croissances et la mortalité naturelle est évidente, les grosses espèces vivant plus longtemps que les petites. Cet auteur considère que pour les petites espèces qui ont des taux de croissance élevés, l'amplitude de M est probablement la sommation de la prédation ; alors que pour les prédateurs, les composantes physiologiques (maladie) de M domineraient sans doute, mais qu'il fallait considérer la position du prédateur dans la chaîne alimentaire (Sidibe, 2003).

Chez une population exploitée de poissons, le coefficient instantané de mortalité naturelle  $M$  est l'un des paramètres les plus difficiles à évaluer. Pourtant, une valeur aussi exacte que possible de  $M$  est nécessaire pour mettre en œuvre la plupart des modèles habituels de gestion des stocks (Pauly, 1997).

Le coefficient de mortalité naturelle  $M$  exprime la mortalité due à toute cause autre que la pêche elle-même.

Diverses méthodes ont été proposées pour évaluer  $M$ , qui se basent sur l'association de  $M$  avec d'autres paramètres biologiques de la ressource. Ces méthodes produisent des résultats rapprochés, où les rapprochements dépendent des espèces et des stocks. (Cadima, 2002).

Parmi toutes les méthodes de mortalité naturelle, nous avons opté pour celle de Pauly (1980) du fait qu'elle s'adapte le mieux à notre échantillonnage.

Pauly, en 1980, en se basant sur les considérations suivantes:

- a) les ressources avec un taux de mortalité élevé ne peuvent pas avoir une longueur maximum très grande;
- b) dans les eaux chaudes, le métabolisme est plus accéléré, d'où la possibilité d'atteindre une taille plus élevée et la longueur maximum plus rapidement qu'en eaux plus froides.

Et en recueillant, dans la littérature, des données sur ces paramètres, pour 175 espèces et ajustant des régressions multiples de valeurs transformées de  $M$  contre les valeurs transformées correspondantes de  $K$ ,  $L_{\infty}$  et de température, de façon à trouver une relation linéaire et il a sélectionné celle qu'il a considéré comme la meilleure, soit la relation empirique suivante :

$$\mathbf{Ln M = -0.0152 -0.0279Ln L_{\infty} + 0.6543LnK + 0.463LnT^{\circ}}$$

Avec les paramètres exprimés dans les unités suivantes :

$M$  en  $\text{an}^{-1}$ .

$L_{\infty}$  en cm de longueur totale.

$K$  en  $\text{an}^{-1}$ .

$T^{\circ}$  est la température de surface en  $^{\circ}\text{C}$  (18  $^{\circ}\text{C}$ ).

Le calcul de cette mortalité naturelle  $M$  s'est fait par le programme FISAT II (version 1.2.0, 2004).

### **II-2-3-3- Mortalité par pêche et taux d'exploitation**

La mortalité par pêche est connue par la soustraction de la mortalité naturelle  $M$  de la mortalité totale  $Z$ , donc,

$$\mathbf{F = Z - M}$$

Le taux d'exploitation  $E$  est calculé lui aussi par le rapport de la mortalité par pêche  $F$  et la mortalité totale  $Z$ , donc,

$$\mathbf{E = F / Z}$$

### **II-2-4- Etude de l'exploitation**

#### **II-2-4-1- Analyse de populations virtuelles (V.P.A)**

Le concept général utilisé pour développer les modèles de dynamique des populations, servant à évaluer les ressources marines et à recommander les mesures de gestion, peut être simplifié par la formule de Russel (1931) :

$$\mathbf{F_2 = F_1 + (R + G) - (M + C)}$$

Dans laquelle  $F_1$  et  $F_2$  représentent respectivement la biomasse de la population au début et à la fin d'une période donnée ;  $R$  est la quantité du recrutement (nouveaux individus qui ont intégré la population),  $G$  est l'augmentation du poids provoquée par la croissance des poissons existant dans la population ;  $M$  est la quantité de poisson mort de causes naturelles ; et  $C$  est la quantité de poisson capturé ou tué dans le cadre d'activités de pêche pendant la même période de temps. (Bouaziz, 2007).

D'après ce modèle, la population est maintenue en équilibre lorsque l'augmentation naturelle de la population ( $R + G$ ) reste égale à sa diminution ( $M + C$ ) comme résultat des causes naturelles et de la pêche. En d'autres termes, la population tend à augmenter ou à diminuer au rythme des accroissements ou des diminutions.

Parmi tous ces paramètres, le seul pouvant être contrôlé par l'homme est la prise ( $C$ ), par lequel il peut modifier la taille de la population pendant des périodes successives ( $F_2, F_3, \dots, F_n$ ). L'une des préoccupations de chaque communauté de pêche est la détermination du niveau maximum de prises et la taille de la population ( $S_t$ ) qui une fois maintenue en équilibre va permettre le maximum de prises.

Les méthodes sont en général appliquées pour estimer la taille d'une population et la relation possible entre la vitesse de l'accroissement naturel et l'effort de pêche. Les conditions d'exploitation (la vitesse d'exploitation, l'âge de la première capture, etc.) peuvent être regroupées en méthodes analytiques ou structurales et méthodes synthétiques ou globales. (Bouaziz, 2007).

Les méthodes rétrospectives, qui font appel à des données historiques, sont appelées analyse de populations virtuelles ou analyse de cohorte, alors que les méthodes qui sont tournées vers l'avenir sont appelées méthodes prédictives ou méthodes de Thompson et Bell (Sparre et Venema, 1996).

Il existe des outils extrêmement efficaces pour analyser les captures et ainsi obtenir des informations dignes de confiance sur les effectifs et la mortalité par pêche des années précédentes chez une population de poissons, selon Pauly (1997), l'analyse des populations virtuelles (V.P.A) fait parti de ses outils.

Le principe de la méthode consiste à analyser ce que l'on peut observer, la capture, de manière à évaluer la population qui devrait se trouver en mer pour produire cette capture. Si cette dernière représente une faible fraction du stock (c'est à dire si la mortalité par pêche,  $F$ , est faible) l'estimation de la taille du stock devient plus incertaine. En conséquence, plus la mortalité par pêche est élevée, plus la VPA est fiable (Sparre et Venema, 1996).

Si l'on admet une certaine valeur,  $F_{ultime}$ , pour la dernière classe d'âge, il est possible d'évaluer tous les paramètres dans ce dernier âge. Ainsi, on connaîtra le nombre de survivants au début et à la fin du dernier âge.

D'après Leonart et Salat (1997) (*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.

$$C_i = F_i/Z_i * N_{i+1} ( e^{Z_i \Delta t_i} - 1)$$

Où :

$C_i$  : capture en nombre de chaque âge  $i$  ;

$Z_i$  et  $F_i$  : mortalités totale et par pêche de chaque âge  $i$  ;

$N_{i+1}$  : nombre de survivants à la fin de l'année pour rendre compte d'une capture  $C_i$  de chaque âge  $i$  ; et

$\Delta t_i$  : intervalle de temps.

On peut estimer  $F_i$  de la classe antérieure qui est la seule variable inconnue dans l'expression. L'estimation peut nécessiter des méthodes itératives.

Finalement, pour estimer  $N_i$  le nombre de survivants au début de la classe, on peut utiliser l'expression :

$$N_i = N_{i+1} ( e^{(F_i + M_i) \Delta t} - 1)$$

En répétant ce processus pour toutes les classes antérieures, on obtiendra successivement les paramètres à tous les âges, jusqu'au premier âge. Se rappeler que  $N_i$  est aussi le nombre de survivants de la classe ( $i - 1$ ) antérieure.

Quand la cohorte est complètement pêchée, le nombre à la fin de la dernière classe est zéro et la capture  $C$  doit être calculée par :

$$C_{i+1} = (F_{\text{terminal}} / Z) N_{i+1}$$

## II-2-4-2- Rendement et biomasse par recrue

### II-2-4-2-1- Modèle de rendement par recrue

Une raison majeure qui a poussé les halieutes à étudier la croissance des poissons, et à la décrire par la courbe de von Bertalanffy, est l'utilisation du modèle de rendement par recrue,  $Y/R$ , de Beverton et Holt (1957) pour l'évaluation des stocks (Cadima, 2002 in Bouaziz, 2007).

Selon Lleonart et Salat (1997), l'analyse de rendement par recrue,  $Y/R$ , permet une vision plus globale de la population étudiée. Le recrutement et le rendement correspondent respectivement au nombre initial d'individus de la première classe, et le poids total de la capture. Ainsi, le rendement par recrue peut être obtenu en divisant la capture totale par le nombre de recrues calculées par la VPA. La courbe de production par recrue présente fréquemment un maximum : la production maximum équilibrée (MSY).

Selon Sparre et Venema (1996), on entend par "équilibrée" le fait que la production peut être maintenue indéfiniment tant que les conditions ne changent pas. Des rendements plus élevés peuvent être obtenus en augmentant l'effort de pêche.

Le programme VIT (Lleonart et Salat, 1997) emploie l'équation ci-dessous qui dérive de l'équation de capture par classes, exprimée en fonction du nombre moyen annuel des individus par classe.

$$Y/R = 1 / N_i \sum_{i=1}^n (N_i W_i) \text{moy} * F_i$$

Notons que pour chaque classe  $i$  de l'équation ci-dessus, le nombre moyen des individus,  $N_i$ , le poids moyen de chaque classe  $i$ ,  $W_i$ , et les différentes mortalités par pêche,  $F_i$ , pour chaque classe  $i$  sont calculés 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. On peut introduire un facteur multiplicatif, de l'effort de pêche. Ainsi, les diverses valeurs que l'on peut attribuer à ce facteur, représenteront respectivement l'effort de pêche en l'absence de la pêche (Bouaziz, 2007)

## II-2-4-2-2- 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). A la valeur de  $F_{max}$  correspondront des valeurs de  $B_{moy\ max}/R$  et  $Y_{max}/R$ .

Selon Sparre et Venema (1996), la production par an est :

$$Y = F / B_{moy}$$

Où:

$B_{moy}$  est la biomasse moyenne annuelle se trouvant dans la mer pendant une année. Il s'en suit que :

$$B_{moy} / R = Y / R * 1 / F$$

D'où :

$$Y / R = F * B_{moy} / R$$

La formule utilisée pour calculer  $B_{moy} / R$  est la suivante:

$$B_{moy} / R = e^{-M(T_c - T_r)} * W_{\infty} [1/Z - (3S / Z + K) + (3S^2 / Z + 2K) - (S^3 / Z + 3K)]$$

Où :

$$S = e^{-M(T_c - T_r)}$$

$K$  = paramètre de croissance de Von Bertalanffy ;

$t_0$  = paramètre de croissance de Von Bertalanffy ; et

$T_c$  = 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  $B_{moy} / R$  en biomasse absolue par recrue  $B/R$  par la relation (Bouaziz, 2007):

$$B / R = B_{moy} / R * W_{\infty} e^{-M(tr - t_0)}$$

## II-2-5- Choix des logiciels

Pour l'étude de l'estimation du stock de thon rouge passant par les côtes algériennes, nous avons utilisé deux logiciels recommandés par la FAO, à savoir :

- FISAT (Gayanilo *et al.*, 2004) : nous introduit pour la détermination des paramètres indispensables pour l'étude de l'exploitation (clé âge-longueur, paramètres de croissance, mortalités);
- VIT (Lleonart & Salat, 1997) : ce programme constitue un outil d'évaluation de la biomasse, de la population virtuelle, et du rendement et de la biomasse par recrue.

Le choix s'est porté sur le VIT du fait qu'il présente l'avantage de fonctionner avec des pseudo-cohortes, c'est-à-dire qu'il exige uniquement la connaissance des captures sur un an ou sur une moyenne de quelques années au lieu d'une longue série historique d'une dizaine d'années (Lleonart & Salat, 1997 *in* Bouaziz 2006)

## Chapitre III

### *Résultats et discussions*

### III-1- Age:

La méthode de Bhattacharya (1967) décompose notre échantillon en dix cohortes (Tab. 5, Fig.4 et 5). Nous avons attribué l'âge 2 à la première cohorte dont la taille est de  $87.5 \pm 4.67$  et ce suite au résultats obtenus par d'autres auteurs tel que : Westman et Gilbert, 1941, Rodriguez Roda, 1964, Farrugio, 1981.

L'âge maximum est attribué à la dernière cohorte, à qui correspond une longueur de  $268.28 \pm 1.52$ .

**Tableau 5.** Clé âge longueur de *T. thynnus* des côtes algériennes par la méthode de Bhattacharya (FISAT II, version 1.2.0 (Gayanilo *et al.*, 2004).

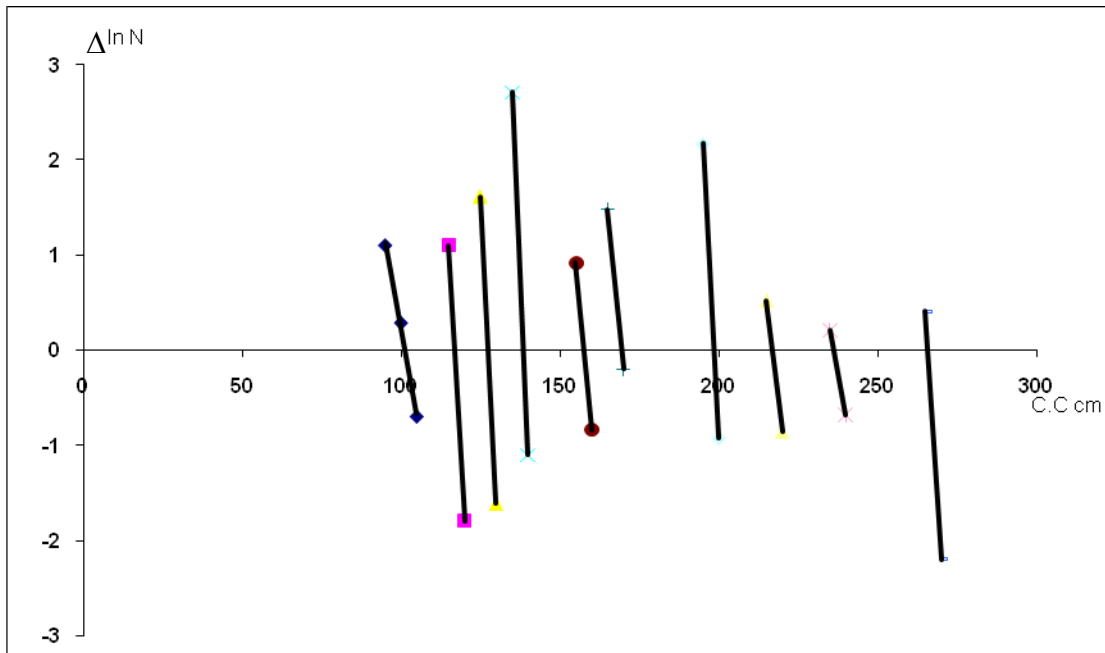
Age	M	N	S.I	$\mu (\pm)$
2	87.50	4	n.a	4.67
3	105.58	10	5.44	1.16
4	119.40	9	5.01	1.92
5	141.06	21	4.62	1.09
6	160.11	55	6.39	0.99
7	178.42	134	5.42	0.50
8	201.01	396	7.76	0.28
9	219.40	494	5.19	0.37
10	232.23	288	4.57	0.16
11	268.28	16	4.02	1.52

M: taille moyenne;

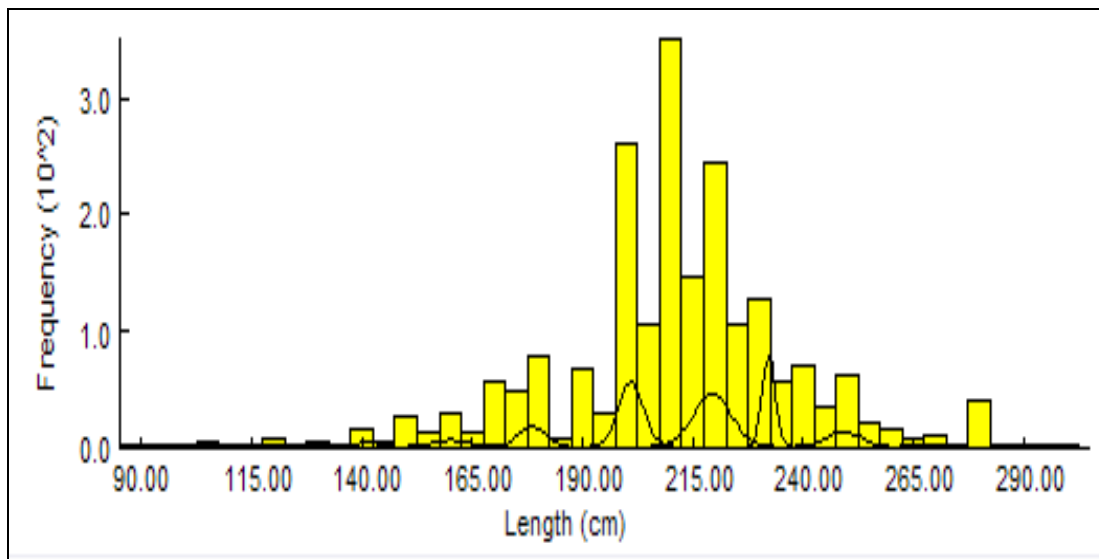
N: effectif;

S.I: indice de séparation qui doit être supérieur à 2; et

$\mu$ : Précision calculée avec  $\alpha = 0.5 \%$ .



**Fig. 4:** Représentation des droites à pente négative de la méthode de Bhattacharya



**Fig.5:** Décomposition de la distribution de fréquences de tailles de *T.thynnus* en cohortes par la méthode de Bhattacharya (FISAT II, version 1.2.0).

Les thons âgés de 7 à 10 ans sont les mieux représentés par l'échantillon, ils représentent un pourcentage respectif de 9.39%, 27.7%, 34.6% et 20.2% du total de la capture.

**Tableau 6.** Clés âge-longueur selon différents auteurs (*in* Rodriguez Roda, 1964).

Age (an)	Rodriguez Roda (1964) Côtes espagnoles	Sella (1929) Côtes italiennes	Hamre (1958) Côtes norvégiennes	Vilela et Pinto (1958) Côtes portugaises	Westman et Gilbert (1941) Atlantique Nord Ouest	Shuck et Mather III (1960) Atlantique Nord Ouest	Présente étude (2008) Côtes algériennes
1	55.3	64	/	/	65.0	55.9	/
2	79.0	81.5	/	/	85.0	76.5	87.5
3	116.2	97.5	/	/	105.0	90.5	105.58
4	130.1	118.0	/	/	117.6	118.8	119.40
5	146.9	136.0	135.0	/	147.8	135.0	141.06
6	165.1	153.0	153.0	150.0	148.3	155.4	160.11
7	178.1	169.0	161.0	170.0	157.5	161.6	178.42
8	192.9	182.0	180.0	180.0	/	174.4	201.01
9	206.5	195.0	198.0	195.0	/	186.1	219.40
10	220.3	206.0	207.0	220.0	/	203.4	232.23
11	232.0	216.0	221.0	/	/	224.5	268.28
12	244.0	227.0	228.0	230.0	/	233.7	/
13	255.0	239.0	239.0	/	/	244.3	/
14	/	254.0	/	/	/	248.0	/

L'analyse du tableau 6 montre une ressemblance entre nos résultats et ceux des auteurs, Westman et Gilbert (1941) trouvent une taille moyenne de 85 cm pour l'âge 2, 105 cm pour l'âge 3 et 117.6 pour l'âge 4, ce qui correspond aux valeurs que nous avons trouvé pour les mêmes âges. Les valeurs des âges supérieurs coïncident avec les valeurs de Rodriguez Roda (1964).

La différence des résultats avec les autres auteurs, malgré qu'elle soit faible, peut s'expliquer par les différentes approches utilisées pour l'estimation de l'âge.

## III-2- Croissance

### III-2-1- Croissance linéaire

L'analyse de la clé âge-longueur par le logiciel FISAT II version 1.2.0, (Gayanilo *et al.*, 2004) offre à décrire l'équation de von Bertalanfy suivante:

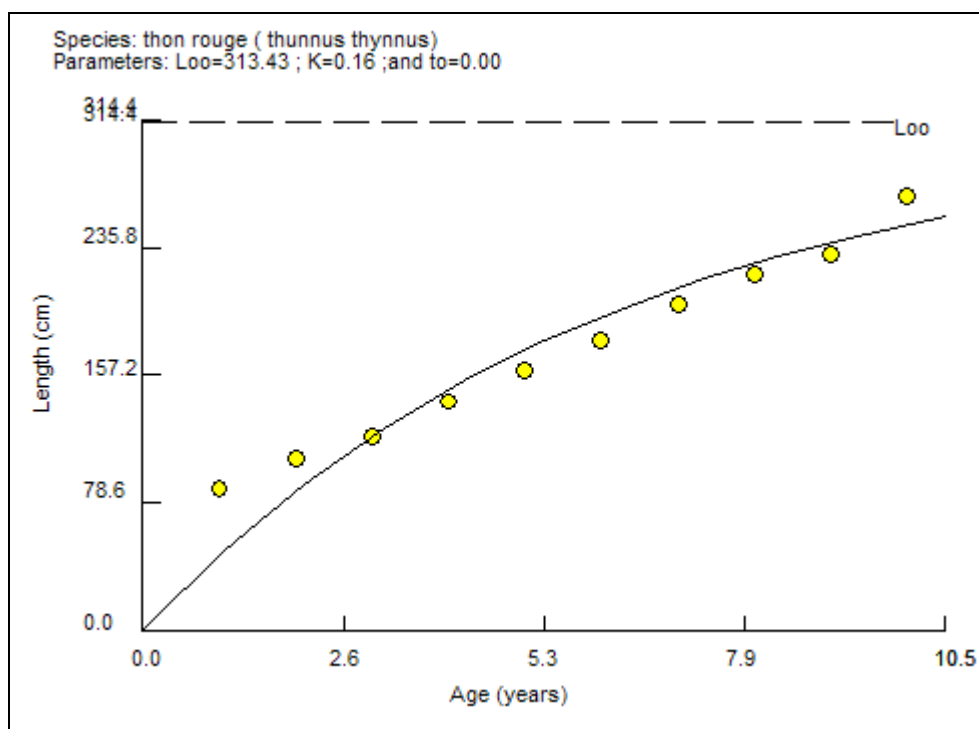
$$L_t = 313.43 (1 - \exp^{-0.16t})$$

(Tableau 7)

**Tableau 7.** Paramètres de croissance de *T.thynnus* pêché le long des côtes algériennes.

Paramètres	$L_{\infty}$ (cm)	K (/an)	to (an)
Valeurs	313.43	0.16	0

La figure 6 représente la courbe de croissance linéaire du thon rouge *T.thynnus* pêchés en Avril et Mai 2004 le long des côtes algériennes.



**Fig. 6:** courbe de croissance linéaire de *T.thynnus* pêché le long des côtes algériennes.

La faible valeur de K (0.16 / an) confirme le fait que cette espèce présente en moyenne une croissance lente.

Le tableau 8 représente les Paramètres des équations de Von Bertalanffy tels qu'ils sont estimés pour différentes zones selon divers auteurs. (Fromentin, 2006).

**Tableau 8.** Paramètres de l'équation de von Bertalanffy du thon rouge pour différentes zones.

Sources	Zones	$L_{\infty}$ (cm)	K (/an)	$t_0$ (an)
Sella (1929)	Méditerranée	499.68	0.044	-2.114
Westman & Gilbert (1941)	Atlantique Ouest	197.94	0.196	-0.778
Mather & Schuck (1960)	Atlantique Ouest	437.46	0.055	-1.489
Rodriguez Roda (1964, 1969)	Atlantique Est	355.84	0.090	-0.890
Caddy & al (1976) Mâles	Atlantique Ouest	286.64	0.134	0.328
Caddy & al (1976) Femelles	Atlantique Ouest	277.31	0.116	0.800
Farrugio (1981)	Méditerranée	351.13	0.080	-1.087
Cort (1991)	Atlantique Est	318.85	0.093	-0.970
Turner et Restrepo (1994)	Atlantique Ouest	382.00	0.079	-0.707
<b>Présente étude</b>	<b>Côtes algériennes</b>	<b>313.43</b>	<b>0.16</b>	<b>0</b>

L'application de technologies plus sophistiquées telles que les microscopes électroniques utilisés pour examiner les anneaux sur des structures osseuses ou le marquage électronique pour obtenir des informations spatiotemporelles précises peut permettre de faire la distinction entre une erreur d'observation et une erreur de traitement.

Les approches innovatrices de modélisation telles que le modèle de croissance développé par Evenson *et al.* (2004), qui intègre des données provenant des trois principales sources (fréquence de taille, recapture de marques et structures osseuses) dans le même cadre d'estimation, pourraient et devraient être appliquées au thon rouge.

Les résultats de l'équation de von Bertalanffy (1938) dépendent étroitement de la clé âge-longueur utilisée.

Pour la longueur asymptotique, les valeurs les plus similaires sont les valeurs des auteurs ayant travaillé dans des zones proches de celle de la présente étude, Rodriguez Roda (1964, 1969), Farrugio (1981), Cort (1991), qui ont trouvé comme valeurs respectives 355.84, 351.13 et 318.85 cm, ont travaillé soit dans la Méditerranée soit dans l'Atlantique Est. Cependant les valeurs les plus éloignées sont toutes issues d'études faites en Atlantique Ouest.

### III-2-2 Croissance relative

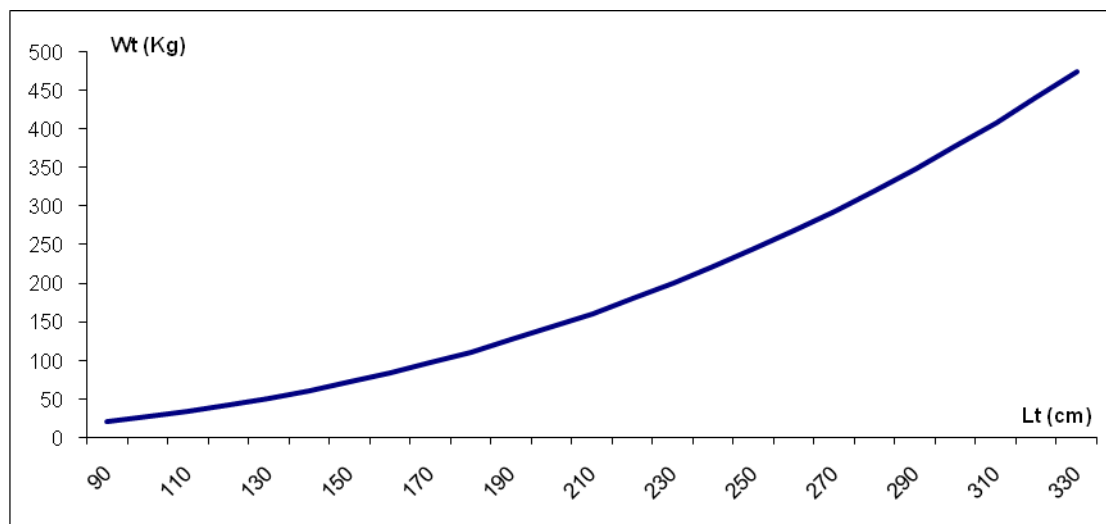
L'analyse des couples de valeurs ( $L_t$ ,  $W_t$ ) sexes confondus, par le Fishparm (Saila *et al.*, 1994) offre à décrire les deux équations de puissance qui suivent :

$$W_t = 4.672 \cdot 10^{-4} L_t^{2.385}$$

Et :

$$W_\infty = 4.672 \cdot 10^{-4} L_\infty^{2.385}$$

(Tableau 9, Fig. 7)



**Fig. 7.** Courbe de la relation taille-poids de *T.thynnus* pêché le long des côtes algériennes.

**Tableau 9.** Paramètres de la relation taille-poids de *T.thynnus* pêché le long des côtes algériennes. (Fishparm, 1994).

	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>r<sup>2</sup></b>
<i>T.thynnus</i>	<b>4.672*10<sup>-4</sup></b>	<b>2.385</b>	<b>0.98023</b>

Ou:

a : ordonnée à l'origine;

b : pente; et

r<sup>2</sup> : coefficient de corrélation.

Le tableau 10 résume les valeurs des paramètres de la croissance relative du thon rouge *T.thynnus* trouvées dans différentes zones.

**Tableau 10.** Paramètres de la croissance relative dans différentes zones (Fromentin, 2006).

<b>Auteurs</b>	<b>Zones</b>	<b>A</b>	<b>b</b>	<b>Equation</b>
<b>Anone (1984)</b>	<b>Atlantique Est</b>	<b>2.95*10<sup>-5</sup></b>	<b>2.899</b>	<b>W<sub>t</sub> = 2.95*10<sup>-5</sup> . L<sub>t</sub><sup>2.899</sup></b>
<b>Anone (1984)</b>	<b>Méditerranée</b>	<b>1.96*10<sup>-5</sup></b>	<b>3.009</b>	<b>W<sub>t</sub> = 1.96*10<sup>-5</sup> . L<sub>t</sub><sup>3.009</sup></b>
<b>Parrack et Phares (1979)</b>	<b>Atlantique Ouest</b>	<b>2.861*10<sup>-5</sup></b>	<b>2.929</b>	<b>W<sub>t</sub> = 2.861*10<sup>-5</sup> . L<sub>t</sub><sup>2.929</sup></b>
<b>Présent travail</b>	<b>Côtes algériennes</b>	<b>4.672*10<sup>-4</sup></b>	<b>2.385</b>	<b>W<sub>t</sub> = 4.672*10<sup>-4</sup> . L<sub>t</sub><sup>2.385</sup></b>

Si **b** est égal à 3 la croissance est isométrique, c'est à dire que la forme du corps et la densité ne varient pas avec l'âge. En revanche si **b** est significativement différent de 3 la croissance est dite allométrique ; dans ce cas les proportions des différentes partie du corps et la densité ne sont pas les mêmes à tous les âges (Ricker, 1980 *in* Korichi, 1988).

La relation taille-poids obtenue par l'utilisation du Fishparm indique une allometrie minorante de croissance entre la taille et le poids ( $b = 2.385$ ).

Daget et Chauvet (1986 *in* Korichi, 1988) précisent que le seul ajustement par la méthode des moindres rectangles permet la description du nuage de points et permet donc, une comparaison entre sites, saisons ou auteurs.

L'analyse du tableau 10 révèle une différence entre nos résultats et ceux d'autres auteurs, ceci est dû sans doute au manque de jeunes individus dans le calcul des paramètres.

### III-2-3- Croissance pondérale

En prenant compte de l'équation de croissance linéaire et la relation taille-poids, on aboutit à la valeur du poids asymptotique  $W_{\infty}$  :

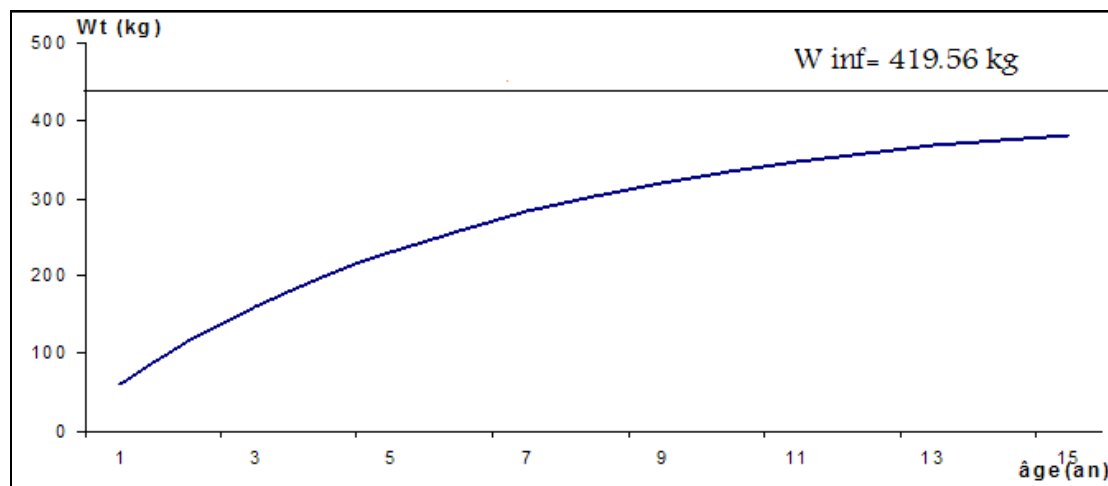
$$\text{Equation de croissance linéaire : } L_t = 313.43 (1 - \exp^{-0.16t})$$

$$\text{Equation de la relation taille-poids : } W_t = 4.672 * 10^{-4} L_t^{2.385}$$

Donc 
$$W_{\infty} = 419.56 \text{ Kg}$$

Ce qui nous permet d'obtenir l'équation de croissance pondérale suivante:

$$W_t = 419.56 (1 - \exp^{-0.16t})^{2.385}$$



**Fig. 8.** Courbe de la croissance relative de *T.thynnus* pêché le long des côtes algériennes.

Le tableau 11 est un tableau récapitulatif des paramètres de croissance du thon rouge *T.thynnus* pêché dans les côtes algériennes pendant la période d'Avril à Mai en 2004.

**Tableau 11.** Tableau résumant les paramètres de croissance de *T.thynnus*.

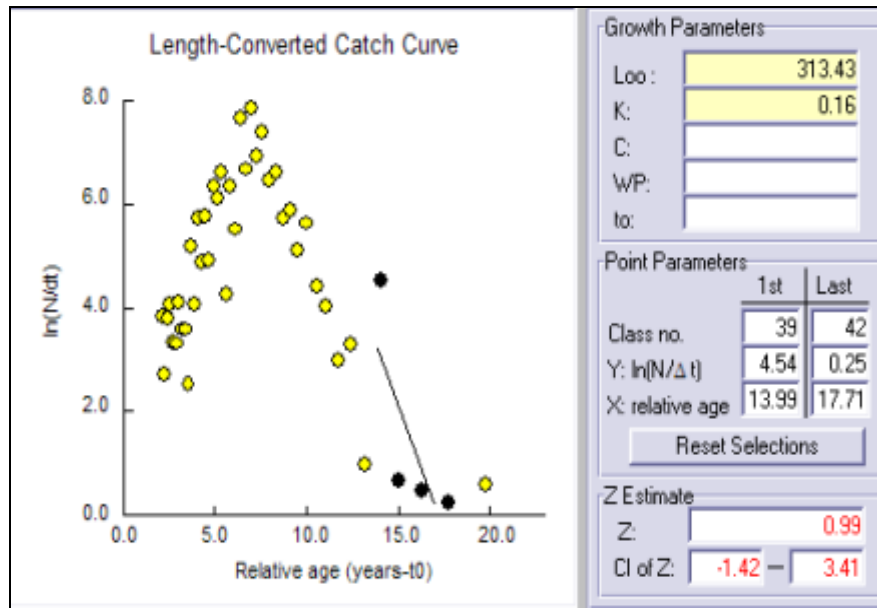
Paramètres	<i>T.thynnus</i>
$L_{\infty}$	313.43 cm
$W_{\infty}$	419.56 Kg
<b>K</b>	0.16 / an
<b>to</b>	0 ans
<b>a</b>	$4.672 \cdot 10^{-4}$
<b>b</b>	2.385

### III-3- Mortalités

#### III-3-1- Mortalité totale Z

Le calcul de Z (méthode de Pauly, 1984a) a été réalisé à l'aide du FISAT II (version 1.2.0, 2004), à partir des distributions des fréquences de tailles.

Les résultats ainsi que la courbe obtenue (les points choisis dans le calcul de la régression sont représentés en noir) pour l'espèce étudiée sont reportés dans la figure 9.



**Fig. 9.** Détermination de la mortalité totale  $Z$  chez *T.thynnus* (FISAT II, version 1.2.0, 2004)

**Tableau 12:** Mortalité totale  $Z$  de *T.thynnus* pêché le long des côtes algériennes.

	$L_{\infty}$ (cm)	$K$ (/an)	$Z$ (/an)
<i>T.thynnus</i>	<b>313.43</b>	<b>0.16</b>	<b>0.99</b>

La valeurs de la mortalité totale  $Z$  obtenue par la méthode de Pauly, reste tributaire du choix des points utilisés pour le calcul de la droite de régression (Taleb *et al.*, 1991).

La valeur de  $Z$  semble être bien estimée du fait qu'elle coïncide à la valeur trouvée par Rodriguez Roda (1964) qui est de 0.91/an.

### III-3-2- Mortalité naturelle $M$

Pour le calcul de la mortalité naturelle  $M$ , seule la méthode de Pauly (1980) a été utilisée du fait que les autres méthodes ont donné des valeurs soit surélevées, soit sous-estimées par rapport à la valeur de  $Z$  par ailleurs calculée.

La relation empirique de Pauly nous donne une mortalité naturelle  $M$  qui de l'ordre de :

$$M = 0.22 \text{ /an}$$

Comme pour plusieurs populations de poissons, le coefficient de mortalité naturelle n'est pas très bien connu, par contre, il est connu que :

- un poisson à longévité longue a de faible variation de M par rapport au poisson de longévité courte,
- les valeurs de M sont plus fortes pendant le stade juvénile que pendant le stade adulte, et
- M varie avec la densité de la population, la taille, le sexe, la prédation et l'environnement.

Il est vrai que la mortalité naturelle pour un thon rouge est faible du fait que ce grand pélagique ne subit aucune prédation et que les variations de température ne l'affectent pas d'une manière considérable.

Le thon rouge est un grand migrateur, la compétition et le cannibalisme dus à la nourriture et/ou à l'habitat sont supposés être plus faible que chez d'autres espèces du même genre. La prédation pourrait être le fait des grands requins pélagique ou des baleines tueuses. Des observations historiques et des récentes études ont démontré la prédation des baleines à l'entrée du détroit de Gibraltar lorsque les thons empruntent ce chemin pour leurs migrations. (Fromentin et E-Powers, 2005).

Les opérations de marquage ont montré que le coefficient de mortalité naturelle pour les juvéniles est élevé (0.24 à 0.49/ an) par rapport à celui des adultes (0.1/ an), (ICCAT, 2003). En effet, il y a des réalités biologiques tout à fait admises qui suggèrent que les poissons très jeunes subissent des taux de prédation plus forts que les poissons plus âgés et donc de taille plus grande. Cependant, une grande partie des modèles d'évaluation utilisés en Méditerranée supposent que M est un paramètre constant au travers de toutes les étapes de la vie des poissons. De là que les estimateurs de la biomasse ainsi que d'autres variables d'output utilisées pour les évaluations soient faussées par une vision aussi simpliste (Caddy et Bouaziz, 1998 in Bouaziz, 2007).

L'absence de données sur la mortalité du thon rouge *T.thynnus* en Atlantique Est et en Méditerranée met les scientifique devant l'obligation d'utiliser la mortalité naturelle de *Thunnus maccoyii* comme référence qui est de 0.14/ an (ICCAT, 1999).

En comparant notre résultat (0.22/an) avec cette référence utilisée par l'ICCAT (0.14/an), on pourrait dire que la différence n'est pas grande et que notre résultat est légèrement surestimé, cela pourrait être du à la différence de méthode utilisées, la région d'étude donc de température, puisque *T.maccoyii* est un thon du sud.

### **III-3-3- Mortalité par pêche et taux d'exploitation**

Connaissant la mortalité totale Z et la mortalité naturelle M, donc nous pouvons déduire F qui est de l'ordre de :

$$\mathbf{F = 0.77 /an}$$

D'où :

$$\mathbf{E = 0.77 /an}$$

## 4- Exploitation

Le tableau 13 récapitule toutes les données d'entrée utilisées pour le calcul de V.P.A faite a l'aide du V.I.T (Leonart et Salat, 1997).

**Tableau 13.** Données nécessaires pour le calcul de la VPA pour le thon rouge pêché le long des côtes algériennes.

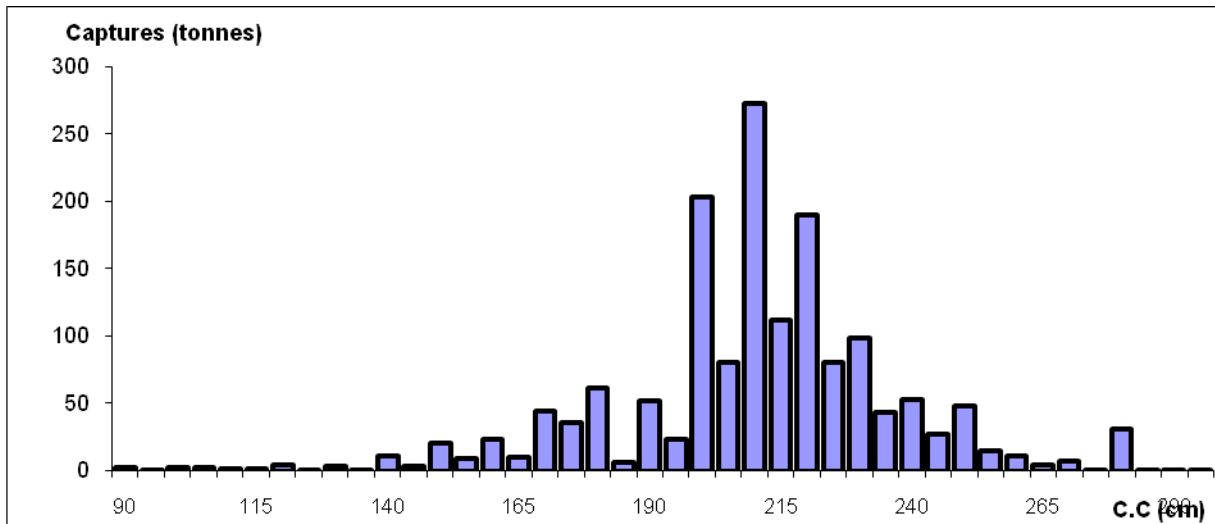
Centre de classe (cm)	Effectif	Clé âge-longueur										
		Age (an)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
90	3											
95	1											
100	3											
105	4	Taille (cm)	87.5	105.5	119.4	141.0	160.1	178.4	201.01	219.4	232.2	268.2
110	2											
115	2											
120	6	<b>Equation de la croissance linéaire</b>										
125	1	$L_t = 313.43 (1 - \exp^{-0.16t})$										
130	5											
135	1											
140	15											
145	5											
150	27	<b>Relation taille-poids</b>										
155	12	$W_t = 4.672 * 10^{-4} L_t^{2.385}$										
160	30											
165	13											
170	57											
175	47											
180	79											
185	8											
190	67	<b>Mortalités (/an)</b>										
195	30	$M = 0.22, F = 0.77, Z = 0.99.$										
200	262											
205	104											
210	352											
215	145											
220	245											
225	104	<b>Taille de la première maturité sexuelle</b>										
230	128	<b>(tout sexe confondus)</b>										
235	56	$L_{50} = 115 \text{ cm}$										
240	69											
245	35											
250	63											
255	20	<b>La production du thon rouge pêché le long des côtes algériennes est de:</b>										
260	15	<b>267 tonnes</b>										
265	6											
270	9											
275	1											
280	40											
285	1											
290	1											
300	2											

### III-4-1- Captures en nombres d'individu et en poids:

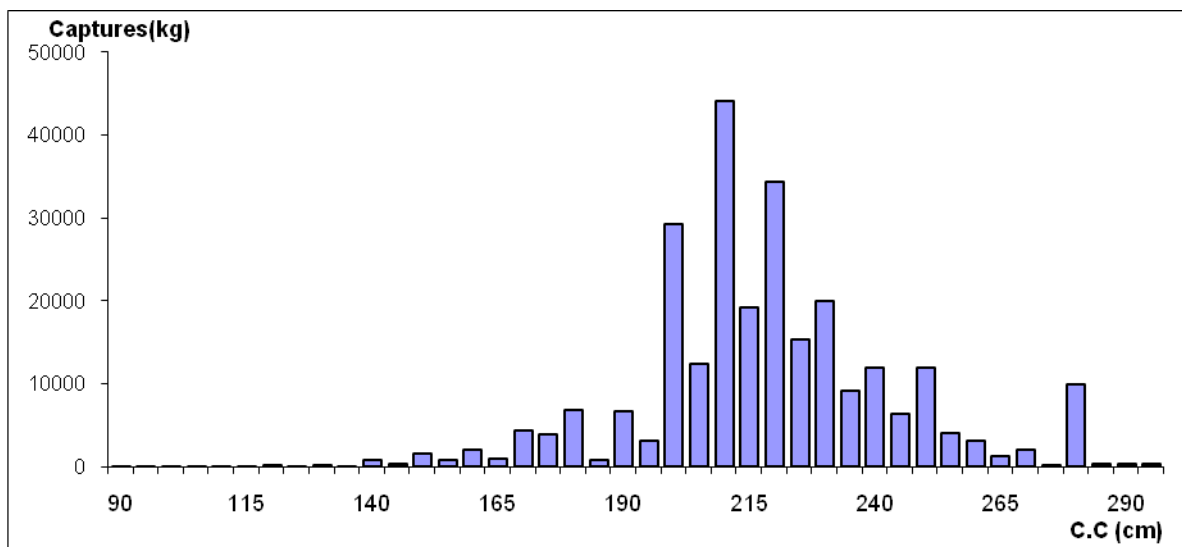
Au regard des résultats des captures en nombre d'individus et en poids par classes de tailles (Tableau 14, Figures 10 et 11), l'exploitation de *Thunnus thynnus* se fait essentiellement sur les âges 8 et 9. Ce sont les individus appartenant à la classe de tailles 210 cm. Leur poids total moyen est de 44 tonnes. La taille moyenne et l'âge moyen de capture de *Thunnus thynnus* sont respectivement de 210 cm et de 7.16 ans.

**Tableau 14.** Captures en nombre d'individus et en poids en fonction de la taille de *T.thynnus* pêché le long des côtes algériennes, obtenues par la VPA.

C.C (cm)	Captures (individus)	Captures en poids (g)	C.C (cm)	Captures (individus)	Captures en poids (g)
90	2320.66	49971.27	195	23206.63	3158063.94
95	773.55	18948.96	200	202671.21	29281975.9
100	2324.66	64242.05	205	80449.64	12332268.3
105	3094.22	96223.48	<b>210</b>	<b>272291.10</b>	<b>44174747.1</b>
110	1547.11	53755.91	215	112165.37	19257003.8
115	1547.11	59766.69	220	189520.79	34351255
120	4641.33	198450.52	225	80449.64	15392324.1
125	773.55	36456.89	230	99014.94	19957163.6
130	3867.77	200154.27	235	43319.04	9194568.44
135	773.55	43800.84	240	53375.24	11908954.9
140	11603.31	716520.54	245	27074.40	6347027.33
145	3867.77	259690.5	250	48733.92	11979685.7
150	20885.96	1520358.47	255	15471.09	3989752.81
155	9282.65	730688.64	260	11603.31	3134194.01
160	23206.63	1970341.16	265	4641.33	1312275.34
165	10056.21	918859.08	270	6961.99	2057635.64
170	44092.59	4325763.84	275	773.55	238951.59
175	36357.05	3822201.58	280	30942.17	9901021.74
180	61110.79	6870580.38	285	773.55	259837.69
185	6188.43	742825.01	290	773.55	270282.06
190	51828.13	6628921	300	773.55	264572.12



**Fig. 10.** Captures en nombre d'individus en fonction de la taille de *T.thynnus* pêché le long des côtes algériennes



**Fig. 11.** Capture en poids en fonction de la taille de *T.thynnus* pêché le long des côtes algériennes

### III-4-2- Analyse de la V.P.A

#### III-4-2-1- Analyse de la biomasse

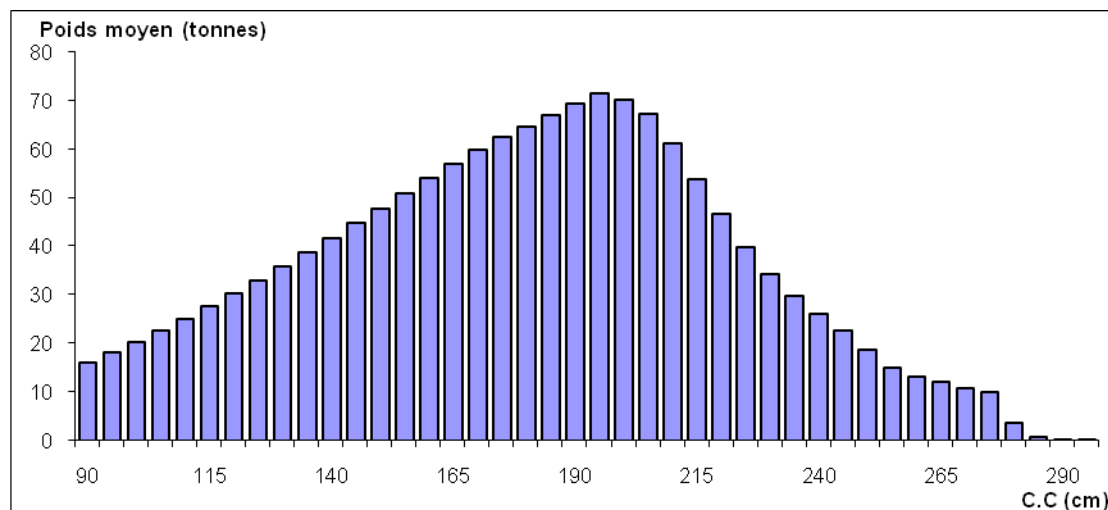
La biomasse exploitable du stock de *Thunnus thynnus* pêché le long des côtes algériennes est de l'ordre de 1497 tonnes. Ce stock est composé de 42 classes de tailles allant de 90 cm à 300 cm. La taille moyenne du stock est de 152.92 cm, à qui correspond un âge moyen de 4.44 ans. La longueur et l'âge critiques du stock sont de 177.5 cm et de 5.22 ans. Si le stock était vierge ces deux variables seraient de 197.5 cm et 6.21 ans (Tableau15).

Le tableau 15 représente les résultats de la biomasse obtenus par la V.P.A de thon rouge pêché le long des côtes algériennes suite à l'utilisation du programme VIT (Lleonart et Salat, 1997).

**Tableau 15.** Résultats de la biomasse obtenus par la V.P.A pour *T.thynnus*.

C.C (cm)	nombre moyen	Poids moyen (g)	C.C (cm)	nombre moyen	Poids moyen (g)
90	748735.18	16122657.2	195	525811.31	71554805.7
95	742190.44	18180670.4	200	486178.61	70243178.8
100	735549.01	20361932.1	205	439266.05	67335870.7
105	728639.04	22659102.8	210	378020.82	61327653
110	721685.07	25075705.7	215	313812.99	53876682.6
115	714741.83	27611350.4	220	257847.88	46735760.7
120	707439.81	30248212.6	225	208118.77	39819090.2
125	700088.69	32994530	230	170924.77	34451098.4
130	692672.12	35845264	235	140640.89	29851361.1
135	685134.82	38794280.1	240	117308.98	26173695.1
140	676764.34	41791126.3	245	97176.20	22780931.3
145	667983.56	44849856.2	250	76081.38	18702190.2
150	658134.83	47907811.1	255	58410.06	15063047.1
155	647615.36	50977375.1	260	49104.68	13263763.2
160	636614.12	54051240.5	265	42585.05	12040376.2
165	625353.31	57139377.7	270	36930.65	10914959.2
170	611538.11	59995779.7	275	32567.49	10060127.8
175	594609.51	62511051.6	280	11924.73	3815732.6
180	575265.95	64676159.9	285	2100.41	705530.41
185	559252.42	67129532.6	290	1004.62	351015.66
190	543710.82	69541689.2	300	900.50	301268.74

**Biomasse: 1497 tonnes**



**Fig.12.** Variation du poids moyen en fonction de la taille du thon rouge pêché le long des côtes algériennes.

Le tableau 16 représente les différentes valeurs des âges et longueurs obtenus grâce au V.I.T (Leonart et Salat, 1997), caractérisant l'échantillonnage du thon rouge fait le long des côtes algériennes durant la période Avril-Mai en 2004.

**Tableau 16.** Différents types d'âges et de tailles obtenus par la VPA pour *T.thynnus*.

Paramètres	Résultats
Age moyen du stock actuel (an)	4.44
Age critique du stock actuel (an)	5.22
Age critique du stock vierge (an)	6.21
Taille moyenne du stock actuel (cm)	152.92
Taille critique du stock actuel (cm)	177.5
Taille critique du stock vierge (cm)	197.5

Le tableau 17 représente les différentes caractéristiques de la biomasse de thon rouge pêché sur les côtes algériennes.

**Tableau 17.** Caractéristique de la biomasse de *T.thynnus* pêché le long des côtes algériennes.

Production	267 tonnes
Recrutement	5.4 tonnes
Biomasse moyenne	1497 tonnes
Biomasse féconde	1310 tonnes
Biomasse équilibrée	597 tonnes
Renouvellement	39.88%

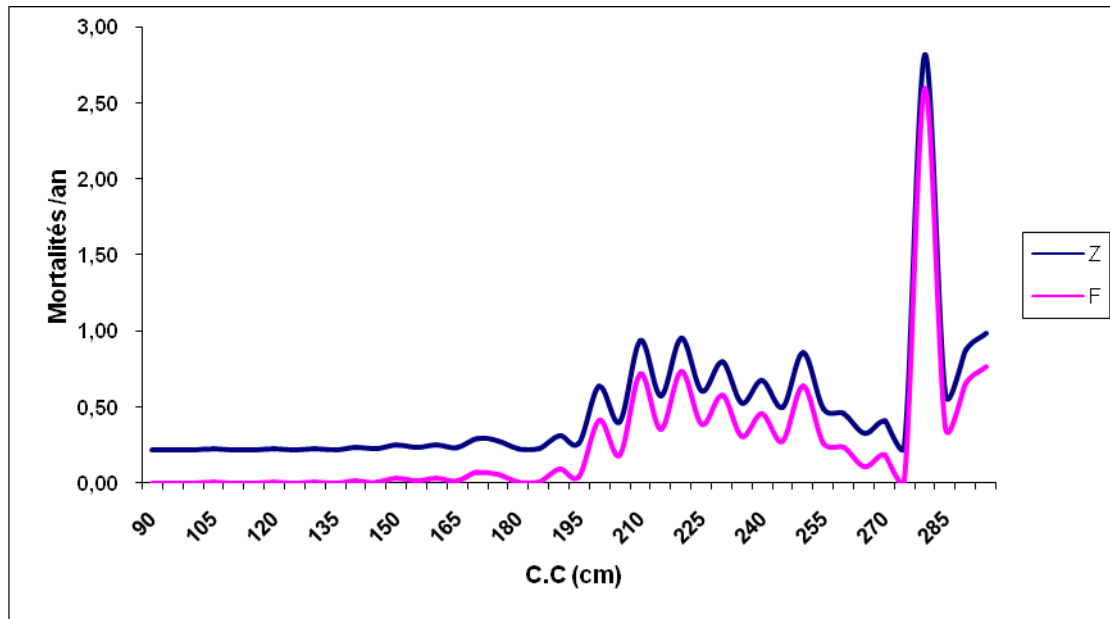
### III-4-2-2- Analyse des mortalités par pêche F

La mortalité par pêche reste très faible jusqu'à nulle pour les tailles allant de 90 à 195 cm, la mortalité totale est presque égale à la mortalité naturelle, ses classes de tailles ne subissent pas d'exploitation puisque ses individus pourraient ne pas être encore recrutés. La mortalité par pêche est exprimée dès la taille de 200 cm avec une valeur de 0.417/an, c'est le début de l'exploitation, dès cette longueur une fluctuation se voit jusqu'à la taille maximum de 300 cm avec un pic qui se distingue à la taille 280 cm correspondant à une valeur de 2.595/an. Ceci pourrait s'expliquer par une grande vulnérabilité à l'engin de pêche (Tableau 18, figure 13). Ceci correspond parfaitement à la conclusion du Comité Permanent pour la Recherche et les Statistiques (SCRS) de l'ICCAT qui a indiqué que la mortalité par pêche s'effectue surtout sur les grands poissons. (ICCAT, 2006-2007).

**Tableau 18.** Mortalités par pêche et totale obtenues par la V.P.A. pour le thon rouge pêché le long des côtes algériennes.

C.C (cm)	Z (/an)	F (/an)
90	0.22	0.003
95	0.22	0.001
100	0.22	0.003
105	0.22	0.004
110	0.22	0.002
115	0.22	0.002
120	0.23	0.007
125	0.22	0.001
130	0.23	0.006
135	0.22	0.001
140	0.24	0.017
145	0.23	0.006
150	0.25	0.032
155	0.23	0.014
160	0.26	0.036
165	0.24	0.016
170	0.29	0.072
175	0.28	0.061
180	0.23	0.006
185	0.23	0.011
190	0.32	0.095

C.C (cm)	Z (/an)	F (/an)
195	0.26	0.044
200	0.64	0.417
205	0.40	0.183
210	0.94	0.72
215	0.58	0.357
220	0.96	0.735
225	0.61	0.387
230	0.80	0.579
235	0.53	0.308
240	0.68	0.455
245	0.50	0.279
250	0.86	0.641
255	0.49	0.265
260	0.46	0.236
265	0.33	0.109
270	0.41	0.189
275	0.24	0.024
280	2.82	2.595
285	0.59	0.368
290	0.88	0.66
300	0.99	0.77



**Fig.13.** Mortalités par pêche et totale obtenues par V.P.A en fonction des classes d'âges pour *T.thynnus* pêché le long des côtes algériennes.

### III-4-3-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 effectif à l'âge de recrutement et ont toutes subi le même régime d'exploitation. Dans ce cas, les captures de chaque année sont égales aux captures que permet une cohorte au long de son existence exploitée (Laurec et Le Guen, 1981 *in* Bouaziz, 2007).

La biomasse totale équilibrée du thon rouge *T.thynnus* de la côte algérienne, estimée à 597 tonnes environ, est due à la croissance qui est de l'ordre de 487 tonnes, soit 81.68 %, devant le recrutement qui ne représente que 109 tonnes, soit 18.32 %. En revanche, les pertes sont presque égales entre la mortalité naturelle (M) qui est estimée à 329 tonnes, ce qui représente 55.16 % et la mortalité par pêche (F) dont le pourcentage est de 44.84% ou 267 tonnes. Le taux de renouvellement de *T.thynnus* ou "turnover", rapport entre la biomasse totale équilibrée et la biomasse moyenne, est de 39.88 %. Ce résultat signifie un mauvais renouvellement du stock.

<b>Entrées</b>		<b>Sorties</b>
<b>Croissance</b> <b>487 tonnes</b> <b>81.68%</b>	<b>Biomasse équilibrée</b> <b>597 tonnes</b>	<b>Mortalité naturelle</b> <b>M</b> <b>329 tonnes</b> <b>55.16%</b>
<b>Recrutement</b> <b>109 tonnes</b> <b>18.32%</b>		<b>Mortalité par pêche</b> <b>267 tonnes</b> <b>44.84%</b>

**Fig. 14.** Diagramme des entrées et des sorties de la biomasse totale équilibrée de *T. thynnus* pêché le long des côtes algériennes.

#### III-4-4-Rendements et biomasses par recrue

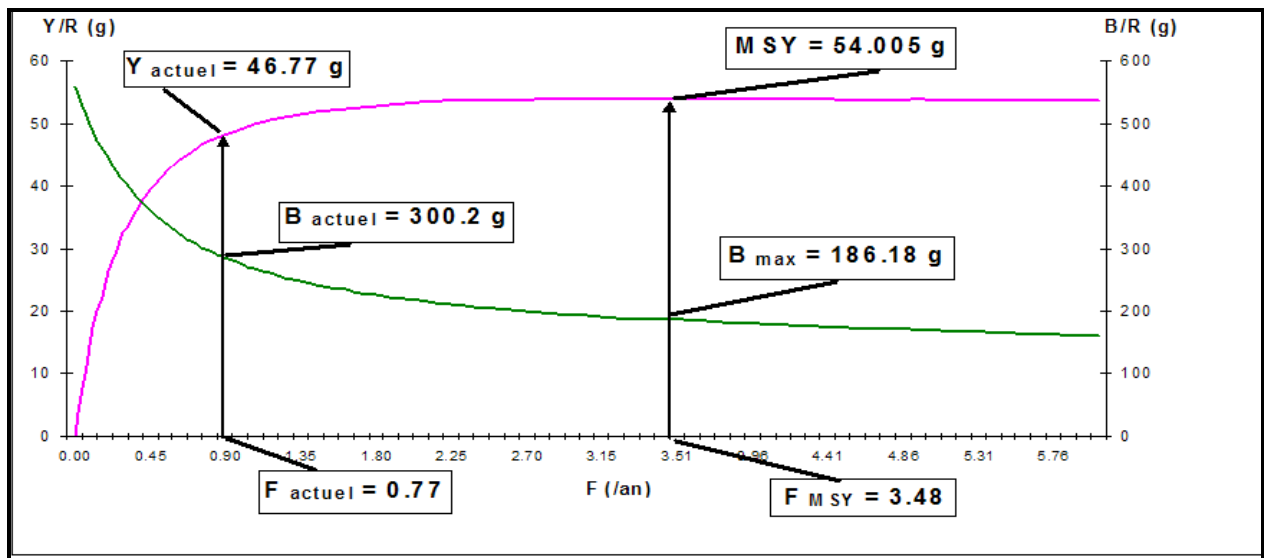
Les résultats du rendement et de la biomasse par recrue proviennent à partir des données de l'analyse de la V.P.A. L'examen de l'évolution du rendement et de la biomasse par recrue en fonction de la mortalité par pêche (F) révèle un état de sous-exploitation : le rendement par recrue actuel ( $Y/R = 46.77$  g) demeure inférieur au seuil de la production maximale équilibrée ( $MSY = 54.005$  g).

La biomasse par recrue actuel est de l'ordre de 300.2 g qui correspond à la valeur de F de 0.77/ an, par rapport à la biomasse par recrue qui est de l'ordre de 186.18 g correspondant à F (MSY).

L'analyse du tableau 19 et de la figure 14, montrant les valeurs du rendement par recrue et de la biomasse par recrue du cas actuel et du cas maximum équilibré (MSY), révèle que la pêche effectuée ne représente pas le meilleur rendement possible.

**Tableau 19.** Différentes valeur de Y/R et B/R en fonction de la mortalité par pêche.

<b>Type de F</b>	<b>F (/an)</b>	<b>Y/R (g)</b>	<b>B/R (g)</b>
<b>F<sub>0</sub></b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>560.03</b>
<b>F<sub>actuel</sub></b>	<b>0.77</b>	<b>46.77</b>	<b>300.2</b>
<b>F<sub>MSY</sub></b>	<b>3.48</b>	<b>54.005</b>	<b>186.18</b>



**Fig. 15:** Rendement et biomasse par recrue de *T.thynnus* pêché le long des côtes algériennes.

La longueur moyenne de capture, estimée à 210 cm pour un âge de 7.16 ans, demeure largement supérieure à la taille de première maturité sexuelle ( $L_{50}$ ) sexes confondus qui est de l'ordre de 115 cm. Il ressort de cette analyse que les jeunes individus sont épargnés d'une surexploitation par le recrutement. De plus, les individus matures ne présentent pas le risque d'une surpêche par la croissance du fait qu'ils ont déjà pondu au moins une fois dans leur vie, assurant ainsi la pérennité du stock. Ceci est étayé par leur taux élevé de la biomasse du stock reproducteur, "SSB, Spawning Stock Biomass" estimée à 1310 tonnes en moyenne, soit 87.54 % de la biomasse moyenne qui est de l'ordre de 1497 tonnes.

L'analyse de la figure 14, 15 et du tableau 20 montre une sous-exploitation du stock de thon rouge qui empreinte la côte algérienne lors de sa migration dans le but de sa reproduction, cela n'est pas une conclusion qui pourrait s'appliquer au stock tout entier faute de manque de précision concernant le chemin exacte de la migration, car savoir si le stock en entier suit le même itinéraire et que l'échantillonnage effectué représente la population, ou si le stock se divise en plusieurs axes lors de la migration pour atteindre les différentes zones de pontes connues, et dans ce cas, l'échantillon ne représente qu'une partie indéterminée du stock migrant, nous aiderait à mieux cerner l'étude effectuée et savoir avec précision le pourcentage de fiabilité des résultats.

## *Conclusion*

Jusqu'à présent, le thon rouge a fait l'objet de peu d'études dans le bassin algérien, cette présente étude a été menée dans le but d'une estimation, avec un degré de précision le plus élevé possible, de la biomasse de thon rouge *T.thynnus* qui sillonne notre côte pour rejoindre ses zones de ponte.

Cette étude aboutit à une clé âge-longueur de 10 âges allant de 2 à 11 ans avec des tailles moyennes allant de 87.50 cm pour l'âge 2 jusqu'à 268.28 cm pour l'âge 11, ce qui correspond parfaitement avec quelques auteurs étudiant la même espèce dans la même zone.

L'équation de croissance linéaire de von Bertalanffy (1938) nous donne une valeur de la longueur asymptotique de 313.43 cm, le paramètre de courbure K qui détermine la vitesse du poisson à atteindre sa longueur asymptotique est de 0.16/an ce qui correspond aux paramètres de croissance trouvés par Rodriguez Roda (1964, 1969) en Atlantique Est, Farrugio (1981) en Méditerranée et Cort (1991) en Atlantique Est.

Pour ce qui est de la mortalité totale Z, la valeur trouvée par la méthode des courbes de capture qui est de 0.99/an est satisfaisante et correspond à la valeur que Rodriguez Roda (1964) qui est de 0.91/an a trouvé en Atlantique Est.

Pour ce qui est du coefficient de mortalité naturelle M, le manque de données a été ressenti, la valeur faible trouvée grâce à l'équation empirique de Pauly est de 0.22/an.

Concernant l'étude de l'exploitation, le VIT (Leonart et Salat, 1997), vivement recommandé par la FAO pour les pêcheries méditerranéennes a été introduit pour évaluer la biomasse exploitable, le rendement par recrue et la biomasse par recrue.

Les résultats de cette application révèlent que la biomasse moyenne exploitable du stock de *Thunnus thynnus* qui passe par la côte algérienne, composée de 42 classes de taille allant de 90 cm à 300 cm, est de 1497 tonnes comprenant un pourcentage de 87.54% de reproducteurs soit 1310 tonnes. La longueur moyenne de capture est de 210 cm pour un âge de 7.16 ans ce qui est largement supérieur à la taille et l'âge de première capture.

Le rendement par recrue est de 46.77 g qui correspond à une valeur de la pression de pêche de 0.77/an pour un MSY de 54.005 g qui correspond quand à lui à une valeur de  $F_{MSY}$  de 3.48/an.

Le stock est considéré comme sous-exploité, mais l'augmentation de l'effort de pêche pour arriver à la valeur optimale de rendement n'est pas très recommandée

En conclusion, le manque de données sur les mortalités et la migration précise du thon rouge nous laisse dans le besoin de nouvelles études sur ce thème pour arriver à une conclusion générale sur le sujet, c'est pour cela que la Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés d'Atlantique, en 2007, a décidée d'inclure d'autres recommandations à savoir :

- il faut améliorer les données de base sur les prises (statistiques de prises, statistiques associées à l'élevage de thon rouge, données des fréquences de taille et données de prise et d'effort);

- il faut réaliser des recherches sur l'identification du stock comprenant la fidélité au lieu de ponte et les échanges, ainsi que des expériences de marquage à grande échelle comprenant le marquage électronique, les analyses des marqueurs biologiques et des micro-éléments; et

- il faut déterminer des paramètres biologiques, notamment la mortalité naturelle et la biologie de reproduction.

## *Bibliographie*

- **Arena P.**, 1979: Aspects biologiques et comportements des concentrations génétiques du thon rouge en Méditerranée. Le thon rouge en Méditerranée, biologie, pêche et aquaculture, Centre National pour l'Exploitation des océans, N° 8, 1979: 222p.
- **Bouaziz A.**, 2006 : Estimation du Point de Référence Biologique,  $F_{0,1}$  de *Sardinella aurita* de la région centre de la côte algérienne. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 131 (2) : 97-106.
- **Bouaziz A.**, 2007: La sardinelle (*Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847) des côtes algériennes: distribution, biologie et estimation des biomasses. Thèse de doctorat d'état, option Océanologie, USTHB (Alger) : 135p + annexes.
- **Cadima Emygdio L.**, 2002: Manuel dévaluation des ressources halieutiques. Organisations des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture: 160 p.
- **Fonteneau A.**, 1997: Le thon rouge de l'Atlantique: un future menacé?, Conférence journée thon rouge, M'diq, 14 juillet 1997.
- **Fromentin J-M., E Powers J.**, 2005: Atlantic bluefin tuna: population dynamics, ecology, fisheries and management. IFREMER. National Marine Fisheries Service: 58 p.
- **Fromentin J-M.**, 2006: Thon rouge de l'Atlantique, Field manual, International Commission for the Conservation on Atlantic Tunas, Chapitre 2.1.5.
- **Gayanilo F.C. et al.**, 2004 : FISAT user's guide. FISAT II. En ligne : <http://www.fao.org/fi/statist/fisoft/downloads>.
- **Hemida F.**, 2005: Les Sélaciens de la côte algériennes: biosystématique des requins et des raies; Ecologie, Reproduction et exploitation de quelques populations capturées. Thèse de doctorat d'état, option Océanologie, USTHB (Alger) : 232p + annexes.
- **ICCAT**, 2002: Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique. Rapport de la partie biennale 2000- 2001, 2<sup>ème</sup> partie 2001, Volume 1. Madrid Espagne. Version française: 587 p.
- **ICCAT**, 2003 : Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique. Rapport de la période biennale, 2002-2003, 1<sup>ère</sup> partie 2002, Volume 2. Madrid Espagne. Version française: 228 p.
- **ICCAT**, 2003: Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique. Rapport de la période biennale, 2002-2003, 1<sup>ère</sup> partie 2002, Volume 1. Madrid Espagne. Version française: 367 p.
- **ICCAT**, 2004: Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique. Rapport de la période biennale 2003-2003, 2<sup>ème</sup> partie 2003, Volume 2. Madrid Espagne. Version française: 232 p.

- **ICCAT**, 2007: Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique. Rapport de la période biennale, 2006-2007, 1<sup>ère</sup> partie 2006, Volume 1. Madrid Espagne. Version française: 307 p.
- **Korichi H.S.**, 1988: Contribution à l'étude de la biologie de deux espèces de saurels: *Trachurus trachurus* (Linné, 1758) et *Trachurus méditerranéus* (Steindachner, 1868) et de la dynamique de *Trachurus trachurus* dans la baie de Bou Ismail (Algérie). Thèse de magister en halieutique, ISMAL : 260 p +annexes.
- **Laubier A.**, 2003: Exploitation et surexploitation des ressources marines vivantes. Rapp. Scien. Tech. N° 17 : 495 p.
- **Leonart J. & Salat J.**, 1997 : VIT : software for fishery analysis. User's manuel. En ligne : <http://www.faocopemed.org/es/activ/infodif/vit.htm>.
- **Lutcavage et al.**, 2000: Tracking adult North Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the North western Atlantic using ultrasonic telemetry: 156p.
- **Pauly D.**, 1983 : Some Simple Méthodes for the Assesment of Tropical Fish Stocks : *FAO Fish. Tech. Pap.* (234) : 1-52.
- **Pauly D., Moreau J.**, 1997: méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques. ICLAMP. Cepadués *ed.* : 288p.
- **Piccinetti C. et Piccinetti Manfrin G.**, 1979: Présence des œufs et larves de thonidés en fonction des concentrations hydrologiques en Méditerranée. Le thon rouge en Méditerranée, biologie, pêche et aquaculture, Centre National pour l'Exploitation des océans, N° 8, 1979: 222p.
- **Quéro J-C.**, 1997: les poisons de mer des pêcheries françaises, identification, inventaire et répartition de 209 espèces, édition Delachaux et Niestlé: 304p.
- **Ravier-Mailly C.**, 2003: Fluctuations à long terme du thon rouge, validité, origines et conséquences. Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes. Thèse de Doctorat : 144p + annexes.
- **Rodriguez-Roda J.**, 1964: Biología del Atun, *Thunnus thynnus* (L.), de la costa sud atlantica de España : 139 p +annexes.
- **Royer F.**, 2005: Contribution à l'étude de la dynamique du thon rouge de l'Atlantique, approches écologiques et océanographiques : Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes. Thèse de Doctorat : 142 p + annexes.
- **Saila B., et al.**, 1994 : FISHPARM : a Microcomputer Program for Parameter Estimation of Nonlinear Models in Fishery Science. Old Dominion University Oceanography Technical Report 87-10 : 18p.

- **Sidibé A.**, 2003: Les ressources halieutiques demérsales côtières de la Guinée: Exploitation, biologie et dynamique des principales espèces de la communauté a Scianides. Thèse de Doctorat. Mauritanie : 320 p.
- **Sparre et Venema C.**, 1996: Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. Première partie: Manuel. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture: 401 p.
- **Sparre et Venema C.**, 1996: Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. Deuxième partie: Exercices. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture: 94 p.
- **Taleb A., Sebbane A.**, 1991: L'espadon *Xiphias gladius* (L. 1758) en Algérie. Elements de biologie, dynamique et statiques. Ingenieur d'état en halieutique. ISMAL : 200 p + annexes.