

## EVALUATION DU STOCK DE THON ROUGE (*THUNNUS THYNNUS*) EN ALGERIE

N. Labidi<sup>1,2</sup> et A. Nouar<sup>2</sup>

### SUMMARY

*This study used catch data from commercial fishing trips for large highly migratory fish carried out by Japanese longliners in waters under national Algerian jurisdiction. From 1995 to 2009 and for the period from 15 April to 31 May, these vessels catch bluefin tuna, Thunnus thynnus (Linnaeus, 1758). In considering the scientific information relative to the 2005-2009 period, the level of exploitation thus estimated using two approaches, the Beverton and Holt analytical model (1966) and Jones (1983) virtual population analysis, seems to indicate that the exploitation of the stock of bluefin tuna is at an optimal level.*

### RÉSUMÉ

*Cette étude est entreprise à partir des données de capture des campagnes de pêche commerciale des grands migrateurs halieutiques effectuées par des palangriers japonais dans les eaux sous juridiction nationale algérienne. De 1995 à 2009 et pour la période allant du 15 avril au 31 mai, ces navires capturent des individus de thon rouge Thunnus thynnus (Linnaeus, 1758). En considérant les informations scientifiques relatives à la période 2005-2009, le niveau d'exploitation ainsi estimé à l'aide de deux approches : le modèle analytique de Beverton et Holt (1966) et l'analyse des populations virtuelles de Jones (1983), semble indiquer que l'exploitation du stock de thon rouge se situe à un niveau optimal.*

### RESUMEN

*Este estudio se ha realizado a partir de datos de captura de campañas de pesca comercial de grandes migradores efectuadas por palangreros japoneses en aguas bajo jurisdicción nacional de Argelia. Desde 1995 a 2009 y para el periodo que va desde el 15 de abril al 31 de mayo, estos buques capturan ejemplares de atún rojo, Thunnus thynnus (Linnaeus, 1758). Considerando la información científica relativa al periodo 2005-2009, el nivel de explotación estimado con ayuda de dos enfoques, el modelo analítico de Beverton-Holt (1966) y el análisis de población virtual de Jones (1983), parece indicar que la explotación del stock de atún rojo se encuentra en un nivel óptimo.*

### KEYWORDS

*Migratory fish, Thunnus thynnus, longline fishery, stock assessment, analytical models, Algerian coast*

### 1. Introduction

Les séries agrégées de captures de thon rouge par les madragues (Ravier, 2003) révèlent que la pêche au thon rouge en Algérie est une activité très ancienne.

Aujourd'hui, avec la disparition de la madrague comme engin de pêche, la pêche au thon rouge (*Thunnus thynnus*) est considérée comme accessoire. Cette espèce est capturée accidentellement par des petits navires ciblant principalement l'espadon (*Xaphias gladius*).

N'ayant pas les moyens et la technologie nécessaires pour l'exploitation du thon rouge, l'Algérie durant de nombreuses années (de 1995 à 2009) a eu recours à l'affrètement et depuis, des palangriers (longs-ligneurs)

<sup>1</sup> Laboratoire Halieutique, FSB-USTHB, N°32 El-Alia Bab Ezzouar 16111, Alger, Algérie.

<sup>2</sup> Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture, Bou Ismail, Tipaza, Algérie. E-mail: naciba.labidi@gmail.co

japonais exercent dans les eaux algériennes à partir de la mi-avril jusqu'au 31 mai de chaque année jusqu'à la suspension de toute activité d'affrètement en janvier 2010 par la Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique (ICCAT).

Ainsi, les informations scientifiques et techniques collectées lors de ces campagnes de pêche commerciale entre 2005 et 2009 durant une période de 45 jours (du 15 avril au 31 mai), ont servi pour une étude dont le principal objectif est la détermination des indices de croissances et d'exploitation du thon rouge au niveau des côtes algériennes. Les résultats obtenus contribuent à la connaissance de cette espèce aussi bien en Atlantique, en Méditerranée et particulièrement sur les côtes algériennes au début du printemps et à la fin de l'été, période qui correspond au passage du thon rouge.

## 2. Matériel et méthodes

Dans la présente étude d'exploitation, réalisée à sexes confondus, le choix a été porté sur l'application des modèles analytiques qui tiennent compte des paramètres biologiques de l'espèce étudiée (Laurec et Le Guen, 1981). Ces derniers, offrent actuellement les seules perspectives intéressantes pour l'analyse et la compréhension des pêcheries.

Deux approches ont été considérées. Il s'agit du modèle du rendement relatif par recrue ( $Y'/R$ ) de Beverton et Holt (1966), qui permet de déterminer le rapport entre le rendement et l'effort de pêche pour différentes tailles de première capture ( $L_c$ ) ainsi que l'analyse des populations virtuelles fondée sur la longueur (VPA), une méthode qui consiste à analyser à partir de ce que l'on peut observer, les captures, de manière à estimer la population qui devrait se trouver en mer pour produire cette capture (Jones, 1983). L'expression de  $Y'/R$  est :

$$Y'/R = E U^{M/K} [1 - 3U / (1+m) + 3U^2 / (1+2m) - U^3 / (1+3m)]$$

Avec

$$m = (1-E) / (M/K) \text{ et } U = 1 - (L_c / L_\infty)$$

Ces modèles d'évaluation nécessitent la détermination d'un certain nombre de paramètres, tels que les coefficients de mortalité, la taille de sélection ainsi que les paramètres de la croissance.

Les paramètres de croissance de Von Bertalanffy  $K$  et  $L_\infty$  ont été déterminés par la méthode de Powell-Wetherall (1979 *in* Sparre et Venema, 1996) basée sur une distribution de fréquence de taille réalisée à partir de 11738 individus.

Le coefficient de mortalité naturelle  $M$  retenu dans la présente étude est celui calculé par la méthode de Pauly (1980), qui fournit une valeur du ratio  $M/K$  comprise dans les limites [1,5 - 2,5], fixées par Beverton et Holt (1959).

Après avoir obtenu la valeur de la mortalité naturelle  $M$  et celle de la mortalité totale  $Z$  par la méthode de Powell-Wetherall, la détermination de la mortalité par pêche  $F$  a été effectuée à partir de la relation suivante :

$$F = Z - M$$

Le taux d'exploitation  $E$  correspondant à  $F/Z$  a été ainsi déduit.

Quand à l'étude de la sélectivité de l'engin de pêche, la détermination de la taille de première capture  $L_c$ , s'est basée sur l'application des méthodes utilisées pour une sélection de type chalut (Ralston, 1982 *in* Sparre et Venema, 1996) du fait que la taille des hameçons est la même. A noter, qu'en absence de la pratique de la double poche et des traits alternés, le calcul des tailles de capture a été ainsi réalisé par la méthode de Pauly (1984 a et b).

L'ensemble des calculs ont été réalisés en faisant recours au logiciel STATISTICA version 5,1 (StatSoft, 1997), FISAT II (Gayanilo et *al.*, 2005) et le VIT win4 (Leonart et Salat, 2000).

### 3. Résultats et discussion

La distribution de fréquence de taille obtenue à partir 11738 individus à sexes confondus est consignée dans le **Tableau 1** alors que le **Tableau 2**, résume l'essentiel des données utilisées pour l'application des modèles analytiques considérés pour l'estimation du niveau d'exploitation de *Thunnus thynnus*.

Les **Figures 1, 2 et 3** illustrent respectivement les résultats de  $L_{\infty}$ ,  $Z$  ainsi que les probabilités de captures en fonction des centres de classe de taille.

#### 3.1 Evaluation des rendements relatifs par recrues

Les résultats du rendement relatif par recrue  $Y'/R$  sont reportés dans le **Tableau 3** et illustrés par la **Figure 4**. Pour les différentes tailles de premières captures  $L_c$  (cm) et en fonction du taux d'exploitation  $E$ , le rendement relatif par recrue  $Y'/R$  augmente jusqu'à un maximum puis diminue. Dans l'ensemble, les valeurs du rendement obtenues sont très proches. En fonction de la taille de première capture  $L_c$ , le maximum du rendement relatif par recrue  $Y'/R$  (valeurs en gras dans le **Tableau 3**) est atteint pour un taux d'exploitation  $E$  allant de 0,4 à 0,8. En considérant la valeur de la mortalité totale  $Z$  (0,78), ce taux d'exploitation correspond à une mortalité par pêche  $F$  allant de 0,312 à 0,624 an<sup>-1</sup>.

Pour la taille actuelle de première capture  $L_c$  égale à 123,4 cm, le maximum de rendement (0,035) est obtenu à un taux d'exploitation  $E$  de 0,5, soit un effort de pêche de 0,390. Le rendement actuel (0,035) est très proche du maximum de rendement (0,047) qui est obtenu pour un effort de pêche de 0,624 ( $E=0,8$ ) et une taille de capture de 220 cm.

Les résultats du rendement par recrue ( $Y/R$ ), de la biomasse par recrue ( $B/R$ ) et de la biomasse du stock reproducteur par recrue ( $SSB/R$ ) en fonction du facteur effort ( $F$ ) sont consignés dans le **Tableau 4** et représentés par la **Figure 5**.

L'analyse du rendement par recrue, donne une estimation de la biomasse vierge pour le stock de *Thunnus thynnus* qui est estimée à 108955,698711 tonnes. Ce stock est considéré comme étant la capacité de pêche.

D'autre part, les résultats du rendement et de la biomasse en fonction du facteur effort permettent de faire ressortir un rendement actuel par recrue de 0,765t. Cette valeur est proche de la prise maximale équilibrée (MSY) qui est de 0,895t. La biomasse par recrue actuelle ( $B/R$ ) estimée à 11,533t est légèrement supérieure à la biomasse maximale équilibrée correspondant à  $F_{max}$ .

Par ailleurs, le rendement par recrue obtenu pour un effort  $F_{0,1}$  (0,679) est proche du rendement actuel (0,765).

En se basant sur toutes ces informations, l'évaluation du rendement par recrue de *Thunnus thynnus* met en évidence une situation d'exploitation proche de l'optimum.

#### 3.2 Analyse des populations virtuelles (VPA)

Les résultats de l'analyse de la population de *Thunnus thynnus* appartenant au stock de l'Atlantique Est et Méditerranée, sont reportés dans le **Tableau 5**.

Ces résultats font ressortir une biomasse exploitable du stock de *Thunnus thynnus* de l'Atlantique Est et de la Méditerranée qui est de l'ordre de 5938482,95 tonnes; Une diminution du nombre de survivants avec la taille; Une exploitation de *Thunnus thynnus* axée sur des individus dont les tailles sont comprises entre 68 et 308 cm; La gamme de taille des individus exploités par la palangre japonaise se situe entre 116 et 244 cm avec une taille moyenne de capture estimée à 211,46 cm; La classe de taille 228 cm est celle dont les captures en poids sont les plus importantes; Les tailles critiques pour lesquelles la cohorte atteint sa biomasse maximale est de 180 cm; L'effort de pêche maximal porte sur des individus de 244 cm de longueur à la fourche, ce qui est au-delà de la classe de biomasse maximale.

Les variations du coefficient de mortalité par pêche ( $F$ ) par classe taille, montre que les jeunes individus sont moins pêchés (faibles mortalités par pêche). Si l'on considère, que la taille de première maturité sexuelle chez *Thunnus thynnus* est de 110 cm (Susca et al., 2000; Hattour et Macias, 2002; Tawil et al., 2002), l'exploitation de cette espèce par ce type d'engin (palangre) se fait essentiellement sur des individus adultes. En effet, la biomasse du stock reproducteur ( $SSB$ ) représente 75% de la biomasse moyenne exploitable durant la période

2005-2009. Le stock de *Thunnus thynnus* de l'Atlantique Est et de la Méditerranée paraît ainsi proche du niveau optimal.

La valeur de la biomasse du stock reproducteur (SSB) obtenue dans la présente étude semblent être supérieure à celle indiquée par le Rapport du Comité Permanent pour la Recherche et les Statistiques ICCAT (2010) où la récente SSB (2007-2009) se situe à environ 57% de la biomasse moyenne exploitable en indiquant que la mortalité par pêche des plus vieux poissons a chuté mais celle des jeunes poissons est plus incertaine et affiche une plus grande variabilité.

#### 4. Bibliographie

- Beverton, R.J.H., Holt, S.J., 1959. A review of the lifespans and mortality rates of fish and nature, and their relation to growth and other physiological characteristics. *In* CIBA Foundation, colloquia on ageing. The Lifespan of animals, edited by G.E.W. Wolstenholme and M. O'Connor, 5: 142-180.
- Beverton, R.J.H., Holt, S.J., 1966. Manuel of methods for fish stock assessment. Part 2. Tables of yield functions. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 38 (1): 67p.
- Gayanilo, F.C., Sparre, P., Pauly, D., 2005. *FAO- ICLARM. Stock assessment tools. FISAT User's Guide. FAO, Rome, Italie. Version 1.1.2. 126p.*
- Hattour, A., Macias, D., 2002. Bluefin tuna maturity in Tunisian waters: a preliminary approach. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 54(2): 545-553.
- ICCAT., 2010. Rapport du comité permanent pour la recherche et les statistiques (SCRS), 4-8 octobre 2010, Madrid, Espagne. 277p.
- ICCAT., 2010. Recueil de recommandations de gestion et résolutions annexes adoptées par l'ICCAT pour la conservation des thonidés et espèces voisines de l'Atlantique. 273p.
- Jones, R., 1983. L'évaluation des stocks de poissons appuyée sur des données de structure de taille (et notes sur l'analyse de population virtuelle et l'analyse de cohortes). *F.A.O. Fish. circ.*, 734: 51p.
- Laurec, A., Le Guen, J.C., 1981. Dynamique des populations exploitées. Tome 1 .Concepts et modèles. Publications du centre national pour l'exploitation des océans. Rapports scientifiques et techniques n° 45.120p.
- Leonart, J., Salat, J., 2000. "VIT 4 Win" pour windows version 1999-2000. Software for fisheries analysis. Institut de Ciències del mar (CSIC). FAO, Barcelona.
- Pauly, D., 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. CIEM*, 39 (2) : 175-192.
- Pauly, D., 1984 a. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. *ICLARM Stud. Rev.*, 8: 325 p.
- Pauly, D., 1984 b. Length-converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics. (Part II). *ICLARM Fishbyte*, 2 (1): 9-17.
- Ravier, C., 2003. Fluctuations à long terme du thon rouge : validité, origines et conséquences. Thèse de doctorat d'Etat, ENSA / Renne. 161p.
- Sparre, P., Venema, S.C., 1996. Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. *Prem. Part. Manuel. FAO Doc. Tech. Pêches*. 306 (1): 401 p.
- Stat Soft France., 1997. STATISTICA pour Windows. *StatSoft France - www.statsoft.com*.

- Susca, V., Corriero, A., Deflorio, M., Desantis, S., Bridges, C.R., De Metrio, G., 2000. Study of first sexual maturity in female bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) from the central Mediterranean Sea. In proceeding of the 6<sup>th</sup> international symposium on the reproductive physiology of fish (B. Noberg, O.S., Kjesbu, G.L., Taranger, E., Andersson, and S.O., Stefansson, eds.), p. 105. Fish Symp. 99. Department of Fisheries and Marine Biology, Univ. Bergen, Bergen, Norway.
- Tawil, M.Y., De La Sema, J.M, Macias, D., 2002. Preliminary study on age at first maturity of bluefin tuna in the Libyan waters. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 54(2): 538-544.

**Tableau 1.** Distribution de fréquence de taille de *Thunnus thynnus*.

<i>Classe de taille</i>	<i>Centre de classe</i>	<i>Nombre d'individus</i>
[60:76[	68	5
[76:92[	84	34
[92:108[	100	70
[108:124[	116	180
[124:140[	132	182
[140:156[	148	362
[156:172[	164	724
[172:188[	180	1333
[188:204[	196	2404
[204:220[	212	2494
[220:236[	228	2571
[236:252[	244	1077
[252:268[	260	242
[268:284[	276	41
[284:300[	292	15
[300:316[	308	4
Total	Total	11738

**Tableau 2.** Données utilisées pour l'application des modèles analytiques considérés pour l'estimation du niveau d'exploitation de *Thunnus thynnus*.

$L_{\infty}$ (cm)	$K$ (an <sup>-1</sup> )	$t_0$ (ans)	$M$ (an <sup>-1</sup> )	$F$ (an <sup>-1</sup> )	$L_c$ (cm)	$Z$ (an <sup>-1</sup> )	$a$	$b$	<i>Production annuelle</i> (gr)
373,33	0,084	- 1,038	0,14	0,64	123,4	0,78	2,374	0,0005	25760 000 000 (ICAAT, 2010)

**Tableau 3.** Rendement relatif par recrue  $Y'/R$  en fonction de  $E$  et pour différentes valeurs de  $L_c$  de *Thunnus thynnus*.

$E \backslash L_c$		$Y'/R$					<i>Situation actuelle</i>	
		70	100	130	160	190	220	123,4
0,01		0,012	0,012	0,012	0,011	0,011	0,009	0,012
0,2		0,020	0,021	0,021	0,021	0,02	0,018	0,021
0,3		0,026	0,027	0,028	0,029	0,028	0,026	0,028
0,4		<b>0,029</b>	0,031	0,033	0,034	0,034	0,032	0,033
0,5		0,028	<b>0,032</b>	<b>0,036</b>	0,038	0,039	0,038	<b>0,035</b>
0,6		0,026	0,031	<b>0,036</b>	<b>0,040</b>	0,042	0,042	<b>0,035</b>
0,7		0,021	0,027	0,034	<b>0,040</b>	<b>0,044</b>	0,045	0,033
0,8		0,015	0,022	0,031	0,038	<b>0,044</b>	<b>0,047</b>	0,029
0,9		0,009	0,017	0,026	0,035	0,043	<b>0,047</b>	0,024
0,99		0,005	0,012	0,021	0,031	0,040	0,046	0,019

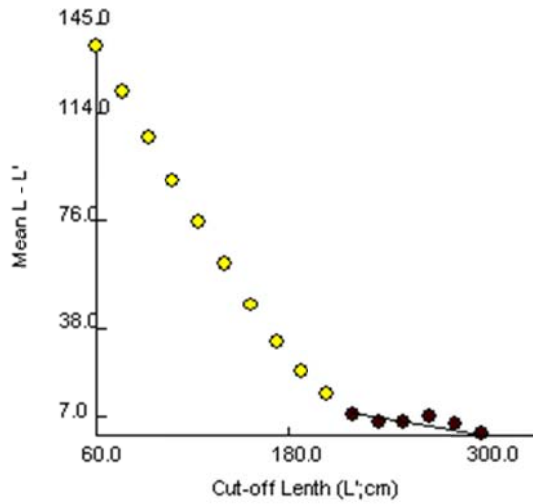
**Tableau 4.** Résultats du rendement et de la biomasse en fonction du facteur effort pour *Thunnus thynnus*.

<i>Effort</i>	<i>Facteur</i>	$Y/R$	$B/R$	$SSB/R$
F0	0	0	16,185	12,646
F0,1	0,640	0,679	12,145	8,607
F actuel	1,000	0,765	11,533	8,996
F max	2,000	0,895	10,604	7,069

**Tableau 5.** Effectif capturé (CI), nombre de survivants (NI), production (Y), biomasse initiale (B initiale), biomasse moyenne (Bmsy) et mortalité par pêche (F) de *Thunnus thynnus*.

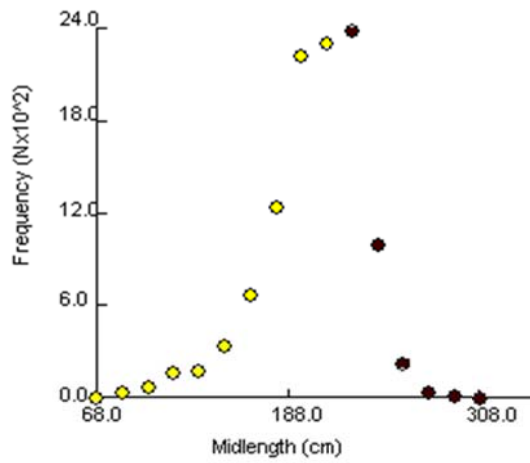
<i>CC</i> ( <i>cm</i> )	<i>CI</i>	<i>NI</i>	<i>B initiale</i> (Tonnes)	<i>B moy</i> (Tonnes)	<i>Y</i> (Tonnes)	<i>F</i>
68	921958,06	6832330189,70	1625420,81	996165,87	219,35	0,000
84	6269314,74	6245217279,46	1485902,82	959623,19	1491,70	0,002
100	12907412,79	5674314570,69	1350187,62	921377,65	3071,40	0,003
116	33190490,04	5119320656,00	1218218,74	879968,61	7898,43	0,009
132	33559273,26	4568442214,18	1087199,23	83581,57	7986,68	0,010
148	66749763,30	4043200153,36	962257,02	787186,53	15886,45	0,020
164	133499526,60	3513399599,80	836210,63	726553,83	31774,44	0,044
180	245794017,90	2952536411,70	<b>7002754,46</b>	64331,69	58504,44	0,091
196	443277433,63	2328355980,39	554212,38	517299,14	10551,41	0,204
212	459872678,65	1580825641,44	376294,49	359442,95	10946,84	0,305
228	474070832,73	909552117,86	216514,64	187766,07	112852,00	0,601
244	198589765,40	3250533006,20	77380,05	67520,26	47275,59	<b>0,700</b>
260	44622769,94	86755169,80	20653,02	22670,06	10623,08	0,469
276	7560056,06	28800656,35	6856,52	10743,31	1799,83	0,168
292	2765874,17	14922897,98	355,28	6926,67	658,49	0,095
308	737566,45	8083842,56	1924,61	4864,34	175,60	0,036
Age moyens (ans)	<b>9,12</b>		Total	7927241,11		
LF moyen (cm)	<b>211,46</b>		SSB	5938482,95		





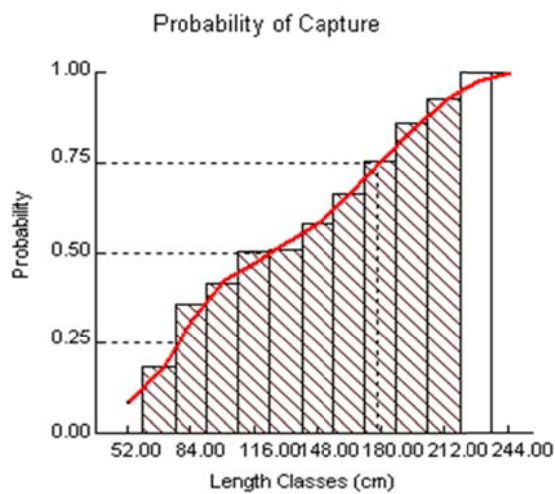
5,38

**Figure 1.** Détermination de  $L_{\infty}$  et  $Z/K$  par analyse des structures de taille (méthode de Powell – Wetherall) pour *Thunnus thynnus*.

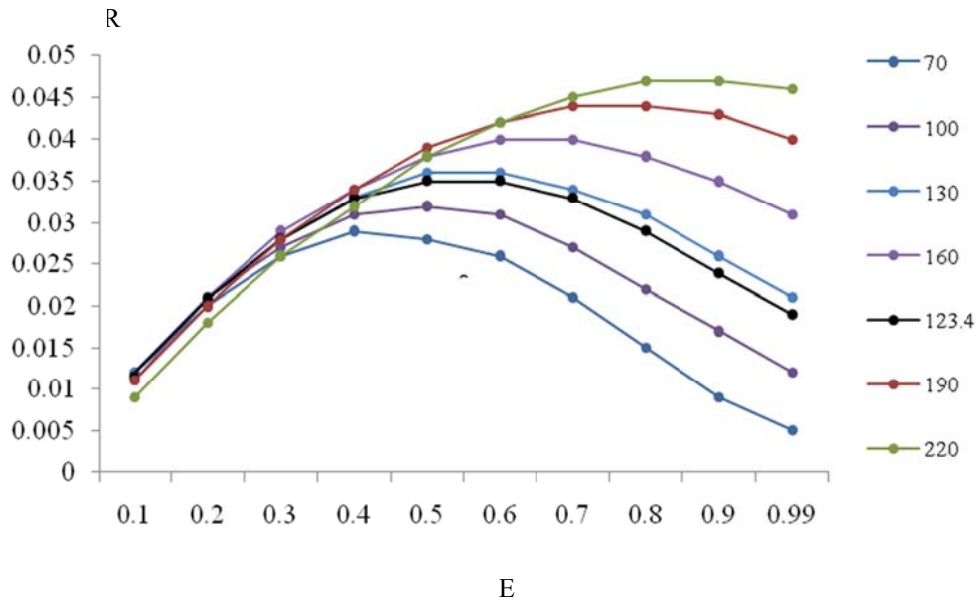


36,38

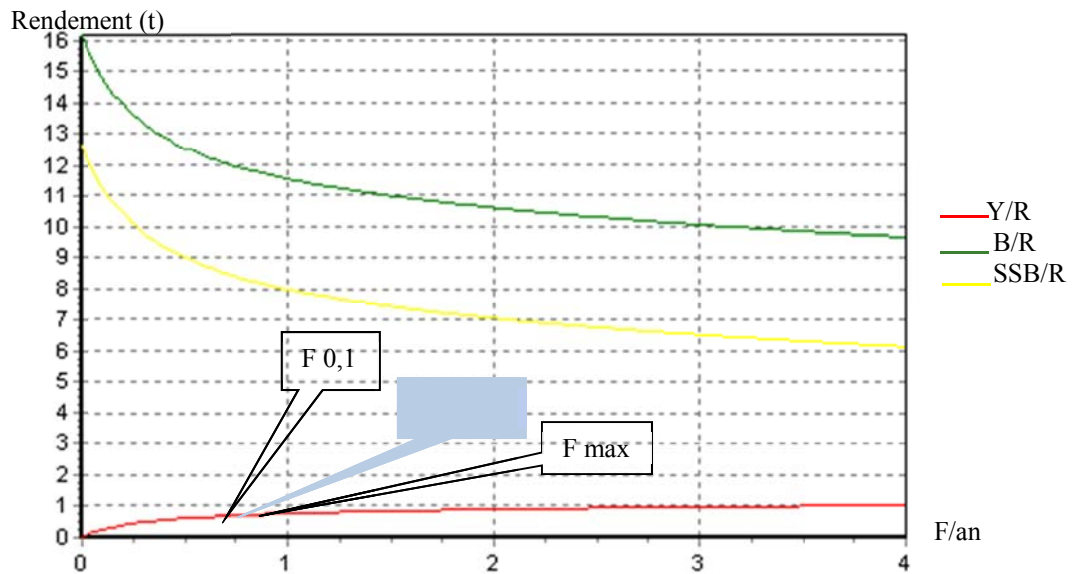
**Figure 2.** Détermination de  $Z$  par la méthode de Powell-Wetherall.



**Figure 3.** Probabilités de captures de *Thunnus thynnus*.



**Figure 4.** Courbes de rendement relatif par recrue  $Y^*/R$  en fonction de  $E$ , pour différents  $L_c$  de *T. thynnus*.



**Figure 5.** Rendement par recrue  $Y/R$ , biomasse par recrue ( $B/R$ ) et biomasse du stock reproducteur par recrue ( $SSB/R$ ) en fonction du facteur effort pour  $E$ , pour *Thunnus thynnus*.