

QUELQUES INDICES DE LA BIOLOGIE DU THON ROUGE (*THUNNUS THYNNUS*) EN ALGERIE

N. Labidi^{1,2} et A. Nouar²

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 2000 to 2009 and for the period of 1 April to 1 June, these vessels catch bluefin tuna, Thunnus thynnus (Linnaeus, 1758). For the sizes between 68 and 308 cm, the abundance distribution of males differs from that of females. Males are predominant in the first and last size classes while females are predominant in the intermediate classes. The annual development of sex ratio for all years shows the ratio of females considerably higher than that of males. The analysis of the size structure by the Powell-Wetherall method enables estimating the growth parameters for males, females and both sexes combined. The biometric relations of the species are also determined, particularly the size-weight relation which, taking into account the results of linear growth establishing the equation on the weighted growth of Thunnus thynnus.

RÉSUMÉ

Cette étude est entreprise à partir des données de capture de campagnes de pêche commerciale des grands migrateurs halieutiques effectuées par des palangriers japonais dans les eaux sous juridiction nationale algérienne. De 2000 à 2009 et pour la période allant du 15 avril au 1^{er} juin, ces navires capturent des individus de thon rouge Thunnus thynnus (Linnaeus, 1758). Pour les tailles comprises entre 68 et 308 cm, la répartition en abondance des mâles diffère de celle des femelles; les mâles dominent dans les premières et les dernières classes de tailles alors que les femelles dominent dans les classes intermédiaires. L'évolution annuelle du sex-ratio présente pour toutes les années des proportions de femelles nettement supérieures à celles des mâles. L'analyse des structures de taille par la méthode de Powell-Wetherall a permis l'estimation des paramètres de croissance pour les mâles, les femelles et à sexes confondus. Les relations biométriques de l'espèce sont également établies en particulier la relation taille - poids qui permet, en tenant compte des résultats de la croissance linéaire, d'établir l'équation de croissance pondérale de Thunnus thynnus.

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 2000 a 2009 y para el periodo que va desde el 15 de abril al 1 de junio, estos buques capturan ejemplares de atún rojo, Thunnus thynnus (Linnaeus, 1758). Para las tallas comprendidas entre 68 y 308 cm, el reparto de abundancia de machos difiere del de las hembras. Los machos predominan en las primeras y últimas clases de talla mientras que las hembras predominan en las clases intermedias. La evolución anual de la proporción de sexos presenta para todos los años proporciones de hembras claramente superiores a las de machos. El análisis de estructuras de talla mediante el método de Powell-Wheterall ha permitido la estimación de parámetros de crecimiento para los machos, las hembras y para los sexos mezclados. Se han establecido también las relaciones biométricas de la especie, en particular la relación talla-peso, que permite, teniendo en cuenta los resultados del crecimiento lineal, establecer la ecuación de crecimiento ponderal del Thunnus thynnus.

KEYWORDS

*Migratory fish, Thunnus thynnus, longline fishery, sex-ratio,
linear growth, relative growth, Algerian coast*

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

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

1. Introduction

Durant de nombreuses années (de 1995 à 2009), l'Algérie a eu recours à l'affrètement de navires étrangers pour l'exploitation des grands migrateurs halieutiques jusqu'à sa suspension en janvier 2010 par la Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique (ICCAT).

Ainsi, entre 1995 et 1997, le taux de production du thon rouge en Algérie est inférieur à 1% des captures totales réalisées en Atlantique Est et Méditerranée. Cette production augmente en 1998 pour atteindre en 2000 les 10% des prises méditerranéennes et 7% des prises de l'Atlantique Est avec Méditerranée comprise. A partir de 2001, on note une diminution des captures qui est fonction du quota alloué par l'ICAAT pour l'Algérie enregistrant depuis 2004, une portion moyenne de 5% par rapport aux prises totales méditerranéennes réalisées par les parties contractantes à l'ICCAT. Ce pourcentage tend à diminuer du fait que le quota alloué pour l'Algérie par l'ICCAT en 2010 ainsi que celui de 2011 et 2012 n'ont pas été pleinement exploités.

Sur le plan scientifique, et à titre indicatif, seule l'étude de Chalabi *et al.* (2001) concernant la croissance de *Thunnus thynnus* en Algérie a été réalisée et ceci en raison de la grande difficulté rencontrée pour la récolte des données et informations, indispensables pour toute étude sur la biologie de cette espèce.

En effet, les informations scientifiques et techniques collectées lors des campagnes de pêche commerciale entre 2000 et 2009 durant une période de 45 jours (du 15 avril au 31 mai), ont permis d'apporter des éléments intéressants sur le rapport entre l'abondance des deux sexes de *Thunnus thynnus* durant la période de son passage sur les côtes algériennes ainsi qu'une étude de la croissance réalisée par sexes et à sexes confondus.

Les résultats obtenus dans la présente étude paraissent satisfaisants et contribuent à la connaissance de la biologie de cette espèce et peuvent être considérée comme un apport scientifique utile pour l'évaluation du stock de cette espèce migratrice, difficile à cerner jusqu'à l'heure actuelle.

2. Matériel et méthodes

Les variations annuelles du sex-ratio s'est basée sur des données techniques et scientifiques récoltées lors des campagnes de pêche commerciale des grands migrateurs halieutiques par les palangriers japonais et ceci pour la période 2000-2009, alors que les courbes d'abondance de taille ont été établies à partir de 11715 individus dont 5302 mâles et 6413 femelles collectés durant la période 2005-2009.

Par classe de taille de 16 cm, les répartitions des mâles et des femelles en effectif et en pourcentage avec une précision au risque de 5% sont calculées à partir du pourcentage des mâles (**p**), du pourcentage des femelles (**q**) et de l'effectif des mâles et des femelles (**n**) d'après la relation de Schwartz (1983):

$$\text{Précision} = 1,96 \times \sqrt{(p \times q) / n}$$

La taille moyenne des mâles observés varie entre 201 et 214 cm. Elle est supérieure à celle des femelles qui varie entre 197 et 204 cm. Afin de confirmer cette observation, un test de comparaison de deux moyennes observées basé sur la valeur de l'écart réduit ε est effectué pour chaque année, puis comparé à la valeur lue dans la table de l'écart réduit pour un risque de 5% (= 1,96). Cette valeur est calculée selon la formule :

$$\varepsilon = (m_1 - m_2) / \sqrt{((v_1 / n_1) + (v_2 / n_2))}$$

Avec

m_1 : taille moyenne des mâles, m_2 : taille moyenne des femelles, v_1 : variance des mâles, v_2 : variance des femelles, n_1 : effectif des mâles et n_2 : effectif des femelles.

Il est à préciser, que la longueur à la fourche non disponible pour la période allant de 2000 à 2004 est estimée à partir de la relation longueur totale $L_T - L_F$ de la période allant de 2005 à 2009.

La détermination des paramètres de croissance de Von Bertalanffy (1934) a été réalisée à partir des structures de taille. Ainsi, L_∞ et Z/K ont été estimés à partir de l'application de l'équation de Beverton et Holt (1956) basée sur la méthode, Powell (1979 *in* Sparre et Venema, 1996) revue par Wetherall *et al.* (1987).

$$Lm - L' = a + b L'$$

Avec

L_m : longueur moyenne des poissons de longueur L' et plus; L' : longueur au delà de laquelle tous les poissons sont pleinement exploités.

Où

$$Z/K = -(1 + b) / b \text{ et } L_{\infty} = -a / b$$

L'estimation de K a fait appel à la méthode de Pauly et Munro (1984) basée sur la valeur de la vitesse de croissance \emptyset' calculée à partir des valeurs de L_{∞} et K selon la relation :

$$\emptyset' = \text{Log}_{10} K + 2 \text{Log}_{10} L_{\infty}$$

Ainsi pour chaque couple de valeurs L_{∞} et K connues (obtenues par d'autres méthodes ou d'autres travaux de la région étudiée), \emptyset' est calculée à partir de la relation précédente. Dans le cas où l'on dispose de plusieurs couples (L_{∞} , K), la valeur moyenne \emptyset'_m permet d'estimer K , en considérant le L_{∞} obtenu précédemment (par la méthode de Powell-Wetherall), selon la relation :

$$\text{Log}_{10} K = \emptyset'_m - 2 \text{Log}_{10} L_{\infty}$$

Où

$$K = 10^{\emptyset'_m - 2 \text{Log}_{10} L_{\infty}}$$

Connaissant L_{∞} et K , l'estimation du paramètre t_0 est obtenue à partir de l'équation empirique préconisée par Pauly (1980) de la forme :

$$\text{Log}_{10} (-t_0) = -0,3922 - 0,2752 \text{Log}_{10} L_{\infty} - 1,038 \text{Log}_{10} K$$

Concernant l'étude de la biométrie, les relations calculées concernant l'espèce *Thunnus thynnus*, se rapportent aux équations entre:

- la longueur totale (L_T) et la longueur à la fourche (L_F) faite à partir des mensurations effectuées sur 2138 mâles, 2247 femelles et 4386 individus de sexe indéterminé;
- le poids total (W_T) et le poids éviscéré (W_E) établie à partir de 5680 mâles, 6847 femelles et 1269 individus de sexe indéterminé;
- le poids total (W_T) et la longueur à la fourche (L_F) établie à partir de 5299 mâles, 6413 femelles et 11735 individus de sexe indéterminé;
- le poids éviscéré (W_E) et la longueur à la fourche (L_F) établie à partir de 5077 mâles, 6195 femelles et 11278 individus de sexe indéterminé.

La relation qui lie la longueur totale d'un poisson à sa longueur à la fourche est décrite par la formule :

$$L_T = b + a L_F$$

La relation qui lie le poids total d'un poisson à son poids éviscéré est décrite par la formule :

$$W_T = b + a W_E$$

La relation qui lie le poids d'un poisson à la longueur est décrite par la formule :

$$W = b L^a$$

Pour l'ensemble de ces relations: a est l'ordonnée à l'origine et b est le coefficient d'allométrie (pente).

L'équation de la croissance linéaire (1) et la relation taille-poids (2) permettent d'établir l'équation de croissance pondérale (3) de Von Bertalanffy.

$$L_T = L_\infty(1 - e^{-K(t-t_0)}) \quad (1)$$

$$W_\infty = a L_\infty^b \quad (2)$$

$$W_T = W_\infty(1 - e^{-K(t-t_0)})^b \quad (3)$$

Avec

W_∞ : poids asymptotique en kilogramme ; L_∞ : longueur asymptotique en centimètre ; b : coefficient de la croissance relative entre le poids et la longueur.

L'ensemble des calculs ont été réalisés en faisant recours au logiciel STATISTICA version 5,1 (StatSoft, 1997) ainsi que FISAT II (Gayaniilo et al. 2005).

3. Résultats et discussion

3.1. Sex-ratio

Les résultats du sex-ratio, année par année, sont reportés dans le **Tableau 1**. Pour toutes les années, les proportions des femelles sont nettement supérieures à celles des mâles.

Sur la **Figure 1**, sont reportés le pourcentage des femelles ainsi que sa précision au risque de 5 %. Pour les différentes années, ce pourcentage est supérieur à 50 % avec un maximum de 59,92 % en 2004 et un minimum de 51,38 % en 2002. Ces valeurs indiquent que l'espèce ne présente pas de variations annuelles notables des abondances par sexe.

Par classe de taille de 16 cm, les répartitions des mâles et des femelles en effectif et en pourcentage, avec une précision au risque de 5 %, sont reportées dans le **Tableau 2** ainsi que les courbes d'abondance de taille qui sont représentées sur la **Figure 2**.

Pour la même période, il a été constaté que la taille moyenne des mâles varie entre 201 et 214 cm. Elle est supérieure à celle des femelles qui varie entre 197 et 204 cm. Cette observation a été confirmée par le calcul de ϵ (**Tableau 3**), qui pour chaque année, donne une valeur bien supérieure à celle lue dans la table de l'écart réduit pour un risque de 5 %. La différence entre la taille moyenne des mâles et des femelles varie d'une année à l'autre. Elle est de l'ordre de 10 cm en 2005, 5 cm en 2006, 4 cm en 2007 et de l'ordre de 3 cm en 2008 et 2009. Ces résultats indiquent une différence significative entre les deux tailles moyennes, ce qui confirme l'existence d'un dimorphisme sexuel impliquant une croissance des mâles plus rapide que celle des Femelles.

Le pourcentage des femelles par classe de taille est reporté sur la **Figure 3**. Pour les tailles comprises entre 148 et 212 cm, ce pourcentage est supérieur à 55 %, soit un sex-ratio nettement en faveur des femelles. Ce n'est pas le cas concernant les tailles comprises entre 68 et 132 cm et celles au-delà de 228 cm où le pourcentage des femelles est inférieur ou égale à 40 %, soit un sex-ratio en faveur des mâles.

Cette étude montre que *Thunnus thynnus* pêché sur les côtes algériennes présente, notamment pour les tailles comprises entre 68 et 308 cm, une répartition en abondance différente des mâles et des femelles. Nous notons une dominance des mâles dans les premières et dernières classes de tailles et une dominance des femelles dans les classes intermédiaires.

La prédominance des mâles dans les premières classes de tailles peut se traduire par une maturité tardive des femelles et ne deviennent largement dominantes qu'à partir de 140 cm.

Ces variations de pourcentage entre mâles et femelles obtenues à différentes tailles traduisent la différence observée entre les tailles moyennes de chaque sexe et confirment le fait que les mâles sont bien plus grands que les femelles.

Nos résultats concordent avec les travaux de Mather et Schuck (1960, in Rivas, 1976) sur les thons géants de l'Atlantique nord, qui mentionnent une différence entre les mâles et les femelles qui est de l'ordre de 7 cm entre 1952 et 1955, 12 cm entre 1972 et 1973 et enfin de 15 cm en 1974 en faveur des mâles.

Par ailleurs, si l'on considère l'ensemble des individus (total), le pourcentage des mâles est égal à 45,26 %, celui des femelles est de 54,74 %. Ces pourcentages avec une précision de 0,90 %, indiquent une légère dominance des femelles de *Thunnus thynnus* par rapport aux mâles qui varie de 3 à 20 % selon l'année.

3.2. Croissance linéaire

Les distributions de fréquence de taille obtenues à partir de 5302 mâles, 6413 femelles et 11738 individus à sexes confondus sont consignées dans le **Tableau 4**.

Les paramètres L_{∞} et Z/K déterminés par la méthode de Powell-Wetherall (**Figure 4**) sont de 360,35 et 7,658 pour les mâles, 346,15 et 8,486 pour les femelles et 373,33 et 9,261 à sexes confondus.

La valeur de la longueur asymptotique L_{∞} des mâles est supérieure à celle des femelles. Quelque soit le sexe la longueur asymptotique est toujours supérieure à la longueur maximale observée.

La valeur moyenne de $\emptyset'm$ estimée à partir des couples (L_{∞} , K) obtenus par les travaux réalisés sur *Thunnus thynnus* à sexes confondus en Atlantique Est et en Méditerranée (**Tableau 5**) est de 4,069 à sexes confondus. Elle est également considérée pour les mâles et les femelles. Ainsi la valeur de K , estimée à partir de la méthode de Pauly et Munro, est de 0,090 pour les mâles, 0,098 pour les femelles et 0,084 à sexes confondus.

La valeur de t_0 calculée à partir de l'équation de Pauly est de - 0,976 pour les mâles, - 0,903 pour les femelles et - 1,038 à sexes confondus.

Ainsi, les différents paramètres de croissance de *Thunnus thynnus* obtenus par analyse des structures de taille pour les mâles, les femelles et à sexes confondus sont reportés dans le **Tableau 6**.

La comparaison des résultats de la présente étude avec ceux des travaux sur la croissance du thon rouge *Thunnus thynnus* en Atlantique et en Méditerranée révèle :

- Pour l'analyse à sexes confondus:

- ✓ En Atlantique Ouest, les paramètres de croissance mentionnés par plusieurs auteurs semblent être différents. A partir de la lecture des écailles, Westmann et Gilbert (1941 *in* Fromentin, 2006) mentionnent une longueur asymptotique de 197,94 cm, nettement inférieure à la longueur maximum observée dans notre série de données (305 cm).

La lecture des vertèbres par Mather et Schuck (1960 *in* Sakagawa et Coan, 1974) donne un L_{∞} de 437,46 cm et 447,88 cm pour Mather *et al.* (1973 *in* Parks, 1976). Ces valeurs sont supérieures aux résultats obtenues dans la présente étude ($L_{\infty} = 373,33$ cm).

Bard *et al.* (1978), Parrack et Phares (1979) et Cort (1991 *in* Labelle *et al.*, 1997) obtiennent des valeurs de L_{∞} inférieures à celle obtenue dans le présent travail (318 cm, 313 cm et 318,85 cm). Contrairement à Tunner et Restrepo (1994 *in* Fromentin, 2006) qui mentionnent à partir d'une étude de recaptures de marques, un L_{∞} de 382 cm. Cette valeur se rapproche de L_{∞} (373,33 cm) obtenu dans la présente étude.

- ✓ En Atlantique Est, la lecture des vertèbres de Rodriguez-Roda (1964, 1969 *in* Fromentin, 2006) donne un L_{∞} de 355,84 cm, alors que celle des épines de Cort (1991 *in* Fromentin, 2006) donne une valeur de L_{∞} estimée à 318,85 cm. Ces valeurs sont inférieures à celles obtenues dans cette étude.
- ✓ En Méditerranée, à partir d'une lecture des vertèbres, Sella (1929 *in* Farrugio, 1978) obtient un L_{∞} bien supérieur (499,68 cm) à celui obtenu dans le présent travail ($L_{\infty} = 373,33$ cm). Farrugio (1980) mentionne un $L_{\infty} = 351,13$ cm, Hattour (1978) une valeur de 330 cm et Chalabi *et al.* (2001) un L_{∞} de 298,5 cm. Toutes ces valeurs de L_{∞} restent inférieures à nos résultats.

- Pour l'analyse à sexes séparés :

Les résultats des paramètres de croissance de Caddy *et al.* (1976 *in* Fromentin, 2006) qui, par otolithométrie mentionnent des valeurs inférieures (286,64 cm pour les mâles et 277,31 cm pour les femelles) à la longueur maximum observée dans notre série de données (305 cm pour les mâles et 290 cm pour les femelles) ainsi qu'aux L_{∞} obtenus dans la présente étude (360,35 cm pour les mâles et 346,15 cm pour les femelles).

Cette divergence au niveau des résultats ne confirme pas la déclaration de l'ICAAT dans son rapport de 1997 sur le thon rouge de l'Atlantique Ouest qui atteint des tailles supérieures à celui de l'Atlantique Est et de la Méditerranée, mentionné par Fromentin et Powers (2005).

Enfin, il est à remarquer que le L_{∞} est tributaire de l'importance de l'effectif des grands individus, ce qui explique les écarts au niveau des valeurs obtenues pour les paramètres de croissance d'un auteur à un autre au sein de la même région d'étude.

3.3. Croissance relative

Les résultats de l'étude de la biométrie sont consignés dans le **Tableau 7** et illustrés par les **Figures 5 et 6**. Pour chaque relation, l'équation de la droite représentant les nuages de points et le coefficient de corrélation (r^2) sont reportés.

Pour l'ensemble des relations linéaires (L_T / L_F et W_T / W_E), l'allométrie majorante de la longueur totale et du poids total traduit la croissance rapide de ces deux variables par rapport à la longueur à la fourche et au poids éviscéré. Quand à la relation puissance (taille-poids), la valeur du coefficient légèrement inférieure à 3, pour les mâles, les femelles et à sexes confondus. Ceci indique une allométrie minorante entre le poids et la taille chez *Thunnus thynnus*. Les coefficients de corrélation proches de 1, indiquent une bonne corrélation entre les variables étudiées.

Les résultats de la relation taille-poids obtenus par d'autres auteurs (**Tableau 8**) sont différents de ceux obtenus dans la présente étude. De plus, des divergences considérables existent au niveau des clés âge/longueur/poids proposées par les différents auteurs. Cette différence est due au fait que cette relation dépend étroitement de l'état biologique et physiologique du poisson (degré de réplétion de l'estomac, degré de développement des glandes génitales et stade de leur maturation).

En effet, toute conversion de taille en poids, ou vice – versa doit tenir compte du fait que l'espèce présente des variations nettes de poids d'une saison à une autre, surtout entre les individus en période de pré-ponte et de post-ponte (ICCAT, 1980; Hattour, 2003). Cette hypothèse a été également vérifiée par plusieurs auteurs notamment par Viella, 1960 et Rodriguez Roda, 1964 in Hattour, 2003.

Par ailleurs, Mather III et Schuck (1960), Farrugio (1981) et Cort (1991) mentionnent également le changement de la relation taille – poids en fonction des saisons et signalent que cette relation est plus rapide entre le mois de juillet et le mois d'octobre (Labelle et al., 1997).

Autrement dit, les coefficients obtenus à partir des relations de puissance ainsi que la clé taille- poids (**Tableau 9**) proposés dans cette étude sont valables que pour la période avant la ponte (avril et mai). De plus, il a été possible de constater des différences significatives de la masse entre les individus de même taille.

Tenant compte des résultats sur la croissance en longueur et ceux de la relation taille - poids, l'équation de croissance pondérale de *Thunnus thynnus* a été déterminée.

En considérant W_E :

Mâles:	$W_E = 608,7 (1 - e^{-0,090(t+0,976)})^{2,4671}$
Femelles:	$W_E = 491,14 (1 - e^{-0,098(t+0,903)})^{2,2593}$
Sexes confondus:	$W_E = 639,55 (1 - e^{-0,084(t+1,038)})^{2,3744}$

En considérant W_T :

Mâles:	$W_T = 659,95 (1 - e^{-0,090(t+0,976)})^{2,3369}$
Femelles:	$W_T = 527,67 (1 - e^{-0,098(t+0,903)})^{2,135}$
Sexes confondus:	$W_T = 652,31 (1 - e^{-0,084(t+1,038)})^{2,2446}$

4. Bibliographie

- Bard, F. X., Cort, J.L., Rey, J.C., 1978. Commentaires sur la composition démographique des pêcheries de thon rouge (*Thunnus thynnus*) de l'Est Atlantique et de la Méditerranée, 1960-1976. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 7(2): 355-365.
- Bertalanffy, L. VON, 1934. Untersuchungen über die Gesetzmäßigkeiten des Wachstums. 1. Allgemeine Grundlagen der Theorie. *Roux'Arch. Entwicklungs-mech.org.* 131: 613-653.
- Beverton, R.J.H., Holt, S.J., 1956. A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. Rapp. P.V. Réun. CIEM, 140: 67-83.
- Chalabi, A., Akkacha, S., Achour, M., Ferrache, S., 2001. Croissance du thon rouge *Thunnus thynnus* pêché en Méditerranée sud occidentale. Rapp. Comm. int. Mer Médit., 36: 253.
- Farrugio, H., 1978. Estimation de la composition démographique de la pêcherie de surface au thon rouge en Méditerranée française de 1969 à 1976. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 7 (2): 352-354.
- Farrugio, H., 1980. Age et croissance du thon rouge (*Thunnus thynnus*) dans la pêcherie française de surface en Méditerranée. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 9 (2): 536-546.
- Fromentin, J.M., Powers, J.E., 2005. Atlantic bluefin tuna: population dynamic, ecology, fisheries and management. *Fish and Fisheries* 6:281-306.
- Fromentin, J.M., 2006. Description du thon rouge de l'Atlantique. Chapitre 2.1.5. Field manual ICCAT.
- 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., 1978. Quelques données sur les thons de la madrague de Sidi Daoud, *Rapp. Doc. Inst. Natn. Scien. Tech. Océanogr. Pêche, Salammbô, N°2.*
- Hattour, A., 2003. Relation taille poids des captures de thon rouge (*Thunnus thynnus*) en Tunisie. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55 (1): 217-223.
- ICCAT., 1980. Mémoire sur les statistiques de prise et effort, les mensurations de taille et de poids et les données de marques et recapture concernant le thon rouge de l'Atlantique capturé par les palangriers japonais. *Laboratoire de recherche. Shimizu, Japon.* Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 11: 272-278.
- ICCAT., 1997. Repport of the bluefin workshop. Santander, 3-8 septembre 1997. Pp. 1-89.
- 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.
- Labelle, M., Hoch, T., Liorzou, B., 1997. Analysis of the 1970-1995 bluefin sale records from french seine catches in the Mediterranean. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 46(2): 140-149.
- Parks, W.W., 1976. Cohort analysis, equilibrium yield per recruit analysis and predicted effects of minimum size limit regulation in the Atlantic bluefin tuna fisheries system. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 5 (2): 313-331.
- Parrack, M. L., Phares, P.L., 1979. Aspects of the growth of Atlantic bluefin tuna determined from mark-recapture data. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 8(2): 356-366.
- 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., Munro, J. L., 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. ICLARM Fishbyte, 2 (1): 21.
- Rivas, L. R., 1976. Variation in sex ratio, size differences between sexes, and change in size and age composition in western north giant bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 5(2): 297-301.
- Sakagawa, G.T., Coan, A.L., 1974. A review of some aspects of the bluefin tuna (*Thunnus thynnus thynnus*) fisheries of the Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 2: 259-313.
- Schwartz, D. 1983- Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. Flammarion Ed., 3^{ème} ed., 7^{ème} tirage :318p.
- 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*.
- Wetherall, J.A., Polovina, J.J., Ralston, S., 1987 - Estimating growth and mortality in steady-state fish stocks from length-frequency data. ICLARM Conf. Proc., 13 : 53-74.

Tableau 1. Répartition des mâles et des femelles de *Thunnus thynnus* par année en effectif et en pourcentage.

Année	Effectif			Pourcentage		Précision au risque de 5%
	Femelles	Mâles	Total	Femelles	Mâles	
2000	1631	1438	3069	53,14	46,86	1,77
2001	1066	961	2027	52,59	47,41	2,17
2002	1194	1130	2324	51,38	48,62	2,03
2003	1669	1524	3193	52,27	47,73	1,73
2004	1208	808	2016	59,92	40,08	2,14
2005	1696	1546	3242	52,31	47,69	1,72
2006	1842	1534	3376	54,56	45,44	1,68
2007	2180	1719	3899	55,91	44,09	1,56
2008	826	714	1540	53,64	46,36	2,49
2009	582	451	1033	56,34	43,66	3,02
Total	13894	11825	25719	54,02	45,98	0,61

Tableau 2. Répartition par classe de taille de *T. thynnus* des mâles et des femelles en effectif et en pourcentage.

Taille	Effectif			Pourcentage		Précision au risque de 5%
	Mâles	Femelles	Total	Mâles	Femelles	
68	3	2	5	60,00	40,00	42,94
84	18	16	34	52,94	47,06	16,78
100	42	28	70	60,00	40,00	11,48
116	107	73	180	59,44	40,56	7,17
132	99	83	182	54,40	45,60	7,24
148	160	201	361	44,32	55,68	5,12
164	251	473	724	34,67	65,33	3,47
180	444	887	1331	33,36	66,64	2,53
196	883	1519	2402	36,76	63,24	1,93
212	1092	1401	2493	43,80	56,20	1,95
228	1314	1246	2560	51,33	48,67	1,94
244	670	403	1073	62,44	37,56	2,90
260	174	67	241	72,20	27,80	5,66
276	27	13	40	67,50	32,50	14,52
292	14	1	15	93,33	6,67	12,62
308	4		4	100,00	0,00	0,00
Total	5302	6413	11715	45,26	54,74	0,90

Tableau 3. Comparaison annuelle des tailles moyennes des mâles et des femelles de *Thunnus thynnus*.

	Année 2000*		Année 2001*		Année 2002*		Année 2003*		Année 2004*		Année 2005		Année 2006		Année 2007		Année 2008		Année 2009	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Effectif	1429	1609	961	1066	1130	1191	1523	1668	808	1208	1468	1624	1178	1468	1577	2004	628	735	451	582
LF max (cm)	331	324	260	250	260	259	260	241	269	241	300	290	285	275	305	270	295	270	300	270
LF min (cm)	85	94	78	75	71	66	80	80	76	84	65	81	75	75	75	70	100	110	108	101
X (cm)	194	187	186	179	188	182	190	179	191	183	214	204	207	201	201	197	204	198	209	203
σ^2 (cm ²)	650,49	563,66	1035,19	701,23	988,22	834,49	527,96	382,27	644,97	411,85	793,51	704,44	985,56	728,97	1429,2	868,6	1114,29	750,28	976,57	849,44
ε ($\alpha=5\%$)	7,79		5,31		4,78		14,49		7,49		10,17		5,16		4,00		3,49		3,09	
Différence	Significative		Significative		Significative		Significative		Significative		Significative		Significative		Significative		Significative		Significative	

M : mâles, F : femelles, L_F : taille à la fourche,* : données de L_F estimée.

Tableau 4. Distributions de fréquence de taille de *Thunnus thynnus*.

<i>Classe de taille</i>	<i>Centre de classe</i>	<i>Mâles</i>	<i>Femelles</i>	<i>Sexes Confondus</i>
[60:76[	68	3	2	5
[76:92[	84	18	16	34
[92:108[	100	42	28	70
[108:124[	116	107	73	180
[124:140[	132	99	83	182
[140:156[	148	160	201	362
[156:172[	164	251	473	724
[172:188[	180	444	887	1333
[188:204[	196	883	1519	2404
[204:220[	212	1092	1401	2494
[220:236[	228	1314	1246	2571
[236:252[	244	670	403	1077
[252:268[	260	174	67	242
[268:284[	276	27	13	41
[284:300[	292	14	1	15
[300:316[	308	4		4
Total	Total	5302	6413	11738

Tableau 5. Paramètres de croissance de Von Bertalanffy obtenus sur *Thunnus thynnus* par différents auteurs.

<i>Auteurs et année</i>	<i>Région d'étude</i>	<i>Méthode</i>	<i>Sexe</i>	L_{∞} (Cm)	K / an	t_0 (ans)
Sella, 1929 in Farrugio, 1978	Méditerranée	Vertèbres	Confondus	499,68	0,044	-2,114
Westmann et Gilbert, 1941 in Fromentin, 2006	Atlantique Ouest	Ecailles	Confondus	197,94	0,196	- 0,778
Mather et Schuck, 1960 in Sakagawa et Coan, 1974	Atlantique Ouest	Vertèbres	Confondus	437,46	0,055	-1,489
Bard et al., 1978	Atlantique Ouest	-	Confondus	318	0,11	- 0,620
Rodriguez-Roda, 1964, 1969 in Fromentin, 2006	Atlantique Est	Vertèbres	Confondus	355,84	0,090	- 0,890
Cort, 1991 in Labelle et al., 1997	Atlantique Ouest	-	Confondus	318,85	0,093	- 0,970
Mather et al., 1973 in Parks, 1976	Atlantique Ouest	-	Confondus	447,88	0,053	-1,592
Parrack et Phares, 1979	Atlantique Ouest	-	Confondus	313	0,09	- 0,960
Caddy et al., 1976 in Fromentin, 2006	Atlantique Ouest	Otolithes	Mâles	286,64	0,134	0,328
		Otolithes	Femelles	277,31	0,116	0,800
Berry et al., 1977	Atlantique	-	Confondus	289,9	0,114	- 0,665
Farrugio, 1980	Méditerranée	Vertèbres	Confondus	351,13	0,080	-1,087
Cort, 1991 in Fromentin, 2006	Atlantique Est	Epines	Confondus	318,85	0,093	- 0,970
Tunner et Restrepo, 1994 in Fromentin, 2006	Atlantique Ouest	Recapture de marques	Confondus	382	0,079	- 0,707
Hattour, 1978	Méditerranée	-	Confondus	330	0,095	- 0,370
Chalabi et al., 2001	Méditerranée	-	Confondus	298,5	0,240	- 0,860

Tableau 6. Paramètres de croissance, obtenus par analyse des structures de taille.

<i>Sexe</i>	\emptyset 'm	Z/K	L_{∞} (Cm)	K (an)	t_0 (an)	Z (an)
Mâles	4,069	7,658	360,35	0,090	- 0,976	0,691
Femelles	4,069	8,486	346,15	0,098	- 0,903	0,830
Confondus	4,069	9,261	373,33	0,084	-1,038	0,778

Tableau 7. Relations biométriques de *Thunnus thynnus*.

<i>Relation</i>	<i>Sexe</i>	<i>Equation</i>	r^2	<i>Effectif</i>
Longueur totale (L_T) en fonction de la longueur à la fourche (L_F)	Confondus	$L_T = 1,0357 L_F + 18,002$	0,95	4386
	Mâles	$L_T = 1,0441 L_F + 16,091$	0,96	2138
	Femelles	$L_T = 1,026 L_F + 20,067$	0,94	2247
Poids total (W_T) en fonction du poids éviscéré (W_E)	Confondus	$W_T = 1,0879 W_E + 8,9487$	0,94	12695
	Mâles	$W_T = 1,1173 W_E + 5,3986$	0,98	5680
	Femelles	$W_T = 1,1063 W_E + 7,2223$	0,96	6847
Poids total (W_T) en fonction de la longueur à la fourche (L_F)	Confondus	$W_T = 0,0011 L_F^{2,2446}$	0,78	11735
	Mâles	$W_T = 0,0007 L_F^{2,3369}$	0,81	5299
	Femelles	$W_T = 0,002 L_F^{2,135}$	0,74	6413
Poids éviscéré (W_E) en fonction de la longueur à la fourche (L_F)	Confondus	$W_E = 0,0005 L_F^{2,3744}$	0,79	11278
	Mâles	$W_E = 0,0003 L_F^{2,4671}$	0,82	5077
	Femelles	$W_E = 0,0009 L_F^{2,2593}$	0,76	6195

Tableau 8. Relations taille-poids de *Thunnus thynnus* obtenues par différents auteurs.

<i>Auteurs et année</i>	<i>Région d'étude</i>	<i>Sexe</i>	<i>Equation</i>	<i>Observation</i>
Aloncle, 1979	Atlantique Est	Confondus	$W_T = 1,29 * 10^{-6} L_F^{3,43}$	Mai / Octobre
Hisada, Com per in ICCAT, 1980	Atlantique	Confondus	$W_T = 1,62 * 10^{-5} L_F^{2,99}$	Après la ponte
Roriguez – Roda, 1964 in Bard et al., 1978	Atlantique Est	Confondus	$W_T = 1,9 * 10^{-5} L_F^3$ $W_T = 5,3 * 10^{-5} L_F^{2,8}$ $W_T = 2,5 * 10^{-5} L_F^{2,9}$	Mars / Mai Juin / Août Sept / Février
Anon, 1995 in Labelle et al., 1997	Méditerranée	Confondus	$L_F = 36,6 W_T^{0,33}$	
Anonymous, 1995 in Labelle et al., 1997	Méditerranée	Confondus	$W_T = 1,96 * 10^{-6} L_F^3$	
Hattour, 1984 in Hattour, 2003	Méditerranée tunisienne	Confondus	$W_T = 1,21 * L_F^{2,99}$	
Sella, 1929 in Labelle et al., 1997	Méditerranée	Confondus	$W_T = 1,86 * 10^{-5} L_F^{2,97}$	
Vilela, 1960 in Labelle et al., 1997	Méditerranée	Confondus	$W_T = 1,80 * 10^{-5} L_F^3$	
Mather III et Schuck, 1960 in Labelle et al., 1997	Atlantique Ouest	Confondus	$W_T = 1,44 * 10^{-5} L_F^{3,09}$	
Le Gall, 1954 et Scaccini, 1965 in Labelle et al., 1997	Méditerranée	Confondus	$W_T = 6,20 * 10^{-6} L_F^{3,19}$	
Sakawa et Coan, 1973 in Coan, 1976 in Hattour, 2003	Atlantique	Confondus	$W_T = 3,17 * 10^{-5} L_F^{2,9}$	
Berry et Lee, 1977 in Hattour, 2003	Atlantique Ouest	Confondus	$W_T = 5,67 * 10^{-5} L_F^{2,8}$	
Farrugio, 1978	Méditerranée française	Confondus	$W_T = 2,03 * 10^{-5} L_F^{2,69}$ $W_T = 1,61 * 10^{-5} L_F^{3,03}$	Immatures Adultes
Hattour, 2003	Méditerranée tunisienne	Confondus	$W_T = 3,95 * 10^{-6} L_F^{3,43}$ $W_T = 2 * 10^{-6} L_F^{2,96}$	Immatures Adultes
Sinovicic et al., 1999	Mer adriatique	Confondus	$W_T = 2 * 10^{-5} L_F^{2,96}$	
La Mesa et al., 2005	Méditerranée	Confondus	$W_T = 1,92 * 10^{-6} L_F^{3,39}$	Immatures

Tableau 9. Clés taille – poids de *Thunnus thynnus*.

<i>L_F (cm)</i>	<i>Femelles</i>				<i>Mâles</i>			
	<i>Nb</i>	<i>W_T (kg)</i>	<i>Nb</i>	<i>W_E (kg)</i>	<i>Nb</i>	<i>W_T (kg)</i>	<i>Nb</i>	<i>W_E (kg)</i>
[70:90[	12	9-30	9	6-25	6	11-35	5	10-29
[90:110[	35	14-113	35	10-100	63	13-112	63	10-100
[110:130[	97	20-196	97	14-176	127	19-162	125	15-152
[130:150[	145	30-193	145	26-142	147	25-142	143	22-122
[150:170[	387	34-220	385	25-180	241	22-184	238	19-170
[170:190[	1128	40-250	1114	34-230	564	24-250	551	16-218
[190:210[	1855	50-280	1825	40-271	1118	80-300	1111	70-280
[210:230[	1845	85-350	1789	42-318	1604	112-340	1577	100-309
[230:250[	762	100-350	673	80-317	1101	91-370	1014	95-345
[250:270[	135	93-394	114	70-354	288	103-453	228	92-380
[270:310[	12	225-375	9	200-315	40	177-470	31	153-450

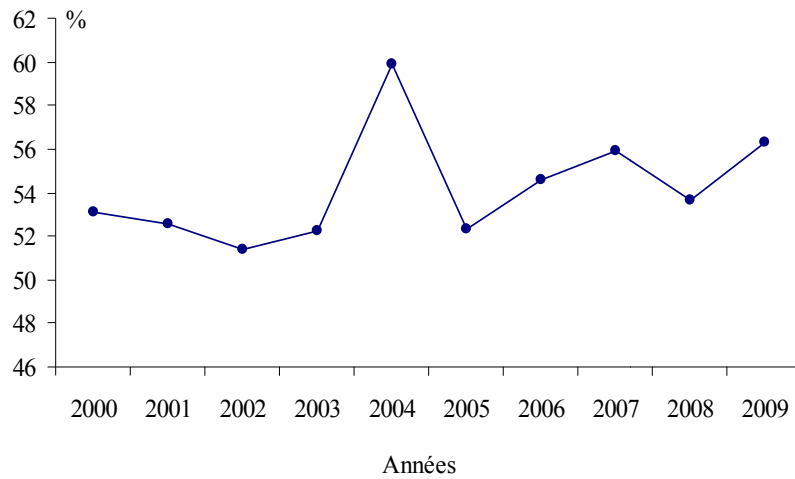


Figure 1. Evolution annuelle du pourcentage des femelles de *Thunnus thynnus*.

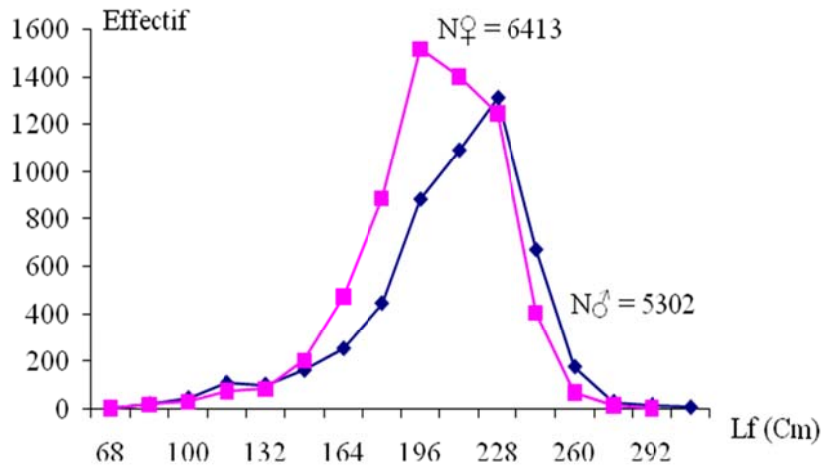


Figure 2. Courbes d'abondance de taille des mâles et des femelles de *Thunnus thynnus*.

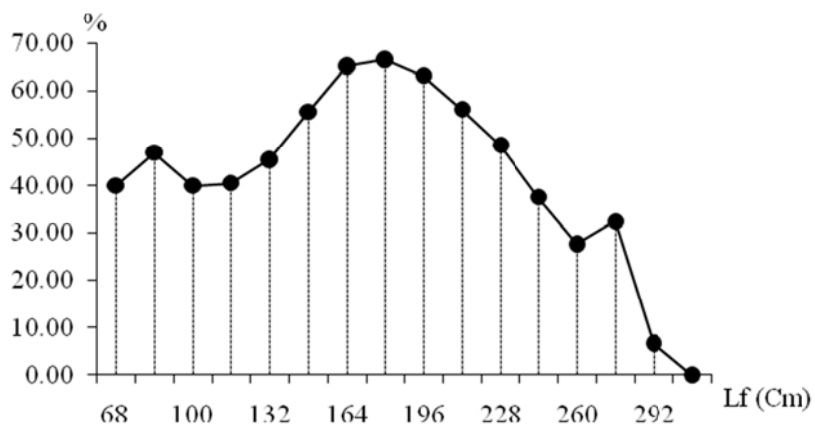
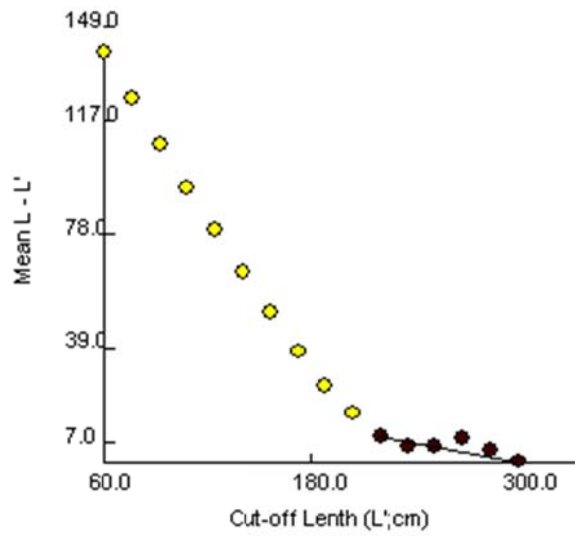


Figure 3. Pourcentage des femelles de *Thunnus thynnus* en fonction de la taille.

âles

41.62



melles

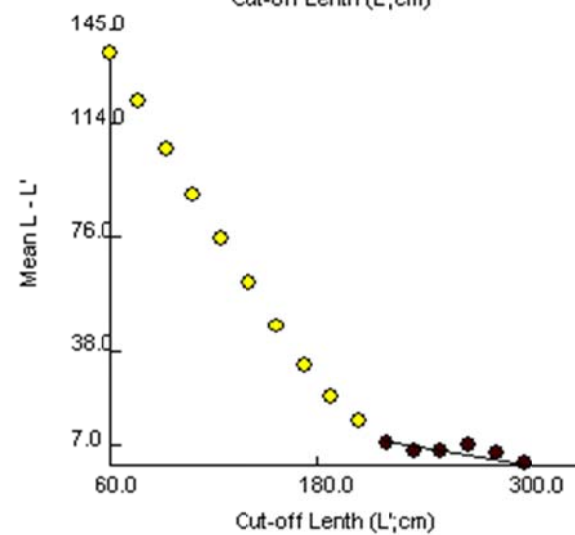
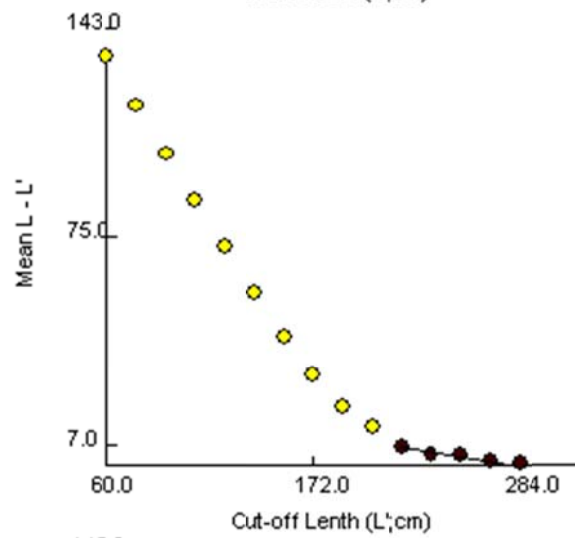


Figure 4. Détermination de L_{∞} et Z/K par analyse des structures de taille (méthode de Powell – Wetherall) pour *Thunnus thynnus* mâles, femelles et sexes confondus.

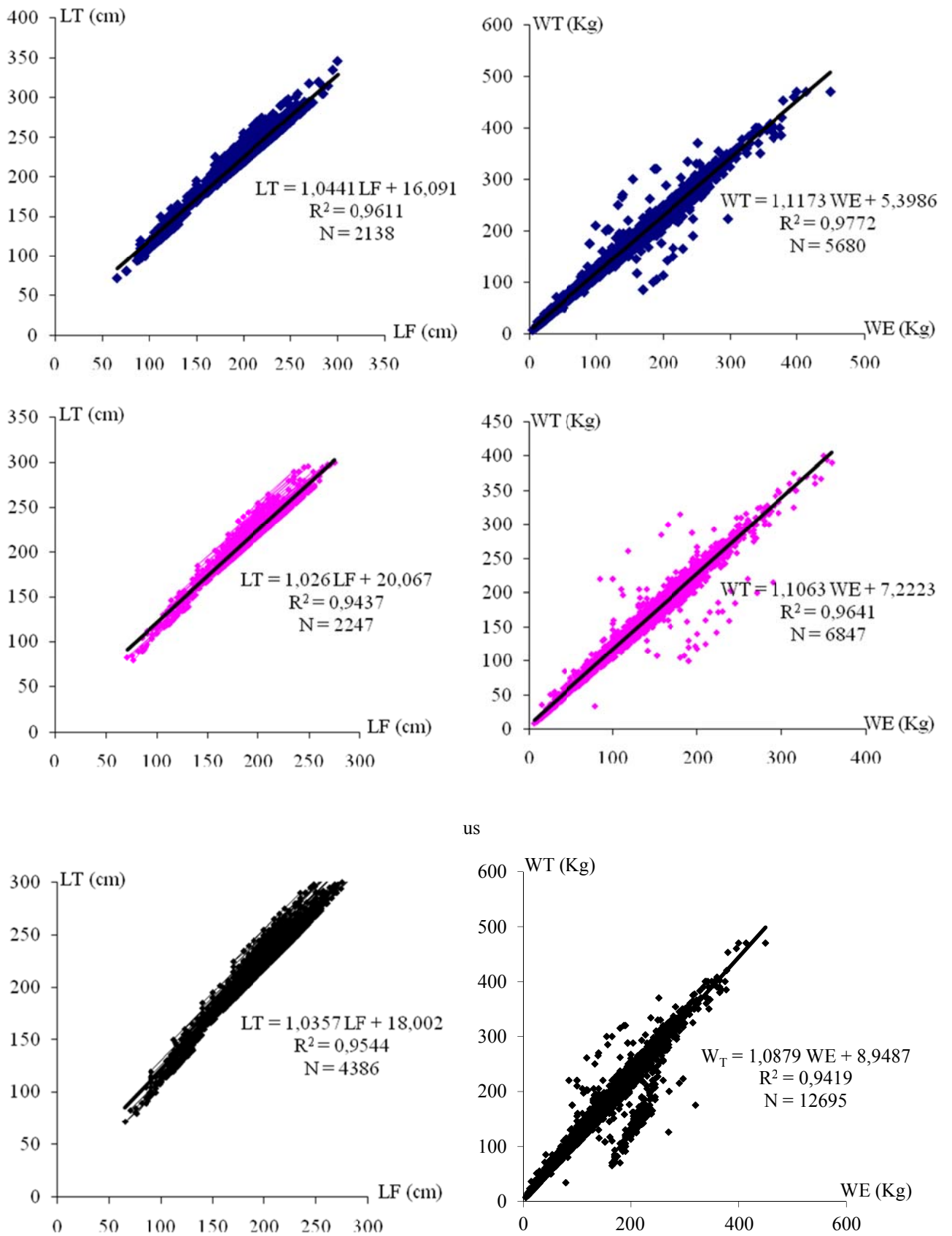


Figure 5. Relations linéaires chez *Thunnus thynnus*.

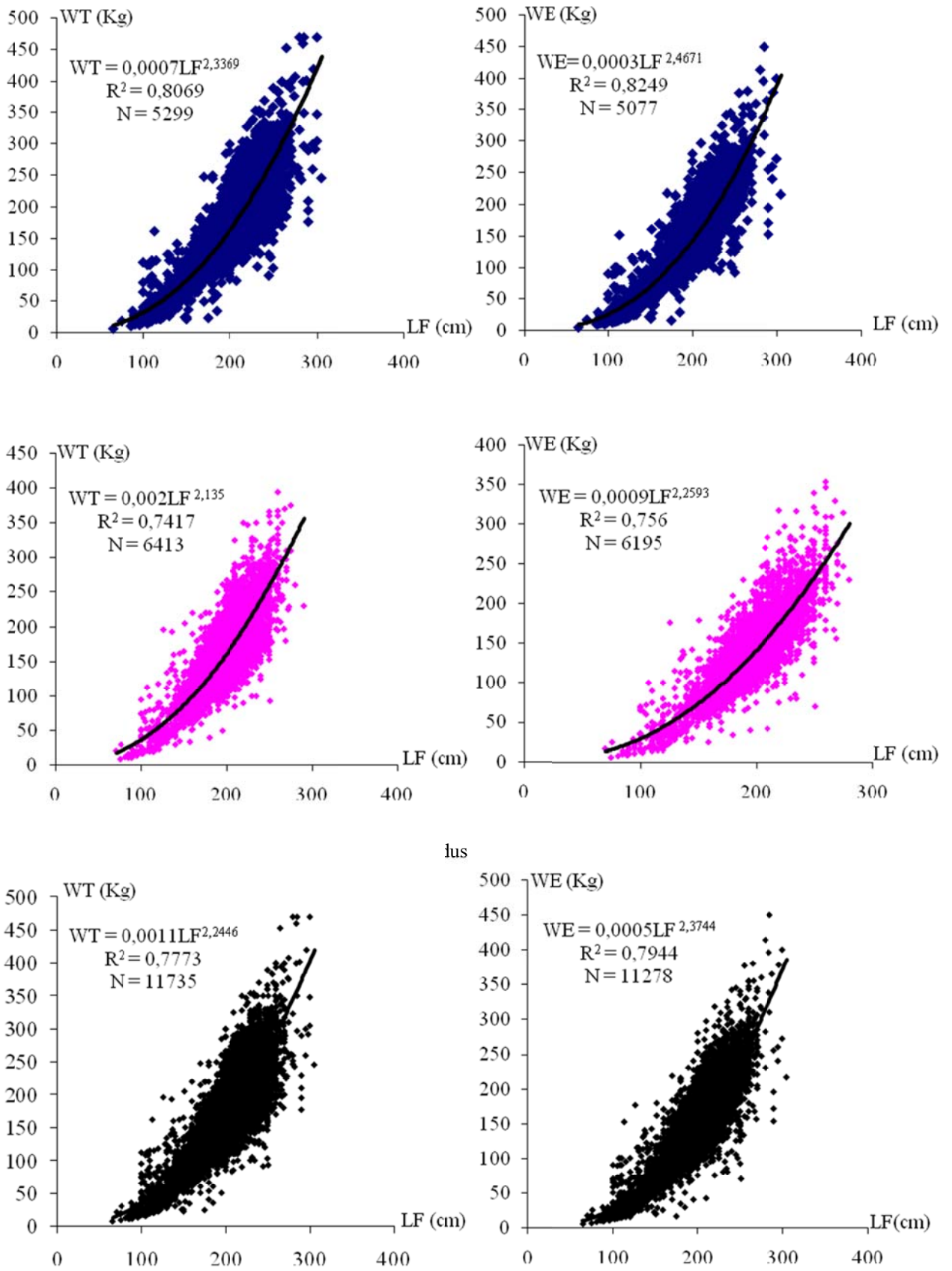


Figure 6. Relations puissance chez *Thunnus thynnus*.