

Ichtyologie

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DE LA CROISSANCE DE *MERLUCCIUS MERLUCCIUS* (LINNAEUS, 1758) EN ATLANTIQUE CENTRE MAROCAIN

par

Hammou EL HABOUZ^{1*}, Souad KIFANI²,

Abdellatif MOUKRIM³ et Abdellah BOUHAIMI³

Le présent travail s'intéresse à l'étude de la croissance en longueur et de la relation taille-poids du merlu blanc (*Merluccius merluccius*) de l'Atlantique Centre Marocain. La croissance linéaire a été étudiée à travers les données de distribution des fréquences de tailles collectées lors des campagnes de prospection en mer, effectuées entre 1995 et 2007, par le N/R (Charif Al Idrissi) de l'INRH. Les paramètres de l'équation de von Bertalanffy estimés pour le merlu blanc, sans distinction de sexes, sont : $L_{\infty} = 115,428$ cm ; $K = 0,140$ et $t_0 = -0,919$. L'hypothèse d'une croissance rapide chez le merlu blanc a été vérifiée pour l'espèce *M. merluccius* de l'Atlantique Marocain. Les femelles ont une croissance plus rapide que les mâles dès leur première année de vie. La croissance relative du merlu a été abordée à travers les prises commerciales des chalutiers côtiers actifs au large de la zone d'étude et débarquant au port d'Agadir. Les paramètres 'a' et 'b' de la relation taille-poids ($P = a * L^b$) ont été estimées pour les mâles ($a=0,012$; $b=2,82$), pour les femelles ($a=0,011$; $b=2,87$) et pour les deux sexes ($a=0,006$; $b=3,01$). Chez les adultes, à taille égale, le poids des femelles est supérieur à celui des mâles et le gain en poids somatique par taille est identique chez les deux sexes du merlu.

Mots-clefs : *Merluccius merluccius*, Croissance linéaire, Relation taille-poids et Atlantique Centre Marocain.

-
1. Institut National de Recherche Halieutique (INRH), Centre Régional d'Agadir, Maroc.
 2. Institut National de Recherche Halieutique (INRH), Casablanca, Maroc.
 3. Université Ibn Zohr, Faculté des Sciences, département de Biologie : Laboratoire des Systèmes Aquatiques : Milieux marin et continental, Agadir, Maroc.
- *Auteur pour la correspondance : <helhabouz@yahoo.fr>

Bulletin de la Société zoologique de France 139 (1-4)

Growth study of the European hake, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758), in the Central Atlantic of Morocco

This study was carried out on linear growth and length-weight relationship of hake (*Merluccius merluccius*) in the Moroccan Central Atlantic. Linear growth was studied using data on size frequency distribution, collected during trawling surveys carried out from 1995 to 2007 by the R/V "Charif Al Idrissi" of INRH. The parameters of the von Bertalanffy linear growth equation were estimated, for both sexes, as: $L_{\infty} = 115.428$ cm, $K = 0.14$ and $t_0 = -0.919$. The hypothesis of a rapid growth in hake has been verified in Moroccan Central Atlantic. Females grow faster than males in their first year of life. Relative growth was studied from catches of the commercial trawlers operating in the study area and landed at Agadir port. The parameters a and b of length-weight relationship ($W = a \cdot L^b$) were estimated for males ($a=0.012$; $b=2.82$), for females ($a=0.011$; $b=2.87$) and for both sexes ($a=0.006$; $b=3.01$). For adults of equal length, the body weight of females is higher than that of males and somatic weight gain per length is identical for both sexes of hake.

Keywords: *Merluccius merluccius*, Linear growth, length-weight relationship, Moroccan Atlantic Centre.

Introduction

L'évaluation des stocks de poissons exploités, par des modèles analytiques, repose sur une description structurée et détaillée par taille et par âge nécessitant une connaissance de la biologie et en particulier de la croissance de l'espèce exploitée. L'étude de la croissance revient à déterminer la taille corporelle par âge (SPARRE & VENEMA, 1996). Dans les eaux tempérées, l'âge du poisson peut être déterminé par un comptage direct des anneaux présents sur les pièces calcifiées (écailles et otolithes) formés sous contrôle physiologique et sous influence des conditions environnementales. Dans les régions tropicales, où ces fluctuations sont absentes, les biologistes des pêches ont recours aux méthodes de progression modale qui permettent de convertir les données des fréquences de tailles par âge (SPARRE & VENEMA, 1996).

Plusieurs études de croissance du merlu blanc (*Merluccius merluccius*) ont été menées le long de son aire de distribution. En Atlantique Marocain, une série de clefs taille-âge ont été établies à partir des coupes sagittales des otolithes (MAURIN, 1954 ; ATLANTNIRO, 1978 ; RAMI, 1979 ; GOÑI, 1983 ; EL OUAIRI, 1990 ; EL HABOUZ, 1995 ; LAHRIZI, 1996). Cependant, ces études se sont confrontées aux problèmes de détermination des anneaux de croissance et aux difficultés de les distinguer des faux anneaux. Ces derniers sont engendrés par la succession de différents événements ontogéniques ayant lieu durant la vie du poisson et en particulier durant la phase larvaire. En Atlantique nord, des critères standards ont été définis pour la lecture d'âge du merlu blanc par le Conseil International d'Exploration des Océans (ICES, 2000). Cependant, les techniques de lecture d'âge du merlu ne sont pas encore maîtrisées. En effet, l'interprétation des coupes d'otolithes a été établie pour identifier l'âge jusqu'à cinq ans (PIÑEIRO & SAINZA, 2003), alors que le merlu est une espèce de longue vie qui atteint plus de dix ans, et cette interprétation reste contro-

Croissance de *Merluccius merluccius* en Atlantique centre Marocain

versée (ICES, 2010). Le débat sur une croissance rapide ou lente chez le merlu remonte aux années 1930 (HICKLING, 1930, 1933 ; BELLOC, 1935). Une étude effectuée en Méditerranée occidentale, basée à la fois sur la lecture d'âge à partir des otolithes et l'analyse des fréquences de taille, a proposé une hypothèse de croissance rapide chez le merlu (GARCIA-RODRIGUEZ & ESTEBAN, 2002). Des études de marquage et recapture en Atlantique nord (Golfe de Gascogne) ont également indiqué que le taux de croissance chez le merlu est deux fois supérieur à celui estimé précédemment à partir des lectures des otolithes (DE PONTUAL *et al.*, 2003, 2006, 2013). D'autres études de marquage et recapture au nord-ouest de la péninsule ibérique (PINEIRO *et al.*, 2007) et au golfe du Lion (MELLON-DUVAL *et al.*, 2010) soutiennent cette hypothèse de croissance rapide chez le merlu. Des études sur la croissance des juvéniles, basées sur l'analyse des microstructures des otolithes en Méditerranée (BELCARI *et al.*, 2006) et en Atlantique nord (KACHER & AMARA, 2005 ; PINEIRO *et al.*, 2008) ont aussi montré une croissance rapide des juvéniles au cours de leur première année de vie. En Atlantique Marocain, ces études n'ont pas encore été abordées et la croissance du merlu reste peu documentée.

Cette présente étude se propose d'étudier la croissance linéaire et relative (Relation taille-poids) chez le merlu blanc (*Merluccius merluccius*) de l'Atlantique Centre Marocain qui représente la limite sud de la zone de distribution où l'espèce ne cohabite avec aucune autre du même genre. L'étude de la croissance linéaire est basée sur la méthode de distribution des fréquences de taille en utilisant des séries de données collectées lors des campagnes de prospection en mer, effectuées régulièrement à bord du Navire de recherche « Charif Al Idrissi » de l'INRH, entre 1995 et 2007. La croissance relative a été abordée à partir des opérations d'échantillonnage biologique des chalutiers côtiers opérant en Atlantique Centre et débarquant au port d'Agadir, entre 2001 et 2003. Les résultats obtenus sont comparés avec les modèles de croissance établis par d'autres auteurs et discutés à la lumière des travaux récents portant sur l'étude de la croissance chez les juvéniles et les expériences de marquage et recapture.

Matériel et méthodes

Croissance linéaire

La croissance linéaire du merlu blanc a été étudiée selon le modèle de von Bertalanffy (1938) : $L_t = L_\infty \cdot (1 - e^{-K(t-t_0)})$, où L_t est la longueur totale du poisson au temps t (années), L_∞ (cm) est la longueur asymptotique du poisson, K traduit le taux de croissance et t_0 est l'âge du poisson quand sa taille est théoriquement nulle.

Les paramètres "K" et " L_∞ " sont estimés par la méthode de Gulland et Holt (1959), à partir de la relation $\Delta L / \Delta t = K \cdot L_\infty - K \cdot L_t$, où le taux de croissance $\Delta L / \Delta t$, en tant que variable dépendante, est représenté par rapport à la longueur moyenne L_t , variable indépendante, durant l'année correspondante. La régression linéaire entre $\Delta L / \Delta t$ et L_t est de la forme : $\Delta L / \Delta t = a + b \cdot L_t$, dans laquelle $K = -b$ et $L_\infty = -a/b$.

Bulletin de la Société zoologique de France 139 (1-4)

La méthode de distribution des fréquences de taille a été adoptée pour affecter des âges aux différentes classes de taille. Les distributions complexes des fréquences de longueur ont été classées en cohortes auxquelles des âges arbitraires ont été attribués (SPARE & VENEMA, 1996). Pour ce fait, la méthode de progression modale (BATTACHARYA, 1967), décrite dans le logiciel informatique LFSA « Length Frequency Stocks Assessment », développé par SPARRE (1987), a été utilisée.

Le paramètre t_0 est estimé à partir de la régression linéaire suivante :

$$Y = -\ln(1-L_t/L_\infty) = -K_*t_0 + K_*t, \text{ qui est de la forme } y = a + b_*t, \\ \text{d'où } t_0 = -a/K$$

Les données de distribution de taille, utilisées pour l'étude de la croissance du merlu sont collectées, lors des campagnes de prospection en mer, effectuées en Atlantique Centre Marocain (Figure 1), par le Navire de Recherche « Charif Al Idrissi » de l'INRH pour la période s'étendant de 1995 à 2007.

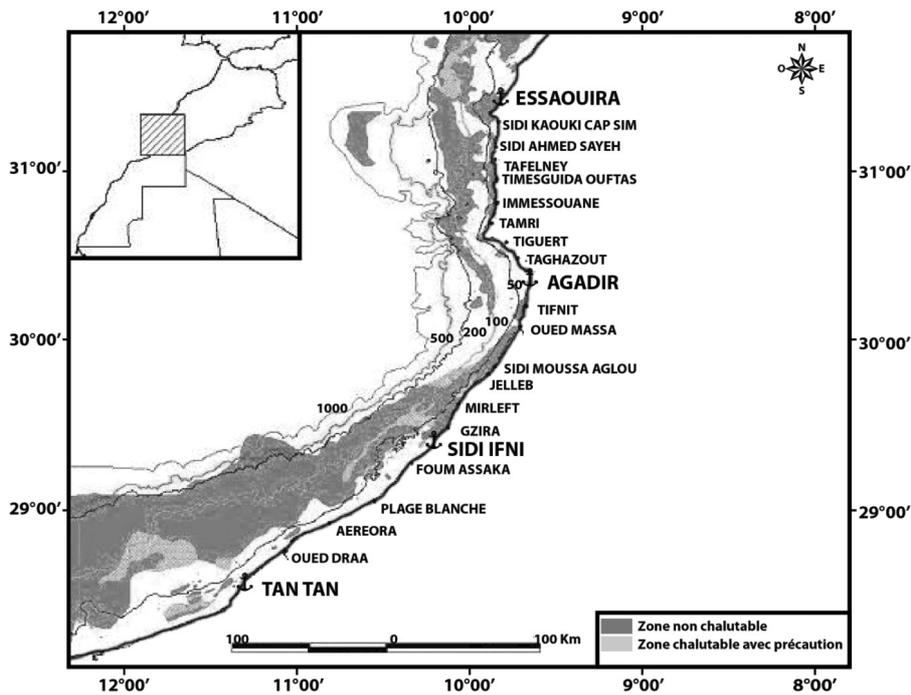


Figure 1

Situation géographique et nature du fond marin de l'Atlantique Centre Marocain.
Geographical location and nature of the sea bottom in the Moroccan Central Atlantic.

Croissance de *Merluccius merluccius* en Atlantique centre Marocain

Tableau 1

Effectifs de merlu blanc mesurés lors de chaque campagne effectuée en Atlantique Centre Marocain.
Number of white hake measured in each survey carried out in the Moroccan Central Atlantic.

Campagne	Av.- 1995	Juil.- 1995	Déc.- 1995	Mai- 1996	Déc.- 1997	Déc.- 1998	Mars- 1999	Nov.- 1999	Nov.- 2000	Av.- 2001
Effectif	418	773	364	1385	370	520	497	616	764	1132
Campagne	Nov.- 2001	Mai- 2002	Juin- 2003	Juin- 2004	Av.- 2005	Déc.- 2005	Av.- 2006	Déc.- 2006	Mars- 2007	Juin- 2007
Effectif	768	647	108	247	849	1031	447	431	197	550

Au total, 12114 individus ont été échantillonnés durant 20 campagnes de chalutage de fond (Tableau 1).

Les longueurs totales, avec caudales, mesurées varient entre 5 et 65 cm. Les fréquences de taille ont été regroupées en classes d'un centimètre et toutes les distributions ont été introduites dans le logiciel LFSA. Les principales tailles moyennes modales du merlu, sans distinction de sexe, sont identifiées pendant chaque campagne et celles des deux sexes séparés ont été calculées en utilisant la valeur calculée du sex-ratio par taille.

Pour le merlu blanc, qui est un reproducteur partiel (MURUA & SABORIDO-REY, 2003), la ponte a lieu toute l'année, avec une ponte principale en hiver et une ponte secondaire pouvant avoir lieu en été (EL HABOUZ *et al.*, 2011). De ce fait, deux cohortes ont été identifiées : une d'hiver et une d'été.

La comparaison des courbes de croissance linéaire de la même espèce, du même stock ou de stocks différents est testée par le test Φ' (phi prime) (MUNRO & PAULY, 1983 ; PAULY & MUNRO, 1984) désigné par l'expression suivante : $\Phi' = \log(K) + 2 \cdot \log(L_{\infty})$

Ce test repose sur la découverte de PAULY (1979) qui a montré que les valeurs de Phi-prime sont très semblables à l'intérieur des taxa voisins et qu'elles ont des distributions normales étroites (SPARRE & VENEMA, 1996).

Relation taille-poids

La croissance relative (relation taille-poids) du merlu blanc a été étudiée à partir des prises commerciales des chalutiers côtiers opérant dans la zone Atlantique centre (Figure 1) et débarquant au port d'Agadir. Pour ce fait, 2483 individus de merlu ont été analysés durant la période s'étendant de novembre 2001 à décembre 2003 (Tableau 2). Pour chaque individu, le poids corporel plein (P_p) et éviscéré (P_e) à 0,01 g près et les longueurs totales (en mm) ont été mesurés.

La relation entre la taille (L, mm) et le poids (P, g) est de la forme $P = a * L^b$ (RICKER, 1980), où 'a' est une constante de proportionnalité et 'b' est un coefficient de croissance. Cette relation, calculée pour le poids plein et le poids éviscéré, permet de convertir les tailles mesurées en données pondérales.

Bulletin de la Société zoologique de France 139 (1-4)

Tableau 2

Effectifs et gamme de tailles des merlus *Merluccius merluccius* échantillonnés au port d'Agadir.
Number and length range of Merluccius merluccius sampled at Agadir port.

Période	Nombre d'individus	Gamme de taille (cm)	Période	Nombre d'individus	Gamme de taille (cm)
Nov.-Déc. 01	502	13 - 42,8	Jan.-Fév. 03	141	20 - 42
Jan.-Fév. 02	237	20,5 - 71	Mars-Avril. 03	250	19,8 - 63
Mars-Avril 02	263	13,5 - 65,5	Mai-Juin 03	175	22,5 - 34
Mai-Juin 02	110	14 - 43	Juil.-Août 03	113	19 - 70
Juil.-Août 02	101	21,5 - 52,6	Sept.-Oct. 03	90	21 - 45
Sept.-Oct. 02	217	22 - 56	Nov.-Déc. 03	100	22,5 - 39,5
Nov.-Déc. 02	184	23 - 49	Total	2483	13 - 71

Tableau 3

Paramètres de l'équation de von Bertalanffy pour la croissance linéaire de *Merluccius merluccius*.

M : Mâle ; F : Femelle et I : Indéterminé.

Parameters of the von Bertalanffy equation for the linear growth of Merluccius merluccius.

M: Male; F: Female; I: unidentified.

Sexe	L_{∞} (cm)	K	t_0	Effectif
M+F+I	115,428	0,140	- 0,919	12114
F	114,806	0,129	- 1,153	4926
M	101,947	0,113	- 1,449	3507

Résultats

Les paramètres de l'équation de la croissance linéaire de von Bertalanffy, retenus pour le merlu blanc, avec et sans distinction des sexes, sont présentés au tableau 3.

La représentation des équations de von Bertalanffy pour la croissance linéaire des mâles et des femelles du merlu (Figure 2) montre que la croissance en longueur des femelles est plus rapide que celle des mâles à partir de la fin de la première année de croissance. Pour un même âge, les tailles des femelles sont plus grandes que celles des mâles (Figure 2).

Le test phi-prime (Φ') a été utilisé pour comparer les paramètres de croissance linéaire L_{∞} et K, estimés pour le sexe combiné avec ceux obtenus par d'autres études. Les valeurs de phi-prime calculées sont similaires au sein de la même région d'étude. Cependant, les valeurs de phi-prime issues de la lecture des otolithes restent inférieures à celles issues des fréquences de taille et des techniques de marquage et recapture (Tableau 4).

La relation entre la taille (Longueur totale en mm) et le poids corporel (en gramme) a été étudiée pour le merlu blanc. Les paramètres de l'équation : $P = a \cdot L^b$ (RICKER, 1980) sont détaillés dans le tableau 5.

Croissance de *Merluccius merluccius* en Atlantique centre Marocain

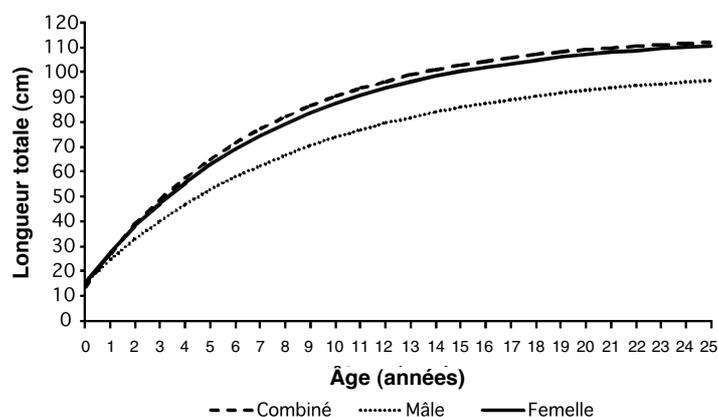


Figure 2

Courbes de von Bertalanffy pour la Croissance linéaire de *Merluccius merluccius* en Atlantique Centre Marocain.

Von Bertalanffy curves for the linear growth of Merluccius merluccius in the Moroccan Central Atlantic.

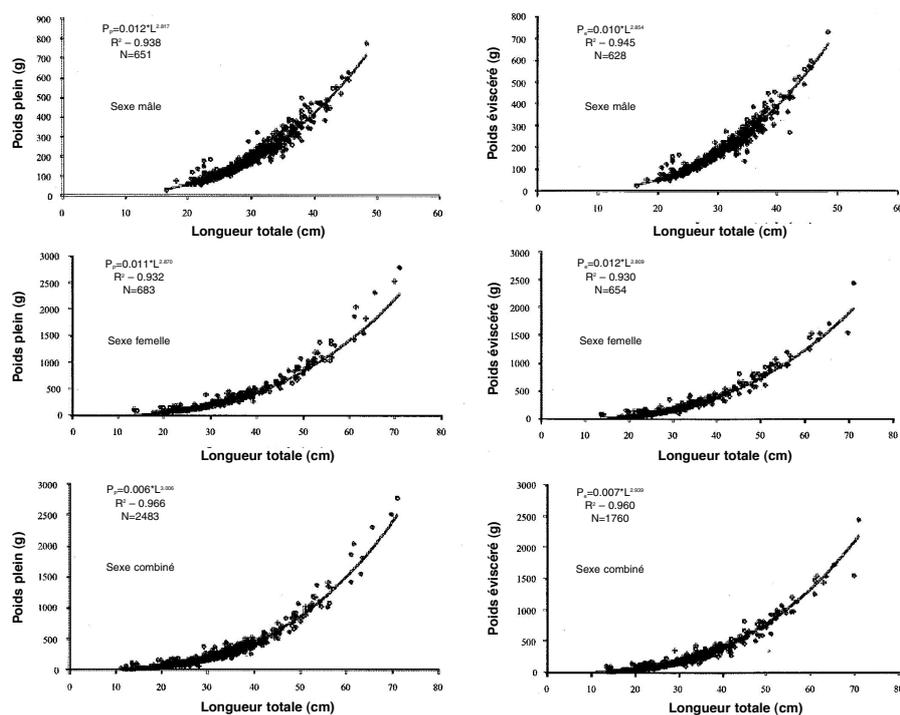


Figure 3

Relation taille-poids de *Merluccius merluccius* de l'Atlantique Centre Marocain pour les mâles (en haut), les femelles (au centre) et pour les sexes combinés (en bas). Poids plein (P_p , à gauche) et Poids éviscéré (P_e , à droite). *Length-weight relationship of Merluccius merluccius in the Moroccan Central Atlantic for males (top), females (center) and both sexes combined (bottom). Full Weight (P_p), at left, Gutted Weight (P_e) at right.*

Bulletin de la Société zoologique de France 139 (1-4)

Tableau 4

Paramètres de l'équation von Bertalanffy pour la croissance linéaire de *Merluccius merluccius*
(Sexe confondu), par zone et par méthode de détermination de l'âge.

*Parameters of von Bertalanffy linear growth equation for white hake (both sexes combined)
by area and by method of age determination.*

Auteurs	Méthode	Zone	Longueur totale à 1 an (cm)	K	L_{∞}	t_0	\emptyset'
GONI (1983)	Otolithes/retro calcul	Atlantique-Maroc	11,15	0,064	110	-0,67	2,89
EL OUAIRI (1990)	Otolithes	Atlantique nord-Maroc	12,52	0,078	95,1	-0,81	2,85
EL HABOUZ (1995)	Otolithes/retro calcul	Atlantique centre-Maroc	11,25	0,087	97,23	-0,413	2,92
LAHRIZI (1996)	Otolithes/retro calcul	Atlantique nord-Maroc	11,86	0,089	85,43	-0,68	2,81
BENCHOUCHA <i>et al.</i> (2007)	Analyse des tailles	Atlantique nord-Maroc	28,72	0,175	107,29	-0,78	3,30
GARCIA-RODRIGUEZ & ESTEBAN (2002)	Otolithes Analyse des tailles	Méditerranée de l'ouest	18,32	0,21	108	0,115	3,39
		Méditerranée de l'ouest	19,31	0,2	106,8	0,003	3,36
MELLON-DUVAL <i>et al.</i> (2010)	Marquage-recapture	Golfe du Lion	18,40	0,183	110	0,00	3,35
PINERO & SANZA (2003)	Otolithes	Atlantique Ibérique	22,20	0,075	120,5	-1,715	3,04
	Otolithes	Atlantique Ibérique	25,83	0,128	88	-1,174	3,00
ICES (1993)	Otolithes	Golfe de Gascogne	18,36	0,073	127,5	-1,13	3,07
LUCIO <i>et al.</i> (2000)	Otolithes	Golfe de Gascogne	18,12	0,124	110	-0,452	3,18
DE PONTUAL <i>et al.</i> (2006)	Marquage-recapture	Golfe de Gascogne	24,07	0,25	110	0,00	3,48
DE PONTUAL <i>et al.</i> (2013)	Marquage-recapture	Golfe de Gascogne	19,57	0,170	125,2	0,00	3,43
Présente étude	Analyse des tailles	Atlantique centre-Maroc	27,19	0,14	115,43	-0,919	3,27

Le paramètre « b » de la relation taille-poids plein, calculé pour le merlu (sans distinction des sexes) est sensiblement égal à 3, ce qui montre une isométrie de croissance relative.

Pour les deux sexes séparés, le test statistique de Student montre que le facteur « b » est inférieur à 3, et par conséquent, la croissance relative, chez les mâles et les femelles séparés du merlu blanc, suit une allométrie minorante qui signifie que le poids, chez les deux sexes séparés du merlu, croît proportionnellement mais moins vite que la taille (Tableau 5).

Croissance de *Merluccius merluccius* en Atlantique centre Marocain

Tableau 5

Paramètres de la relation taille-poids plein et éviscéré estimés pour *Merluccius merluccius*.

M : Mâle ; F : Femelle et I : Indéterminé.

Parameters of the length-weight relationship estimated for *Merluccius merluccius*.

M: Male; F: Female; I: Unidentified.

Équation	Sexe	a	b	R ²	n	t.ob	T.th.(n-2) alpha=5%	Type d'allométrie
P _p = a.Lb	M	0,012	2,817	0,938	651	6,425	1,96	Minorante
	F	0,011	2,87	0,932	683	4,372	1,96	Minorante
	M+F+I	0,006	3,006	0,966	2483	0,532	1,96	Isométrie
P _c = a.Lb	M	0,010	2,854	0,945	628	5,318	1,96	Minorante
	F	0,012	2,809	0,930	654	6,335	1,96	Minorante
	M+F+I	0,007	2,939	0,960	1760	3,026	1,96	Minorante

Les équations de la relation taille-poids du merlu blanc, avec et sans distinction des sexes, sont représentées graphiquement dans la figure 3.

La comparaison des équations de la relation taille-poids des mâles et des femelles du merlu (Figure 4) montre qu'à la même taille, le poids plein chez les femelles est supérieur à celui des mâles. La différence en poids des femelles par rapport aux mâles est observée à partir de 35 cm de longueur totale, qui est une taille proche de celle de la maturité sexuelle des merlus femelles (EL HABOUZ *et al.*, 2011). Cette différence en poids à la même taille pourrait donc être due au développement gonadique qui est plus important chez les femelles. D'autre part, la superposition des courbes du poids éviscéré en fonction de la taille montre que le gain en poids somatique par taille est identique chez les deux sexes du merlu (Figure 4).

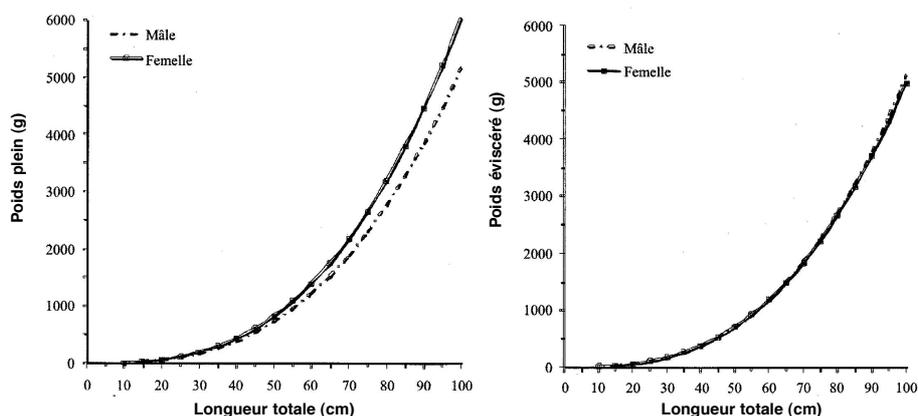


Figure 4

Comparaison des équations de la relation taille-poids des mâles et femelles de *Merluccius merluccius* (poids plein à gauche et poids éviscéré à droite). Equations représentées à la figure 3.

Comparison of length-weight relationship equations for male and female of *Merluccius merluccius* (equations shown in figure 3).

Discussion et conclusion

La croissance linéaire du merlu blanc (*Merluccius merluccius*) de la zone Atlantique Centre Marocain a été étudiée à travers la méthode de progression modale et l'analyse des données des taux de croissance. Pour ce fait, les séries de données de distribution des tailles issues des campagnes scientifiques de prospection en mer, effectuées par l'INRH dans la zone d'étude, ont été analysées pour la période s'étendant de 1995 à 2007. Le modèle de von Bertalanffy pour la croissance linéaire a été appliqué aux deux sexes séparés et combinés du merlu. Cette étude a révélé que le taux de croissance en longueur des femelles est supérieur à celui des mâles dès la première année de croissance.

La comparaison de nos résultats avec ceux d'autres auteurs dans la même zone ou dans d'autres zones géographiques de l'aire de distribution de l'espèce *Merluccius merluccius* s'avère difficile en raison des différentes approches méthodologiques adoptées (Analyse des fréquences de taille, lecture des otolithes et campagne de marquage-recapture). Pourtant, une comparaison visuelle de la valeur estimée par sexe du paramètre « K » (qui traduit la vitesse de croissance) de l'équation de von Bertalanffy, montre que celle-ci est deux fois supérieure à celles estimées précédemment dans la zone atlantique marocaine, par la méthode du rétro calcul, en utilisant la lecture d'âge à partir des otolithes (GONI, 1983 ; EL OUAIRI, 1990 ; EL HABOUZ 1995 & LAHRIZI, 1996). Par contre, les taux de croissance déterminés par la lecture des otolithes dans d'autres zones atlantiques (Eaux Ibériques et golfe de Gascogne) (PINERO & SANZA, 2003 ; ICES, 1993) sont comparables à nos résultats (Tableau 4).

En comparaison avec des études effectuées en Méditerranée de l'ouest, le taux de croissance déterminé par la présente étude reste inférieur aux valeurs calculées par l'analyse des fréquences de taille et la lecture des otolithes par GARCIA-RODRIGUEZ & ESTEBAN (2002) (Tableau 4).

Dans les eaux atlantiques marocaines, la courbe de croissance obtenue par cette présente étude est superposable à celle établie par BENCHOUCHA *et al.* (2007) par la méthode de distribution des tailles (Figure 5). Ces deux courbes se placent en dessus de celles obtenues à partir de la lecture des otolithes, établies respectivement par EL HABOUZ (1995) et EL OUAIRI (1990). Ce même résultat est observé en comparant les courbes de croissance obtenues à partir de la lecture des otolithes à celles établies à partir des analyses de fréquences de tailles et des campagnes de marquage-recapture au nord ouest de la Méditerranée, au golf du Lion et au golfe de Gascogne (Figure 5). De ce fait, la croissance linéaire du merlu en Atlantique Marocain vérifie l'hypothèse d'une croissance rapide qui a été démontrée au niveau du golfe de Gascogne (DE PONTUAL *et al.*, 2003, 2006, 2013), dans les eaux Ibériques (PINEIRO *et al.*, 2007), dans le golfe du Lion (MELLON-DUVAL *et al.*, 2010) et en Méditerranée de l'ouest (GARCIA-RODRIGUEZ & ESTEBAN, 2002).

La taille atteinte à la fin de la première année de croissance a été estimée à 27,19 cm pour les deux sexes du merlu (Tableau 4). Cette taille à 1 an est largement

Croissance de *Merluccius merluccius* en Atlantique centre Marocain

supérieure aux valeurs estimées en Atlantique Marocain, à partir de la lecture des otolithes (GONI, 1983 ; LAHRIZI, 1996 ; EL HABOUZ, 1995 ; EL OUAIRI, 1990) mais comparable à celle estimée par BENCHOUCHA *et al.* (2007) par la méthode d'analyse des distributions de taille (28,72 cm). Pour d'autres zones de l'Atlantique, la lecture des otolithes a révélé une estimation de la taille du merlu à la fin de la première année, à 22,20 cm et à 25,83 cm en Atlantique Ibérique (PINEIRO & SAINZA, 2003) et à 18,36 cm (ICES, 1993) et 18,12 cm (LUCIO *et al.*, 2000) dans le golfe de Gascogne. En revanche, les techniques de marquage-recapture ont permis d'estimer la longueur totale à 1 an de 18 cm au golfe du Lion, (MELLON-DUVAL *et al.*, 2010) et de 24,33 cm et 19,57 cm au golfe de Gascogne (DE PONTUAL *et al.*, 2006, 2013). D'autre part, des études de croissance des juvéniles à partir de l'analyse des microstructures sur les otolithes "sagittas", ont conduit à l'estimation des tailles moyennes du merlu à 1 an de 16 cm dans le golfe du Lion (MORALES-NIN & ALDEBERT, 1997), de 18,3 cm dans la mer tyrrhénienne (BELCARI *et al.*, 2006) qui sont des tailles largement inférieures aux valeurs de 23,8 cm estimée dans le golfe de Gascogne et en mer celtique (KACHER & AMARA, 2005) et de 25,2 cm calculée au nord ouest de l'Atlantique Ibérique (PINEIRO *et al.*, 2008).

Les équations de la relation taille-poids établies pour le merlu dans certaines zones de sa distribution en Atlantique sont décrites au tableau 6.

La relation taille-poids du merlu (sans distinction de sexe) obtenue par cette présente étude est similaire à celles estimées précédemment dans d'autres zones de

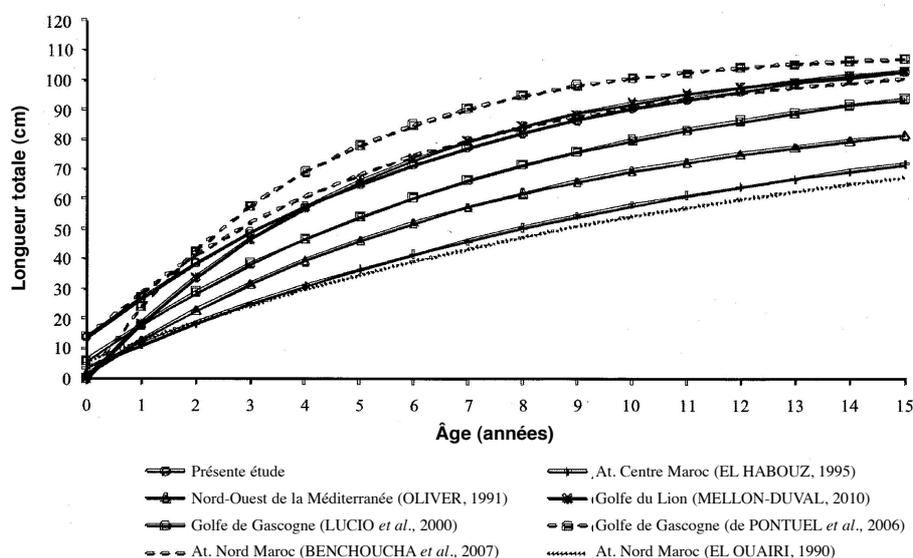


Figure 5

Courbes de la croissance linéaire dans les différentes zones de distribution de *Merluccius merluccius*.
 Linear growth curves in different distribution areas of *Merluccius merluccius*.

Bulletin de la Société zoologique de France 139 (1-4)

Tableau 6

Différentes relations taille (L, cm) - poids plein (P, g) du merlu blanc
(sans distinction de sexes) en Atlantique.

*Different length-weight relationship equations reported for Merluccius merluccius
(sexes not distinguished) in the Atlantic Ocean.*

Auteurs	Zone d'étude	$P = a * L^b$	Effectif	R ²	Période
LUCIO <i>et al.</i> (2000)	Baie de Biscaye	$0,00632 * L^{3,019}$	4536	0,99	1996-1997
PINEIRO <i>et al.</i> (2003)	Atlantique Ibérique	$0,00733 * L^{2,981}$	1391	0,99	1996-1997
MEINERS (2007)	Atlantique Marocain	$0,0036 * L^{3,1893}$	6742	0,99	1989-1991- 2004-2006
RAMOS <i>et al.</i> (1990)	Atlantique Marocain	$0,00498 * L^{3,097}$	2420	0,98	1983
LAHRIZI (1996)	Atlantique Nord Marocain	$0,006 * L^3$	583	0,9	1993
EL HABOUZ (1995)	Atlantique Centre Marocain	$0,01 * L^{2,91}$	677	0,92	1993-1994
Présente étude	Atlantique Centre Marocain	$0,006 * L^{3,006}$	2483	0,96	2002-2003

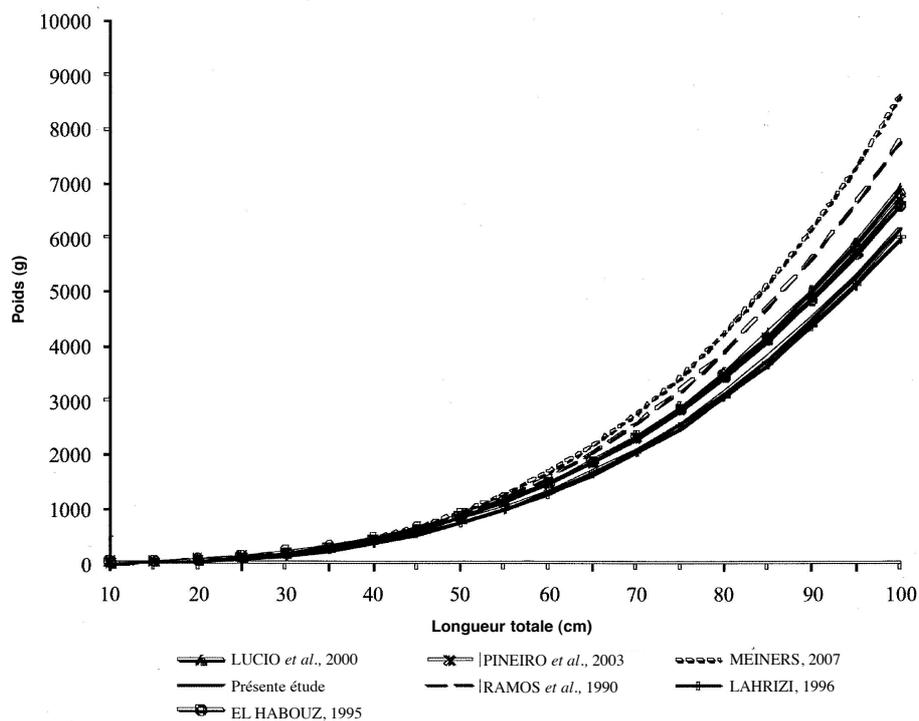


Figure 6

Comparaison des relations taille-poids de *Merluccius merluccius*
(sexes combinés) des différentes zones de l'Atlantique Orientale.

*Comparison of length-weight relationship equations of white hake
(both sexes combined) in different areas of the Eastern Atlantic.*

Croissance de *Merluccius merluccius* en Atlantique centre Marocain

l'Atlantique. Ces relations montrent une tendance à l'isométrie de croissance chez le merlu blanc. La comparaison des différentes équations du tableau 6 par leur représentation sur un même graphique est montrée dans la figure 6. A une taille inférieure ou égale à 40 cm de longueur totale, la croissance relative est la même chez le merlu dans la zone Atlantique orientale. Au-delà de 40 cm et pour la même taille, le poids plein du merlu calculé à partir des relations taille-poids pleins déterminées en Atlantique marocain par RAMOS *et al.* (1990) et MEINERS (2007) est supérieur à celui calculé à partir des autres équations obtenues dans la même zone (Figure 6). Cette différence pourrait être liée aux différences qui pourraient avoir lieu au niveau de l'effectif, des tailles et des poids pleins des échantillons analysés. En effet, les relations de taille-poids pleins définies par RAMOS *et al.* (1990) et MEINERS (2007) ont été obtenues à partir des prises de la flottille espagnole et du navire de recherche espagnol « Visconde de Eza » lors de ses campagnes d'exploration des grands fonds en Atlantique marocain. Ces prises sont généralement composées d'individus de grande taille, contrairement à celles de la flottille côtière marocaine qui sont de petite taille (MEINERS, 2007).

En conclusion, l'étude de la biologie de croissance du merlu blanc en Atlantique centre marocain a révélé que i) le taux de croissance en longueur des femelles est supérieur à celui des mâles dès la première année de croissance ; ii) la croissance linéaire du merlu blanc de l'Atlantique Centre Marocain vérifie l'hypothèse d'une croissance rapide ; iii) l'évolution du poids par rapport à la taille chez le merlu (sans distinction de sexe) est constante et quasi isométrique ; iv) chez les adultes, à tailles égales, le poids des femelles est supérieur à celui des mâles et le gain en poids somatique par taille est identique chez les deux sexes de merlu.

RÉFÉRENCES

- ATLANTNIRO. (1978).- Les merlus (*Merluccius* spp.) de la côte Nord-Ouest de l'Afrique. Rome, FAO, CEEAF/ECAF Series 78/9, 43-63.
- BELCARI, P., LIGAS, A. & VIVA, C. (2006).- Age determination and growth of juveniles of the European hake, *Merluccius merluccius* (L., 1758) in the northern Tyrrhenian Sea (NW Mediterranean). *Fisheries Research*, **78**, 211-217.
- BELLOC, G. (1935). - Étude monographique du merlu (*Merluccius merluccius*). *Rev. Off. Pêches Marit.*, **8** (2), 145-202.
- BENCHOUCHA S., TAI, I. & EL HABOUZ, H. (2007).- Biologie et état d'exploitation de la crevette rose du large (*Parapenaeus longirostris*, Lucas 1846) et du merlu commun (*Merluccius merluccius*, Linnaeus 1758) de l'atlantique nord marocain, Document interne. 237 p.
- VON BERTALANFFY, L. (1938).- A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.*, **10** (2), 181-123.
- BHATTACHARYA, C.G. (1967).- A method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*, **23**, 35-115.
- DE PONTUAL, H., BERTIGNAC, M., BATAGLIA, A. & BAVOUZET, G. (2003).- A pilot tagging experiment on European hake (*Merluccius merluccius*): methodology and preliminary results. *ICES J. mar. Sci.*, **60**, 1318-1327.

Bulletin de la Société zoologique de France 139 (1-4)

- DE PONTUAL, H., GROISON, A.L., PIÑEIRO, C. & BERTIGNAC, M. (2006).- Evidence of underestimation of European hake growth in the Bay of Biscay, and its relationship with bias in the agreed method of age estimation. *ICES J. Mar. Sci.*, **63**, 1674-1681.
- DE PONTUAL, H., JOLIVET, A., GARREN, F. & BERTIGNAC, M. (2013).- New insights on European hake biology and population dynamics from a sustained tagging effort in the Bay of Biscay. *ICES Journal of Marine Science*, doi:10.1093/icesjms/fst102.
- EL HABOUZ, H., RECASENS, L., KIFANI, S., MOUKRIM, A., BOUHAIMI, A. & EL AYOUBI, S. (2011).- Maturity and batch fecundity of the European hake (*Merluccius merluccius*, Linnaeus, 1758) in the eastern central Atlantic. *Scientia Marina*, **75** (3), 447-454.
- EL HABOUZ, H., (1995).- Étude de la biologie et la dynamique des populations du merlu blanc (*Merluccius merluccius*, Linnaeus, 1758) débarqué par les chalutiers côtiers au port d'Agadir. Thèse de troisième cycle. Option Océanographie biologique. Univ. Ibn Zohr, Agadir, Maroc, n° d18/95, 108 p.
- EL OUAIRI, M. (1990).- La pêche mixte « merlu/crevettes » des côtes atlantiques marocaines. Rapport du groupe de travail sur les merlus et les crevettes d'eaux profondes dans la zone nord du COPACE. *FAO COPACE/PACE Séries* 90/51, 55/70. Roma, Italia.
- GARCIA-RODRIGUEZ, M. & ESTEBAN, A. (2002).- How fast does hake grow? A study on the Mediterranean hake (*Merluccius merluccius* L.) comparing whole otoliths readings and length frequency distributions data. *Scientia Marina*, **66**, 145-156.
- GOÑI, R. (1983).- Growth studies of European hake (*Merluccius merluccius* L.) from the northwest African shelf. *ICES. C.M. 1983/G: 10. Demersal Fish Committee*.
- GULLAND, J.A & HOLT, S.J. (1959).- Estimation of growth parameters from unequal time intervals. *J. Cons. CIEM*, **25** (1), 47-49.
- HICKLING, C.F. (1930).- The natural history of hake. Part. 3. Seasonal changes in condition of hake. *Fish Invest. Ser. 2*, **12**, n°1, 78 p.
- HICKLING, C.F. (1933). - The natural history of hake. Part IV. Age determination and the growth rate. U.K. Ministry of Fisheries, Agriculture and Food, *Fisheries Investigation Series* 2/13, 120 p.
- ICES (1993).- Report of the Working Group on the Assessment of Southern Shelf Demersal Stocks. ICES Document CM 1994/Assess: 3, 92 p.
- ICES (2000).- Report of the ICES Advisory Committee on Fishery Management, 2000. ICES Cooperative Research Report, 242.
- ICES 2010.- Report of the Workshop on Age estimation of European hake (WKAEH), 9-13 November 2009, Vigo, Spain. ICES, CM2009/ACOM, 42, 67 p.
- KACHER, M. & AMARA, R. (2005).- Distribution and growth of 0-group European hake in the Bay of Biscay and Celtic Sea: a spatial and interannual analyses. *Fish. Res.*, **71**, 373-378.
- LAHRIZI, H. (1996).- Étude de la biologie de croissance et de reproduction du merlu blanc *Merluccius merluccius* (L. 1758) débarqué par les chalutiers au port de Casablanca. Thèse de troisième cycle, Univ. Mohamed V, Rabat, Maroc.
- LUCIO, P., MURUA, H. & SANTURTUN, M. (2000).- Growth and reproduction of hake (*Merluccius merluccius*) in the Bay of Biscay during the period 1996-1997. *Ozeanografika*, **3**, 325-354.
- MAURIN, C. (1954).- Les merlus du Maroc et leur pêche. *Bull. Inst. Pêche Mar. Maroc. Casablanca*, **2**, 7-65.
- MEINERS, M.C.G. (2007).- *Importancia de la variabilidad climática en las pesquerías y biología de la merluza europea Merluccius merluccius (Linnaeus, 1758) de la costa Noroccidental Africana*. Memoria de Tesis doctoral Para optar al título de Doctor en Ciencias. Universidad Politica de Cataluna.
- MELLON-DUVAL, C., DE PONTUAL, H., MÉTRAL, L. & QUEMENER, L. (2010).- Growth of European hake (*Merluccius merluccius*) in the Gulf of Lions based on conventional tagging. *ICES J. Mar. Sci.*, **67**, 62-70.

Croissance de *Merluccius merluccius* en Atlantique centre Marocain

- MORALES-NIN, B. & ALDEBERT, Y. (1997).- Growth of juvenile *Merluccius merluccius* in the Gulf of Lions (NW Mediterranean) based on otolith microstructure and length-frequency analysis. *Fish. Res.*, **30**, 77-85.
- MUNRO, J.L. & PAULY, D. (1983).- A simple method for comparing growth of fishes and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*, **1** (1), 5-6.
- MURUA, H. & SABORIDO-REY, F.(2003).- Female reproductive strategies of marine fish species of the North Atlantic. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, **33**, 23-31.
- OLIVER, P. (1991).- *Dinámica de la población de Merluza (Merluccius merluccius, L.) de Mallorca. Reclutamiento, crecimiento y mortalidad*. Tesis Doctoral, Universitat de les Illes Balears, 392 p.
- PAULY, D. & MUNRO, J.L. (1984).- Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*, **2** (1), 21.
- PAULY, D. (1979).- Theory and management of tropical multispecies stocks: a review with emphasis on the Southeast Asian demersal fisheries. *ICLARM stud. Rev.* (1), 35 p.
- PIÑEIRO, C. & SAINZA, M. (2003).- Age estimation, growth and maturity of the European hake *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) from Iberian Atlantic waters. *ICES J. Mar. Sci.*, **60**, 1086-1102.
- PINEIRO, C., REY, J. DE PONTUAL, H.& GARCIA, A. (2008).- Growth of Northwest Iberian juvenile hake estimated by combining sagittal and transversal otolith microstructure analyses. *Fish. Res.*, **93**, 173-178.
- PINEIRO, C., REY,J., DE PONTUAL, H. & GONIR. (2007).- Tag and recapture of European hake (*Merluccius merluccius*, L.) off the Northwest Iberian Peninsula: First results support fast growth hypothesis. *Fish. Res.*, **88**, 150-154.
- RAMI M. (1979).- Mise au point d'une technique pour la lecture de l'âge de *Merluccius merluccius*. Travaux et documents n°25, 7 p.
- RAMOS, A., CERVANTES, A. & SOBRINO, I. (1990).- Estudios biológicos sobre la merluza europea (*Merluccius merluccius* L. 1758) del área de CECAF. *FAO. COPACE/PACE. Ser.*, **90/51**, 155-177.
- RICKER, W.E. (1980).- Methods for assessment of fish production in freshwaters. I.B.P. *Handbook n° 3, Oxford-Edinburgh, Blackwell Sci. Public*, 93-123.
- SPARRE, P. (1987).- Computer programs for fish stock assessment. Length-based fish stock assessment for Apple II computers. *FAO Fish. Tech. Pap.* (101), Suppl. 2, 218 p.
- SPARRE, P. & VENEMA, S.C. (1996).- Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. Première partie : *Manuel FAO document technique sur les pêches*, No. 306.1, Rev. 1. Rome, FAO, 401 p.

(reçu le 09/01/2013 ; accepté le 21/09/2013)