



Age et croissance de *Mugil Cephalus* (Linnaeus, 1758, Mugilidea) dans l'estuaire du fleuve Sénégal

Serigne modou SARR^{1*}, Jean-André Tinkoudgou KABRE¹ et Hamet DIADHIOU²

¹Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Institut du Développement Rural, Laboratoire de Recherche et de Formation en Pêche et Faune, 01BP 1091BOBO DIOULASSO 01, Burkina Faso.

²Centre de Recherche Océanographique Dakar-Thiaroye, ISRA/HANN BP.: 2241, Dakar, Sénégal.

*Auteur correspondant; E-mail : sarmodou@yahoo.fr; Tél : 00221 77 435 80 17

RESUME

L'étude de l'âge et de la croissance de *Mugil cephalus* dans l'estuaire du Fleuve réalisée avec la méthode directe par la scalimétrie et la méthode indirecte par l'analyse des fréquences tailles a montré six classes d'âge. L'analyse des variations mensuelles de l'allongement marginal (A.M.) a permis de montrer que la période d'apparition des anneaux d'arrêt de croissance est située en avril. Les paramètres de la croissance linéaire L_{∞} , K et t_0 relatifs à l'équation de Von Bertalanffy ont été calculées par itérations. Le test χ^2 appliqué aux résultats des deux méthodes de détermination de l'âge n'a pas montré de différence significative.

© 2012 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: Âge, *Mugil cephalus*, scalimétrie, fréquence taille Fleuve Sénégal.

INTRODUCTION

Mugil cephalus (Linnaeus, 1758, Mugilidea) appelé mulot jaune, est une espèce pélagique et grégaire vivant dans les fonds sableux ou vaseux, souvent à moins de 10 m de profondeur. Son cycle biologique comporte des phases juvénile et immature se déroulant dans un milieu côtier saumâtre (lagunes, estuaires). A la maturité sexuelle, il migre en mer pour la ponte (Ameur et al., 2003). Des auteurs ont travaillé sur la biologie de la reproduction de *M. cephalus* (Brougui et Boulakaab, 2011), les relations morphométriques (Lawson et Abayomi, 2010), la caractérisation génétiques des populations (Lui, 2009). Depuis une vingtaine d'années, la plupart des recherches en sclérochronologie se sont focalisées sur les otolithes (Panfili, 2002), au détriment des écailles (Dia et al., 2001). Cependant, pour la

détermination de l'âge, aucun auteur n'a comparé les résultats de la scalimétrie et avec ceux du logiciel FISATII. Ainsi, l'objectif de l'étude a consisté à déterminer l'âge et la croissance des mulots jaunes dans l'estuaire du Fleuve Sénégal. La démarche utilisée repose sur la méthode directe par la scalimétrie et la méthode indirecte à partir de l'analyse des fréquences de classes de longueur.

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

La zone est l'estuaire du Fleuve Sénégal située dans la région de Saint-Louis. Il est localisé entre les latitudes 15°45' et 16°30' nord et les longitudes 15°40' et 16°35' ouest (Figure 1).

Collecte des données

La collecte des données est basée sur des sorties d'échantillonnage hebdomadaires effectuées entre janvier 2011 et mars 2012. L'échantillonnage, de type aléatoire, comporte 1660 poissons dont 1242 juvéniles, 245 femelles et 172 mâles de tailles comprises entre 17 cm à 64 cm et proviennent des débarquements de la pêche artisanale. Les longueurs totales (Lt), les longueurs à la fourche (Lf) et les longueurs standardS (Ls) sont mesurées.

Méthodologie

Les écailles sont prélevées sur 432 mulets jaunes dont 264 juvéniles et 168 mûres soit un taux d'allocation 26,02% sur l'échantillon de 1660 individus. Après un tri et le nettoyage, trois à six écailles de chaque poisson sont montées entre deux lames pour la lecture en vue de déterminer l'âge à l'aide d'un microprojecteur. Les paramètres utilisés pour discriminer la zone de prélèvement des écailles située à l'aplomb de la nageoire dorsale sont la lisibilité, la forme, la taille, le nombre de circuli et de radii et le taux de régénération. Les mesures du rayon total de l'écaille R et les rayons r₁, r₂, r₃, r₄ et r₅

(segment de droite entre le nucléus et l'extrémité antéro-médiane de l'écaille) correspondant aux anneaux d'arrêt de croissance ont été effectuées à l'aide d'une microfiche.

Pour la méthode indirecte, les effectifs échantillonnés ont été classés par mois et par classe de taille avec un intervalle de 1 cm. Avec le logiciel FiSATII, la décomposition de distributions polymodales de fréquences de longueurs en distributions unimodales successives a permis de raffiner les résultats obtenus avec la méthode de Bhattacharya en appliquant le concept du maximum de vraisemblance à la séparation des composantes normalement distribués des échantillons de fréquence de taille (Gayanilo et al., 2005). Pour le rétro-calcul de la croissance linéaire la méthode de Lee est utilisée (Lawson et Abayomi, 2010) :

$$L_n = r_n/R (L-L_0) + L_0$$

L_n= Longueur du poisson à l'âge considéré ;
 L= Longueur du poisson à la capture
 r_n= rayon de l'écaille considérée à l'âge n ;
 R= rayon total de l'écaille au moment de sa capture et L₀= longueur théorique à laquelle le poisson aurait formé son écaille.



Figure 1: Localisation de l'estuaire du Fleuve Sénégal (Google Earth, 2012).

RESULTATS

Etude de l'âge et de la croissance par la méthode directe

Les âges des mulots jaunes ont été obtenus en fonction du nombre de stries de croissance présents dans les écailles (Tableau 1). Les différents groupes d'âges successifs de zéro à cinq ans sont nommés respectivement par 0⁺; I⁺; II⁺; III⁺; IV⁺ et V⁺.

La relation entre le rayon de l'écaille et la taille du poisson est de type exponentiel (Figure 2). En transformant la relation $R = 0,09354 L_t - 1,4104$ en logarithme, elle devient :

$R = e^{-1,4104} L_t^{0,09354}$. La taille du poisson au moment de la formation de l'écaille (ie pour $R=0$) est de 15,078 mm.

Pour connaître le nombre de stries d'arrêt de croissance se formant annuellement, l'allongement marginal global (AM; Figure 3) est déterminé par la formule suivante:

$AM = (R - r_n) / (r_n - r_{n-1})$ (Dial et al., 2001). R = rayon de l'écaille; r_n et r_{n-1} désignent respectivement le dernier et l'avant-dernier anneau.

Etude de la croissance en longueur *M. cephalus*

Des relations morphométriques (L_t/L_s ; L_t/L_f ; L_s/L_f) sont établis pour tous les sexes. Les différentes longueurs sont fortement corrélées, R est très proche de 1. Le Tableau 2 montre les relations morphométriques (sexes non différenciés) de l'espèce *M. cephalus* dans l'estuaire du fleuve (N : nombre d'individus, R^2 : coefficient de corrélation, S_y : écart type y , S_x : écart type x , S_{dy} : erreur type); les valeurs moyennes de tailles rétro calculées à la formation des divers anneaux (mm) chez *M. cephalus* dans l'estuaire du fleuve Sénégal sont représentées par le Tableau 3.

Croissance en pondérale

Les relations tailles-poids sont sous la forme $W = aL^b$; a et b sont deux constantes

déterminées par la méthode des moindres carrés après une linéarisation (Tableau 4).

Etude de l'âge par la méthode indirecte de fréquence des classes de longueurs

Détermination de l'âge et de la croissance du *M. cephalus* par la méthode indirecte

L'analyse des distributions de taille et leur décomposition en modes par la méthode de Bhattacharya nous a permis d'estimer l'âge et les paramètres de la croissance de *M. cephalus*. La Figure 4 montre les Histogrammes de fréquences mensuelles de longueurs de *M. cephalus* dans l'estuaire Fleuve Sénégal avec décomposition en distributions unimodales successives. Les différents modes obtenus correspondent à des pseudocohortes d'âges différents. La méthode a permis de décomposer la distribution totale de longueurs des poissons échantillonnés dans l'estuaire du fleuve Sénégal en distributions successives correspondant à des poissons des groupes de naissance 0⁺, I⁺, II⁺, III⁺, IV⁺ et V⁺. Le Tableau 5, représente Paramètres de l'équation de croissance linéaire de Von Bertalanffy calculés par FiSATII.

Comparaison entre les résultats de croissance de la méthode directe et ceux de la méthode indirecte de détermination de l'âge *M. cephalus*

Les deux courbes de la croissance en longueur (Figure 5) et croissance pondérale (Figure 6) résultant des deux méthodes (directe et indirecte) respectivement évoluent dans la même direction exponentielle. Une comparaison finale des deux méthodes utilisant le test du χ^2 a été faite; la valeur calculée $= 0,058801 < \chi^2$ théorique $= 9,49$ pour $p = 0,05$ donc indiquant qu'il n'y a pas de différence significative entre les résultats obtenus par la méthode directe et la méthode indirecte pour la détermination des différents groupes d'âge du *M. cephalus* dans l'estuaire du Fleuve Sénégal selon la taille des individus.

Tableau 1: Âge du *M. cephalus* dans l'estuaire du fleuve selon la longueur totale par la méthode directe (la scalimétrie).

Age (année)	0 ⁺	I ⁺	II ⁺	III ⁺	IV ⁺	V ⁺
Lt (cm)	17 à 25	26 à 34	35 à 40	41 à 52	53 à 62	64
Moyenne (cm)	23,812	33,531	39,656	51,125	61,094	62,045
Erreur standard	0,288	0,682	0,399	0,906	0,841	0,851

Tableau 2: Relations morphométriques (sexes non différenciés) de l'espèce *M. cephalus* dans l'estuaire du fleuve.

N	R ²	Equation	Sy	Sx	Sdy
1660	0,95	Ls=0,942Lt -5,582	10,726	13,119	1,581
	0,96	Lf=1,103Lt -7,494	12,486	13,119	1,841
	0,98	Lt= 1,403Ls - 4,154	13,119	10,727	1,934
	0,99	Lt=1,085Lf - 0,947	13,119	12,485	1,934

N : nombre d'individus, R² : coefficient de corrélation, Sy : écart type y, Sx : écart type x, Sdy : erreur type.

Tableau 3: Valeurs moyennes de tailles rétro calculées à la formation des divers anneaux (mm) chez *M. cephalus* dans l'estuaire du fleuve Sénégal.

Âge	N	L _t	R	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅
0 ⁺	30	23,81	3,4					
I ⁺	26	33,05	4,05	3,99				
II ⁺	32	38,69	4,8	3,99	4,68			
III ⁺	27	50,35	5,62	3,953	4,31	5,52		
IV ⁺	21	60,29	6,78	4,09	4,36	5,44	6,68	
V ⁺	8	61,17	6,88	4,71	5,27	6,31	6,87	7,8

Tableau 4: Relations poids-longueurs de *M. cephalus* dans l'estuaire Fleuve Sénégal, femelles, mâles et sexes confondus.

	N	R ²	Equation
Mâles	121	0,929	W _p = 0,01945L _t ^{2,76}
	97	0,928	W _e = 0,01895L _t ^{2,66}
Femelles	147	0,935	W _p =0,0198L _t ^{2,69}
	116	0,945	W _e =0,0185L _t ^{2,59}
Tout sexe confondu	304	0,933	W _p = 0,0194L _t ^{2,81}
	287	0,935	W _e = 0,0192L _t ^{2,80}

W_p : poids total et W_e : poids éviscéré (g), L_t: longueur totale (mm), N : nombre d'individus, R² : coefficient de corrélation).

Tableau 5: Paramètres de l'équation de croissance linéaire de Von Bertalanffy calculés par FiSATII.

Paramètres de von Bertalanffy			
Individu	L_{∞} (cm)	K (an ⁻¹)	t_0 (année)
Males	73,44	0,31	-0,05
Femelles	73,09	0,32	-0,03
Tout sexe confondu	68,78	0,42	-0,012

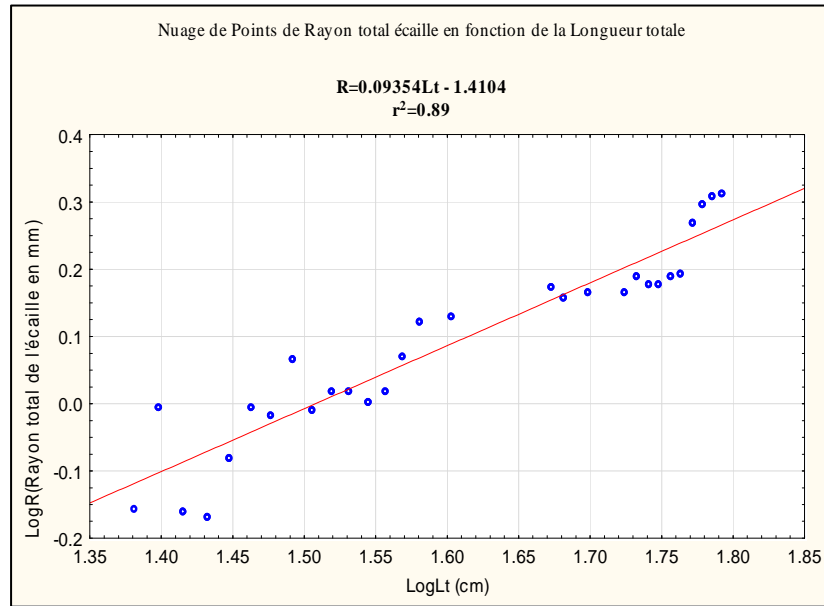


Figure 2: Relation entre la longueur totale (cm) de l'écaille *M. cephalus* et celle de la longueur totale du poisson (cm).

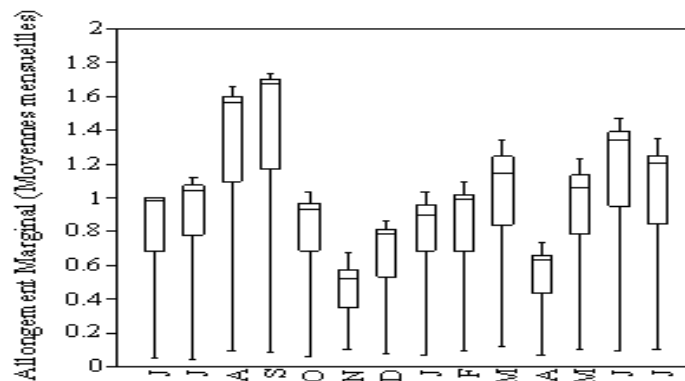


Figure 3: Variation mensuelle de l'allongement marginal (AM) global des écailles chez *M. cephalus* dans l'estuaire du fleuve Sénégal.

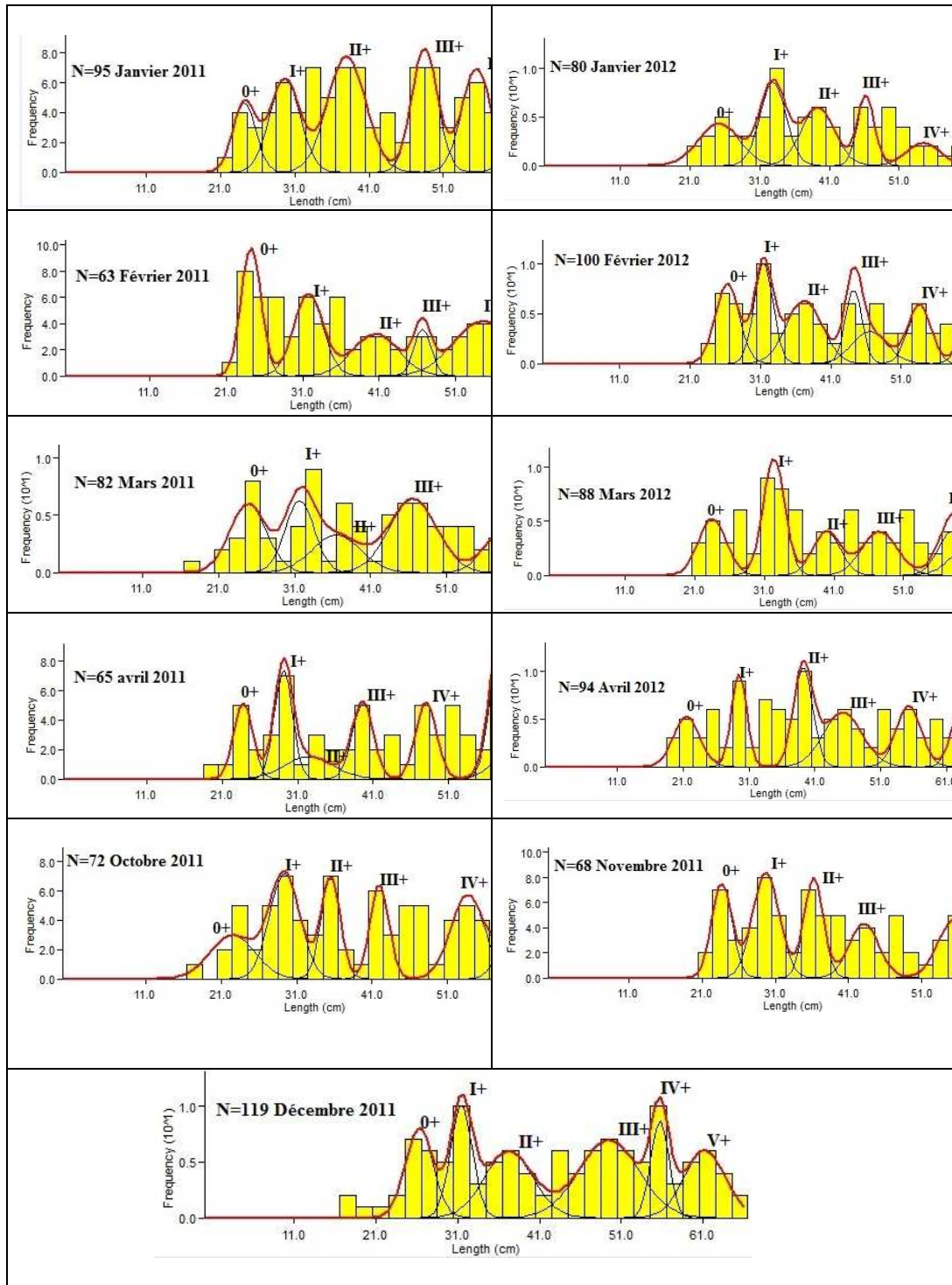


Figure 4: Histogrammes de fréquences mensuelles de longueurs de *M. cephalus* dans l'estuaire Fleuve Sénégal avec décomposition en distributions unimodales successives.

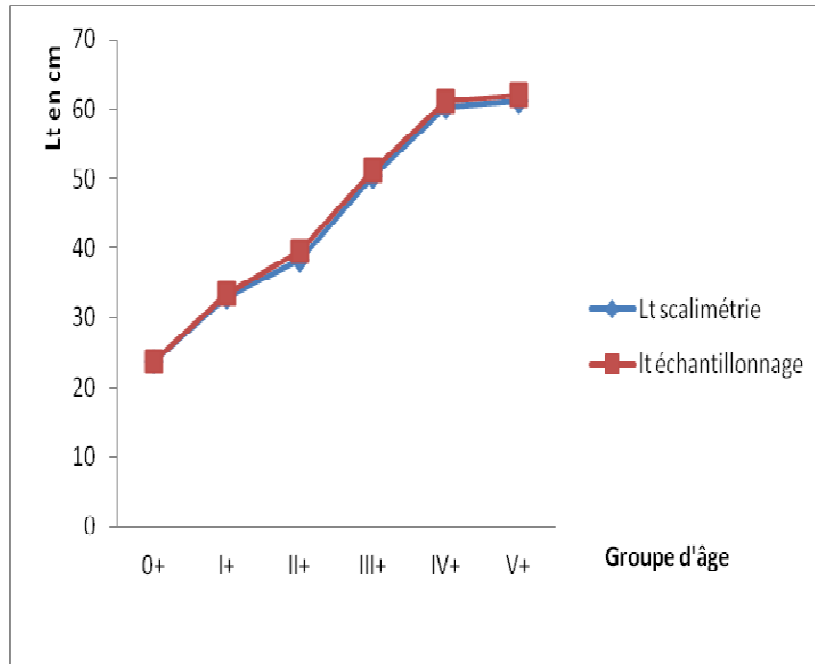


Figure 5: Comparaison des courbes de la croissance en longueur de *M. cephalus* dans l'estuaire du fleuve Sénégal à partir des observations directes par scalimétrie et les analyses des fréquences des longueurs totales.

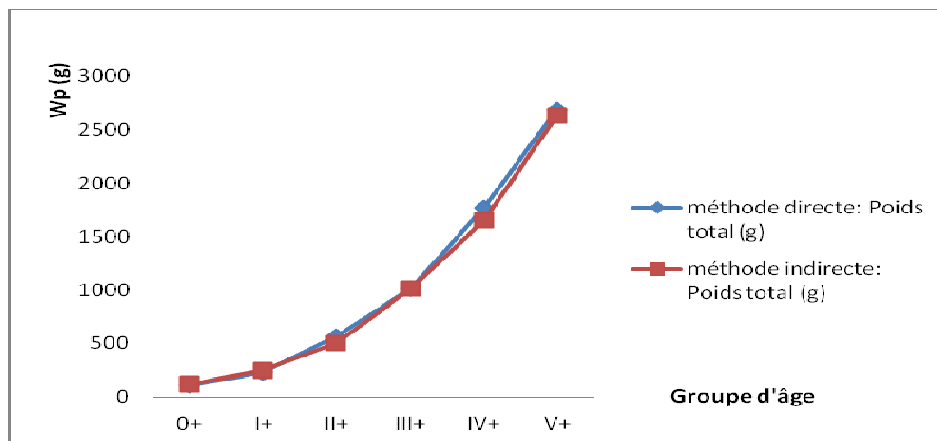


Figure 6: Comparaison des courbes théoriques de la croissance pondérales *M. cephalus* dans l'estuaire du fleuve Sénégal selon les groupes d'âge. (W_p : poids à l'apparition des anneaux d'arrêt de croissance (d'après le modèle de von Bertalanffy).

DISCUSSION

L'amélioration de la détermination de l'âge du *M. cephalus* est apportée par la concordance des résultats de plusieurs lectures. Le degré de confiance accordé aux résultats est indiqué par le pourcentage d'accord entre les lectures de 77,80% après la première lecture et 89,40% après la seconde lecture.

Les différentes classes de tailles du *M. cephalus* ont été réparties entre les groupes d'âge établis en fonction du nombre des stries d'arrêt de croissance présentes sur l'écaïlle. Ainsi, les groupes sont désignés par 0⁺, I⁺, II⁺, III⁺, IV⁺ et V⁺ (Tableau 1 et Tableau 3). Pour l'attribution des âges *M. cephalus*, nos résultats sont différents de ceux obtenus par les travaux de Lawson et Abayomi (2010) dans la lagune de Lagos, au Nigeria. Ces auteurs ont attribué trois groupes d'âge aux mullets jaunes pour des individus de 9 cm à 32 cm de longueur totale exclusivement considérés comme des juvéniles. A l'opposé nos travaux présentent un échantillon s'échelonnant sur des tailles de 22 cm à 65 cm. Dans l'Océan pacifique les auteurs Okumuş et Başçnar (1997) ont travaillé sur des mullets jaunes de 22,5 cm à 66,7 cm de longueur totale et ont trouvé six classes d'âges ; donc leurs travaux corroborent avec les groupes d'âges que nous avons détectés de l'utilisation couplée des deux méthodes directe et indirecte.

La Figure 4 permet de constater deux ralentissements principaux. Le premier est situé entre septembre et novembre. Il correspond à la période de ponte (novembre à décembre) des mullets jaunes dans l'estuaire du fleuve Sénégal (Ameur et al., 2003). Le second a lieu entre mai et d'avril. Il correspond à la formation de l'anneau d'arrêt de croissance durant la période de transition climatique qui se caractérise par la formation de zones de contrastes thermiques à la périphérie des upwellings (FAO, 2012), par l'augmentation de la turbidité, de la salinité des eaux entre autres paramètres. La comparaison les résultats obtenus entre les

méthodes par les différents tests confirme qu'il n'y a pas de différence significative entre les résultats de ces deux méthodes (Figure 5 et Figure 6) ; indiquant de facto que les deux méthodes peuvent être utilisées pour l'étude de l'âge de la croissance de l'espèce dans le Fleuve Sénégal.

Nos résultats sur la croissance relative de *Mugil cephalus*, comparés à ceux de Okumuş et Başçnar (1997) dans le pacifique (Tableau 4), n'ont pas montré de différences significatives pour les relations Lt/Lf, Lt/ Ls et Ls/Lf. Dans les trois cas χ^2 calculé = 0,712 < χ^2 théorique = 61,7 ; p = 0,05.

Conclusion

L'estimation de l'âge à l'aide des anneaux d'arrêt de croissance a permis de distinguer 6 groupes d'âge pour l'ensemble des individus. La croissance linéaire est pratiquement la même pour les deux sexes alors que la croissance pondérale est en faveur des mâles durant toute leur vie. Les résultats obtenus pour la détermination de l'âge de *M. cephalus* dans l'estuaire du Fleuve par la scalimétrie et par l'analyse des fréquences de taille sont similaires. La concordance du nombre de classes d'âges détectés par ces deux méthodes permet de conclure que ces deux méthodes sont utiles pour l'étude de la dynamique des populations et d'évaluation des stocks de l'espèce.

REFERENCES

- Ameur B, Bayed A, Benazzou T. 2003. Rôle de la communication de la Lagune de Merja Zerga (Gharb, Maroc) avec l'océan Atlantique dans la reproduction d'une population de *Mugil cephalus* L. (Poisson Mugilidae). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la Vie*, **25**: 77-82.
- Brougui A, Boulakaab G. 2011. Contribution à l'étude de la biologie de reproduction du *Mugil cephalus* pêché dans le Golfe de Annaba. Mémoire de fin d'étude l'obtention du diplôme de Docteur Vétérinaire, Centre Universitaire-El Tarf,

74p.

- Dia M, Ghorbel M, Kone Y, Bouain A. 2001. Age et croissance de *Pagrus caeruleostictus* (Valenciennes, 1830) des côtes de Nouakchott (Mauritanie). *Bull. Inst. Natn. Sci. Tech. Mer Salammbô*, **28**: 77-83.
- Fehri-Bedoui R, Gharbi H. 2005. Age et croissance de *Liza aurata* (Mugilidea) des côtes tunisiennes. Institut national des Sciences et Technologies de Mer, Centre la Goulette, 2026 Port la Goulette, Tunisie. *Cybiu*, **29**(2): 119-126.
- Gayanilo JFC, Sparre P, Pauly D. 2005. FAO-ICLARM ; Outils d'évaluation des stocks II (FiSAT II). Guide d'utilisation. FAO Série informatique. Pêche. No. 8, version française révisée. Rome, FAO, 203p.
- Kabré TA. 1994-1995. Impact de la saison sur le facteur de condition et la croissance des juveniles de tilapia au barrage de Loumbila. *Revue Sci. Tech.*, **21**(2): 12-21.
- Lawson EO, Abayomi AAJ. 2010. Aspects of the biology of grey mullet, *Mugil cephalus*, in Lagos lagoon, Nigeria. *AAFL Bioflux*, **3**: 181-194.
- Liu JY. 2009. Population genetic structure of striped mullet, *Mugil cephalus*, along the coast of China, inferred by AFLP fingerprinting. *Biochemical Systematic and Ecology*, **37**: 266-274.
- Okumuş, Başçnar N. 1997. Population structure, growth and reproduction of introduced Pacific mullet, *Mugil so-iuy*, in the Black Sea. Elsevier Science B.V. *Fisheries Research*, **33**: 131-137.
- Panfili J. 2007. Les otolithes, intégrateurs de l'histoire individuelle des poissons. Institut de Recherche pour le Développement, Laboratoire ECOLAG - UMR 5119, 46p.