



Paramètres de reproduction de *Sarda sarda* (Bloch, 1793) du golfe de Guinée, Côte d'Ivoire

Kouamé Jean Paul ANGUI^{1,2}, N'guessan Constance DIAHA^{1*}, Yaya SORO¹,
Monin Justin AMANDE¹, Abekan EDOUKOU^{1,2}, N'dri Florentine ASSAN^{1,2},
Yao N'GUESSAN^{1,2} et Konan N'DA²

¹Laboratoire du Département Ressources Aquatiques Vivantes du Centre de Recherches Océanologiques – 29,
Rue des Pêcheurs, BP V18 Abidjan, Côte d'Ivoire.

²Laboratoire de Biologie et de Cytologie Animale de l'Université Nangui Abrogoua,
02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

*Auteur correspondant ; E-mail: diahaconstance@yahoo.fr; Tel.: 0022507790495

RESUME

Une étude de la biologie de *Sarda sarda* du golfe de Guinée a été entreprise de janvier à décembre 2016 au niveau des quais de débarquements des pêcheurs artisans dans le but de déterminer les paramètres de reproduction. Ainsi, un total de 635 spécimens (260 mâles et 375 femelles) de longueur à la fourche comprise entre 33 et 57 cm et de poids corporel allant de 914 à 2623 g ont été examinés. La période de reproduction déterminée s'étend de mars à août. La fécondité absolue (Fa) varie de 44620 à 446530 ovocytes pour des femelles de taille comprise entre 38 et 56 cm, avec une moyenne de 124002 ± 10347 ovocytes. La fécondité relative (Fr) varie de 29 à 170 ovocytes / g de poids corporel avec une moyenne de 83 ± 4 ovocytes / g de poids corporel. Les fécondités absolue et relative augmentent proportionnellement avec la longueur corporelle. Le diamètre des ovocytes varie de 1,3 à 1,6 mm avec une moyenne de $1,47 \pm 0,14$ mm. Le sexe ratio (M : F) déterminé pour l'espèce est de 1:1,44. La taille de première maturité sexuelle est de 38,41 cm chez les mâles et 38,56 cm pour les femelles.

© 2018 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : *Sarda sarda*, golfe de Guinée, période de reproduction, fécondité, sexe ratio, maturité sexuelle.

Reproduction parameters of *Sarda sarda* (Bloch, 1793) of the gulf of Guinea, Côte d'Ivoire

ABSTRACT

A study of the biology of *Sarda sarda* of the gulf of Guinea was undertaken from January to December 2016 at the unloading quays of the traditional fishermen with the aim of determining the reproduction parameters. Thus, in the whole, 635 specimens (260 males and 375 females) with a fork length estimated between 33 and 57 cm and a body weight going from 914 to 2623 g were examined. The reproduction period has been set from March to August. Absolute fertility (Af) varies between 44620 and 446530 oocytes for females of with the size estimated between 38 and 56 cm, and 124002 ± 10347 oocytes on average. Relative fertility (Rf) varies between 29 and 170 oocytes / g as corporal weight and 83 ± 4 oocytes / g as corporal

weight on average. Absolute and relative fertility increase proportionally with the body length. The oocytes diameter varies from 1.3 to 1.6 mm and 1.47 ± 0.14 mm on average. The sex ratio (M: F) given for the species is 1:1.44. The size of the first sexual maturity is 38.41 cm for the males and 38.56 cm for the females.

© 2018 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: *Sarda sarda*, gulf of Guinea, reproduction period, fertility, sex-ratio, sexual maturity.

INTRODUCTION

Sarda sarda (Bloch, 1793) ou bonite à dos rayé est un poisson appartenant au groupe des thonidés mineurs et à la famille des Scombridae. Il existe quatre espèces du genre *Sarda*: *sarda* (Bloch, 1793), *chiliensis* (Cuvier, 1831), *orientalis* (Temminck et Schlegel, 1844) et *australis* (Macleay, 1880) mais seule *Sarda sarda* est rencontrée dans le golfe de Guinée, souvent en banc près de la surface, au-dessus du plateau continental. Cette espèce peut se rencontrer à des profondeurs comprises entre 80 et 200 mètres et peut s'adapter à des températures allant de 12 à 27 °C et à des salinités de 14 à 39‰. Elle peuple les eaux tempérées et subtropicales sous des latitudes comprises entre 65° N et 40° S, et des longitudes comprises entre 98° W et 42° E. (ICCAT, 2010, Sabaté et Recasens, 2001). La bonite à dos rayé semble toutefois effectuer des migrations saisonnières, elle se rapproche des côtes pendant la période estivale et pénètre parfois dans les eaux saumâtres. En Côte d'Ivoire, la bonite à dos rayé est capturée par les pêcheurs artisans marins qui opèrent dans le milieu marin à l'aide de filets maillants dérivants. Cette espèce activement recherchée par les pêcheurs grâce à sa haute valeur nutritive, fait l'objet d'une importante activité de pêche (Hattour, 2008). Cependant, elle ne bénéficie pas des mesures de gestion raisonnable de la part des gestionnaires en raison du manque d'informations nécessaires, notamment les informations biologiques, permettant de prendre des décisions appropriées. Les travaux réalisés sur la biologie de cette espèce dans le monde sont d'ordre général, fragmentaires et limités (Sabaté et Recasens, 2001 ; Franičević et al., 2005 ; Macias et al., 2005, Ateş et al., 2008 ; Hattour, 2008 ; Cengiz, 2013 ; Kahraman et al., 2014 ;

Baibbat et al., 2016). Toutefois, ces informations obtenues sur le plan international ne sont néanmoins pas suffisantes pour la mise en place des mesures de gestion durable. La présente étude vise à actualiser et déterminer les différents paramètres de reproduction de *Sarda sarda* capturée par les pêcheurs artisans opérant dans le golfe de Guinée.

MATERIEL ET METHODES

Milieu d'étude

Le golfe de Guinée peut être appréhendé comme un large espace maritime et un haut-lieu de biodiversité marine (Awoumou, 2005). Cette zone océanique appartient à la portion Centre Est de l'océan Atlantique qui couvre l'Afrique de l'Ouest, du Maroc au Congo (Chavance et al., 2004). La zone maritime de la Côte d'Ivoire qui appartient à l'océan Atlantique s'étend du cap des Palmes (8°W) à l'Ouest jusqu'au cap des Trois-Pointes (2°30'W) à l'Est, sur une longueur d'environ 600 km (N'Goran et al., 2001). C'est dans cette zone de pêche qu'à lieu la capture des bonites à dos rayé (Figure 1).

Echantillonnage

Les spécimens de *Sarda sarda* utilisés ont été collectés lors des débarquements hebdomadaires des pêcheurs artisans aux débarcadères de Zimbabwe (village de pêcheurs) et d'Abobo-doumé (village Ebrié) de janvier 2016 à décembre 2016. Les poissons ainsi collectés ont été immédiatement transférés sous glace sèche au laboratoire du Département des Ressources Aquatiques Vivantes (DRAV) du Centre de Recherches Océanologiques (CRO). Pour chaque poisson, la longueur à la fourche a été mesurée au cm près au moyen d'un pied à

coulisse et la masse totale a été déterminée à l'aide d'une balance de type Scout Pro de précision 0,1 g et de portée 4000 g. Après dissection de chaque poisson, les masses de la gonade, du foie et du poisson éviscéré ont été déterminées. Le sexe a été ensuite identifié par examen macroscopique de la gonade.

Paramètres de reproduction

Sexe ratio

Le sexe ratio est un indice qui contribue au maintien de la capacité reproductrice d'une espèce, voire de sa pérennité (Kartas et Quignard, 1984). Il exprime le rapport entre le nombre de mâles et celui des femelles. Le sexe ratio (Mâles : Femelles) a été utilisé en fixant la valeur 1 pour les mâles et calculant la proportion des femelles. Ses différentes valeurs renseignent sur l'équilibre des sexes à l'intérieur d'une population. Le sexe ratio (SR) a pour formules :

$$SR = \frac{M}{F}$$

où: M = nombre de mâles ; F = nombre de femelles

L'évolution saisonnière du sexe ratio a été analysée.

Stades macroscopiques des gonades

Chaque gonade a été observée et les différents stades macroscopiques de maturité sexuelle ont été identifiés selon l'échelle à 5 stades (Tableau 1) (Zudaire et al., 2013). La différenciation a été faite selon les changements observés au niveau de la forme, la taille, l'aspect des gonades et la coloration.

Rapport gonado-somatique (RGS)

Le RGS permet de suivre l'évolution pondérale des gonades durant le cycle sexuel. Lorsque ce rapport est faible, l'espèce se trouve en état de repos sexuel ou est immature. En revanche, un rapport très élevé traduit un état avancé de la maturation des gonades et indique la proximité de l'émission des gamètes (Konan et al., 2013).

La formule du RGS utilisée est la suivante :

$$RGS = \frac{Mg}{Mp} \times 100$$

où Mg : masse de la gonade ; Mp : masse du poisson éviscéré.

Rapport hépto-somatique (RHS)

Chez les poissons, le foie joue un rôle important dans les processus liés à l'élaboration des produits génitaux. Il a été démontré que chez les femelles, cet organe est responsable de la synthèse de la vitellogénine, principale protéine précurseur du vitellus des œufs (Konan et al., 2013). Le RHS est le pourcentage de la masse du foie par rapport à la masse corporelle du poisson (Bernabé, 1991).

$$RHS = \frac{Mf}{Mp} \times 100$$

où Mf = masse du foie ; Mp = masse du poisson éviscéré

Son évolution saisonnière permet de quantifier les variations pondérales du foie au cours du cycle sexuel.

Facteur de condition (K)

Le facteur de condition permet de traduire l'embonpoint du poisson par rapport à l'effet des facteurs écologiques et physiologiques. Il est corrélé positivement à la densité des lipides et est utilisés pendant les périodes de reproduction et de maturation (Robinson et al., 2008). La formule retenue dans le présent travail est celle utilisée par Kartas et Quignard (1984) :

$$K = (Mg / LF^3) * 100$$

où Mg = masse du poisson éviscéré (g) et LF = longueur à la fourche (cm).

L'étude combinée des stades macroscopiques, du rapport gonado-somatique, du rapport hépto-somatique et du facteur de condition permet de déterminer la période de reproduction.

Fécondité

La fécondité permet d'assurer la pérennité des espèces et de maintenir les populations en équilibre (Kartas et Quignard, 1984).

La méthode gravimétrique a été utilisée dans cette étude. Tous les ovaires dont les ovocytes sont aux stades de migration de la vésicule germinale et d'hydratation après lecture des lames histologiques ont été sélectionnés.

Pour les diamètres ovocytaires, on a choisis au hasard 30 ovocytes matures par ovaire et on a mesuré les diamètres sous une

loupe. La moyenne par ovocyte a été ensuite établie avant de calculer la moyenne globale des diamètres des ovocytes. Pour ce travail, deux types de fécondités ont été déterminées à savoir la fécondité absolue (nombre d'ovocytes murs présents dans l'ovaire juste avant la ponte) et la fécondité relative (nombre d'ovocytes par unité de poids corporel) (Konan et al., 2013). Ainsi la fécondité absolue (Fa) et la fécondité relative (Fr) ont été calculées par les formules suivantes:

$$Fa = (n \times Pg) / P \text{ et } Fr = Fa / Pt$$

où Fa : fécondité absolue ; n : nombre d'ovocytes dans l'échantillon ; Pg : poids de la gonade (g) ; P : poids de l'échantillon (g) ; Pt : poids total du poisson (g).

Les relations fécondité absolue - longueur à la fourche et fécondité relative - longueur à la fourche ont été obtenues par les équations $Fa = aLF + b$ et $Fr = aLF + b$; a et b étant les coefficients des droites ajustées.

Taille de première maturité sexuelle

La taille de première maturité sexuelle qui correspond à la taille pour laquelle 50% des individus sont matures a été déterminée (Gaamour et al., 2004). La procédure a

consisté à regrouper par sexe et par classe de taille de 5 cm, tous les poissons de stade de maturité sexuelle supérieur ou égal au stade III, qui correspond au début de la phase de développement des gonades (FAO, 1978). La proportion (P) des individus matures de chaque classe de taille (LF) a été ensuite calculée selon la formule (Ghorbel et al., 1996) suivante :

$$P = \frac{1}{1 + e^{-(a+bLF)}}$$

avec P = proportion d'individus matures ; LF = longueur à la fourche ; a et b = constantes.

Les couples des valeurs (LF, P) ont été ajustés par une courbe logistique non linéaire. La taille de première maturité des mâles et des femelles a été obtenue par la projection de 50% des individus matures.

Analyse statistique

Le test statistique employé dans cette étude est le test du Chi carré (ou khi-deux). Il a été exécuté en utilisant un seuil de signification de 0,05 avec les logiciels Statistica. Ce test χ^2 a été utilisé pour vérifier si la proportion des mâles dans les échantillons étudiés présente une différence significative par rapport à celle des femelles.

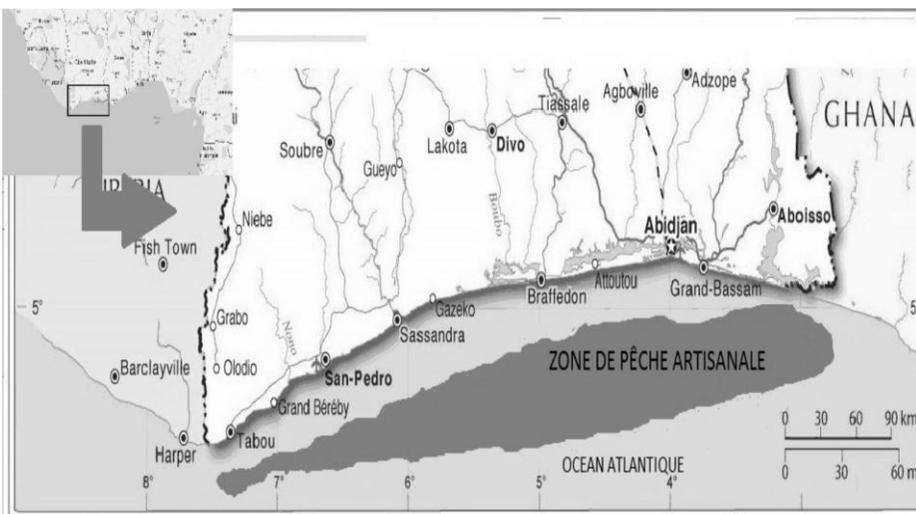


Figure 1 : Zone de pêche des pêcheurs artisans de la Côte d'Ivoire.

Tableau 1: Aspect macroscopique des divers stades de maturité (Zudaire et al., 2013).

Stades	Caractéristiques externes	
	Mâles	Femelles
I : immature (détermination possible du sexe à l'œil nu)	Testicules très fins, rosâtres, aplatis et en forme de ruban.	Ovaires allongés, plats et fermes, de couleur pâle et sans vascularisation
II : début de maturation	Testicules agrandis et rosâtres, triangulaires en coupe transversale. Pas de laitance dans le canal central	Ovaires légèrement gonflés et vascularisés. Ovocytes non visibles à l'œil nu
III : en maturation	Testicules gonflés et blanchâtres. Ecoulement de laitance en pressant les testicules	Ovaires gonflés, mous et moyennement vascularisés. Ovocytes visibles à l'œil nu
IV : mature (émission ou ponte)	Testicules gonflés et blanchâtres. Laitance abondante qui s'écoule avec ou sans pression des testicules	Ovaires très gonflés, très abondamment vascularisés à paroi mince et fragile. Ovocytes translucides, visibles à travers la paroi ovarienne
V : post-émission ou post-ponte	Testicules flasques, injectés de sang, surface rouge foncé. Pas de laitance dans le canal central	Ovaires partiellement ou totalement vides, flasques, rétrécis, de couleur rougeâtre. Reste d'ovocytes matures à divers degré de résorption

RESULTATS

Sex-ratio

Au total, 635 spécimens de *Sarda sarda* dont 260 mâles et 375 femelles ont été échantillonnés. Pour l'ensemble des observations, les femelles ont été en nombre plus important que les mâles (Tableau 2). Le sexe ratio d'un mâle pour 1,44 femelle a été significativement différent du sexe ratio théorique 1 : 1 ($\chi^2=14,55$; $p < 0,05$). Le sexe ratio mensuel a été également en faveur des femelles pour tous les mois de l'année.

Variation des stades macroscopiques de maturité sexuelle

Les variations mensuelles des proportions de maturité chez les deux sexes ont montré la présence d'au moins 3 stades chez les mâles et les femelles au cours de chaque mois de l'année (Figure 2). Chez les mâles, les individus de stades I, II et III ont été capturés toute l'année alors que ceux de stade IV étaient seulement présents de février à septembre. Les spécimens ont atteint leurs

proportions maximales en septembre (25,45% : stade I), en octobre (37,56% : stade II), en novembre (72,4% : stade III) et en juillet (49,67% : stade IV). Les proportions minimales ont été enregistrées en janvier (4,06%), en août (8,22%), en juin (23,89%) et en septembre (2,13%) respectivement pour les spécimens de stades I, II, III et IV. Chez les femelles, les individus de stade I, II, III et V ont été capturés toute l'année contrairement à ceux de stade IV qui n'ont été pêchés que de février à septembre. Les spécimens ont atteint leurs proportions maximales en novembre (10,95% : stade I), en février (26,48% : stade II), en octobre (45,43% : stade III), en juin (45,62% : stade IV) et en novembre (71,8% : stade IV). Les proportions minimales ont été enregistrées en septembre (1,97%), en novembre (6,75%), en novembre (10,5%), en février (2,1%) et en mai (5,54%) respectivement pour les spécimens de stades I, II, III, IV et V.

Rapport gonado-somatique (RGS)

L'observation des variations mensuelles du RGS chez les mâles et les femelles au cours de l'année est illustrée par la Figure 3. La superposition des variations du RGS moyen des mâles et des femelles a montré que les deux évolutions sont similaires. Toutefois, les valeurs du RGS moyen observées chez les mâles sont plus faibles que celles des femelles. Le suivi de ces variations mensuelles a montré une augmentation progressive du RGS de janvier à juillet en passant de 1,25 à 4,71% (où un pic est observé) chez les mâles et de janvier à juin en variant de 1,58 à 5,79% (où un pic est observé) chez les femelles. Les valeurs du RGS pour les deux sexes baissent après chacun des pics pour finalement chuter à 0,34 et 0,48 respectivement chez les mâles et les femelles à partir du mois d'août.

Rapport hépato-somatique (RHS) moyen

Les variations mensuelles du RHS chez les mâles et les femelles évoluent de façon similaire, mais les valeurs du RHS des femelles sont supérieures à celles des mâles (Figure 4). Chez les mâles, le RHS oscille entre 0,9 et 0,99% avant d'atteindre un pic en août (1,37%) et décroît par la suite à partir d'août jusqu'à 0,79%. Il croît chez les femelles de 0,94 à 1,32% avant d'atteindre les valeurs maximales en juillet (1,76%) et août (1,7%). Il décroît à partir d'août jusqu'à 1,05%. Ainsi, le RHS présente globalement des valeurs élevées proportionnelles à celles du RHS en juillet et août où les valeurs sont maximales (1,76 et 1,37% respectivement chez les femelles et les mâles).

Facteur de condition (K) moyen

La Figure 5 représente les variations du coefficient de condition (K). L'allure des K mâles et femelles est semblable. Les valeurs maximales de K moyen sont observées en mars pour les mâles (1,54%) et en octobre pour les femelles (1,53%) alors que les faibles valeurs sont observées en mai (1,31%) pour les deux sexes.

Fécondité

La fécondité absolue (Fa) varie de 44.620 à 446.530 ovocytes pour des femelles de taille comprise entre 38 et 56 cm (LF), avec une moyenne de 124.002 ± 10.347 ovocytes. La fécondité relative varie de 29 à 170 ovocytes / g de poids corporel avec une moyenne de 83 ± 4 ovocytes / g. La fécondité absolue et relative augmente de façon proportionnelle avec la longueur. Les équations de régression et les coefficients de corrélation respectifs sont $Fa = 15964xLF - 598511$ et $r^2 = 0,7708$; $Fr = 6,3931xLF - 206,14$ et $r^2 = 0,8891$ (Figure 6 : a et b).

Sur un total de 600 ovocytes mesurés, les diamètres ovocytaires avant la ponte varie de 1,3 à 1,6 mm avec une moyenne de $1,47 \pm 0,14$ mm.

Taille de première maturité sexuelle

Les tailles de première maturité sexuelle sont de 38,41 cm et 38,56 cm (LF) respectivement pour les mâles et les femelles (Figure 7). Les mâles atteignent leur maturité sexuelle à une taille légèrement inférieure à celle des femelles.

Tableau 2: Variations mensuelles du sexe ratio de *Sarda sarda* capturés dans le golfe de Guinée entre janvier 2016 et décembre 2016.

Mois	Sex-ratio	χ^2	Test
	Mâle : Femelle		
Janvier	1 : 1,43	3,57	NS
Février	1 : 1,6	7,35	S
Mars	1 : 2	22,73	S
Avril	1 : 1,3	2,95	NS
Mai	1 : 1,08	0,02	NS
Juin	1 : 1,25	1,55	NS

Juillet	1 : 1,66	12,34	S
Août	1 : 1,83	17,28	S
Septembre	1 : 2,33	23,96	S
Octobre	1 : 1,57	7,26	S
Novembre	1 : 1,28	1,65	NS
Décembre	1 : 1,14	0,18	NS
Total	1 : 1,44	14,55	S

S : différence significative ;

NS : différence non significative entre les deux sexes ;

Test χ^2 0,05 = 3,84.

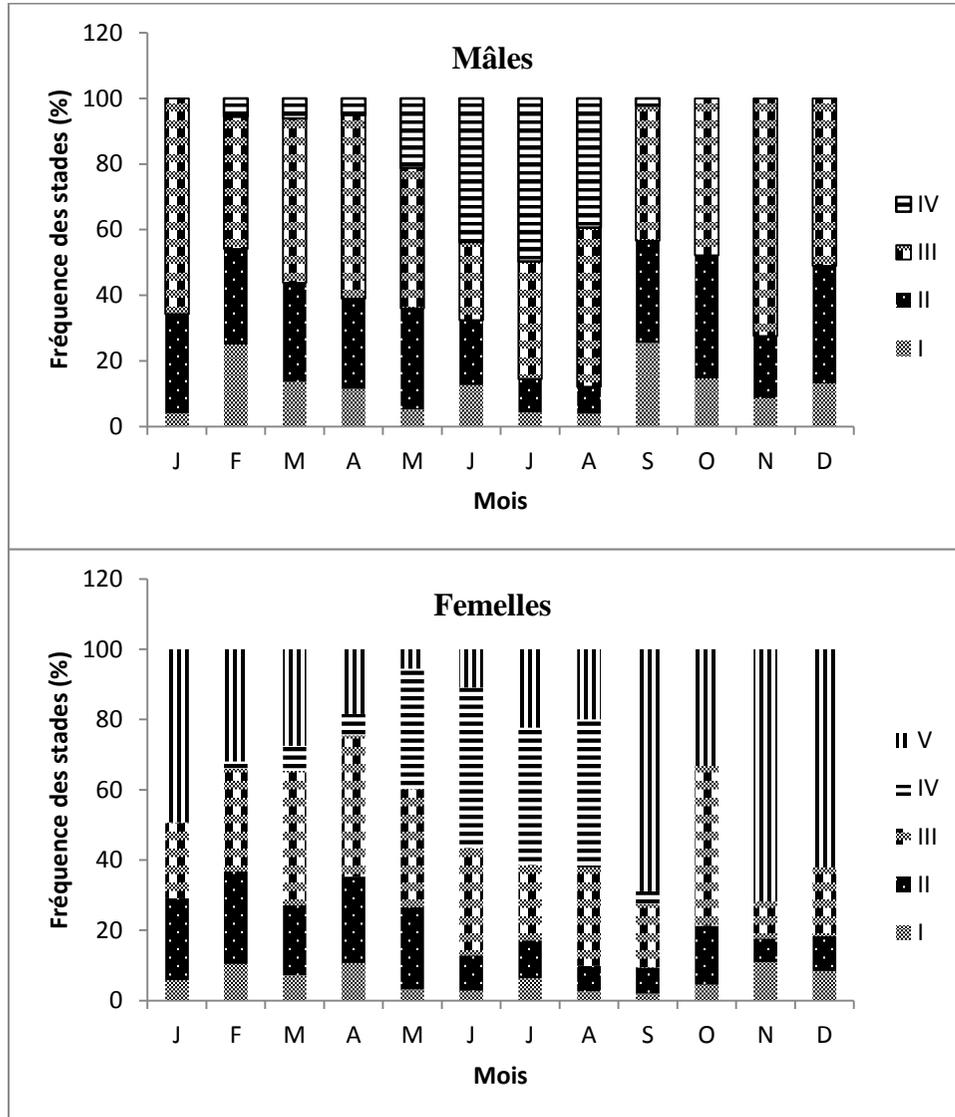


Figure 2 : Variations mensuelles des fréquences des stades macroscopiques des mâles et femelles de *Sarda sarda* dans le golfe de Guinée entre janvier 2016 et décembre 2016.

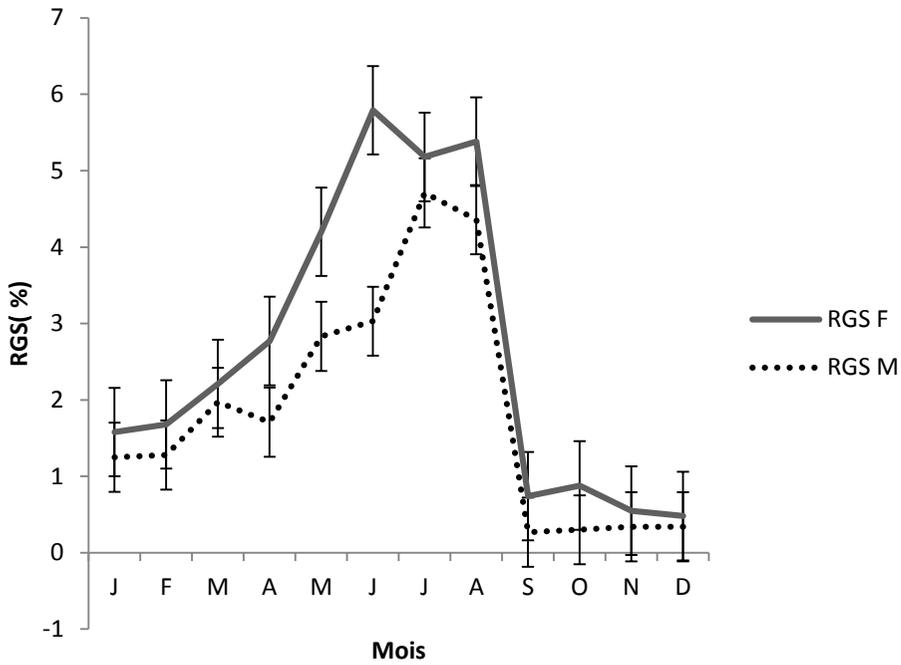


Figure 3 : Variations des moyennes mensuelles du rapport gonado-somatique (RGS) chez les mâles et femelles de *Sarda sarda* dans le golfe de Guinée entre janvier 2016 et décembre 2016.

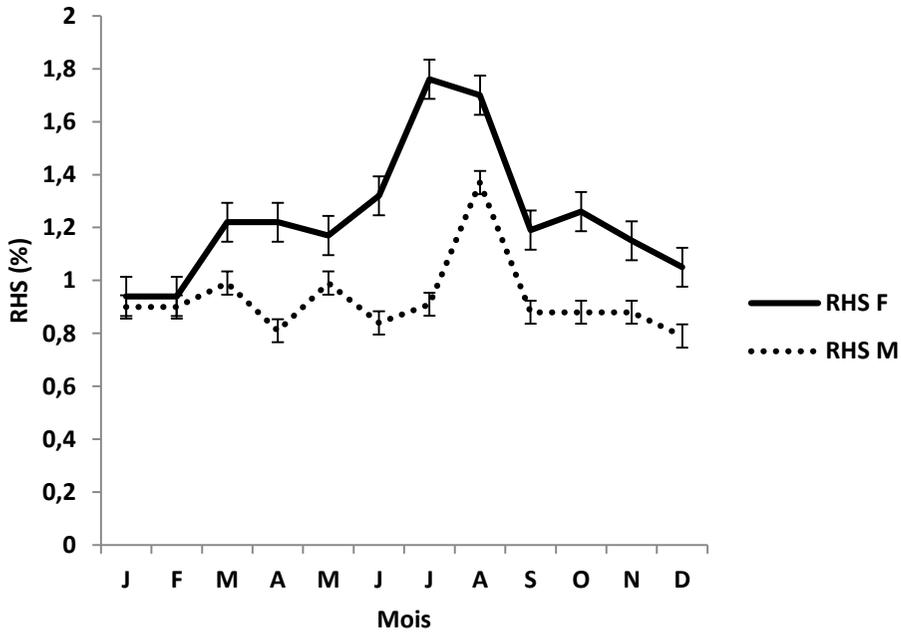


Figure 4 : Variations des moyennes mensuelles du rapport hépato-somatique (RHS) chez les mâles et femelles de *Sarda sarda* dans le golfe de Guinée entre janvier 2016 et décembre 2016.

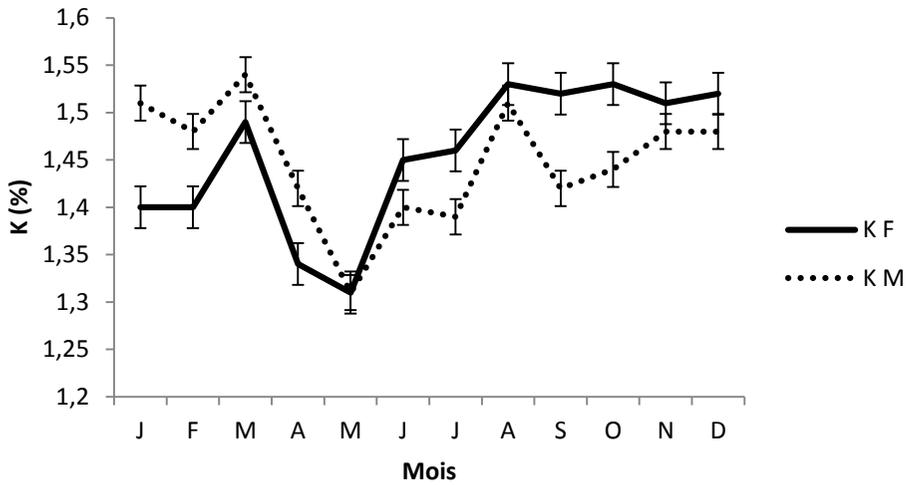


Figure 5 : Variations des moyennes mensuelles du facteur de condition (K) chez les mâles et femelles de *Sarda sarda* dans le golfe de Guinée entre janvier 2016 et décembre 2016.

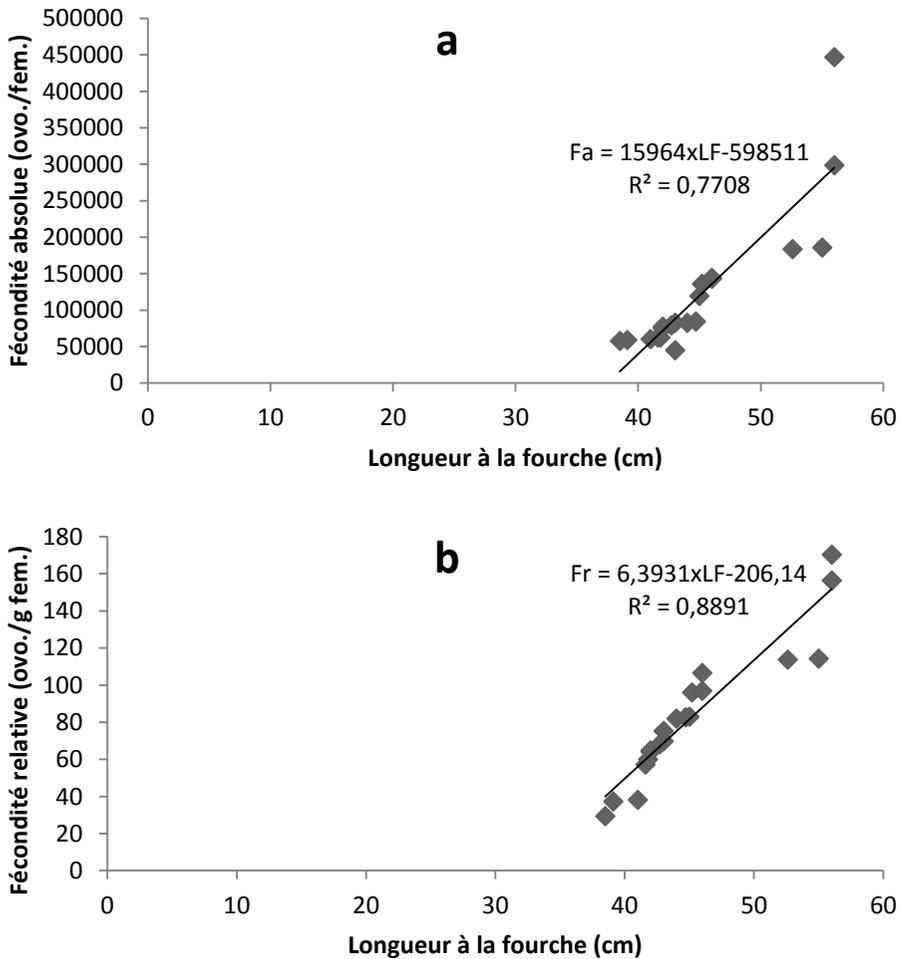


Figure 6 : Relation fécondité absolue - longueur à la fourche (a) et fécondité relative- longueur à la fourche (b) (Ovo.= ovocyte ; fem.= femelle).

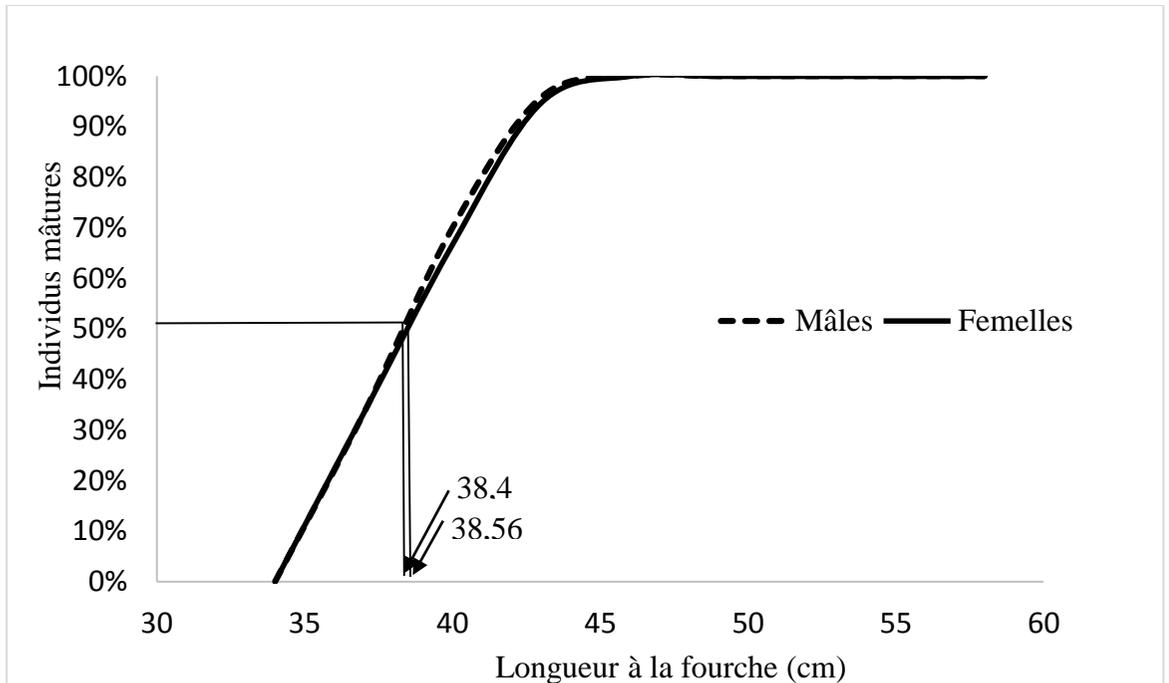


Figure 7: Détermination de la taille de première maturité sexuelle chez les mâles et les femelles de *Sarda sarda* capturés dans le golfe de Guinée entre janvier 2016 et décembre 2016.

DISCUSSION

Le sexe ratio global déterminé pour la population de *Sarda sarda* a été de 1 mâle pour 2 femelles. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus dans la mer adriatique (Franičević et al., 2005) mais différents de ceux obtenus dans la Méditerranée (Macías et al., 2005). Cette prédominance de l'un des sexes est un phénomène relativement fréquent chez de nombreuses espèces de poissons téléostéens car il permet la préservation et garantit la pérennité de l'espèce (Djadji et al., 2013). Le sexe ratio peut cependant être influencé par des facteurs tels que le déplacement pour la recherche de nourriture, la croissance différentielle et le taux de mortalité (Pinheiro et al., 2011).

L'analyse des variations périodiques du cycle sexuel de *Sarda sarda* du golfe de Guinée montre que les cycles sexuels chez les deux sexes sont synchrones. Les phases de maturation et d'émission des gamètes constituent la période active des gonades. Cette période de reproduction s'étend d'avril à août. L'émission des gamètes se déclenche à

partir de juin et juillet pour les femelles et les mâles respectivement et se poursuit jusqu'en fin août pour les deux sexes. Après cette émission, il s'en suit le repos sexuel qui se situe de septembre à décembre. Ces résultats sont différents de ceux trouvés par d'autres auteurs. En effet, ces auteurs ont noté que la période de reproduction de cette espèce se situe en juillet dans l'Atlantique du Nord-Ouest de la Méditerranée (sur les côtes catalanes), de mai à août sur les côtes turques et de mai à juillet dans l'Atlantique Sud du Maroc (Sabatés et Recasens, 2001; Kahraman et al., 2014; Baibbat et al., 2016). Cette variation de la période de reproduction d'une région à une autre s'expliquerait par des facteurs locaux qui pourraient influencer la température (Brown et al., 2006; Dou et al., 2008) qui aurait un impact sur le déclenchement d'émission de produits génitaux chez les poissons (Lang et al. 2003). Elle peut influencer la migration des reproducteurs et par conséquent, affecter indirectement la période d'émission de gamètes (Sato et al., 2005).

La fécondité a été évaluée par le nombre d'ovocytes hydratés émis par une femelle en un seul lot (batch fécondité) (Konan et al., 2013). A cet effet, la fécondité absolue (Fa) a été en moyenne de 124002 ± 10347 ovocytes pour des femelles de taille comprise entre 38 et 56 cm (LF). Elle est plus élevée que celle trouvée dans la Méditerranée par Macías et al. (2005) qui est en moyenne de 79432 ovocytes par ponte. Cette fluctuation de la quantité d'ovocytes serait due à la situation trophique, la densité de la population, la taille et la condition des poissons ainsi que la compétition intra et extra-spécifique (Ibrahim et al., 2008 ; Kariman et al., 2008). La fécondité relative moyenne a été de 83 ± 4 ovocytes / g femelle de masse allant de 914 à 2623 g. Les résultats d'analyse de régression montrent que les fécondités absolue et relative augmentent de façon proportionnelle avec la longueur corporelle. Ces résultats rejoignent ceux signalés par Cubillos et al. (2007), Sylla et al. (2009) et Assan et al. (2017) sur les poissons téléostéens, *Trachinotus teraia* et *Elagatis bipinnulata* respectivement. Cette plus grande fécondité des spécimens de grandes tailles par rapport aux petites serait due au fait que les grands individus contiennent plus de réserves lipidiques que les petits (Zwolinski et al., 2001). En effet, le développement des ovocytes et la production des œufs nécessitent le transfert des réserves énergétiques stockées chez l'adulte dans les muscles ou le foie vers les ovaires (Chakroun-Marzouk et Ktari, 2003). Cette fécondité importante remarquée chez *Sarda sarda* du golfe de Guinée constitue un élément positif qui permet la préservation et garantit la pérennité de cette ressource halieutique. D'autre part, le diamètre des ovocytes avant la ponte est légèrement supérieur à celui trouvé par Richards (2005). Cela constitue aussi un élément positif car les larves provenant d'œufs de grande taille ont une meilleure survie que celles provenant d'œufs de petite taille (Kjørsvik et al., 2003 ; Avery et Brown, 2005 ; Avery et al., 2009).

La taille de première maturité n'est pas statistiquement différente en fonction du sexe. Toutefois, les mâles (38,41 cm, LF₅₀) atteignent la maturité sexuelle un peu plus précocement que les femelles (38,56 cm,

LF₅₀). Ces résultats sont différents de ceux observés dans le Nord-Est de la méditerranée en Turquie (Cengiz, 2013) et dans la mer noire en Turquie (Ateş et al., 2008 ; Kahraman et al., 2014) où la taille de première maturité était comprise entre 35,8 à 45 cm. La comparaison des résultats avec ceux obtenus dans d'autres zones géographiques montre la variabilité de la taille de première maturité sexuelle. En effet, la longueur à la première maturité sexuelle peut être affectée indirectement par l'intermédiaire des changements de la croissance qui influence le déclenchement de la maturation (Engelhard et Heino, 2004). En outre, d'autres facteurs ayant un impact sur la taille de première maturité sexuelle tels que le déclin de la structure en taille, le taux de mortalité élevé ou des changements dans l'environnement ont été proposés par Van der Lingen et al. (2006). L'acquisition de la maturité sexuelle peut être sous la dépendance de la ressource trophique, température (Fox et Crivelli, 2001). A cela, cette différence s'expliquerait aussi par une relation existante entre la maturité de l'espèce et la latitude. En effet, cette dernière influence la température qui à son tour va influencer la croissance linéaire des poissons en l'accéléralant ou la retardant. Le potentiel de croissance est à son maximum quand la température est comprise dans les limites optimales mais il ralentit à des températures plus élevées (Björnsson et al., 2001).

Conclusion

La présente étude a montré que la reproduction de la bonite à dos rayé s'étend sur une période de 5 mois. La fécondité élevée couplée au sexe ratio en faveur des femelles chez cette espèce contribuerait à préserver et à garantir la pérennité de ce poisson. La première maturité sexuelle est atteinte à une même taille chez les mâles et chez les femelles.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs attestent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts pour cet article.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

AKJP est l'auteur principal ; DN'C a contribué à la récolte des poissons et a coordonné avec AMJ tous les travaux au

laboratoire du DRAV. EA, AN'F et N'Y ont participé aux travaux au laboratoire du DRAV; N'K, directeur de ce travail a proposé le protocole de recherche.

REFERENCES

- Assan NF, Diaha NC, N'da K, Angui KJP, Edoukou A, N'guessan Y. 2017. Biologie de la reproduction de *Elagatis bipinnulata* (Guoyand Gaimard, 1824) capturés dans le golfe de Guinée par la flottille artisanale en Côte d'Ivoire. *J. Appl. Biosci.*, **113**: 11208-11220. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v113i1.10>
- Ateş C, Deval CM, Bok T. 2008. Age and growth of Atlantic bonito (*Sarda sarda* Bloch, 1793) in the Sea of Marmara and Black Sea, Turkey. *J. Appl. Ichthyol.*, **24**: 546-550. DOI: <http://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2008.01102.x>
- Avery TS, Brown JA. 2005. Investigating the relationship among abnormal patterns of cell cleavage, egg mortality and early larval condition in *Limanda ferruginea*. *Journal of Fish Biology*, **67**: 890-896. DOI: <http://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2005.00783.x>
- Avery TS, Killen SS, Hollinger TR. 2009. The relationship of embryonic development, mortality, hatching success, and larval quality to normal or abnormal early embryonic cleavage in Atlantic cod, *Gadus morhua*. *Aquaculture*, **289**: 265-273. DOI: [doi:10.1016/j.aquaculture.2008.12.011](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.12.011)
- Awoumou CDG. 2005. Le golfe de Guinée face aux convoitises, 11ème Assemblée Générale du CODESRIA. In Repenser le développement africain : au-delà de l'impasse, les alternatives, Maputo, Mozambique, pp. 5-9.
- Baibbat S, Malouli I, Abid N, Benazzouz B. 2016. Study of the reproduction of Atlantic bonito (*Sarda sarda*) in South Atlantic Ocean of Morocco. *AAFL Bioflux*, **9**(5): 954-964. DOI: <http://www.bioflux.com.ro/aafl>
- Bernabé G. 1991. *Bases Biologiques et Ecologiques de l'Aquaculture*. Lavoisier-TEC et DOC : Paris ; 500 p.
- Björnsson B, Steinarsson A, Oddgeirsson M. 2001. Optimal temperature for growth and feed conversion of immature cod (*Gadus morhua*). *CES J. Mar. Sci.*, **58**: 29-38. DOI: [doi:10.1006/jmsc.2000.0986](https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0986), <http://www.idealibrary.com>
- Brown NP, Shields RJ, Bromage NR. 2006. The influence of water temperature on spawning patterns and egg quality in the Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Aquaculture*, **261**: 993-1002. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.08.025>
- Cengiz Ö. 2013. Some biological characteristics of Atlantic bonito (*Sarda sarda* Bloch, 1793) from Gallipoli Peninsula and Dardanelles (northeastern Mediterranean, Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, **37**: 73-83. DOI: <http://journals.tubitak.gov.tr/zoology/doi:10.3906/zoo-1204-10>
- Chakroun-Marzouk N, Ktari MH. 2003. Le Corb des Côtes Tunisiennes, *Sciaena umbra* (Sciaenidae): cycle sexuel, âge et croissance. *Cybium*, **27**: 211-225. DOI: [sfi-cybium.fr/.../le-corb-des-cotes-tunisiennes-sciaena-umbra-sciaenidae-cycle-sexuel, âge et croissance](http://sfi-cybium.fr/.../le-corb-des-cotes-tunisiennes-sciaena-umbra-sciaenidae-cycle-sexuel-age-et-croissance)
- Chavance P, Bâ M, Gascuel D, Vakily JM, Pauly D. 2004. Pêcheries maritimes, écosystèmes et sociétés en Afrique de l'ouest : Un demi-siècle de changement, actes du symposium international, Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002, Bruxelles, Office des publications officielles des Communautés européennes, xxxvi-532-xiv p., (coll. des rapports de recherche halieutique à CP-UE, n° 15).
- Cubillos LA, Ruiz P, Claramunt G, Gacitua S, Nunez S, Castro LR, Riquelme K, Alarcon C, Oyarzun C, Sepulveda A. 2007. Spawning, daily egg production, and spawning stock biomass estimation for common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) off central southern Chile in 2002. *Fisheries Research*, **86**: 228-240. DOI: [10.1016/j.fishres.2007.06.007](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2007.06.007)
- Djadji GL, Atse BC, Sylla S, Konan KJ, Kouassi NJ. 2013. Reproduction du

- Mugilidae *Mugil cephalus* Linné, 1758 dans deux complexes lagunaires (lagunes Ébrié et de Grand-Lahou) de la Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **7**(4): 1701-1716. DOI: <http://dx.org/10.4314/ijbcs.v7i4.25>
- Dou SZ, Yamada Y, Okamura A, Shinoda A, Tanaka S, Tsukamoto K. 2008. Temperature influence on the spawning performance of artificially-matured Japanese eel, *Anguilla japonica*, in captivity. *Environ. Biol. Fish.*, **82**: 151-164. DOI: 10.1007/s10641-007-9268-8
- Engelhard GH, Heino M. 2004. Maturity changes in Norwegian spring-spawning herring before, during and after a major population collapse. *Fisheries Research*, **66**: 299-310. DOI: 10.1016/S0165-7836(03)00195-4
- FAO, Food and Agriculture Organization. 1978. Les pêches dans l'Atlantique Centre-Est. Rapport du groupe de Travail sur l'unification de la détermination de l'âge de la sardine (*Sardina pilchardus* walb.). *COPACE Rapport tech.* 78/8/Dakar, 8pp.
- Fox MG, Crivelli AJ. 2001. Life history traits of pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*) populations introduced into warm thermal environments. *Archiv Für Hydrobiologie*, **150**: 561-580. DOI: 10.1127/archiv-hydrobiol/150/2001/561
- Franičević M, Sinovčić G, ČikešKeč V, Zorica B. 2005. Biometry analysis of the Atlantic bonito, *Sarda sarda* (Bloch, 1793) in the Adriatic Sea. *Acta Adriat.*, **46**: 213-222. DOI: <https://core.ac.uk/download/pdf/14375027.pdf>
- Gaamour A, Khemiri S, Mili S, Abdallah BL. 2004. L'anchois (*Engraulis encrasicolus*) des côtes Nord de la Tunisie : reproduction et exploitation. *Bull. Inst. Nat. Scien. Tech. Mer de Salammbô*, (31): 8 p. DOI: <https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/1154/article2.pdf?sequence=1>
- Ghorbel M, Jarboui O, Bradai MN, Bouain A. 1996. Détermination de la taille de première maturité sexuelle par une fonction logistique chez *Limanda limanda*, *Pagellus erythrinus* et *corpaena porcus*. *Bulletin INSTM*, **3**: 24-27. DOI: [docplayer.fr/64910283-Bulletin-de-l-institut-national-des-sciences-et-technologies-..](http://docplayer.fr/64910283-Bulletin-de-l-institut-national-des-sciences-et-technologies-.)
- Hattour A. 2008. Les thons mineurs tunisiens : Etude biologique et pêche. *SCRS-055, Salammbô* : 2230-2271.
- Ibrahim SM, Shalloof Sh, Salama HMM. 2008. Effect of environmental conditions of Abu-Zabal Lake on some biological, histological and quality aspects of fish. *Global Veterinaria*, **2**: 257-270. DOI: [https://www.idosi.org/gv/GV8\(6\)12/6.pdf](https://www.idosi.org/gv/GV8(6)12/6.pdf)
- ICCAT. International Commission for the Conservation of Atlantic Tuna. 2010. In: ICCAT Publications [on-line]. Updated 2013.
- Kahraman AE, Göktürk D, Yildiz T, Uzer U. 2014. Age, growth, and reproductive biology of Atlantic bonito (*Sarda sarda* Bloch, 1793) from the Turkish coasts of the Black Sea and the Sea of Marmara. Department of Fisheries Technology, Faculty of Fisheries, İstanbul University, Laleli, İstanbul, Turkey *Turk. J. Zool.*, **38**: 614-621. DOI: <http://journals.tubitak.gov.tr/zoology/doi/10.3906/zoo-1311-25>.
- Kartas F, Quignard JP. 1984. La fécondité des poissons téléostéens. Ed. Masson. Paris, 35p. Kjørsvik E, Hoehne-Reitan K, Reitan KI. 2003. Egg and larval quality criteria as predictive measures for juvenile production in turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Aquaculture*, **227**: 9-20. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00492-7](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00492-7)
- Konan YA, Ouattara S, Kone T, Bamba M, Kone I. 2013. Caractéristiques de la reproduction de *Thysochromis ansorgii* (Pisces, Cichlidae) dans la forêt des marais Tanoé-Ehy (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, **71**: 5715-5727. DOI: www.m.elewa.org on 30th November 2013
- Lang RP, Romaine RP, Tiersch TR. 2003. Induction of early spawning of channel catfish in heated earthen ponds. *North*

- American Journal of Aquaculture*, **65**: 73-81. DOI: https://www.researchgate.net/journal/1522-2055_North_American_Journal_...
- Macías D, Gómez-Vives MJ, García S, Ortiz de Urbina JM. 2005. Reproductive characteristics of Atlantic bonito (*Sarda sarda*) from the south western Spanish Mediterranean. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, **58**(2): 470-483. DOI: https://www.researchgate.net/.../237277806_Reproductive_charact..
- N'goran YN, Amon Kothias JB, Bard FX. 2001. Captures d'istiophoridés (voiliers Istiophorus albicans, marlin bleu *Makaira nigricans*, marlin blanc *Tetrapturus albidus*) et effort de pêche des filets maillants dérivants en Côte d'Ivoire SCRS/00/63. *Rec. Doc. Sci.*, **53**: 272-280. DOI: [Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 2001 - iccat.int](https://www.researchgate.net/.../237277806_Reproductive_charact..)
- Pinheiro PB, Hazin FH, Travassos P, Oliveira PG, Carvalho F, Rêgo MG. 2011. The reproductive biology of the rainbow runner, *Elagatis bipinnulata* (Quoy & Gaimard, 1825) caught in the São Pedro and São Paulo Archipelago. *Brazilian Journal of Biology*, **71**(1): 99-106. DOI: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21437405>
- Richards WJ. 2005. *Early Stages of Atlantic Fishes: An Identification Guide for the Western Central North Atlantic*. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton FL; 2640 p.
- Robinson MS, Athony TR, Littau SR, Herckes P, Nelson X, Poplin GS, Burges JL. 2008. Occupational PAH exposures during prescribed pile. *Burns. Ann. Occ. Hyg.*, **52**(6): 497-508. DOI: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2732184/>
- Sabatés A, Recasens L. 2001. Seasonal distribution and spawning of small tunas (*Auxis rochei* and *Sarda sarda*) in the northwestern Mediterranean. *Sci. Mar.*, **65**(2): 95-100. DOI: www.icm.csic.es/scimar/pdf/65/sm65n2095.pdf
- Sato Y, Bazzoli N, Rizzo E, Boschi MB, Miranda MOT. 2005. Influence of Abaeté River on the reproduction success of the neotropical migratory teleost *Prochilodus argenteus* in the São Francisco River, downstream of the Três Marias dam, Southeastern Brazil. *River Res. Appl.*, **21**: 939-950. DOI: <https://doi.org/10.1002/tra.859>
- Kariman A, Shalloof Sh, Salama HMM. 2008. Investigations on Some Aspects of Reproductive Biology in *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757), Inhabited Abu-zabal Lake, Egypt. *Global Veterinaria*, **2**(6): 351-359. DOI: [https://www.idosi.org/gv/gv2\(6\)08/9.pdf](https://www.idosi.org/gv/gv2(6)08/9.pdf)
- Sylla S, Atsé BC, Kouassi NJ. 2009. Stratégie de reproduction du Carangidae *Trachinotus teraia* Cuvier, 1832 dans la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). *Sci. Nat.*, **6**(1): 83 - 94. DOI: <https://www.ajol.info/index.php/scinat/article/viewFile/48662/35015>
- Van der Lingen CD, Hutchings L, Field JG. 2006. Comparative trophodynamics of anchovy *Engraulis encrasicolus* and sardine *Sardinops sagax* in the southern Benguela: are species alternations between small pelagic fish trophodynamically mediated? *African Journal of Marine Science*, **28**: 465-477. DOI: <https://doi.org/10.2989/18142320609504199>
- Zudaire I, Hilario M, Maitane G, Maria K, Haritz A, Juan JA, Alicia DM. 2013. Accumulation and mobilization of lipids in relation to reproduction of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the Western Indian Ocean. *Fisheries Research*, **160**: 50-59. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2013.12.0107>
- Zwolinski J, Stratooudakis Y, Sares E. 2001. Intra-annual variation in the batch fecundity of sardine of Portugal. *J. Fish Biol.*, **58**: 1633-1645. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2001.tb02318.x>