



**Original Paper**

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

## Caractérisation morphologique, croissance staturo-pondérale et facteur de condition de la Sardinelle plate (*Sardinella maderensis* Lowe, 1838) des eaux côtières du Bénin (Afrique de l'Ouest)

Gérard HOTO<sup>1</sup>, Edmond SOSSOUKPE<sup>1\*</sup>, Rachad SIDI IMOROU<sup>2</sup> et  
Emile Didier FIOGBE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Recherche sur les Zones Humides / Département de Zoologie / Faculté des Sciences et Techniques / Université d'Abomey-Calavi, BP 526, Cotonou, Bénin.

<sup>2</sup>Laboratoire d'Ecologie et de Management des Ecosystèmes Aquatiques / Département de Zoologie / Faculté des Sciences et Techniques / Université d'Abomey-Calavi, BP 526, Cotonou, Bénin.

\*Auteur correspondant : E-mail : [edmondsossoukpe67@gmail.com](mailto:edmondsossoukpe67@gmail.com) / [esossoukpe@yahoo.fr](mailto:esossoukpe@yahoo.fr);

Tél : (+229)97999010

Received: 11-03-2022

Accepted: 23-06-2022

Published: 30-06-2022

### RESUME

La Sardinelle plate est l'un des petits pélagiques côtiers béninois soumis à une forte pression de pêche. Cette étude présente la caractérisation morphologique, le mode de croissance et l'embonpoint de l'espèce. Pendant douze mois, 1026 spécimens de *Sardinella maderensis* ont été échantillonnés aléatoirement dans les débarquements au port de pêche artisanale de Cotonou. Parmi les différents paramètres biométriques et méristiques relevés sur chaque spécimen, seules la longueur totale et la grande hauteur ont montré une différence significative suivant le sexe ( $p < 0,05$ ). Ainsi, les femelles présentent un corps plus long et plus haut que les mâles signalant l'existence d'un dimorphisme sexuel chez l'espèce. L'analyse factorielle discriminante révèle que le nombre de branchiospines sur les branches supérieure et inférieure du premier arc branchial ainsi que les ratios longueur de la tête sur distance orbitaire, longueur pré-orbitaire sur distance orbitaire et longueur à la fourche sur longueur totale constituent des paramètres discriminants pouvant permettre de caractériser l'espèce suivant les différents stades de vie. La relation âge-longueur indique que la Sardinelle plate développe une croissance allométrique rapide dès le bas âge. Les valeurs mensuelles élevées du facteur d'embonpoint attestent d'une bonne adaptation de l'espèce aux conditions écologiques dominantes de son milieu de vie.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés :** *Sardinella maderensis*, dimorphisme sexuel, croissance allométrique, bonne adaptation, Bénin

## Morphological Characterization, Length and Weight Growth and Condition Factor in Flat Sardinella (*Sardinella maderensis* Lowe, 1838) in the coastal waters of Benin (West Africa)

### ABSTRACT

The flat *Sardinella* is one of the small Beninese coastal pelagic species subject to strong fishing pressure. The study aims to carry out morphological characterization, growth model and body condition factor of the species. For twelve months, 1,026 specimens of *Sardinella maderensis* were

randomly sampled in the landings at artisanal fishing port of Cotonou. Among the various biometric and meristic parameters recorded on each specimen, only total length and great body height showed a significant difference according to the sex ( $p < 0.05$ ). Indeed, *females* have longer and higher body than males, indicating the existence of sexual dimorphism in the species. Discriminant factor analysis reveals that the number of gill rakers on the upper and lower branches of the first gill arch as well as the ratios of head length by orbital distance, pre-orbital length by orbital distance and fork length by total length constitute the discriminating parameters that can be used to characterize the species at different life stages. The age-length relationship indicates that the species develops rapid allometric growth from an early age. The relatively high mean value in the body condition factor attests to the good adaptation of this species to the prevailing ecological conditions of its living environment.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords:** *Sardinella maderensis*, sexual dimorphism, allometric growth, good adaptation, Benin.

## INTRODUCTION

Les petits poissons pélagiques sont essentiels dans les écosystèmes marins en raison de leur position intermédiaire dans le réseau trophique et de leurs importantes biomasses (Jeyid, 2016). Leur production mondiale représente environ 39 millions de tonnes, soit plus d'un tiers des captures totales, faisant d'eux le groupe d'espèces les plus pêchés au monde (FAO, 2019). Ces poissons marins, du fait de leur richesse en oligo-éléments et oméga 3, sont très importants dans la nutrition et la santé humaine (Razafimandimby, 2016). Dans ce groupe de petits pélagiques figurent les poissons de la famille des Clupeidae notamment l'espèce *Sardinella maderensis*.

*S. maderensis* ou sardinelle plate appartient au genre *Sardinella*, à la famille des Clupeidae, et à l'ordre des Clupeiformes. Elle est une espèce de poisson affectée par les populations africaines en général et celles béninoises en particulier, compte tenu d'une part de son prix abordable et d'autre part du fait qu'elle peut subir plusieurs types de transformations agroalimentaires (fumage, salage, saumurage).

Vu son importance, cette espèce a fait l'objet d'une surexploitation ces dernières années au point d'être inscrite sur la liste rouge de l'UICN au rang d'espèce menacée (Tous, 2015). Il urge alors de mener des investigations afin de proposer des mesures adéquates de gestion de son stock. Les quelques études disponibles sur l'espèce portent sur sa biologie

(Boëly, 1980 ; Camarena-Luhers, 1986) et plus récemment sur sa démographie, sa croissance et son niveau d'exploitation (Abowei 2009 ; Diouf et al., 2010 ; Diatta et al., 2016 ; Sossoukpè et al., 2016 ; Ofori-Danson, 2018 ; Amponsah et al., 2019 ; Olopade et al., 2019).

Pendant que l'étude des traits morphologiques et méristiques permet d'identifier les stocks de poissons et de décrire les conditions du stock (Giducos et al., 2015), celle-ci est presque inexistante en ce qui concerne *S. maderensis*. Pourtant, la connaissance de la ressource est préalable à une gestion durable de la pêche (Ouedraogo et al., 2015 ; Mano et al., 2019). Par conséquent, l'objectif de la présente étude est d'identifier le stock de Sardinelle plate exploité sur les côtes béninoises et les conditions de vie de cette espèce à travers son embonpoint.

## MATERIEL ET METHODES

### Zone d'étude, échantillonnage et traitement des échantillons

La présente étude s'est déroulée au Port de Pêche Artisanale de Cotonou (PoPAC) au Sud-Bénin (Figure 1) Ce site a été choisi parce que c'est un espace aménagé en 1972 pour faciliter le débarquement des pirogues de la pêche maritime artisanale, il a une superficie de 14.800 m<sup>2</sup> et c'est un site où plus de 80% des débarquements ont eu lieu. (Sossoukpè et al., 2016).

L'échantillonnage des spécimens de *S. maderensis* s'est déroulé trois fois par semaine sur une période de 12 mois de (Janvier à

Décembre 2021). Au total, 1026 spécimens de *S. maderensis* (représentant environ 40% de la biomasse totale) issus de la pêche artisanale ont été échantillonnés de manière aléatoire.

Le traitement des échantillons a consisté, d'une part, à relever, à l'aide d'un ichtyomètre à 0,1 cm près sur chaque individu, les données morphométriques telles que la longueur totale (LT), la longueur standard (LS), la longueur à la fourche (LF), la grande hauteur (H), la longueur pré-dorsale (LPrD), la longueur de la tête (LTe), la longueur pré-pelvienne (LPrPel), la longueur pré-anale (LPrA), la longueur pré-pectorale (LPrP), la longueur pré-orbitaire (LPrO), le diamètre de l'œil (DO), la longueur post-orbitaire (LPtO) et la petite hauteur (h) (Figure 2). D'autre part, afin de réaliser une caractérisation méristique de l'espèce, différents comptages ont été effectués au niveau de certains organes sur chaque spécimen. Il s'agit de : nombre de rayons de la nageoire dorsale (NRD), nombre de rayons de la nageoire anale (NRA), nombre de rayons de la nageoire pectorale (NRP), nombre de rayons de la nageoire pelvienne (NRPel), nombre de rayons de la nageoire caudale (NRC), nombre d'écaillles sur la ligne latérale (NELL), nombre d'écaillles au-dessus et en dessous de la ligne latérale, nombre de branchiospines sur les parties supérieurs (NBsup) et inférieurs (NBinf) du premier arc branchial.

#### Analyse des données collectées

##### *Caractérisation morphologique de la Sardinelle plate des côtes béninoises*

La caractérisation morphologique de cette espèce de poisson a été faite sur la base de l'analyse de deux types de caractères à savoir les caractères méristiques et les caractères morphométriques. L'analyse des caractères méristiques a été fondée sur le calcul des valeurs moyennes du nombre de rayons de chacun des types de nageoire (nageoire dorsale, nageoire pectorale, nageoire pelvienne, la nageoire anale et nageoire caudale), de celui du nombre moyen d'écaillles sur la ligne latérale et de celui de branchiospines sur les branches supérieure et inférieure du premier arc branchial chez les différents individus. Ces

différentes valeurs moyennes sont utilisées pour écrire trois types de formules :

- La formule radiare (FR) d'une nageoire = Nombre moyen de rayons durs + Nombre moyen de rayons mous (Anato, 1999) ;
- La formule scalimétrique (FS) est donnée suivant l'équation  $FS = NELl \frac{N.E \text{ dessus}}{N.E \text{ dessous}}$  (Anato, 1999) avec NELl = Nombre d'écaillles sur la ligne latérale, N.E dessus = nombre d'écaillles au-dessus de la ligne latérale et N.E dessous = Nombre d'écaillle en dessous de la ligne latérale
- formule branchiale (FB) est donnée par l'équation  $FB = Total \frac{NBsp}{NBinf}$  (Anato, 1999).

Pour les caractères métriques, les résultats sont exprimés en indices biométriques et courbes allométriques.

Les indices biométriques qui caractérisent le corps du poisson ont été établis à partir de quatre longueurs de référence : la longueur totale (LT), la longueur de la tête (LTe), le diamètre de l'œil (DO) et la distance inter-orbitaire (DIO). Les ratios suivants ont été exprimés : LS/LT, LF/LT, LS/H, H/LT, LTe /LT, LPrO/Lte, LTe/DO, LPrO/DO, LTe/DIO, LPtO/LTe, DP/LT, PrA/LT, PrP/LT, PrV/LT. Le rapport LS/H a été utilisé pour apprécier le degré d'allongement ou d'élévation du corps en fonction de l'échelle du Tableau 1.

#### *Mode de croissance chez la Sardinella maderensis*

##### - Relation taille-poids

Afin de déterminer le type de croissance de *S. maderensis* sur les côtes béninoises, la relation entre le poids et la taille du poisson a été établie suivant la formule :  $P = aLT^b$  (Ricker, 1975), avec P le poids total, LT la longueur totale, a et b des constantes. Lorsque  $b = 3$ , la croissance est dite isométrique et lorsque  $b \neq 3$ , la croissance est allométrique

##### - Longévité ( $t_{max}$ ) et paramètres de croissance chez *Sardinella maderensis*

La longévité ou âge maximal du poisson est déterminé par la formule :  $t_{max} = 3/K$  (Anato, 1999). Les estimations de la longueur asymptotique  $L_{\infty}$  et du coefficient de croissance K générés par FiSAT à partir des

fréquences de tailles mensuelles sont utilisées pour déterminer l'indice de performance de croissance  $\phi'$  par la formule suivante :  $\phi' = \text{Log}_{10} K + 2 \text{Log}_{10} L_{\infty}$ . (Pauly and Munro 1984). L'indice de performance de croissance  $\phi'$  permet de savoir si une espèce de poisson accuse une croissance rapide ou une croissance lente dans le milieu où il vit. Chez la plupart des poissons africains, la valeur de  $\phi'$  est comprise entre 2,65 et 3,32. Elle est dite rapide lorsque la valeur de  $\phi'$  tend vers 3,32 (Pauly and Munro 1984). L'âge auquel la taille du poisson est nulle ou âge hypothétique est donné par la formule :

$$\text{Log}_{10}(-t_0) = -0,392 - 0,275 \text{Log}_{10} L_{\infty} - 1,038 \text{Log}_{10} K \text{ (Pauly, 1979)}$$

**Coefficient de condition ou facteur d'embonpoint du poisson**

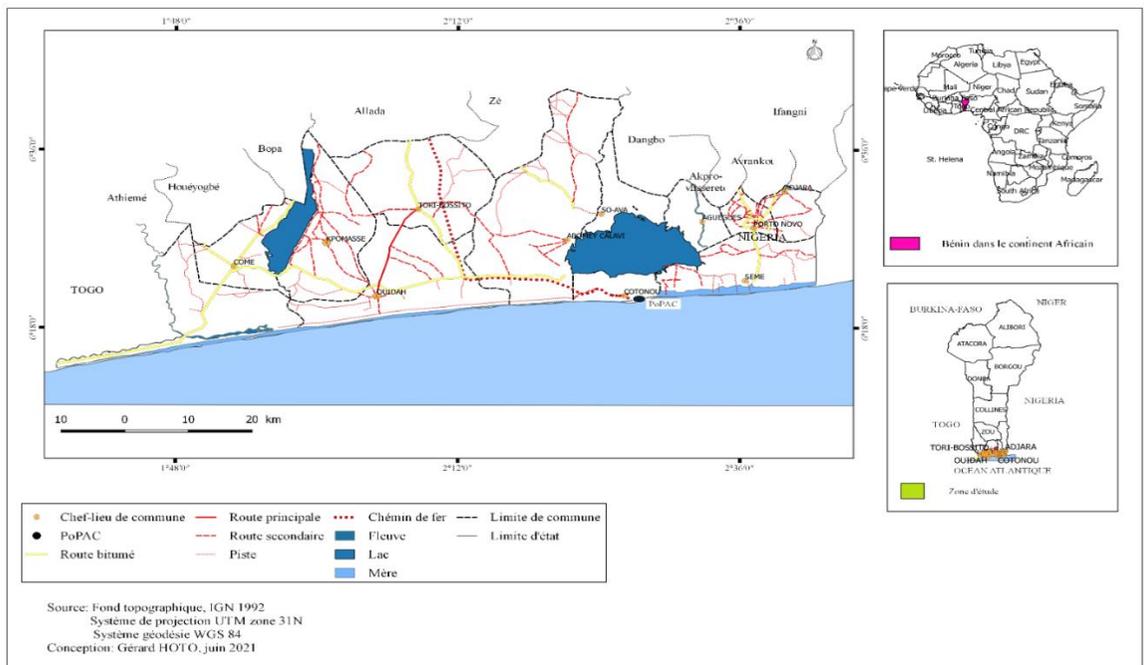
Le coefficient de condition Kc a été évalué suivant la formule de Chakroun *et al.* (2003) :

$Kc = 100 \times P / LT^b$  avec P le poids; LT la longueur totale et b le coefficient d'allométrie. Cette relation implique que plus la valeur de ce

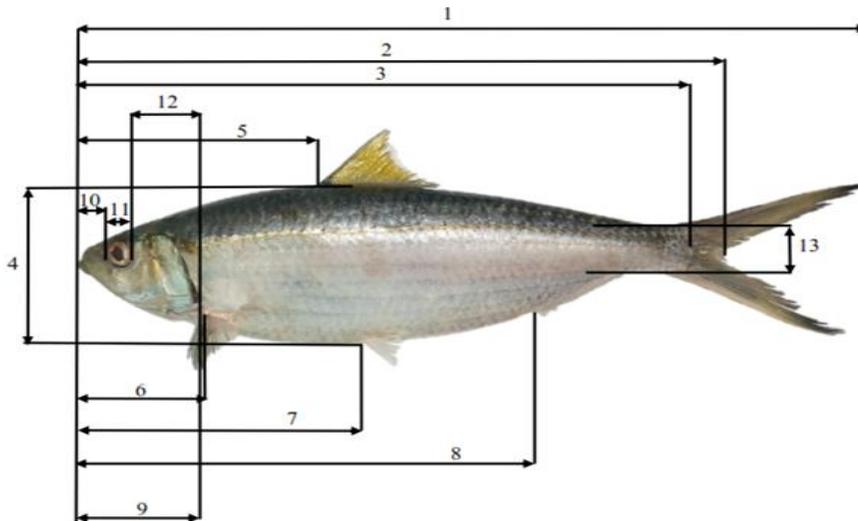
facteur est proche, égale ou supérieure à 1, meilleures sont les conditions environnementales de vie du poisson (Ouedraogo, 2019).

**Analyses statistiques**

La courbe allométrique qui décrit les variations relatives des parties du corps au cours de la croissance a été déterminée par la routine de régression des moindres rectangles de Microsoft pour Windows après transformation logarithmique des données. L'Analyse Factorielle Discriminante (AFD) a été réalisée avec R version 4. 1.2 à l'aide des packages ade4 et vegan afin de rechercher les facteurs morphométriques les plus discriminants pour l'identification de l'espèce quelle que soit la taille du spécimen rencontré. Cette analyse a été faite aussi bien sur les ratios issus des paramètres morphométriques que sur les données méristiques. Les valeurs du coefficient de condition Kc ont été soumises à l'Analyse de variance à 1 critère de classification (ANOVA 1) afin de voir ce paramètre varie significativement en fonction de la taille du poisson.



**Figure 1 :** Situation géographique du POPAC sur le littoral béninois.



**Figure 2** : Différentes mensurations prises sur *S. maderensis*.

1 = Longueur totale (LT), 2 = Longueur standard (LS), 3 = Longueur à la fourche (LF), 4 = grande hauteur (H), 5 = Longueur pré dorsale (LPrD), 6 = Longueur de la tête (LTe), 7 = Longueur pré pelvienne (LPrPel), 8 = Longueur pré anale (LPrA), 9 = Longueur pré pectorale (LPrP), 10 = Longueur pré orbitaire (LPrO), 11 = Diamètre de l’œil (DO), 12 = Longueur post orbitaire (LPtO), 13 = petite hauteur (h).

**Tableau 1** : Caractérisation du corps du poisson sur la base du rapport LS/H (Daget and Durand, 1981).

Corps	Ratio LS/H	Type
Aniguilliforme ou serpentiforme	12 à 18	<i>Mastacembelus</i>
Très allongé	7 à 10	<i>Polypterus</i>
allongé	4 à 6	<i>Hydrocynus</i>
Court ou moyen	3 à 4	<i>Tetraodon</i>
Elevé	2 à 3	<i>Tilapia</i>
Très élevé	1,5 à 2	<i>Citharinus</i>

**RESULTATS**

**Caractérisation biométrique et méristique de *Sardinella maderensis***

Le Tableau 2 présente les valeurs moyennes des données biométriques et méristiques.

De façon générale, les données biométriques (morpho-métriques) n’ont montré aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) en fonction du sexe sauf pour la longueur totale, la hauteur du corps et le poids qui ont varié significativement ( $p < 0,05$ ) suivant les sexes (Tableau 2). Les données méristiques ne présentent aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) quel que soit le sexe (Tableau 2).

- La formule scalimétrique de *S. maderensis* sur les côtes béninoises se présente comme suit :  $FS = 44 - 48 \frac{3-4}{7-8}$  ; cela signifie que chez *S. maderensis*, la ligne latérale comporte 44 à 48 écailles et qu’au-dessus de la ligne latérale, il y a 3 à 4 écailles alors que en dessous, il y en a 7 à 8 écailles.
- La formule branchiale est la suivante :  $FB = 112 - 205 \frac{37-70}{75-135}$  et indique que chez *S. maderensis*, le premier arc branchial comporte 112 à 205 branchiospines, avec 37 à 70 branchiospines sur la branche supérieure et 75 à 135 sur la branche inférieure.

### **Ratios biométriques**

Afin de caractériser au mieux l'espèce, plusieurs ratios ont été calculés en fonction du sexe et des classes de taille (Tableau 3 et 4). Considérant le sexe, il n'existe aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) pour chacun des ratios calculés (Tableau 3)

Seuls les ratios LS/LT, LTe/DO, LTe/LT et LTe/DIO ont présenté une variation significative ( $p < 0,05$ ) en fonction de la taille (Tableau 4). En général, plus la taille du poisson augmente plus petits sont les ratios.

### **Recherche de caractères morphologiques discriminants**

Les figures 3 et 4 représentent les représentations graphiques de la projection des variables morphométriques et méristiques sur les axes factoriels.

De l'analyse de la figure 3 et du Tableau 5, les ratios issus des données morphométriques les plus discriminants pour la caractérisation de *S. maderensis* des côtes béninoises sont : LTe/DO, LPro/DO et Lf/LT.

Concernant les données méristiques, les plus discriminantes sont le nombre de branchiospines sur les parties supérieur et inférieur du premier arc branchial (Figure 4 ; Tableau 6).

### **Mode de croissance**

#### **Relation Stauro-pondérale**

Les Figures 5, 6 et 7 présentent les relations taille-poids chez les mâles, les femelles et la population totale respectivement de *S. maderensis*.

Le tableau 7 récapitule les données des relations taille poids de *S. maderensis* sur les côtes béninoises. Sur les côtes béninoises, l'espèce *Sardinella maderensis* quel que soit le sexe présente une croissance de type allométrique minorante ( $b < 3$ ,  $p < 0,05$ ) (Tableau 7).

#### **Relations Longueur-Longueur**

Les Figures 8, 9, 10 et 11 présentent les relations longueur totale-longueur standard, longueur tête-longueur standard, circonférence du corps-longueur standard et hauteur-longueur totale.

### **Longévité ( $t_{max}$ ) et Paramètres de croissance chez *Sardinella maderensis***

La Sardinelle plate a une longévité ( $t_{max}$ ) de 4,4 ans sur les côtes béninoises. Le Tableau 8 donne les valeurs des constantes de l'équation de la fonction de croissance de von Bertalanffy et l'indice de performance de croissance pour *S. maderensis*. L'analyse de ce tableau révèle que la valeur de l'indice de performance de croissance  $\phi'$  est de 2,912 pour une longueur asymptotique  $L_{\infty} = 34,65$  cm et un coefficient de croissance  $K = 0,68$ . L'âge hypothétique et l'âge maximal sont respectivement -0,53 an et 4,4 ans.

#### **Croissance en fonction de l'âge**

La croissance chez *S. maderensis* obéit à la fonction de croissance de von Bertalanffy dont l'équation est :  $LT = 34,65[1 - \exp(-0,68(t + 0,53))]$  cm.

Les longueurs totales du poisson à différents âges ont été présentées dans le Tableau 9. Cette espèce atteint plus de 50% de la longueur asymptotique dans la première classe d'âge, indiquant une croissance rapide en taille dès le bas âge.

#### **Coefficient de condition Kc**

Les valeurs du coefficient de condition ou l'embonpoint de *S. maderensis* des côtes béninoises sont consignées dans le Tableau 10. Sur les côtes béninoises, *S. maderensis* montre un coefficient de condition relativement élevé ( $Kc = 2,05 \pm 0,071$ ). Suivant le sexe, la valeur de  $Kc$  est de  $2,32 \pm 0,064$  chez les mâles et de  $2,11 \pm 0,052$  chez les femelles. Cependant, il n'existe pas de différence significative ( $p > 0,05$ ) entre les valeurs de  $Kc$  suivant le sexe. La figure 12 montre la variation mensuelle du facteur de condition de cette espèce sur les côtes béninoises. On remarque que quel que soit le mois de l'année, les individus de sexe mâle ont un facteur de condition plus élevé que celui des femelles, ce qui peut se justifier par le fait que les individus mâles s'adaptent mieux aux conditions environnementales que les femelles. Toutefois, les plus fortes valeurs de  $Kc$  quel que soit le sexe ont été enregistrées entre Juin et Septembre (Figure 12).

**Tableau 2 :** Valeurs moyennes  $\pm$  écart type des caractères biométriques et méristiques de *S. maderensis*.

Caractères		Pop totale	Mâles	Femelles	p-value
<b>Caractères biométriques</b>	LT*	24,59 $\pm$ 3,70	24,94 $\pm$ 2,68	26,0 $\pm$ 2,92	<b>0,043</b>
	LS	17,75 $\pm$ 2,63	17,98 $\pm$ 2,01	18,75 $\pm$ 2,09	0,097
	LF	19,65 $\pm$ 3,41	19,94 $\pm$ 3,21	20,69 $\pm$ 2,69	0,389
	H*	5,58 $\pm$ 0,92	5,61 $\pm$ 0,6	5,95 $\pm$ 0,84	<b>0,007</b>
	h	1,46 $\pm$ 0,26	1,48 $\pm$ 0,17	1,55 $\pm$ 0,28	0,061
	Epaisseur	2,30 $\pm$ 0,74	2,32 $\pm$ 0,34	2,49 $\pm$ 0,95	0,239
	Circonférence	13,53 $\pm$ 1,97	13,63 $\pm$ 1,47	14,34 $\pm$ 1,57	0,05
	P*	131,89 $\pm$ 51,23	132,86 $\pm$ 39,52	152,36 $\pm$ 46,10	<b>0,001</b>
	PrD	7,58 $\pm$ 1,09	7,63 $\pm$ 0,814	7,90 $\pm$ 1,14	0,087
	PrA	13,84 $\pm$ 1,79	13,95 $\pm$ 1,37	14,48 $\pm$ 1,58	0,057
	PrP	4,11 $\pm$ 2,12	4,03 $\pm$ 0,42	4,43 $\pm$ 3,17	0,123
	PrV	8,77 $\pm$ 1,13	8,56 $\pm$ 0,87	9,16 $\pm$ 1,01	0,098
	LT <sub>e</sub>	4,04 $\pm$ 0,51	4,06 $\pm$ 0,41	4,22 $\pm$ 0,44	0,443
	Pr-O	1,24 $\pm$ 0,20	1,24 $\pm$ 0,18	1,29 $\pm$ 0,19	0,965
	DO	1,02 $\pm$ 0,15	1,03 $\pm$ 0,13	1,05 $\pm$ 0,14	0,67
	Pt-O	2,04 $\pm$ 0,35	2,05 $\pm$ 0,31	2,13 $\pm$ 0,31	0,852
	I-O	1 $\pm$ 0,4	0,98 $\pm$ 0,15	1,08 $\pm$ 0,57	0,188
<b>Caractères méristiques</b>	N. dorsale	18,645 $\pm$ 0,65	18,625 $\pm$ 0,68	18,66 $\pm$ 0,63	0,161
	N. anale	19,66 $\pm$ 0,980	19,67 $\pm$ 0,980	19,68 $\pm$ 0,970	0,807
	N. pectorale	13,36 $\pm$ 1,002	13,46 $\pm$ 0,850	13,32 $\pm$ 1,050	0,170
	N. pelvienne	7,99 $\pm$ 0,089	7,99 $\pm$ 0,106	8 $\pm$ 0,000	0,850
	N. caudale	23,29 $\pm$ 1,034	23,42 $\pm$ 0,98	23,23 $\pm$ 1,040	0,216

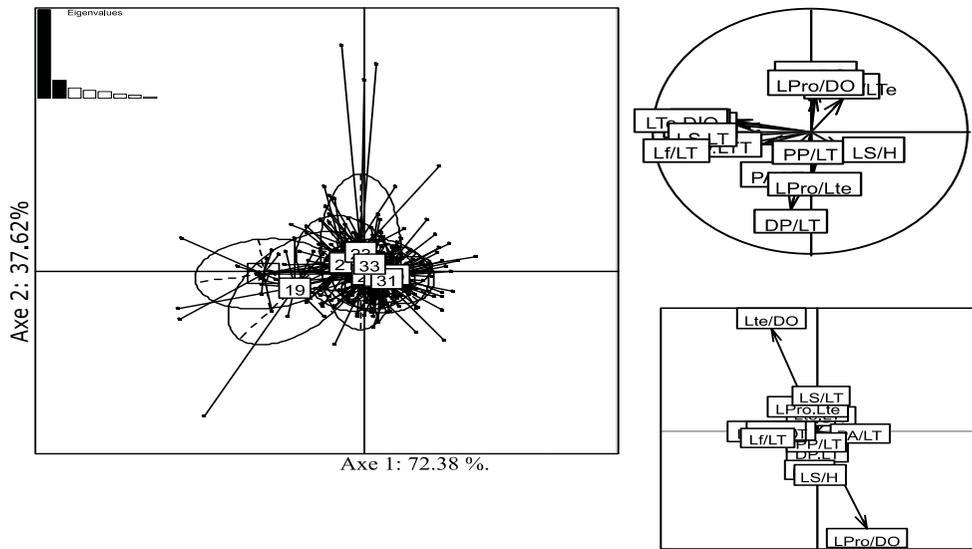
\* Paramètres ayant montré une variation significative ( $p < 0.05$ ) suivant le sexe du poisson.**Tableau 3 :** Moyenne et écart type des ratios entre données morphométriques en fonction du sexe.

Ratio	Sexe		Population totale
	Male	Femelle	
LS/LT*	0,73 $\pm$ 0,02	0,72 $\pm$ 0,02	0,72 $\pm$ 0,02
LF/LT	0,8 $\pm$ 0,02	0,79 $\pm$ 0,02	0,80 $\pm$ 0,02
LS/H	3,21 $\pm$ 0,16	3,17 $\pm$ 0,17	3,18 $\pm$ 0,17
H/LT	0,23 $\pm$ 0,01	0,23 $\pm$ 0,01	0,23 $\pm$ 0,01
LT <sub>e</sub> /LT*	0,16 $\pm$ 0,01	0,16 $\pm$ 0,01	0,16 $\pm$ 0,01
LPrO/Lte	0,30 $\pm$ 0,03	0,31 $\pm$ 0,03	0,31 $\pm$ 0,03
LT <sub>e</sub> /DO*	3,98 $\pm$ 0,32	4,19 $\pm$ 2,55	4,05 $\pm$ 1,68
LPrO/DO	1,21 $\pm$ 0,12	1,29 $\pm$ 0,86	1,24 $\pm$ 0,57
LT <sub>e</sub> /DIO	4,22 $\pm$ 0,47	4,08 $\pm$ 0,5	4,20 $\pm$ 0,52
LPtO/LT <sub>e</sub>	0,51 $\pm$ 0,07	0,51 $\pm$ 0,06	0,50 $\pm$ 0,06
DP/LT	0,31 $\pm$ 0,01	0,30 $\pm$ 0,03	0,31 $\pm$ 0,02
PrA/LT	0,56 $\pm$ 0,02	0,56 $\pm$ 0,02	0,56 $\pm$ 0,02
PrP/LT	0,16 $\pm$ 0,01	0,17 $\pm$ 0,12	0,17 $\pm$ 0,08
PrV/LT	0,36 $\pm$ 0,01	0,35 $\pm$ 0,01	0,35 $\pm$ 0,01

**Tableau 4 :** Moyenne et écart type des ratios entre données morpho-métriques en fonction des classes de taille.

Ratio	Centre de classe de taille										
	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33
<b>LS/LT</b>	0,76±0,02a	0,75±0,02a b	0,74±0,02a bc	0,73±0,02c	0,73±0,02c	0,73±0,02c	0,72±0,04c	0,72±0,02c	0,72±0,02c	0,71±0,03c	0,71±0,03c
<b>LF/LT</b>	0,84±0,08	0,83±0,01	0,82±0,02	0,81±0,03	0,8±0,03	0,82±0,2	0,8±0,02	0,79±0,02	0,8±0,1	0,79±0,24	0,79±0,03
<b>LS/H</b>			3,15±0,14	3,10±0,26	3,16±0,15	3,16±0,16	3,18±0,16	3,23±0,17	3,20±0,17	3,17±0,19	3,14±0,21
<b>LTe /LT</b>	±	±	0,17±0,01a	0,17±0,001 ab	0,16±0,001 b	0,16±0,01b	0,16±0,01b	0,16±0,01b	0,16±0,01b	0,16±0,01b	0,16±0,006b
<b>H/LT</b>	±	±	0,24±0,01	0,24±0,02	0,23±0,01	0,23±0,01	0,23±0,01	0,22±0,01	0,22±0,01	0,23±0,01	0,24±0,014
	±	±	0,31±0,03	0,31±0,02	0,30±0,03	0,30±0,03	0,31±0,03	0,31±0,03	0,31±0,02	0,32±0,03	0,29±0,015
<b>LPrO/Lte</b>											
<b>Lte/DO</b>	±	±	3,77±0,27	3,79±0,36	4,04±0,38	4,50±4,18	3,94±0,30	3,99±0,30	3,95±0,24	4,04±0,18	4,57±0,1
<b>LPro/DO</b>	±	±	1,18±0,13	1,16±0,10	1,21±0,13	1,37±1,41	1,20±0,12	1,23±0,11	1,23±0,11	1,27±0,12	1,303±0,04
	±	±	4,83±0,5a	4,58±0,67a b	4,39±0,61a bc	4,23±0,69b c	4,15±0,42b c	4,09±0,35b cd	4,04±0,32b cd	3,94±0,34c d	5,58±0,82d
<b>LTe/DIO</b>											
<b>LPtO/LTe</b>	±	±	0,46±0,04	0,48±0,05	0,52±0,08	0,51±0,06	0,5±0,06	0,5±0,07	0,52±0,05	0,5±0,07	0,50±0,02
<b>DP/LT</b>	±	±	0,31±0,01	0,32±0,01	0,31±0,01	0,3±0,04	0,31±0,01	0,31±0,01	0,3±0,01	0,3±0,02	0,32±0,003
<b>PrA/LT</b>	±	±	0,57±0,02	0,57±0,01	0,56±0,02	0,56±0,02	0,56±0,01	0,56±0,02	0,56±0,02	0,55±0,02	0,57±0,004
<b>PrP/LT</b>	±	±	0,17±0,01	0,16±0,001	0,16±0,01	0,16±0,01	0,18±0,15	0,16±0,01	0,16±0,01	0,16±0,01	0,17±0,01
<b>PrV/LT</b>	±	±	0,36±0,01	0,36±0,01	0,36±0,01	0,35±0,01	0,35±0,02	0,35±0,01	0,35±0,01	0,35±0,02	0,35±0,01

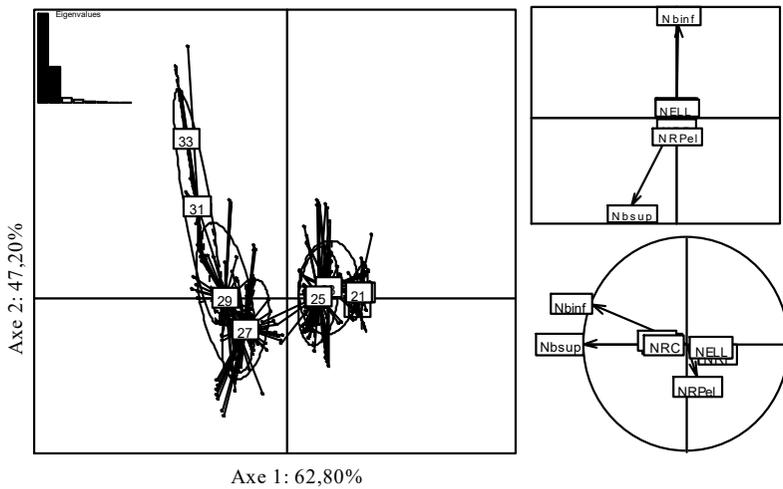
<sup>abcd</sup> les moyennes avec les mêmes lettres sont statistiquement égales (p > 0,05), les moyennes avec des lettres différentes sont statistiquement différentes (p < 0,05).



**Figure 3 :** Analyse factorielle discriminante réalisée sur les ratios morphométriques.

**Tableau 5 :** Contribution des ratios à chaque axe.

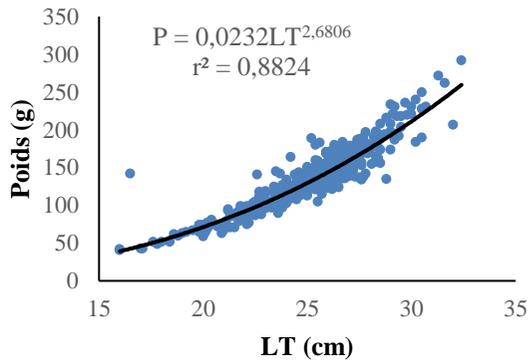
Ratios	DS1	DS2
LPtO/LTe	0,232103078	0,312120287
DP/LT	0,013552524	-0,653409281
PA/LT	0,557696675	-0,148278597
PP/LT	-0,035211427	0,080476459
Pv/LT	-0,080308555	0,008228324
Lte/LT	0,007854369	0,539612243
H/LT	-0,341133927	-1,742794710
LPro/Lte	-0,451398313	0,850459008
LS/H	0,077963753	-2,021590651
Lte/DO	-2,070894485	6,074633435
LPro/DO	2,172833643	-5,768513939
LTe/DIO	-0,507549866	-0,033219171
LS/LT	0,141557063	1,494652141
Lf/LT	-1,029555097	-0,408045526



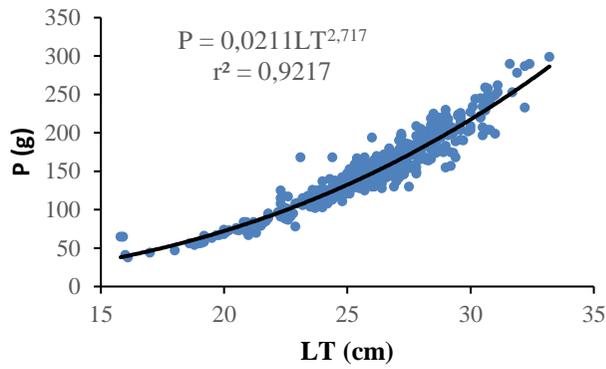
**Figure 4** : Analyse factorielle discriminante réalisée sur les données méristiques.

**Tableau 6** : Contribution des données méristiques aux axes.

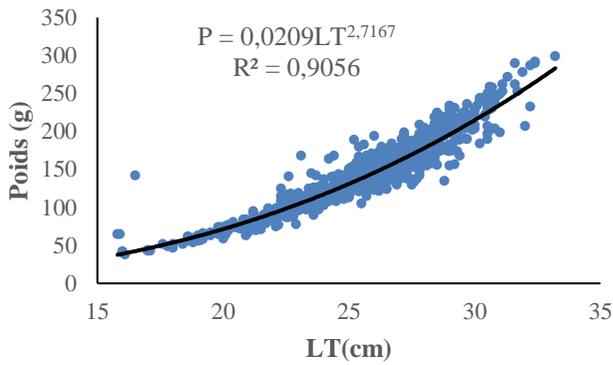
	DS1	DS2
NRD	-0,009005	0,07687294
NRA	-0,0243123	0,06420626
NRP	-0,0050957	-0,0354582
NRPeI	0,01701033	-0,2494542
NRC	-0,0043599	0,01038026
NELL	-0,0073604	0,02982011
Nbsup	-1,0318195	-2,2937789
Nbinf	1,03837926	2,46210579



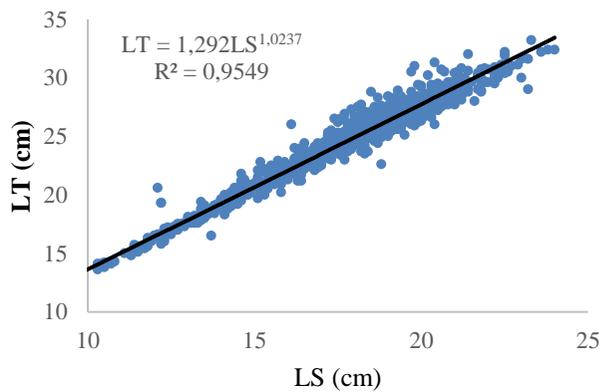
**Figure 5** : Relation taille-poids des mâles de *S. maderensis*.



**Figure 6 :** Relation taille-poids des femelles de *S. maderensis*.



**Figure 7 :** Relation taille-poids des mâles + femelles de *S. maderensis*.

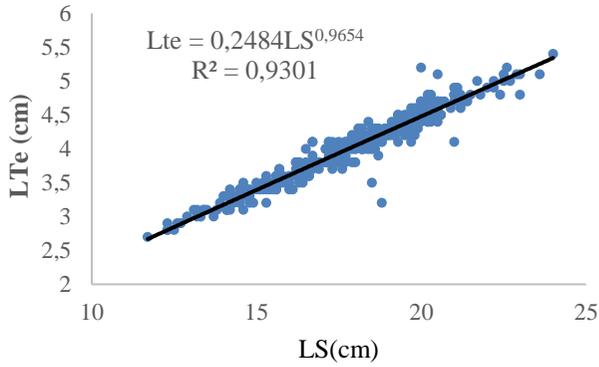


**Figure 8 :** Relation entre LS et LT de *S. maderensis* sur les côtes béninoises.

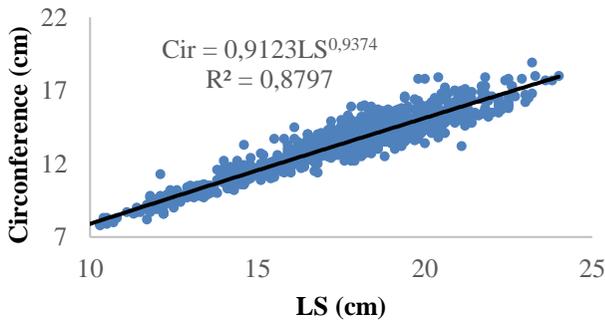
**Tableau 7** : Paramètres de la relation taille poids.

Sexe	N	Int LT	Int P	a	b	r <sup>2</sup>	Croissance	p-value (t-test)
M	457	16-32,4	41-292	0,0232	2,6806	0,8824	A-	p < 0,05
F	447	15,8-33,2	38-299	0,0211	2,717	0,9217	A-	p < 0,05
M+F	904	15,8-33,2	38-299	0,0209	2,7167	0,9056	A-	P < 0,05

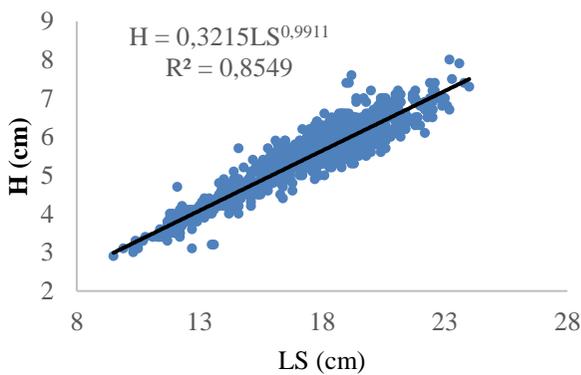
M = mâles, F = femelle, N= abondance, P = poids, A- = allométrie minorante.



**Figure 9** : Relation entre LS et LTe de *S. maderensis*.



**Figure 10** : Relation entre LS et circonférence de *S. maderensis*.



**Figure 11** : Relation entre LS et la hauteur de *S. maderensis*.

**Tableau 8 :** Quelques paramètres démographiques de *S. maderensis* des côtes béninoises.

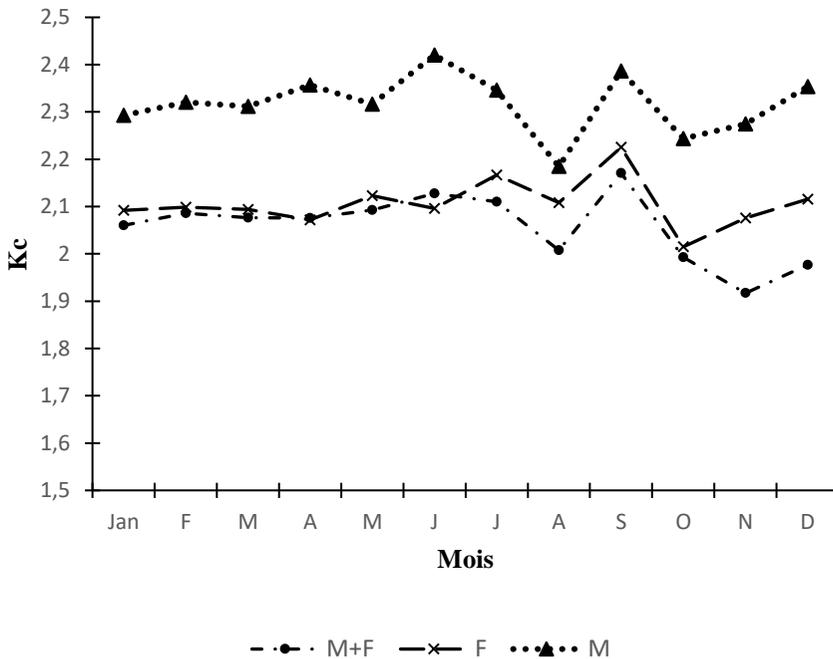
Paramètres	$L_{\infty}$ (cm)	$K$ (an <sup>-1</sup> )	$t_0$ (an)	$\phi'$	$t_{max}$ (ans)
<i>S. maderensis</i>	34,65	0,68	-0,53	2,912	4,4

**Tableau 9:** Données âge-longueur pour *S. maderensis* calculées à partir de l'équation de la fonction de croissance de von Bertalanffy.

Classes d'âges	1 an	2 ans	3 ans	4 ans
LT (% $L_{\infty}$ )	22,41 (64,67%)	28,45 (82,10%)	31,50 (90,90%)	33,06 (95,41%)

**Tableau 10 :** valeurs moyennes et écart type du coefficient de condition en fonction des sexes.

Sexe	Moyenne	Ecart type
Male	2,32	0,064
Femelle	2,11	0,052
Male + Femelles	2,05	0,071



**Figure 12 :** Variation mensuelle du coefficient de condition Kc de *S. maderensis*.

## DISCUSSION

L'étude des caractères méristiques montre une absence totale de rayons durs sur les nageoires de *S. maderensis* qui ne comportent que des rayons mous. La même observation a été faite par Ghéno et Fontana (1973). Le nombre de rayons mous sur les nageoires dorsale et anale varie respectivement entre 18 et 20 rayons et entre 17 et 22 rayons. Ces résultats sont conformes à ceux rapportés par Whitehead (1985) sur la même espèce. En effet, d'après cet auteur, les rayons sur les nageoires dorsale et anale de *S. maderensis* varient de 18 à 23 rayons et de 17 à 23 rayons mous respectivement. La formule branchiale montre que le nombre de branchiospines varie de 112 à 205 sur le premier arc branchial. Sur la partie inférieure du premier arc branchial le nombre de branchiospines varie de 75 à 135. Ces observations sont conformes à ceux de Gourène et Teugels (2003), Teugels (2007) qui ont trouvé 70 à 166 branchiospines respectivement sur la partie inférieure du premier arc branchial.

Les données biométriques notamment la longueur totale, la longueur standard, le diamètre de l'œil, la longueur de la tête, la hauteur du corps et les caractères méristiques comme le nombre de rayons sur chaque nageoire, le nombre de branchiospines et les données pondérales permettent de caractériser et de décrire une espèce de poisson (Adepo-Gourene et Gourene, 2008). Au cours cette étude, les résultats montrent que dans la population de *S. maderensis* des côtes béninoises, les paramètres morphométriques comme la longueur totale, la hauteur du corps et les données pondérales ont varié significativement ( $p < 0,05$ ) en fonction du sexe du poisson. On pourrait donc conclure que *Sardinella maderensis* sur les côtes béninoises présente un dimorphisme sexuel : les femelles sont généralement plus grandes que les mâles (Attemene et al., 2021). Toutefois, les différents ratios calculés n'ont pas significativement varié en fonction des sexes ( $p > 0,05$ ). Cette observation est confirmée par Boëly (1980) qui a remarqué que chez les Clupeidae les femelles étaient généralement plus grandes que les mâles au même âge. La

valeur moyenne du ratio LS/H estimée à  $3,18 \pm 0,17$  permet de dire que *S. maderensis* présente un corps court ou moyen (Tableau 1).

L'étude de la relation entre la taille et le poids de *S. maderensis* montre une croissance allométrique minorante ( $b < 3$ ,  $p < 0,05$ ). Ce résultat indique que le poisson croît plus vite en taille qu'en poids. Le présent résultat est conforme avec ceux rapportés par Sohou et al. (2020), Attemene et al. (2017) et Sossoukpe et al. (2016). Il est par contre différent de ceux obtenus sur les côtes mauritaniennes (Holzöhner et al., 1982 ; Camarena-Luhrs, 1986) et en Afrique de l'Ouest (Lawal, 1988) (croissance isométrique) et au Sénégal (Fréon, 1988) (croissance allométrique majorante).

Ces différences observées peuvent être dues d'une part à la taille des spécimens échantillonnés et aux conditions du milieu. La valeur du coefficient de performance de croissance  $\phi'$  estimée à 2,912, tombe dans la fourchette de  $\phi'$  comprise entre 2,65 et 3,32. Cette observation est conforme à celles de Wehye et al. (2017), Marcus (1989), Djama et al. (1989), Ghéno et Le Guen (1968) respectivement au Libéria, au Nigeria, au Cameroun et au Congo (Tableau 11).

*Sardinella maderensis* a atteint plus de 50% de la longueur asymptotique (34,65 cm) dans la première classe d'âge (22,41 cm en 1 an), ce qui indique une croissance rapide en taille dès le bas âge. En effet, cette croissance rapide des jeunes individus de *S. maderensis* serait due à une disponibilité de l'aliment et aux conditions environnementales favorables du milieu de vie au moment de l'étude.

Du point de vue adaptation aux conditions du milieu, *S. maderensis* a montré des valeurs relativement élevées du coefficient de condition Kc, ce qui prouve que cette espèce présente une bonne adaptation aux conditions environnementales sur les côtes Béninoises. Ce résultat est en accord avec celui obtenu par Ofori-Danson et al. (2018) sur les côtes Ghanéennes qui trouvent un facteur de condition supérieur à 1 et estiment que les individus de *S. maderensis* de la pêche de Tema Harbour sont dans de meilleures conditions dans la période d'échantillonnage. Le facteur de condition n'est pas constant pour

une espèce ou une population dans le temps et peut être influencé par des facteurs biotiques et abiotiques tels que le régime alimentaire et l'état de développement gonadique (Oni et al., 1983 ; Saliu, 2001).

Selon Lizanna et al. (2002), le transfert d'énergie vers les gonades à certains stades de la vie d'un poisson peut également entraîner un

faible facteur de condition Kc. Logiquement, le facteur de condition Kc des poissons est influencé par des facteurs environnementaux tels que la saison de l'année, la disponibilité des organismes proies, la croissance, la maturité et la plénitude de l'estomac (Abdul et al., 2016).

**Tableau 11:** Paramètres de croissance de la fonction de von Bertalanffy et l'indice de performance de croissance rencontrés dans la littérature.

Auteurs	Pays	LT $\infty$ (cm)	K (an <sup>-1</sup> )	t <sub>0</sub> (an)	$\phi'$
<b>Présente étude</b>	Bénin	34,65	0,68	-0,530	2,912
<b>Sossoukpe et al., 2016</b>	Bénin	33,60	0,65	0,240	2,860
<b>Marcus et al., 1989</b>	Nigeria	37,50	0,34	-0,250	2,680
<b>Djama et al., 1989</b>	Cameroun	32,50	0,59	NA	2,790
<b>Gheno et al., 1968</b>	Congo	24,93	0,98	0,024	2,790

## Conclusion

L'investigation sur la caractérisation morphologique révèle qu'il existe un dimorphisme sexuel ( $p < 0,05$ ) chez *S. maderensis*. Les résultats issus de l'analyse factorielle discriminante indiquent que le nombre de branchiospines sur les parties supérieure et inférieure du premier arc branchial ainsi que les ratios longueur de la tête sur distance orbitaire, longueur pré-orbitaire sur distance orbitaire et longueur à la fourche sur longueur totale constituent des paramètres discriminants pouvant permettre de caractériser *S. maderensis* suivant les différents stades de vie. Sur la base du ratio longueur standard sur grande hauteur du corps, *S. maderensis* peut être classé parmi les poissons dont le corps est court ou moyen. La relation âge-longueur indique que la Sardinelle plate développe une croissance rapide dès le bas âge et la longueur asymptotique est presque atteinte au bout de 3 ans d'existence. Cette croissance est allométrique minorante. La valeur du coefficient de condition et sa faible variation mensuelle attestent d'une bonne

adaptation de l'espèce aux conditions écologiques dominantes de son milieu de vie.

## CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas connaissance de conflits d'intérêts, d'intérêts financiers concurrents ou de relations personnelles qui auraient pu sembler influencer le travail rapporté dans cet article.

## CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

GH : Mise en œuvre du projet de recherche, Échantillonnage et traitement de spécimens de poissons, Collecte de données, Analyse formelle de données, Rédaction de manuscrits. ES : Conception du projet de recherche, Supervision des travaux de laboratoire, Révision du manuscrit et édition. RSI : Analyse statistique des données. EDF: Supervision générale des travaux.

## REMERCIEMENTS

La présente étude fait partie d'un projet de thèse de Doctorat. Les auteurs tiennent à remercier le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique du

Bénin pour son appui financier à la réalisation de cette étude. Les remerciements des auteurs vont également à l'endroit des pêcheurs et autres parties prenantes pour leur coopération lors de la collecte des données sur le terrain.

## REFERENCES

- Abdul WO, Omoniyi IT, Adekoya EO, Adeosun FI, Odulate OO, Idowu AA, Olajide AE, Olowe OS. 2016. Length-weight relationship and condition factor of some commercial fish species in Ogun state coastal estuary, Nigeria. *Ife Journal of Agriculture*, **28**(1):1-10.
- Abowei JFN. 2009. The Abundance, Condition Factor and Length-Weight Relationship of *Sardinella maderensis* (Jenyns, 1842) from Nkoro River Niger Delta, Nigeria. *Advance Journal Food Science and Technology*, **1**(1): 66-71.
- Adepo-Gourene B, Germain G. 2008. Différenciation morphologique des populations naturelles d'une sous-espèce de tilapia *Sarotherodon melanotheron* Ruppell, 1852 (Teleostei ; Cichlidae) de Côte d'Ivoire. *Sciences and Nature*, **5**(1): 15-27.
- Amponsah Samuel KK, Patrick K Ofori-Danson, Francis KEN, Ameyaw GA. 2019. Estimates of Population parameters for *Sardinella maderensis* (Lowe, 1838) in the coastal waters of Ghana. *Greener Journal of Agricultural Sciences*, **9**(1) : 23-31.
- Anato CB. 1999. Les Sparidae des côtes béninoises: milieu de vie, pêche, présentation des espèces et biologie de *Dentex angolensis* Poll et Maul, 1953, Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences, Fac. Sci. 1060 Tunis, 277p.
- Attemene LY-A, Alla YL, YAPI JN, Ayoub B, Bourassi H, Falah S, Abderrazik W, Manchih K, Amenzoui K, Yahyaoui A. 2017. Reproductive Biology of *Sardinella* sp. (*Sardinella aurita* and *Sardinella maderensis*) in the South of Morocco. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, **20**(4) : 165-178.
- Attemene LYA, Yao LA, Jean NY Melecony CB, Yao K. 2021. Dimorphisme sexuel et caractérisation biométrique de la Sériole guinéenne, *Seriola carpenteri*, (Mather 1971) échantillonné dans la Zone Economique Exclusive (ZEE) de la Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **15**(2): 728-736. DOI : 10.4314/ijbcs.v15i2.26
- Boëly T. 1980. Etude du cycle sexuel de la sardinelle plate: *Sardinella maderensis* (Lowe, 1841) des côtes sénégalaises *Cybiurn*, **3**(8): 77-88.
- Camarena-Luhrs T. 1986. The growth of *Sardinella maderensis* (Lowe, 1841) in Senegal. *Oceanogr. Trop.*, **21**(2): 143-151.
- Chakroun MN, Ktari MH. 2003. Le Corb des Côtes tunisiennes, *Sciaena umbra* (Sciaenidae): cycle sexuel, âge et croissance. *Cymbium*, **27** (3) : 211-225.
- Daget J, Durand JR. 1981. Poissons. In 'Flore et faune aquatiques de l'Afrique Sahélo-soudanienne, Durand JR, Levêque C (Eds). Collection Initiations Documentaires Techniques, No 45; ORSTOM : Paris ; 687-771.
- Diatta Y, Badji LB, Cheikh TBA. 2016. A study of the diet of *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) and *S. maderensis* (Lowe, 1841) from the west coast of Africa. *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô*, **43** : 17p.
- Diouf KSB, Sylla M. 2010. Contribution to the knowledge of the biology of sardinella (*Sardinella aurita* and *Sardinella maderensis*) of the Senegalese coast. In: Science and management of small pelagics, Garcia S, Tandstad M, Caramelo AM (eds). Symposium on the science and management challenge of small pelagic fisheries on shared stocks in North West Africa. 11-14 March 2008, Casablanca, Morocco. *FAO Fisheries and Aquaculture Review*. No. 18. Rome, FAO. pp. 39-56.
- Djama T, Gabche C, Njifonjou O. 1989. Growth of *Sardinella maderensis* in the Lobe estuary, Cameroon. *ICLARM Fishbyte*, **7**: 8-10.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2019. Rapport du Groupe de travail FAO/COPACE sur

- l'évaluation des petits poissons pélagiques –Sous-groupe Sud. Elmina, Ghana, 12-20 septembre 2018. CEECAF/ECAF Series / COPACE/PACE Séries No. 19/81. Rome. 216p.
- Fréon P. 1979. Relations tailles-poids, facteurs de condition, et indices de maturité sexuelle : Rappels bibliographiques, interprétations, remarques et applications ORSTOM, pp. 145-171.
- Ghéno Y, Le Guen JC. 1968. Détermination de l'âge et croissance de *Sardinella eba* (Val.) Dans la région de Pointe-noire. *Cah. ORSTOM, Sér. Océanogr*, **2**:69- 82.
- Ghéno, Y, Fontana A. 1973. La pêche des sardinelles à Pointe-Noire en 1970-1971 et 1972. Doc. Sci. O.R.S.T.O.M., Centre Pointe-Noire, *Nvelle Sér.*, **33**:1-9.
- Giducos CS, Karim SI, Diamalon AL, Piang MM, Torres MAJ, Requieron EA. 2015. Describing the shape of *Sardinella lemuru* from Sarangani Bay, Philippines using the landmark-based geometric morphometric analysis. *Aquaculture, Aquarium, Conservation and Leg International Journal of the Bioflux*, **8**(6): 1072-1080.
- Gourène G, Teugels GG. 2003. *The Fresh and Brackish Water Fishes of West Africa* (Volume 1). Coll. Faune et Flore Tropicales 40. Institut de recherche de développement, Paris, France, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, France and Musée royal de l'Afrique Central, Tervuren, Belgium ; 457p.
- Holzöhner S, Kloxin G, Pingel C, Hoffmann G. 1982. On the species composition and the length-age structure of the most important pelagic fishes of Mauritania in 1982. IEM/CM 1983/H: 53 Pelagic fish committee.
- Jeyid MAA. 2016. Relations environnement et évolution spatio-temporelle des petits poissons pélagiques dans le système d'upwelling de la zone NW Africaine, Thèse de doctorat, Ecole doctorale 438 Sciences de la matière, du rayonnement et de l'environnement. Université du Littoral Côte d'Opale, France, p.202.
- Lawal HS, Mylnikov N. 1988. Contribution à l'étude de la relation taille-poids de la reproduction et du sex-ratio des principales espèces pélagiques en Mauritanie. In : Rapport du Groupe de travail CNROP/CRODT/ISRA sur les ressources pélagiques côtières (Mauritanie-Sénégal). Nouadhibou 8-16 juin 1988: 82-97
- Lizama M, De Los AP, Ambrose AA. 2002. Condition factor in nine species of fish of the Charachidae family in the upper Parana River floodplain, Brazil. *Braz. J. Biol.*, **62**(1): 1213-1224.
- Mano K, Oueda A, Ouedraogo R, Ouedraogo I, Kabore I, Kabre GB, Melcher H. 2019. Fish assemblages in the Upper part of the Volta River, Burkina faso: A link analysis towards fisheries management and conservation. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(6): 2560-2572. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i6.11>
- Marcus O. 1989. Breeding, age and growth in *Sardinella maderensis* (Lowe 1839) pisces: clupeidae from coastal waters around Lagos, Nigeria. *Niger J Sci.*, **23**(1-2):1- 5.
- Ofori-Danson PK, Addo S, Animah CA, Abdulhakim A, Nyarko JO. 2018. Length at first capture (LC50) of *Sardinella aurita* and *Sardinella maderensis* landed from purse seines at the Tema fishing Harbour, Ghana. *International Journal of Fisheries and Aquatic Research*, **3**(3): 8-13.
- Olopade OA, Dienne HE, Bamidele NA. 2019. Some Population Parameters of the *Sardinella maderensis* (Lowe, 1838) in the Sombreiro River of Niger Delta, Nigeria. *Acta Aquatica Turcica*, **15**(3): 354-364. DOI: <https://doi.org/10.22392/actaquatr.532284>
- Oni SK, Olayemi JY, Adegboye JD. 1983. Comparative physiology of three ecologically distinct freshwater fishes, *Alestes nurse* Ruppell. *Synodonts schall*. Bloch and Schneider and *Tilapia zillii* Gervais. *J. Fish. Biol.*, **22**: 105-109.

- Ouedraogo RB, Sanogo S, Palenfo JS, Kabre JAT. 2019. Etude comparée de l'âge et de la croissance du dipneuste africain *Protopterus annectens* (Owen 1839, Protopteroidea) en état d'hibernation et de non hibernation au Burkina Faso *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(2): 759-775. DOI: 10.4314/ijbcs.v13i2.15
- Ouedraogo R, Soara AE, Zerbo H. 2015. Caractérisation du peuplement piscicole du réservoir de Boalin, Ziniaré (Burkina Faso) deux décennies après l'introduction de *Heterotis niloticus*. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(5): 2488-2499. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i5.20>
- Pauly D, Munro JL. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*, **2** (1) : 21.
- Razafimandimby A. 2016. Caractérisations morphométriques de l'ambariaka (*Gerres filamentosus* : cuvier, 1829) destiné à la consommation locale de la ville d'Antananarivo, commercialisé par sopromer, 59p.
- Ricker WE. 1980. Calcul et interprétation des statistiques biologiques des populations de poisson. Bulletin de l'office des recherches sur les pêcheries du Canada, 436 p.
- Tous P, Sidibé A, Mbye E, de Morais L, Camara K, Munroe T, Adeofe T.A, Camara YH, Djiman R, Sagna A, Sylla M. 2015. *Sardinella maderensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015:e.T198582A15543624. DOI: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20154.RLTS.T198582A15543624.en>. Retrieved 16 June 201837.
- Saliu JK. 2001. Observation on the condition factor of *Brycinus nurse* (Pisces: Cypriniformes, Characidae) from Asa Reservoir, Ilorin, Nigeria. *Trop. Freshwater Biol.*, **10**: 9-17.
- Sohou Z, Midinoudewa HEC, Victor OO. 2020. Length-length relationship, weight-length relationship, sex ratio and factor of condition of *Sardinella maderensis* (Lowe, 1838) in South-Eastern Coastal waters of Benin. *Journal of Marine Science Research and Oceanography* **3**(3): 59-63.
- Sossoukpe E, Gildas D, Emile DF. 2016. Demographic parameters and exploitation rate of *Sardinella maderensis* (Pisces: Lowe 1838) in the nearshore waters of Benin (West Africa) and their implication for management and conservation. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, **4**(1): 165-171.
- Teugels GG. 2007. The fresh and brackish water fishes of Lower Guinea, West-Central Africa. Volume I. Collection Faune et Flore tropicales 42. Institut de Recherche pour le Développement, Paris, France, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France, and Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren, Belgium. 800 pp.
- Wehye AS, Amponsah SKK, Jueseah AS. 2017. Growth, Mortality and Exploitation of *Sardinella maderensis* (Lowe, 1838) in the Liberian coastal waters. *Fish Aqua J*, **8**: 189. DOI:10.4172/2150-3508.1000189
- Whitehead PJP. 1985. Clupeoid fishes of the world (suborder Clupeioidi). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. FAO Species Catalogue. Vol. 7. *FAO Fish. Synop.*, **125**(7/1): 1-303.