



Original Paper

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

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

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

Raogo Blaise OUEDRAOGO*, Souleymane SANOGO, Jean Serge PALENFO et
Jean André Tinkoudgou KABRE

Université Nazi Boni / Institut du Développement Rural / Laboratoire de Recherche et de Formation en Pêche
et en Faune; 01 BP 1091 IDR/UNB Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

*Auteur correspondant; E-mail: ouedraogoraogo_blaise@yahoo.fr; Tel: 00226 70 08 56 50

RESUME

Protopterus annectens a fait l'objet de très peu d'études au Burkina Faso. Pourtant, cette espèce est très bien connue des populations locales grâce à sa faculté d'hibernation au niveau des berges des plans d'eau. C'est dans le but de palier à ce gap d'informations que cette étude a été menée sur l'âge et la croissance de cette espèce pendant ces deux états écologiques différents à savoir en état d'hibernation et de non hibernation. Pendant la même période, deux sites ont été choisis pour cette étude. Il s'agit de la retenue d'eau du barrage n°3 de Ouagadougou où l'espèce hibernait et celle du barrage de Boura où elle vivait librement dans l'eau. Ainsi les travaux de scalimétrie ont montré que les individus en hibernation au barrage n°3 de Ouagadougou étaient âgés de 1 à 3 ans tandis que ceux du barrage de Boura, de 1 à 2 ans. L'étude a aussi montré que l'espèce a une croissance isométrique dans le barrage n°3 de Ouagadougou et une croissance allométrique négative dans le barrage de Boura. Les paramètres de croissance et d'exploitation estimés à l'aide de l'équation de Von Bertalanffy indiquent au barrage urbain n°3 de Ouagadougou, $L_{\infty} = 71,620$ cm, $K = 0,37$ an⁻¹, $t_0 = -0,12$ ans et au barrage de Boura, $L_{\infty} = 58,011$ cm, $K = 0,99$ an⁻¹, $t_0 = -0,001$ ans. La mortalité totale (Z) et le taux d'exploitation (E) sont respectivement de 3,25 an⁻¹ et 0,56 au barrage de Boura, d'où une surexploitation de l'espèce au niveau du barrage de Boura.

© 2019 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: *Protopterus annectens*, scalimétrie, âge, hibernation, croissance, barrage.

Comparative study of the age and growth of the African lungfish *Protopterus annectens* (Owen 1839, Protopteroidea) in hibernation and non-hibernation in Burkina Faso

ABSTRACT

The African lungfish *Protopterus annectens* was not for a long run under the scope of research in Burkina Faso. However, in the local communities, it is a very well-known species due to its ability to hibernate. In order to overcome this gap of information regarding the species ability, hibernation and non-hibernation. The investigations were conducted in two research sites that are: urban dam n° 3 of Ouagadougou where the species hibernated and Boura dam where it lived freely in the water. The results of the scalimetry method showed that the ages ranged from 1-3 then 1-2 years old respectively at the selected Ouagadougou dam and the

Boura dam. In addition, the study reported that the species has an isometric growth in urban dam n° 3 of Ouagadougou and a negative allometric growth in the Boura dam. The estimated growth and exploitation parameters using the Von Bertalanffy equation indicate at urban dam n° 3 of Ouagadougou, $L_{\infty} = 71.620$ cm, $K = 0.37 \text{ year}^{-1}$, $t_0 = -0.12$ years. At the Boura dam, these parameters were as follows: $L_{\infty} = 58.011$ cm, $K = 0.99 \text{ year}^{-1}$, $t_0 = -0.001$ years. The total mortality (Z) and the exploitation rate (E) are respectively 3.25 year^{-1} and 0.56 at the Boura dam, resulting in overexploitation of the species at the Boura dam.

© 2019 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: *Protopterus annectens*, scalimetry, age, hibernation, growth, dams.

INTRODUCTION

Le Burkina Faso est un pays où il existe plusieurs espèces de poissons parmi lesquelles *Protopterus annectens* appartenant à la famille des Protoptéridés. Cette espèce utilise ses branchies pour absorber l'oxygène lorsqu'elle est immergée mais aussi ses poumons pour l'absorption de l'oxygène atmosphérique (Okafor, 2012).

Selon Hiong et al. (2013), il existe six espèces dont quatre sont présentes en Afrique. Ces espèces d'Afrique sont: *Protopterus annectens*, *Protopterus aethiopicus*, *Protopterus dolloi* et *Protopterus amphibius*.

Au Burkina Faso, *P. annectens* occupe une place très importante dans l'alimentation des pêcheurs qui ne la vendent presque pas du fait de sa valeur nutritionnelle et surtout de son importance socioculturelle. En effet ses muscles dorsaux sont utilisés dans le traitement des douleurs lombaires et de l'impuissance masculine. Ses intestins calcinés et broyés sont utilisés pour l'extraction de corps étranger dans un organe (Coulibaly, 2008). De plus c'est une espèce rustique qui est un bio indicateur du milieu car elle hiberne en période d'été indiquant de mauvaise condition du milieu et mène une vie normale pendant la bonne saison, traduisant de meilleures conditions du milieu.

Cette espèce a fait l'objet de certaines études notamment son régime alimentaire (Otuogbai et al., 2001 ; Oniye et al., 2006 ; Adeyemi, 2010) mais aussi son comportement écologique (Okafor, 2012). La relation taille-poids de *P. annectens* a été étudiée au Nigeria (Oniye et al., 2006 ; Adeyemi, 2010, Agbugui et al., 2018). Au Burkina Faso, Coulibaly (2008) a effectué une étude sur la relation taille-poids de quatre espèces de poisson au

niveau de la vallée du Sourou parmi lesquelles y figure *P. annectens*. Tous ces résultats sont présentés dans le Tableau 1.

Par contre, aucune étude n'a concerné la détermination de l'âge de cette espèce par la méthode de la scalimétrie directe mais aussi la comparaison de sa croissance sur deux milieux écologiques différents. Pourtant selon ouedraogo et al. (2015), la connaissance de la ressource est un préalable à une gestion durable de pêche. Ainsi, cette étude a pour objectif de comparer la croissance et l'âge des individus de l'espèce *P. annectens* durant la période d'été au niveau des barrages n°3 de Ouagadougou et de Boura au Burkina Faso.

METHODOLOGIE

Zone d'étude

Les individus de *P. annectens* en hibernation ont été déterrés au niveau des berges du barrage urbain n°3 de Ouagadougou ($12^{\circ}23'N$, $01^{\circ}30'W$), tandis que les individus vivant normalement ont été pêchés au niveau du barrage de la commune rurale de Boura ($11^{\circ}02'N$, $2^{\circ}30'W$). Cette commune rurale est située à 50 km de la ville de Léo, chef-lieu de la province de la Sissili et à environ 200 km à l'est de Bobo Dioulasso (Carte 1).

Contrairement à la zone de Ouagadougou, la zone de Boura est l'une des zones les plus arrosées du Burkina Faso (Sanogo et al., 2014). Le barrage de Boura est à vocation hydroagricole tandis que le barrage n°3 de Ouagadougou approvisionne essentiellement la ville de Ouagadougou en eau potable. Ces deux sites sont aussi des zones de pêche.

Collecte de données

Les individus de *P. annectens* ont été collectés pendant les mois de mai et juin 2014 au niveau des deux sites. A Ouagadougou, les poissons ont été déterrés car ils étaient en hibernation à cette période de l'année et ceux du barrage de Boura ont été pêchés directement à la ligne. A Boura à cette période, le niveau de l'eau avait considérablement diminué mais pas assez pour engendrer une hibernation de l'espèce. De plus, la période d'étiage est le meilleur moment où la collecte de cette espèce est la plus aisée sur ces deux sites. La longueur totale (L_t) et le poids total (P_t) de chaque poisson ont été mesurés. De plus, leurs écailles dorsales ont été prélevées.

Analyse de données

Un tri a permis d'éliminer les écailles dégénérées et/ou illisibles. Pour chaque poisson, six à huit meilleures écailles sont trempées dans une solution d'eau distillée, puis nettoyées et séchées. Les quatre à six écailles de chaque poisson sont montées entre deux lames pour la lecture en vue de déterminer l'âge du poisson. 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 circoli et de radii et le taux de régénération (Sarr, 2012).

La lecture des écailles est effectuée à l'aide d'un microprojecteur Ken-a-vision. L'appareil permet de réaliser une microprojection avec les objectifs (16 ; 10 et 6,5 mm) mais aussi de faire une observation microscopique avec l'objectif 10X (Figures 1 et 2).

Les mesures du rayon R de l'écaille et les rayons r_1 , r_2 et r_3 (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.

Le logiciel FISAT II a permis d'évaluer les paramètres de croissance. Ainsi, la modélisation de la croissance a été faite à partir de l'équation de Von Bertalanffy (1938). La longueur asymptotique (L_∞) et le

coefficient de croissance (K) de Brody ont été estimés au moyen de la méthode numérique de Shepherd et al. (1987). D'après Laurans et al. (2005), le choix de cette méthode est dicté par le fait qu'elle est moins subjective que la méthode ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis).

Dans le cadre de la modélisation de la croissance, pour le retrocalcul de la croissance linéaire, la méthode de Lee est utilisée (Lawson et Abayomi, 2010) :

$$L_n = (r_n/R) * (L - L_0) + L_0 \text{ avec}$$

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 L_0 = Longueur théorique à laquelle le poisson aurait formé son écaille.

La relation taille-poids qui trouve des applications en biologie des pêches et dans l'évaluation des stocks halieutiques (Kochzius, 1997 ; Ruiz-Ramirez et al., 1997 ; Le Tourneur et al., 1998 ; Coulibaly, 2000 ; Frota et al., 2004 ; Coulibaly, 2008 ; Abba et al., 2010) permet également le calcul du poids du poisson connaissant sa longueur et vice versa (Hureau, 1970 ; Hattour, 2003). Selon Le Cren (1951), chez les poissons, le poids W est relié à la taille corporelle L par une relation non linéaire (exponentielle) de la forme suivante :

$W = a L^b$. Cette relation dépend étroitement de l'état biologique et physiologique du poisson ainsi que les conditions.

Dans notre cas, pour déterminer la relation taille-poids, nous avons utilisé le poids totale (W_t) et la longueur totale du poisson (L_t), avec (a) ordonnée à l'origine de la droite de régression et (b) comme coefficient de croissance relative de la masse (pente de la droite de régression également appelé coefficient d'allométrie). Ce coefficient est généralement compris entre 2 et 4 est souvent proche de 3 (Micha, 1973 ; Ricker, 1980 ; coulibaly, 2008 ; Abba et al., 2010). Selon Coulibaly (2008), la

connaissance des paramètres « a et b » de la relation taille-poids, particulièrement la valeur de « b », trouve de nombreuses applications en biologie des pêches. De plus, selon Stergiou et Moutopoulos (2001), les données de la relation taille-poids sont utiles pour l'estimation de la biomasse à partir des longueurs, l'estimation de la condition (état de bien-être) des populations piscicoles dans un milieu donné, et à la prédiction du poids à partir des longueurs dans l'évaluation des captures.

La mortalité totale (Z), la mortalité naturelle (M), la mortalité par pêche et le taux d'exploitation ont été estimés au barrage de Boura. Le choix de déterminer ces paramètres au barrage de Boura s'explique par le fait que le poisson vit dans l'eau durant toute l'année donc elle n'hiberne pas.

Z est défini comme le coefficient instantané de mortalité totale. Avant d'estimer séparément la mortalité par pêche et la mortalité naturelle, il est commode d'évaluer la mortalité totale (Gulland, 1965). Il existe plusieurs méthodes pour déterminer la mortalité totale (Z) mais pour notre cas, nous avons choisi la méthode de la courbe de capture fondée sur la longueur.

Pour déterminer la mortalité naturelle (M), nous avons utilisé l'équation empirique de Pauly (1985) : $\text{Log}(M) = -0,0066 - 0,279\text{Log}(L_\infty) + 0,6543\text{Log}(K) + 0,4634\text{Log}(T)$. Dans cette équation, les paramètres K, T et L_∞ représentent respectivement le coefficient de croissance, la température moyenne annuelle de l'eau et la longueur maximale observable de la population de l'espèce étudiée.

Connaissant M et Z, le taux de mortalité par pêche peut être déduit de la relation : $Z = F + M$.

Le taux d'exploitation (E) est défini par Pauly (1985) comme étant :

$E = F / (F + M) = F / Z$. Ce taux permet à lui seul d'estimer si un stock est surexploité ou non, à partir de l'hypothèse que la valeur optimale de E (E_{opt}) est voisine de 0,5. Cette hypothèse, $E_{.50}$ est le taux d'exploitation optimal qui repose sur une autre hypothèse, à

savoir que la prise équilibrée potentielle est optimisée quand $F = M$ (Pauly, 1985). Il est possible de considérer qu'il y a surexploitation biologique quand E est supérieur à 0,5 c'est-à-dire quand F est supérieur à M. Le taux d'exploitation ($E = F/Z$) renseigne sur l'importance relative de la pression de pêche (Sarr, 2010). De plus, selon Barry et Tegner (1989), la prédominance de la croissance sur la mortalité s'explique par le rapport Z/K inférieur à 1 et s'il est supérieur à 1 le stock à une tendance de mortalité. Et si le rapport est égal à 1, la population est dans un état d'équilibre et par contre, si cette proportion est largement supérieure à 2, il y a une surexploitation de l'espèce.

Pour déterminer le coefficient de croissance et la longueur maximale de *P. annectens*, l'équation de Von Bertalanffy (1938) a été utilisée. Cette équation s'écrit sous la forme :

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

L_t : Longueur du poisson à l'âge t

K : Coefficient de croissance de Brody

t_0 : L'âge initial où la longueur du poisson est théoriquement égale à 0

L_∞ : Longueur maximale observable pour la population de l'espèce étudiée.

La formule $L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})$ permet d'obtenir $t_0 = t + \frac{\text{Ln}(1 - \frac{L_t}{L_\infty})}{K}$.

Soit L_1 : la taille moyenne du premier mode au premier groupe d'âge, cela entraine

$$\text{que } t_0 = t + \frac{\text{Ln}(1 - \frac{L_1}{L_\infty})}{K}$$

Sous l'hypothèse de l'existence d'une erreur normale autour de la longueur moyenne L_t à l'âge t, la procédure « Analysis of length at Age » du logiciel Fisat II met en œuvre un algorithme de régression non linéaire de recherche sur les valeurs des paramètres K, L_∞ et t_0 qui minimisent la somme des carrés des écarts SSE définie ainsi :

$$\text{SSE} = \sum_i [L(i) - L(\hat{f}(i))]^2 \quad \text{ou} \\ L(\hat{f}(i)) = L_\infty [1 - \exp(-K(t(i)-t_0))]$$

L'âge maximal de *P. annectens* a été déterminé par la relation suivante :

âge max = $t_0 + 2,996 / K$ (Taylor, 1958).

Le facteur de condition de Fulton f (1911) a été calculé au niveau de chaque barrage avec $f = P/L^3$; f : facteur de Fulton ; P : poids (g) ; L : longueur (cm). Cette relation implique que plus ce facteur est proche ou supérieur à 1, plus le poisson est gros et il se

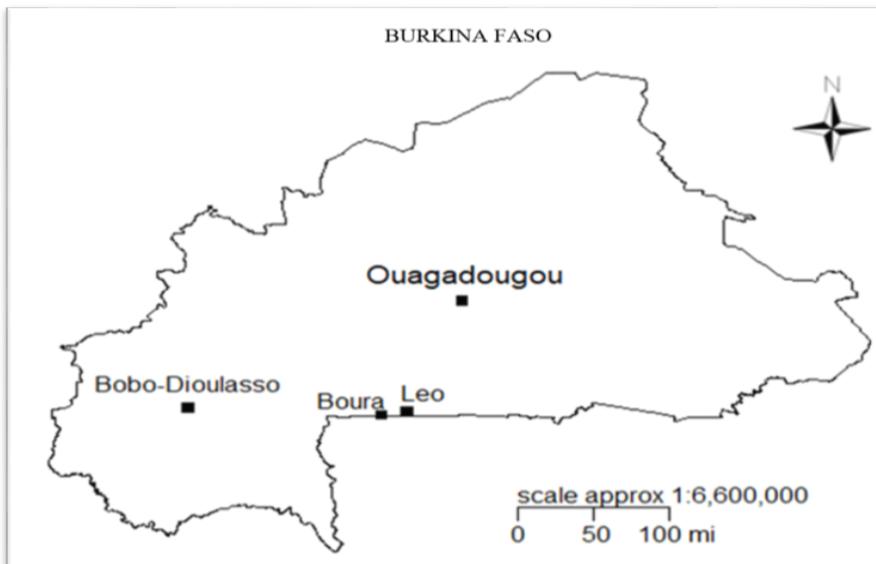
trouve ainsi dans de meilleures conditions environnementales.

Analyses statistiques

Le test de Mann-Whitney avec un seuil de probabilité $P < 0,05$ a été utilisé à travers le logiciel SigmaStat version 2007 pour comparer la longueur des poissons par classe d'âge afin de déterminer s'il y a une différence significative entre les deux populations.

Tableau 1 : Résultats de quelques études précédentes sur la relation taille-poids de *P. annectens*.

Sources	Géographie	Longueur (cm)	Poids (g)	Coefficient de corrélation b	Facteur de condition de Fulton F	Type de croissance
Oniye et al., 2006	Barrage de Jachi, Nigéria	19,3 - 39,6	13- 420	b = 3,17	F = 0,47	croissance allométrique positive
Coulibaly, 2008	Vallée du Sourou, Burkina Faso	23,2 - 99,3	100,3- 3500	b = 3,15	Néant	Croissance isométrique
Adeyemi, 2010	Fleuve Niger, Nigeria	22,3 - 59,20	19,7 - 397,9	b = 2,552	F = 0,39	Croissance allométrique négative
Agbugri et al., 2018	Fleuve Niger, Nigéria	12 - 86,7	27,48 - 4320	b = 0,20	F < 1	Croissance allométrique négative



Carte 1 : Localisation des zones d'étude.

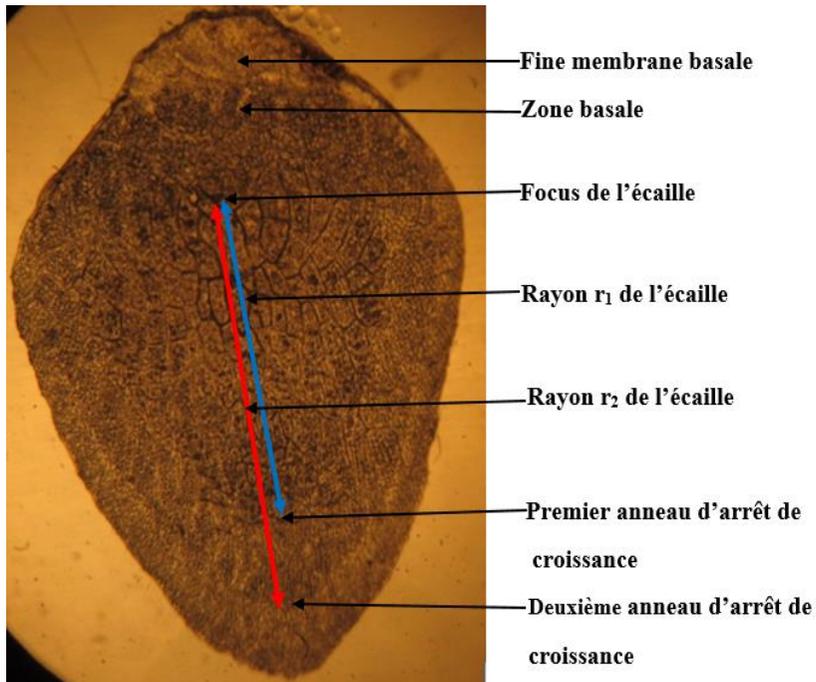


Figure 1 : Ecaille de *Protopterus annectens* observée à la loupe binoculaire, provenant du barrage n°3 de Ouagadougou.

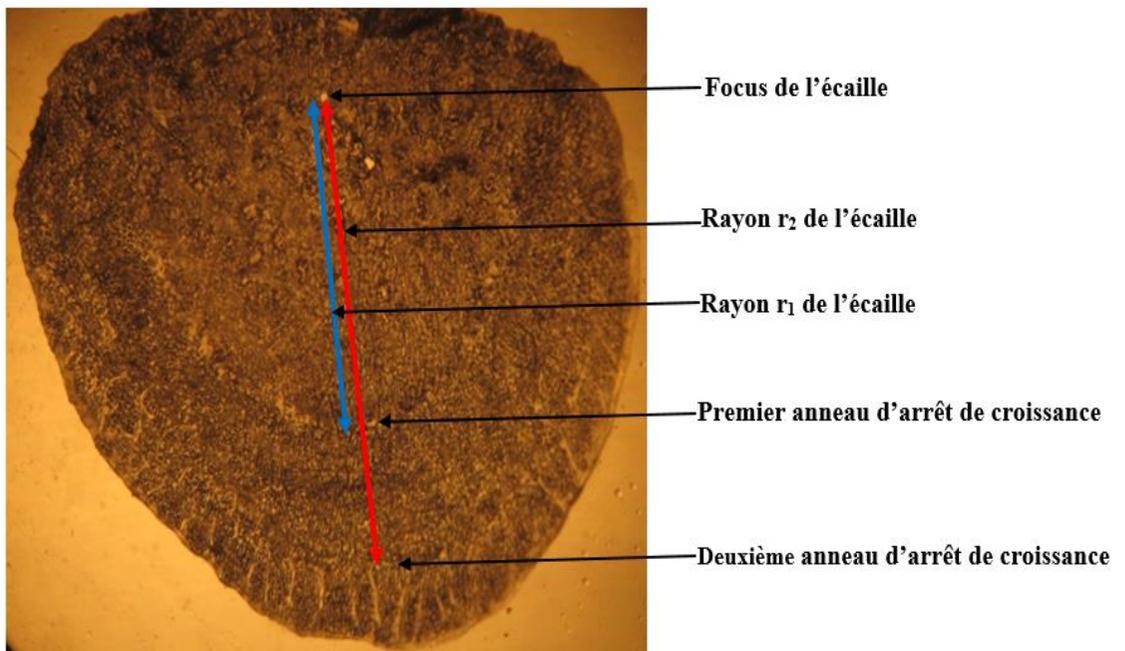


Figure 2 : Ecaille de *Protopterus annectens* observée à la loupe binoculaire, provenant du barrage de Boura.

RESULTATS

L'échantillonnage, de type aléatoire, a permis d'obtenir 70 dipneustes africains dont 31 provenant du barrage n°3 de Ouagadougou et 39 du barrage de Boura avec des tailles comprises entre 27 cm et 53 cm.

Description de l'écaille de *Protopterus annectens*

Tous les *P. annectens* capturés dans les deux barrages possèdent de très petites écailles de forme cycloïde, incluses dans la peau. Chaque écaille comporte à sa base une fine membrane lui permettant de s'insérer dans la peau. Le focus qui est le point de départ de l'écaille, se situe juste après la zone basale (Figures 1 et 2).

Au niveau du focus, il y a de petites plaques ayant une forme circulaire. A mesure que l'on s'éloigne du focus, les anciennes plaques sont serrées, verticales et longues. De plus, elles ont un aspect sombre dû aux tons de gris condensés. Quant aux jeunes plaques en formation, elles sont espacées avec des limites peu nettes et un aspect plus clair à cause des tons de gris plus espacés.

En effet, les anneaux d'arrêts de croissance sont des lignes circulaires fines allant jusqu'au niveau de la ligne horizontale qui passerait par le focus de l'écaille.

Au niveau des écailles de *P. annectens* du barrage n°3 de Ouagadougou, les anneaux d'arrêt de croissance sont plus visibles et plus nets que ceux des écailles de *P. annectens* du barrage de Boura.

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

Les âges des dipneustes africains ont été obtenus en fonction du nombre de stries de croissance présents dans les écailles (Tableau 2). Les différents groupes d'âges successifs d'un à trois ans sont nommés respectivement par I⁺, II⁺ et III⁺ (Tableaux 2).

La comparaison de la longueur totale des poissons âgés d'un an dans les deux barrages avec le test de Mann-Whitney indique une différence significative entre les longueurs moyennes des deux populations avec une probabilité (P<0,05). De même celle

des poissons âgés de deux ans indique aussi une différence significative entre les longueurs moyennes avec une probabilité (P<0,05).

La relation entre le rayon de l'écaille et la taille du poisson est du type linéaire

$R = a + bX$ (Figures 3 et 4). La modélisation de la croissance part du fait que la relation entre le rayon de l'écaille et la taille du poisson est de type linéaire $R = 0,043449 L_t - 1,979$ pour le barrage n°3 de Ouagadougou avec un coefficient de corrélation $r = 0,92299$. Pour le barrage de Boura, cette relation est aussi de type linéaire, $R = 0,03529 L_t - 0,88597$ avec $r = 0,84967$.

En effet, cette relation de type linéaire $R = a + bX$ permet de déduire la taille du poisson au moment de la formation de la première écaille en résolvant l'équation pour $R=0$. Cette taille L_0 est de 4,5547 cm au niveau du barrage n°3 de Ouagadougou et de 2,5104 cm au niveau du barrage de Boura.

Etude de la croissance en longueur de *Protopterus annectens*

Les valeurs moyennes de tailles rétro calculées à la formation des divers anneaux (cm) chez le dipneuste africain dans les deux barrages sont représentées par les Tableaux 3 et 4.

La comparaison de la longueur des individus respectivement de classe d'âge I⁺ et de la classe d'âge II⁺ obtenue par la méthode de scalimétrie directe et par recalcul au niveau du barrage n°3 de Ouagadougou donne une différence significative au niveau des moyennes de la longueur de ces différentes classes d'âge avec le test de Mann-Whitney (P<0,05). Le même résultat est observé au niveau du barrage de Boura (P<0,05).

Croissance pondérale

Le poids des poissons est compris respectivement entre 71,5 g et 796 g au barrage n°3 de Ouagadougou, et entre 100 g et 650 g au barrage de Boura.

Les équations de la relation taille-poids ont été établies à partir de notre échantillon de poissons non éviscérés dans les deux sites (Figures 5 et 6).

La relation taille-poids W_t a permis de déterminer les valeurs de « a » et de « b ». En effet « a » représente l'ordonnée à l'origine qui dépend de la densité de l'individu et de ses proportions tandis que « b » est le coefficient d'allométrie. Ainsi au barrage n°3 de Ouagadougou, les valeurs de « a » et de « b » sont respectivement de 0,003 et de 3,061. Au barrage de Boura, « a » a pour valeur 0,016 et « b » est de 2,6731.

Estimation de la mortalité totale (Z), de la mortalité naturelle (M), de la mortalité par pêche (F) et du taux d'exploitation (E) au niveau du barrage de Boura

La mortalité naturelle M est calculée à partir de l'équation empirique de Pauly (1985) pour une température moyenne $T = 25,5$ °C (température moyenne annuelle de l'eau du barrage de Boura). En effet, les points noirs sur la Figure 7 sont utilisés pour l'évaluation de la mortalité totale dans le logiciel Fisat II. Ainsi, la mortalité totale Z est de $3,25 \text{ an}^{-1}$ tandis que la mortalité naturelle M est de $1,41 \text{ an}^{-1}$.

Connaissant M et Z, le taux de mortalité par pêche peut être déduit de la relation : $Z = F + M$.

Avec la méthode de la courbe de capture fondée sur la longueur, la valeur de la mortalité par pêche F est de $1,84 \text{ an}^{-1}$.

Le taux d'exploitation E, avec $E = F/Z$, au barrage de Boura est de $0,56 \text{ an}^{-1}$.

Autres paramètres (coefficient de croissance, longueur maximale, facteur de Fulton et âge maximal)

Les résultats de la croissance linéaire ont été obtenus à partir des paramètres de l'équation de Von Bertalanffy (Figures 8 et 9). Ainsi les valeurs de ces différents paramètres sont :

$L_\infty = 71,620 \text{ cm}$, $K = 0,42 \text{ an}^{-1}$ et $t_0 = -0,12 \text{ ans}$ pour le barrage n°3 de Ouagadougou et

$L_\infty = 58,011 \text{ cm}$, $K = 0,99 \text{ an}^{-1}$ et $t_0 = -0,001 \text{ ans}$ pour le barrage de Boura.

La longueur maximale observable (L_∞) de *P. annectens* au barrage n°3 de Ouagadougou est 1,23 fois supérieure à celle du barrage de Boura. De plus, le coefficient de croissance K de *P. annectens* à Boura est 2,357 fois plus élevé que celui du barrage n°3 de Ouagadougou.

L'âge maximal est déterminé par la relation suivante : $\text{âge max} = t_0 + 2,996 / K$. Au barrage n°3 de Ouagadougou, pour $t_0 = -0,12 \text{ ans}$ et $K = 0,42$; l'âge maximal est de 7,013 ans. Quant au barrage de Boura, pour $t_0 = -0,001 \text{ ans}$ et $K = 0,99$; l'âge maximal est de 3,025 ans.

Le facteur de Fulton f a été calculé pour *P. annectens* dans chaque barrage. Il est de 0,00433 au barrage n°3 de Ouagadougou et de 0,00540 au barrage de Boura.

Tableau 2: Age, longueurs totale et moyenne, et effectif de *Protopterus annectens* dans les barrages n°3 de Ouagadougou et de Boura obtenus par la méthode directe ou scalimétrie.

Âge	Longueur totale L_t (cm)		Longueur moyenne (cm)		Effectif	
	Boura	Ouagadougou	Boura	Ouagadougou	Boura	Ouagadougou
I ⁺	26 à 44	27 à 36	37,5	32	30	22
II ⁺	45 à 55	37 à 43,5	52	39,5	9	8
III ⁺	Néant	53	Néant	53	Néant	1

Site: Barrage de Boura

$$R = 0,035291 L_t - 0,88597 \text{ avec } r = 0,8496$$

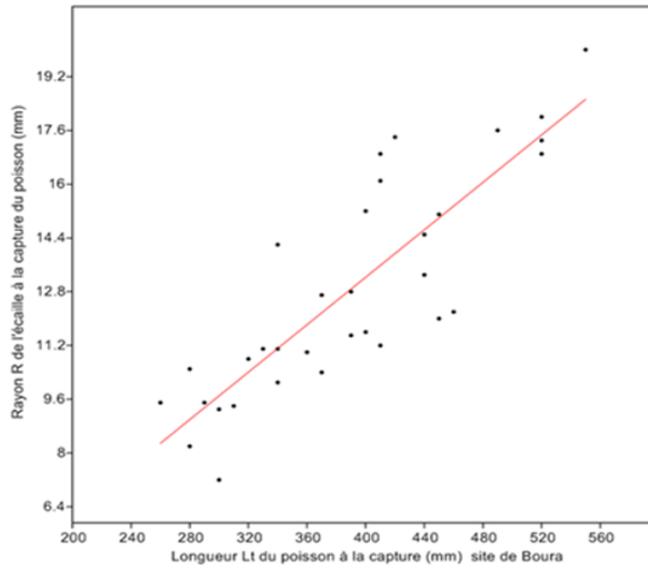


Figure 3 : Relation entre la longueur totale (mm) de l'écaille de *P. annectens* et celle de la longueur totale (mm) du poisson au barrage de Boura.

Site: Barrage n°3 de Ouagadougou

$$R = 0,043449 L_t - 1,979 \text{ avec } r = 0,92299$$

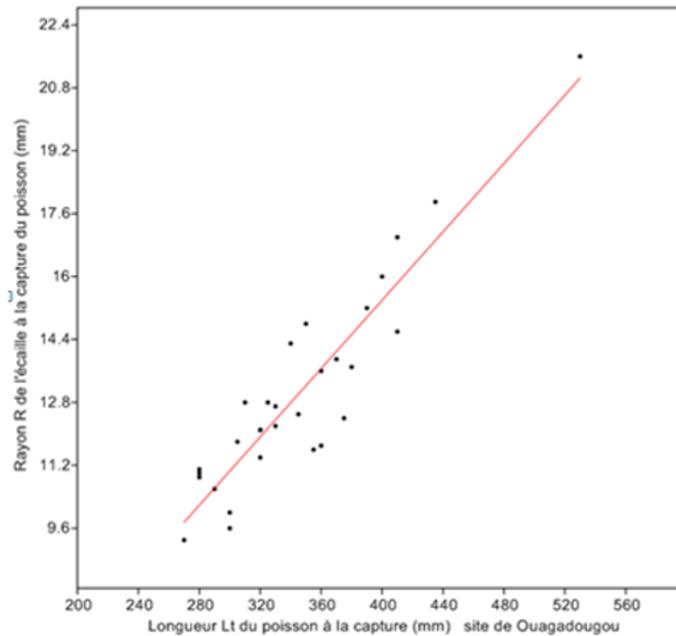


Figure 4 : Relation entre la longueur totale (mm) de l'écaille de *P. annectens* et celle de la longueur totale (mm) du poisson au barrage n°3 de Ouagadougou.

Tableau 3 : Valeurs moyennes des tailles L_t rétro calculés (à partir de la relation de Lee, 1920) à la formation des divers anneaux (cm) pour *Protopterus annectens* dans le barrage n°3 de Ouagadougou.

Âge (années)	Effectif	L_t (cm)	R (cm)	r_1 (cm)	r_2 (cm)	r_3 (cm)
I ⁺	22	22,9835	0,733	0,5	-	-
II ⁺	8	33,0168	0,942	0,523	0,7648	-
III ⁺	1	46,9443	1,35	0,687	0,975	1,181

Tableau 4 : Valeurs moyennes des tailles L_t rétro calculés (à partir de la relation de Lee, 1920) à la formation des divers anneaux (cm) pour *Protopterus annectens* dans le barrage de Boura.

Âge (années)	Effectif	L_t (cm)	R (cm)	r_1 (cm)	r_2 (cm)	r_3 (cm)
I ⁺	30	23,88	0,7206	0,44	-	-
II ⁺	9	38,78	0,9965	0,489	0,755	-

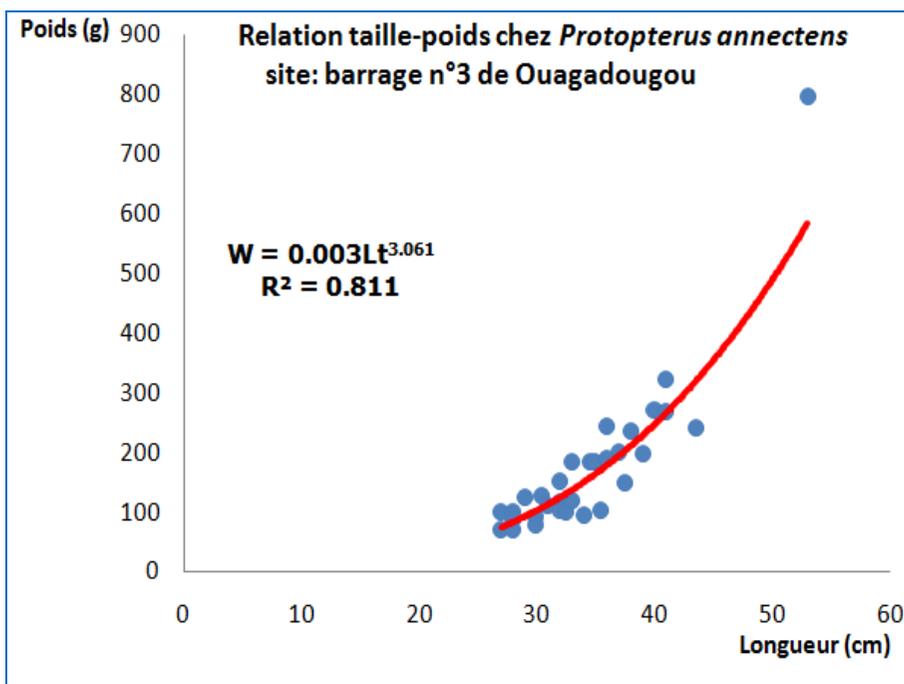


Figure 5 : Evolution du poids de *Protopterus annectens* dans le barrage n°3 de Ouagadougou en fonction de la taille (cm).

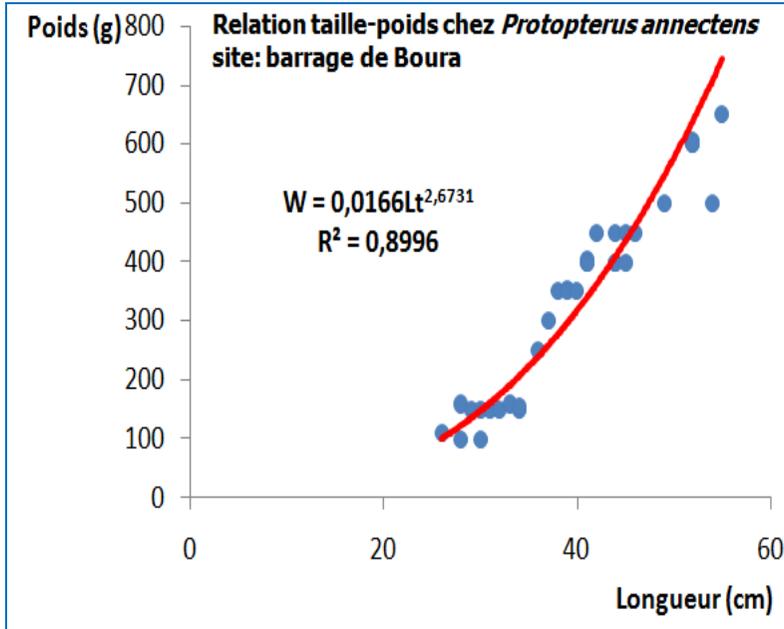


Figure 6 : Evolution du poids de *Protopterus annectens* dans le barrage de Boura en fonction de la taille (cm).

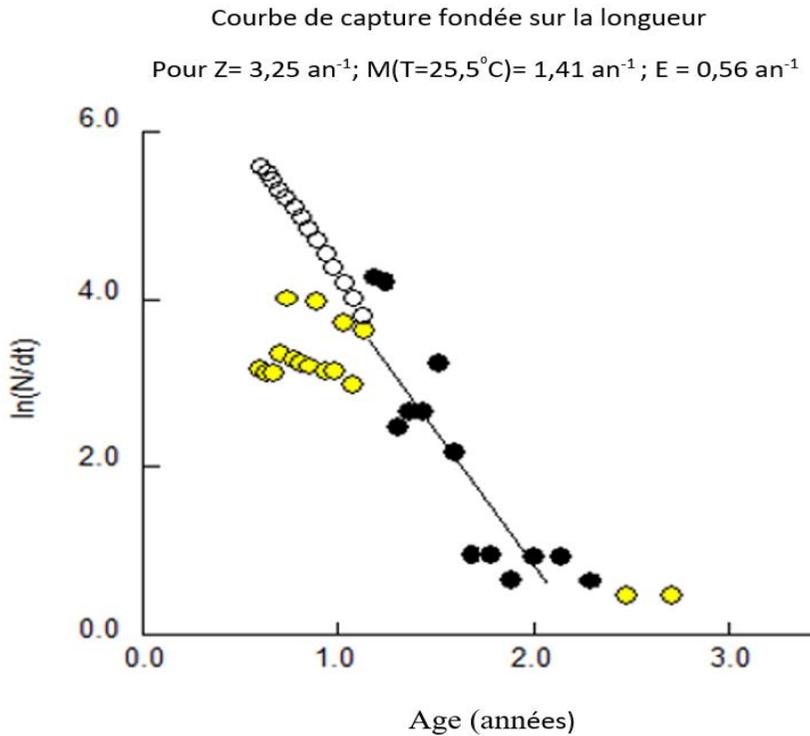


Figure 7 : Estimation de la mortalité de *Protopterus annectens* selon la courbe de capture des longueurs converties (Z = mortalité, M = mortalité naturelle, F = mortalité par pêche, E = taux d'exploitation) au barrage de Boura.

Espèce : *Protopterus annectens* (Protoptéridé), site: barrage n°3 de Ouagadougou
Paramètres : L_{∞} = 716,2 ; K = 0,42 ; et t_0 = -0,12 .

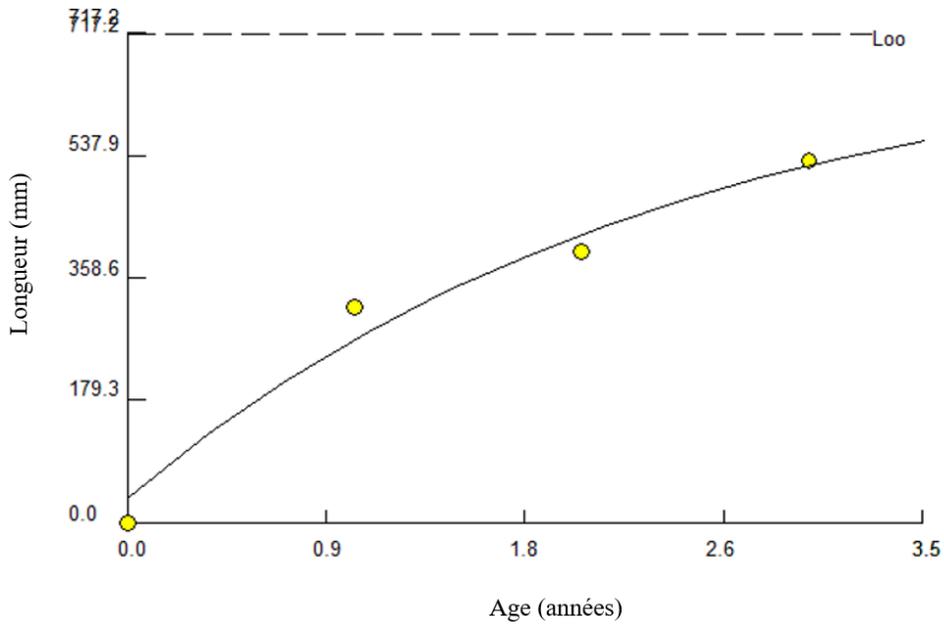


Figure 8: Elaboration de la courbe de croissance linéaire de *Protopterus annectens* dans le barrage n°3 de Ouagadougou basé sur les paramètres de croissance calculés dans le programme Fisat II selon l'équation de Von Bertalanffy.

Espèce : *Protopterus annectens* (Protoptéridé), site: barrage de Boura
Paramètres : L_{∞} = 580,11 ; K = 0,99 ; et t_0 = -0,001 .

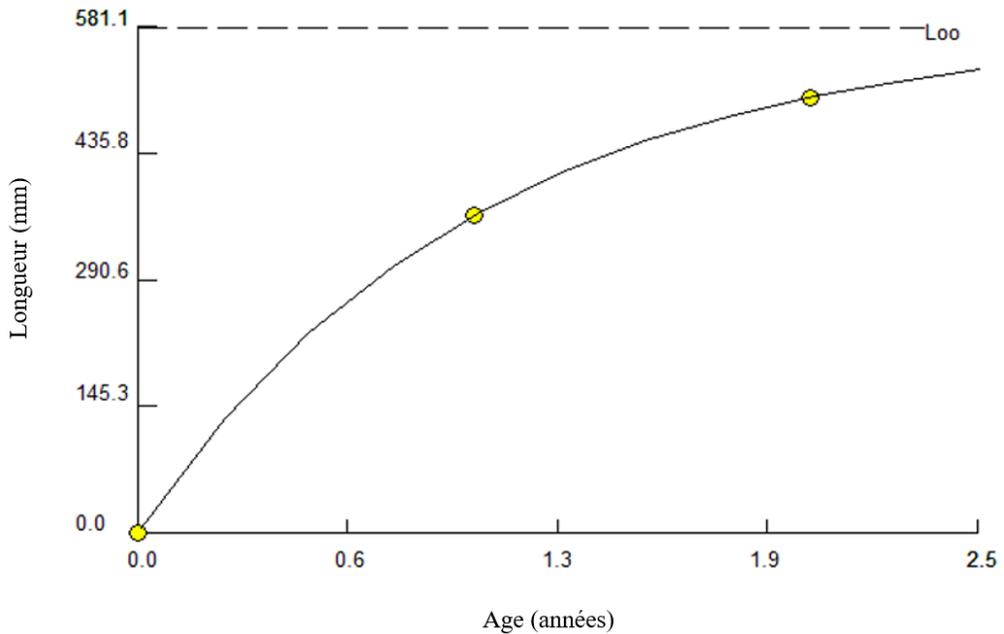


Figure 9 : Elaboration de la courbe de croissance linéaire de *Protopterus annectens* dans le barrage de Boura basée sur les paramètres de croissance calculés dans le programme Fisat II selon l'équation de Von Bertalanffy.

DISCUSSION

A partir des annuli, l'âge des poissons a été déterminé dans les deux barrages. Ainsi dans le barrage n°3 de Ouagadougou, trois classes d'âge ont été obtenus dans l'échantillon (I⁺, II⁺ et III⁺) contre deux classes au barrage de Boura (I⁺ et de II⁺). Ces deux sites présentent donc des classes d'âges différentes.

Les résultats du Tableau 2 indiquent qu'à I⁺, II⁺ et III⁺, *P. annectens* a des longueurs moyennes respectives de 32 cm ; 39,5 cm et 53 cm dans le barrage n°3 de Ouagadougou. Au barrage de Boura, elle est de 37,5 cm à I⁺ et de 52 cm à II⁺. La comparaison des moyennes des classes d'âges I⁺ et II⁺ des deux sites avec le test de Mann-Whitney indiquent une différence significative dans les deux cas avec une probabilité $P=0,001 < 0,05$. Cela montre que la croissance du poisson ralentit voire arrêter en période d'étiage où *P. annectens* hiberne au barrage n°3 de Ouagadougou et une croissance continue au barrage de Boura où il mène une vie normale malgré que le niveau de l'eau a complètement diminué. Par conséquent, la croissance du poisson est plus rapide au barrage de Boura contrairement au barrage n°3 de Ouagadougou.

L'absence de poissons de classe d'âge III⁺ dans l'échantillon du barrage de Boura pourrait s'expliquer par la pêche intensive sur ce site. En effet, le barrage de Boura est un important réservoir piscicole de la région (Renaudin, 2012).

Les poissons collectés aux barrages n°3 de Ouagadougou et de Boura ont respectivement des longueurs comprises entre 27 cm et 43,5 cm, et entre 26 cm et 55 cm, avec des poids respectivement compris entre 71,5 g et 796 g, et entre 110 g et 650 g. Cela indique que les poissons de cette étude sont matures ce qui est en adéquation avec Adeyemi (2010) qui a obtenu des poissons de longueur comprise entre 22,30 cm et 59,2 cm avec des poids compris entre 19,7 g et 397,9 g et qui a conclu une maturité des poissons.

Les longueurs minimales des poissons des barrages n°3 de Ouagadougou et de Boura qui sont respectivement de 27 cm et 26 cm

sont supérieures à celles obtenues par les auteurs cités dans le Tableau 1. De plus, le poids minimal du poisson de chacun des deux barrages est aussi supérieur à celui des auteurs cités dans le Tableau 1 sauf pour Coulibaly (2008). Selon Agbugri et al. (2018), ces différences de longueur et de poids minimum pourraient être dues à la condition du poisson capturé durant les différentes saisons, à la localité, à la nature du milieu aquatique, à l'abondance de ressources nutritives pour les poissons, à la mortalité par pêche et à la prédation par les autres espèces de poissons. D'après Fafioye et al. (2005), les variations de longueur poids peuvent être liées au stade de croissance de différents types d'espèces de poissons. Ces variations dans les données peuvent être également spécifiques à un lieu.

Selon Thomas et al. (2003), la valeur isométrique d'allométrie est $b = 3$ correspondant à un poisson idéal évoluant aussi bien longueur qu'en poids de manière égale. Lorsque $b < 3$, le poisson a une croissance allométrique négative c'est-à-dire que le poisson croît moins vite en poids qu'en longueur et lorsque $b > 3$, le poisson a une croissance allométrique positive c'est-à-dire que le poisson croît plus vite en poids qu'en longueur. Ainsi au barrage n°3 de Ouagadougou, le coefficient d'allométrie $b = 3$, ce qui traduit une croissance isométrique. Cela corrobore avec le résultat obtenu par Coulibaly (2008) au niveau de la vallée du Sourou au Burkina Faso. Par conséquent, le barrage n°3 de Ouagadougou et la vallée du Sourou pourraient avoir des similitudes par rapport aux conditions de vie de cette espèce de poissons. Par contre au barrage de Boura, le coefficient d'allométrie $b < 3$ ce qui traduit une croissance allométrique négative. Par conséquent la croissance en longueur de *P. annectens* dans ce barrage est non proportionnelle à l'augmentation du poids. Ce résultat est en adéquation avec ceux obtenus par Adeyemi et al. (2010), et de Agbugri et al. (2018) dans le Tableau 1. Ce résultat pourrait être lié à la capture importante des juvéniles ainsi que des adultes aussitôt après la reproduction mais aussi à la baisse du niveau

de l'eau du barrage contribuant ainsi à une diminution des ressources nutritives.

La comparaison des longueurs des poissons de classe d'âge différentes obtenus entre la méthode directe et celle de recalcul indiquant une différence significative entre les résultats de ces deux méthodes, indiquent de facto que les deux méthodes ne peuvent pas être utilisées pour l'étude de l'âge de la croissance de l'espèce dans les deux barrages. Ce résultat est en contradiction avec celui de Saar et al. (2012) qui a aussi utilisé ces deux méthodes pour l'espèce *Mugil Cephalus* dans l'estuaire du fleuve Sénégal. Cette différence pourrait s'expliquer par la taille réduite de nos échantillons (31 et 39) contre 1660 pour Saar et al. (2012) mais aussi par le type d'espèce.

La mortalité totale (Z) étant de $3,25 \text{ an}^{-1}$ et $K = 0,99 \text{ an}^{-1}$; le rapport Z/K est de 3,282. Cela est largement supérieur à 2, par conséquent, il y a une prédominance très élevée de la mortalité sur la croissance donc une surpêche de l'espèce *Protopterus annectens* au barrage de Boura.

Le taux d'exploitation $E = 0,56$ est supérieur au seuil critique (0,50), ce qui confirme la surexploitation de l'espèce. Cette situation traduit un déséquilibre indiquant que la biomasse reproductrice a été réduite au point qu'elle n'ait plus la capacité de reproduction pour maintenir son équilibre.

Le coefficient de croissance K de *P. annectens* dans le barrage de Boura est supérieur (2,357 fois) à celui du barrage n°3 de Ouagadougou. Cela indique que la croissance en longueur de l'espèce est meilleure à Boura. Pourtant, la longueur maximale observable (L_{∞}) de *P. annectens* dans le barrage de Boura est inférieure à celle du barrage n°3 de Ouagadougou. Cette différence serait donc liée à une pêche intensive et/ou aux conditions écologiques de l'espèce dans le barrage Boura.

Au barrage n°3 de Ouagadougou, l'âge maximal de *P. annectens* est de 7,013 ans et au barrage de Boura, il est de 3,025 ans. Cette différence serait liée à la pêche intensive qui se déroule au barrage de Boura qui est en effet une zone où la pêche est très développée. La pêche étant développée sur ce site, cela

entraîne la capture des gros poissons d'où l'absence de poissons âgés.

Conclusion

L'objectif de cette étude était de comparer l'âge et la croissance de *Protopterus annectens* aux barrages n°3 de Ouagadougou et de Boura au Burkina Faso. Ainsi, au barrage n°3 de Ouagadougou, les poissons sont de classes d'âge I^+ , II^+ et III^+ . Par contre au barrage de Boura, ils sont de classes d'âge I^+ et II^+ . Au barrage n°3 de Ouagadougou, *Protopterus annectens* a une croissance isométrique contre une croissance allométrique négative au barrage de Boura.

Une collecte de données sur la croissance et l'âge de cette espèce sur une longue période minimum d'une année pourrait donner de plus amples informations sur l'évolution de ces deux paramètres.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs de ce manuscrit déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêt entre eux.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Dans la présente étude, RBO a assuré l'élaboration du protocole de recherche, la collecte de données, l'analyse de données et à la rédaction du manuscrit. JSP a contribué dans l'analyse des données. SS a contribué dans l'analyse des données mais également dans la rédaction du manuscrit. Toute la recherche a été faite sous la supervision de JA TK.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la Direction de l'Institut de Développement Rural (IDR) de l'Université Nazi Boni pour leur franche collaboration lors du déroulement de la présente recherche.

REFERENCES

- Abba E, Belghyti D, Benabid M, El Ibaoui H. 2010. Relation taille-poids et coefficient de condition de la truite commune (*salmo trutta macrostigma dumeril*. 1858) de l'Oued Sidi Rachid (Moyen

- Atlas) Maroc. *Afrique Science*, **06**(2): 60-70.
- Adeyemi SO. 2010. Food and Feeding Habits of *Protopterus Annectens* (Owen) (Lungfish) at Idah Area of River Niger, Nigeria. *PAT.*, **6**(2): 69-74. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ajthf.v10i1.1397>
- Adeyemi SO. 2010. Length-weight relationship and condition factor of *Protopterus annectens* (owen) in Idah area of River Niger, Nigeria. *Anim. Res. Int.*, **7**: 1264-1266. DOI: 10.1.1.403.6261&rep=rep1&type=pdf
- Agbugui MO, Abhulimen EF. 2018. The morphometric and meristic characteristics of *Protopterus annectens* (Owen, 1839) in river Niger at Agenebode, Edo state, Nigeria. *J. Fish. Aquat. Sci.*, **13**: 76-81. DOI: <http://dx.doi.org/10.3923/jfas.2018.76.81>
- Baijot E, Moreau J, Barry I, Bouda S. 1994. Biologie et démographie des principales espèces de poissons des retenues d'eau du Burkina Faso. In *Aspects Hydrobiologiques et Piscicoles des Retenues en Zone Soudano-sahélienne*. Baijot E, Moreau J, Bouda S. (eds). CTA: Wageningen; 87-122.
- Barry JP, Tegner MJ. 1989. Inferring demographic processes from size-frequency distributions: simple models indicate specific patterns of growth and mortality. *US Fisheries Bulletin*, **88**: 13-19.
- Blanc M, D'Aubenton F, Plessis Y. 1956. Etude de l'enkystement de *Protopterus annectens* (Owen, 1839). *Bulletin de l'institut français d'Afrique noire*, **18** (3).
- Chopard L. 1957. Un poisson qui peut vivre sans eau. Le protoptère. *Nature*, **326**: 30-34.
- Coulibaly ND. 2000. Relation taille-poids de 11 espèces de poissons du Burkina Faso. Institut de l'Environnement et de Recherche Agricoles, Département des productions Forestières.
- Coulibaly ND. 2008. Relation longueur-poids chez quatre espèces de poissons de la rivière Sourou au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **2**(3): 331-338. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v2i3.39744>
- Daffala AA, Elias EE, Amin MA. 1985. The lungfish, *Protopterus annectens* (Owen) a bio-control agent against *Schistosoma* vector snail. *Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, **88**: 131-134.
- Fafioye OO and Oluajo OA. 2005. Length-weight relationships of five fish species in Epe lagoon, Nigeria. *Afr. J. Biotechnol.*, **4**: 749-751. DOI: <http://dx.doi.org/10.5897/AJB2005.000-3136>
- Fagade FO. 1974. Age determination in *Tilapia melanotheron* (Ruppel) in the Lagos Lagoon, Lagos, Nigeria (with a discussion of the environmental and physiological basis of growth marking in the tropics. In *The Ageing of Fish*, Baguenal TB (eds). Urwin Brothers Limited, The Grisham Press, Old working: Surrey- England; 71-77.
- Frota LO, Costa PAS, Braga AC. 2004. Length-weight relationship of marine fishes from the central Brazilian coast. *Naga*, **27**(1-2): 21-26.
- Fulton TW. 1911. *The Sovereignty of the Sea*. London, Edinburgh.
- Gulland JA, Holt SJ. 1966. Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. *J. Cons. CHEMM*, **25**(1): 47-49.
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. 2001. Past : Paleontological Statistics Sftware Package for Education and Data Analysis. *Paleontologia Electronica*, **4**(1): 4.
- Hattour A. 2003. Relation taille poids des captures de Thon Rouge (*Thunnus Thynnus*) en Tunisie. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT.*, **55**(1): 217-233.
- Hiong KC, Ip YK, Wong WP, Chew SF. 2013. Differential Gene Expression in the Brain of the African Lungfish, *Protopterus annectens*, after Six Days or Six Months of Aestivation in Air. *PLoS One*, **8**(8): e71205. DOI:

- <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071205>
- HUREAU JC. 1970. Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (Notothenidae). *Bull. Inst. Océanog. Monaco*, **68**(1391): 1-224.
- Jarque CM, Bera AK. 1987. A test for normality of observations and regression residuals. *International Statistical Review*, **55**:163-172.
- Johnels AG, Svensson GSO. 1954. On the biology of *Protopterus annectens* (Owen). *Ark.* **2001**.
- Khaironizam MZ, Norma-Rashid. 2002. Length-weight Relationship of Mudskippers (Gobiidae: Oxudercinae) in the Coastal Areas of Selangor, Malaysia. *Naga, World Fish Center Quarterly*, **25**: 20-22.
- Kochzius M. 1997. Length-Weight relationship of fishes from a seagrass meadow in Negros oriental, Philippines. *Naga, The ICLARM Quarterly*, **2**(3-4): 64-65.
- Laurans M, Gascuel D, et Mariama B. 2005. Revue des connaissances sur la biologie dithiof (*Epinephelus aeneus*) et diagnostic de l'état du stock au Sénégal. ENSAR, Laboratoire Halieutique, Archives de Documents de la FAO.
- Lawson EO, Abayomi AAJ. 2010. Aspects of the biology of grey mullet, *Mugil cephalus*, in Lagos lagoon, Nigeria. *AAFL Bioflux*, **3**: 181-194.
- Le Cren ED. 1951. The length-weight relationship and season cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecol.*, **20**: 201-219.
- Le Tourneur Y, Kulbicki M, Labrosse P. 1998. Length-weight relationships of fishes from coral reefs and lagoons of New Caledonia – an update. *Naga*, **21**(4): 39-46.
- Micha JC. 1973. Étude des populations piscicoles de Oubangui et tentatives de sélection et d'adaptation de quelques espèces à l'étang de pisciculture. Ed CTFT: Paris; 110p.
- Otuogbai TOS, Ikhenoba A. 2001. Food and feeding habits of the lungfish, *Protopterus annectens* (Owen) and the possible role of the paired fins in feeding. *W. J. Biotech.*, **2**: 233-238.
- Okafor AI. 2012. Urea accumulation in acid water by the African lungfish, *Protopterus annectens* (Owen) of Oguta Lake, Nigeria. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences*, **14**(1): 7-12.
- Okafor AI, Egonmwan RI, Chukwu LO. 2012. Behavioural Ecology of the African Lungfish, *Protopterus annectens* (Owen, 1839) of Anambra River, Nigeria. *International Journal of Environmental Biology*, **2**: 208-214.
- Oniye SJ, Adebote DA, Usman SK, Makpo JK. 2006. Some Aspects of the Biology of *Protopterus annectens* (Owen) in Jachi Dam near Katsina, Katsina State, Nigeria. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, **1**: 136-141. DOI: <http://dx.doi.org/10.3923/jfas.2006.136.141>
- 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, Moreau J. 1997. *Méthodes pour l'Évaluation des Ressources Halieutiques*. CEPADUES: Toulouse.
- Pauly D. 1985. Quelques méthodes simples pour l'estimation des stocks de poissons tropicaux. *FAO Doc. Tech. Pêches*, **234**: 56p.
- Poll M. 1961. Révision systématique et raction géographique des Protopteridae de l'Afrique centrale. *Mus. r.- Af. Cent.*, **103**: 1-50.
- Renaudin L. 2012. Usages agricoles de l'eau des petits réservoirs dans le bassin de la Volta : cas des réservoirs de Boura (Burkina Faso) et de Binaba II (Ghana). Mémoire de d'Ingénieur, Université de Bordeaux, France, 121 p.
- Ricker WE. 1980. Calcul et interprétation des statistiques biologiques des populations

- de poissons. Bulletins de l'office des recherches sur les pêcheries du Canada, Ottawa, 191F.
- Ruiz-Ramirez S, Lucano-Ramirez G, Mariscal-Romero J. 1997. Length-weight relationships of soft-bottom demersal fishes from Jalisco and Colima States, Mexico. *Naga*, **20**(3-4): 62-63.
- Sanogo S, Kabré JAT, Cecchi P. 2014. Inventaire et distribution spatio-temporelle des macroinvertébrés bioindicateurs de trois plans d'eau du bassin de la Volta au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **8**(3): 1005-1029. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i3.16>
- Sarr SM, Kabré JAT, Diadiou H. 2012. Age et croissance de *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758, Mugilidae) dans l'estuaire du fleuve Sénégal. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **6**(5): 2149-2157. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i5.22>
- Sarr SM. 2010. Dynamique d'exploitation du *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758, Mugilidés) dans l'estuaire du Fleuve Sénégal en pêche artisanale. Mémoire de master recherche, Institut du développement Rural, Université Polytechnique de Bobo, Burkina Faso, 68p.
- Shepherd JG. 1987. A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data. In *Length-based methods in fisheries research*, Pauly D, Morgan GR. (eds). ICLARM Conf. Proc.;113- 119.
- Stergiou KI, Moutopoulos DK. 2001. A review of length-weight relationship of fishes from Greek Marine Waters. *Naga*, **24** (1-2): 23-39.
- Taylor CC. 1958. Cod growth and temperature. *Journal du Conseil - Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, **23**(3): 366-370.
- Thomas J, Venu S, Kurup BM. 2003. Length-weight relationship of some deep-sea fish inhabiting the continental slope beyond 250 m depth along the West Coast of India. *NAGA, WorldFish Center Quarterly*, **26**: 17-21.
- Von Bertalanffy L. 1938. - A Quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.*, **10**(2): 181-213.
- Zar JH. 1996. *Biostatistical Analysis* (3rd edn). Prentice Hall; 662p.