

BURKINA FASO
UNITE-PROGRES-JUSTICE
MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE ET SUPERIEUR

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE
en vue de l'obtention du
**DIPLOME DE MASTER RECHERCHE EN ANALYSE DES POPULATIONS
DES ESPACES FAUNIQUES ET HALIEUTIQUES**

Spécialité : Analyse des populations des espaces halieutiques

THEME : Etude comparée de l'âge et de la croissance du poisson
dépneuste africain (*Protopterus annectens*, Owen 1839) au Burkina Faso

Présenté par :

Raogo Blaise OUEDRAOGO

Devant le jury composé de:

Pr. GUENDA Wendengoudi, Président

Pr. KABRE T. André, Directeur de mémoire

Dr. POUSGA Salimata, Membre

10 Avril 2015

N° : / MFH2 (Halieutique, Faune)

BURKINA FASO
UNITE-PROGRES-JUSTICE
MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE ET SUPERIEUR

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE
en vue de l'obtention du
**DIPLOME DE MASTER RECHERCHE EN ANALYSE DES POPULATIONS
DES ESPACES FAUNIQUES ET HALIEUTIQUES**

Spécialité : Analyse des populations des espaces halieutiques

THEME : Etude comparée de l'âge et de la croissance du poisson
dipneuste africain (*Protopterus annectens*, Owen 1839) au Burkina Faso

Présenté par :

Raogo Blaise OUEDRAOGO

Devant le jury composé de:

Pr. GUENDA Wendengoudi, Président

Pr. KABRE T. André, Directeur de mémoire

Dr. POUSGA Salimata, Membre

10 Avril 2015

N° : / MFH2 (Halieutique, Faune)

DÉDICACE

Je dédie ce travail à ma famille et à mes parents.

REMERCIEMENTS

J'adresse mes remerciements à l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF) qui m'a octroyé une subvention pour financer une partie de mon inscription. Je remercie toutes les autorités de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB) notamment le Président de l'Université, le Directeur de l'Institut du Développement Rural (IDR), le corps professoral et tous les enseignants chercheurs qui nous ont dispensés des cours.

Je remercie vivement le Directeur de l'Ecole Doctorale Sciences Naturelles et Agronomie, le Professeur KABRE T. André Directeur de mon mémoire, le Président du jury le Professeur Wendengoudi GUENDA et Docteur POUSGA Salimata membre de jury.

Je remercie aussi toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à ce travail. Il s'agit de Docteur SANOGO Souleymane, les pêcheurs et les collègues.

Table des matières

DÉDICACE	i
REMERCIEMENTS	ii
Table des matières.....	1
LISTE DES TABLEAUX.....	4
LISTE DES FIGURES	4
LISTE DES SCHEMAS	5
LISTE DES CARTES	6
LISTE DES PHOTOS	6
SIGLES ET ABRÉVIATIONS	7
RESUMÉ	8
ABSTRACT	9
Introduction	10
I. Généralités	13
I.1. Caractéristiques taxonomiques et morphologiques de <i>Protopterus annectens</i>	13
I.1.1. Caractéristiques taxonomiques : <i>Protopterus annectens</i>	13
I.1.2. Caractéristiques morphologiques	14
I.2. Distribution géographique et mode de vie de <i>Protopterus annectens</i>	15
I.2.1. Distribution géographique.....	15
I.2.2. Mode de vie	17
I.2.2.1. Vie de <i>Protopterus annectens</i> pendant la saison des pluies	17
I.2.2.2. Vie de <i>Protopterus annectens</i> pendant la saison sèche	17
I.3. Reproduction	20
II.1. Présentation des deux sites d'étude	23

II.1.1. Choix des zones d'étude	23
II.1.2. Présentation du barrage n°3 de Ouagadougou	23
II.1.3. Présentation du barrage de Boura	26
II.2. Matériel	28
II.2.1. Les outils de collecte	28
II.2.2. Le matériel de laboratoire	28
II.2.3. Le traitement des données	29
II.2.5. L'échantillonnage et la collecte des données	30
II.2.5.1. L'échantillonnage	30
II.2.5.2. La collecte des données	30
III.1. Résultats	35
III.1.1. Description des conditions écologiques de <i>P. annectens</i> au moment de la capture	35
III.1.2. Description de l'écaille de <i>Protopterus annectens</i>	38
III.1.3. Détermination de l'âge de <i>Protopterus annectens</i> par scalimétrie	40
III.1.4. Etude de la croissance de <i>Protopterus annectens</i>	44
III.1.4.1. Etude de la croissance en longueur de <i>Protopterus annectens</i>	44
III.1.4.2 Etude de la croissance en pondérale de <i>Protopterus annectens</i>	45
III.1.5. 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	47
III.1.6. Autres paramètres (coefficient de croissance, longueur maximale, facteur de Fulton et âge maximal)	49
III.2. Discussions	51
III.2.1. Description des conditions écologiques de <i>P. annectens</i> au moment de la capture	51

III.2.2. Description de l'écaïlle de <i>Protopterus annectens</i>	52
III.2.3. Détermination de l'âge de <i>Protopterus annectens</i> par scalimétrie	52
III.2.4. Etude de la croissance de <i>Protopterus annectens</i>	53
III.2.4.1. Etude de la croissance en longueur de <i>Protopterus annectens</i>	53
III.2.4.2 Etude de la croissance en pondérale de <i>Protopterus annectens</i>	54
III.2.5. 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	55
III.2.6. Autres paramètres (coefficient de croissance, longueur maximale, âge maximal et facteur de Fulton).....	55
Conclusion et recommandations.....	56
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	58
REFERENCES WEBOGRAPHIQUES	60
ANNEXES	61
ANNEXE 1 : Photo du barrage de Boura.....	61
ANNEXE 2 : Photo du Milieu du Périmètre irrigué de Boura.....	62
ANNEXE 3: Photos et figure du milieu du barrage n°3 de Ouagadougou	65

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Taxonomie de l'espèce <i>Protopterus annectens</i>	14
Tableau 2: Âge de <i>Protopterus annectens</i> dans le barrage n°3 de Ouagadougou selon la longueur totale (cm) par la méthode directe ou scalimétrie.....	41
Tableau 3: Âge de <i>Protopterus annectens</i> dans le barrage de Boura selon la longueur totale (cm) par la méthode directe ou scalimétrie.....	42
Tableau 4: Valeurs moyennes des tailles L_{t_n} rétro calculés (à partir de la relation de Lee, 1920) à la formation des divers anneaux (mm) pour <i>Protopterus annectens</i> dans le barrage n°3 de Ouagadougou.....	44
Tableau 5: Valeurs moyennes des tailles L_{t_n} rétro calculés (à partir de la relation de Lee, 1920) à la formation des divers anneaux (mm) pour <i>Protopterus annectens</i> dans le barrage de Boura.....	44
Tableau 6: Longueurs moyennes par classe d'âge de <i>P. annectens</i> obtenues par scalimétrie dans les deux barrages.....	45
Tableau 7: Longueurs moyennes par classe d'âge de <i>P. annectens</i> obtenues par retrocalcul dans les deux barrages.....	45

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Les différentes parties de <i>Protopterus annectens</i>	15
Figure 2: Distribution des Protoptéridés (toutes les espèces) en Afrique (Poll, 1954; Pienaar, 1981).....	16
Figure 3: Distribution de <i>Protopterus annectens</i> en Afrique (source: http://www.fishbase.org).....	16
Figure 4: <i>Protopterus annectens</i> enkysté dans le barrage n°3 de Ouagadougou.....	35
Figure 5: Trous de <i>Protopterus annectens</i> dans le barrage n°3 de Ouagadougou.....	36
Figure 6: Trou d'enkystement de <i>Protopterus annectens</i> dans le barrage n°3 de Ouagadougou.....	36
Figure 7: Jeune <i>Protopterus annectens</i> enveloppé dans son cocon dans le barrage n°3 de Ouagadougou.....	37
Figure 8: Œufs de <i>Protopterus annectens</i> récoltés dans le barrage de Boura.....	37

Figure 9: Ecailles de <i>Protopterus annectens</i> montées entre deux lames.....	38
Figure 10: Ecaille de <i>Protopterus annectens</i> observée à la loupe binoculaire, provenant du barrage n°3 de Ouagadougou.....	39
Figure 11: Ecaille de <i>Protopterus annectens</i> observée à la loupe binoculaire, provenant du barrage de Boura.....	40
Figure 12: Distribution de <i>Protopterus annectens</i> par classe d'âge dans les deux sites.....	41
Figure 13: Relation entre le rayon (longueur) total (mm) de l'écaille de <i>Protopterus annectens</i> et celle de la longueur totale du poisson au niveau du barrage n°3 de Ouagadougou.....	43
Figure 14: Relation entre le rayon (longueur) total (mm) de l'écaille de <i>Protopterus annectens</i> et celle de la longueur totale du poisson (mm) au niveau du barrage de Boura.....	43
Figure 15: Evolution du poids de <i>Protopterus annectens</i> dans le barrage n°3 de Ouagadougou en fonction de la taille (cm).....	46
Figure 16: Evolution du poids de <i>Protopterus annectens</i> dans le barrage de Boura en fonction de la taille (cm).....	46
Figure 17: Estimation de la mortalité de <i>Protopterus annectens</i> selon la courbe de capture des longueurs converties (Z= mortalité, M= mortalité naturelle, F= mortalité par pêche, E= taux d'exploitation).....	48
Figure 18: Elaboration de la courbe de croissance linéaire de <i>Protopterus annectens</i> 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.....	50
Figure 19: Elaboration de la courbe de croissance linéaire de <i>Protopterus annectens</i> dans le barrage de Boura basée sur les paramètres de croissance calculés dans le programme Fisat II selon l'équation de Von Bertalanffy.....	51

LISTE DES SCHEMAS

Schéma 1: Coupe de la chambre d'estivation de <i>Protopterus annectens</i>	19
--	----

LISTE DES CARTES

Carte n°1: Localisation du barrage n°3 de Ouagadougou et du barrage de Boura 25

LISTE DES PHOTOS

Photo 2: Microprojecteur ken-a-vision..... 32

Photo 3: Microfiche ayant servi à mesurer le rayon des écailles de *Protopterus annectens*..... 33

SIGLES ET ABRÉVIATIONS

- **a** : Ordonnée à l'origine qui dépend de la densité de l'individu et de ses proportions
- **b** : Coefficient d'allométrie
- **DGRE** : Direction Générale des Ressources en Eau
- **DGRH** : Direction Générale des Ressources Hydrauliques
- **E**= taux d'exploitation
- **ELEFAN** : Electronic Length Frequency Analysis
- **F**= mortalité par pêche
- **FAO**= Organisation des nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
- **Fisat II** : Logiciel ou outil d'évaluation des ressources halieutiques
- **ha** : hectare
- **K** : Coefficient de croissance
- **Lt** : Longueur du poisson au temps t
- **L_n**= Longueur du poisson à l'âge considéré
- **L**= Longueur du poisson à la capture
- **L₀**= Longueur théorique auquel le poisson aurait formé son écaille
- **L_∞** : Longueur asymptotique quand t tend vers l'infini (taille asymptotique du poisson)
- **M**= mortalité naturelle des poissons
- **ONBI** : Office National des Barrages et de l'Irrigation
- **R**= rayon total de l'écaille au moment de sa capture
- **RGA** : Recensement Général de l'Agriculture
- **r_n**= rayon de l'écaille considérée à l'âge n
- **t₀** : (âge théorique du poisson) où la longueur est supposée nulle,
- **Wt** : poids total à l'instant t
- **Z**= mortalité totale

RESUMÉ

Le *Protopterus annectens* (Owen 1839, Protoptéridés) est un poisson de la sous-classe des Dipneustes, qui a la capacité d'hiberner en saison sèche et de mener une vie aquatique en saison pluvieuse. Au Burkina Faso, l'espèce est beaucoup utilisée au plan alimentaire, médicinal, magico-mystique, mais elle peut aussi être utilisée comme agent de lutte biologique et bio-indicateur du milieu. L'objectif de ce travail est d'apporter le maximum d'information sur le comportement écologique de *Protopterus annectens* dans le barrage de Boura et dans le barrage n°3 de Ouagadougou qui sont nos deux zones d'étude. Ainsi les dipneustes ont été déterrés et pêchés à l'aide d'hameçons respectivement au barrage n°3 de Ouagadougou et au barrage de Boura. Tous les individus capturés ont été pesés, mesurés et leurs écailles dorsales ont été prélevées et montées entre des lames en vue de déterminer leur âge. La population de *Protopterus annectens* échantillonnée est constituée d'individus âgés de 1 à 3 ans dans le barrage n°3 de Ouagadougou contre des individus âgés de 1 à 2 ans dans le barrage de Boura. Les résultats de la relation taille-poids ont montré une croissance isométrique au barrage n°3 de Ouagadougou contre une croissance allométrique négative au barrage de Boura. Les paramètres de croissance et d'exploitation estimés à l'aide de l'équation de Von Bertalanffy indiquent au barrage n°3 de Ouagadougou, $L_{\infty} = 71,620\text{cm}$, $K = 0.37 \text{ an}^{-1}$, $t_0 = -0,12 \text{ ans}$ et au barrage de Boura, $L_{\infty} = 58,011\text{cm}$, $K = 0.99 \text{ an}^{-1}$, $t_0 = -0,001 \text{ ans}$. La mortalité totale (Z) et le taux d'exploitation (E) sont respectivement de $3,25 \text{ an}^{-1}$ et $0,56$ au barrage de Boura. L'espèce est donc surexploitée sur ce site. Au regard de l'importance capitale de ce poisson, il mérite une protection.

Mots clés : *Protopterus annectens*, âge, croissance, barrage n°3 de Ouagadougou, barrage de Boura

ABSTRACT

The *Protopterus annectens* (Owen 1839, Protopteridae) is a fish of the subclass Dipnoi, which has the ability to hibernate in dry season and lead aquatic life in the rainy season. In Burkina Faso, the species is widely used in dietary plan, medicinal, magical and mystical, but it can also be used as biological control agents and bio-indicator of the environment. The objective of this work is to provide the maximum of information on the ecological behavior *Protopterus annectens* in the dam Boura and the dam No. 3 of Ouagadougou which are the two study areas. Thus lungfish were dug up and caught using hooks respectively Dam number 3 in Ouagadougou and dam Boura. All fish caught were weighed, measured and their dorsal scales were removed and mounted between slides in order to determine their age. The population of *Protopterus annectens* sampled consists of individuals aged 1 to 3 years in the dam No. 3 of Ouagadougou against individuals aged 1 or 2 years in the dam Boura. The results of the length-weight relationship showed an isometric growth Dam number 3 of Ouagadougou against a negative allometric growth dam Boura. Growth and operating parameters estimated using the Von Bertalanffy equation indicate Dam number 3 in Ouagadougou $L_{\infty} = 71,620\text{cm}$, $K = 0.37 \text{ yr}^{-1}$, $t_0 = -0.12 \text{ years}$ Dam Boura, $L_{\infty} = 58,011\text{cm}$, $K = 0.99 \text{ yr}^{-1}$, $t_0 = -0.001 \text{ years}$. Total mortality (Z) and the exploitation rate (E) are respectively 3.25 and 0.56 yr⁻¹ dam Boura. The species is exploited on this site. Given the critical importance of this fish, it deserves protection.

Keywords: *Protopterus annectens*, age, growth, dam number 3 in Ouagadougou, dam Boura

Introduction

Le Burkina Faso est un pays où il existe plusieurs espèces de poissons parmi lesquelles il y a *Protopterus annectens*. Cette espèce occupe une place très importante dans l'alimentation des pêcheurs qui ne la vendent presque pas du fait de sa valeur nutritionnelle et 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).

Aussi cette espèce peut être utilisée comme un agent de lutte biologique pour plusieurs vecteurs de maladies, car il est larvivore et consomme les larves de moustiques (Daffala et al., 1985). De plus c'est une espèce rustique qui est un bio indicateur du milieu car elle hiberne en période d'étiage indiquant de mauvaise condition du milieu et mène une vie normale pendant la bonne saison, traduisant de meilleures conditions du milieu.

Au regard des potentialités substantielles que l'espèce regorge, elle est soumise à une surexploitation sur l'ensemble des plans d'eau et serait menacée de disparition. Malgré cette importance capitale dans la vie des populations, force est de reconnaître que peu d'étude lui ont été consacrées. Par conséquent, il s'avère impératif de trouver des solutions idoines pour sa protection voire sa meilleure production.

De ce constat, la présente étude a pour objectif général de contribuer à la connaissance du comportement écologique de *Protopterus annectens*.

De manière spécifique, il s'agit:

- d'étudier l'âge du *Protopterus annectens*,
- d'estimer la croissance en longueur de *Protopterus annectens* en fonction de l'âge,
- d'estimer la croissance en pondérale du *Protopterus annectens* en fonction de la taille,
- de comparer les différents paramètres de croissance.

Pour atteindre cet objectif général, l'hypothèse selon laquelle l'enkystement de *Protopterus annectens* en période d'étiage ralentit sur sa croissance est émise.

Afin d'explorer toute la problématique du sujet, le plan suivant est adopté : Chapitre I : généralités, Chapitre II: méthodologie et chapitre III: résultats et discussion

CHAPITRE I: GENERALITES

I. Généralités

I.1. Caractéristiques taxonomiques et morphologiques de *Protopterus annectens*

I.1.1. Caractéristiques taxonomiques : *Protopterus annectens*

Les Protoptéridés appartiennent à la sous-classe des Dipneustes qui furent représentés par de nombreuses formes à l'ère primaire et dont il ne subsiste à l'heure actuelle qu'une espèce en Australie, une autre en Amazonie, et quatre autres espèces du genre *Protopterus* en Afrique.

Le terme dipneuste désigne un groupe de poissons d'eau douce possédant un poumon fonctionnel, en plus des branchies (d'où le nom, qui évoque deux systèmes respiratoires).

Les quatre espèces en Afrique sont : *Protopterus annectens* (Owen, 1839), *Protopterus aethiopicus* (Heckel, 1851), *Protopterus dolloi* (Boulenger, 1900) et *Protopterus amphibius* (Peters, 1844).

Protopterus annectens est connu sous le nom courant de « dipneuste africain » en français, African lungfish en anglais.

Dans la classification, elle occupe la place suivante (Tableau 1)

Tableau 1: Taxonomie de l'espèce *Protopterus annectens*

CLASSIFICATION	
Règne	Animalia
Embranchement	Chordata
Sous-embranchement	Vertebrata
Super-classe	Osteichthyes
Classe	Sarcopterygii
Sous-classe	Dipnoi
Ordre	Lepidosireniformes
Famille	Protopteridae
Genre	Protopterus

Nom binominal: *Protopterus annectens* (Owen, 1839)

I.1.2. Caractéristiques morphologiques

Le *Protopterus annectens* est un poisson qui a un corps allongé avec un museau proéminent. Son œil est petit avec un diamètre compris entre 9 et 15 fois dans la longueur de la tête. La nageoire caudale se termine en pointe, mais l'extrémité est souvent mutilée. Il possède des nageoires paires qui sont longues et filiformes. En effet, ses nageoires antérieures sont munies d'une frange basale assez large, et peuvent atteindre jusqu'à trois fois la longueur de la tête, tandis que les nageoires postérieures deux fois. L'anus est en position latérale sur le côté gauche ou sur le côté droit (Figure 1). En général trois branchies externes sont insérées en arrière de la fente branchiale au-dessus du membre antérieur. Il y a 40 à 50 écailles entre la fente operculaire et l'anus et 36 à 40 autour du corps en avant de la nageoire dorsale. Des taches sombres irrégulières parsèment les nageoires et le corps sauf le ventre.

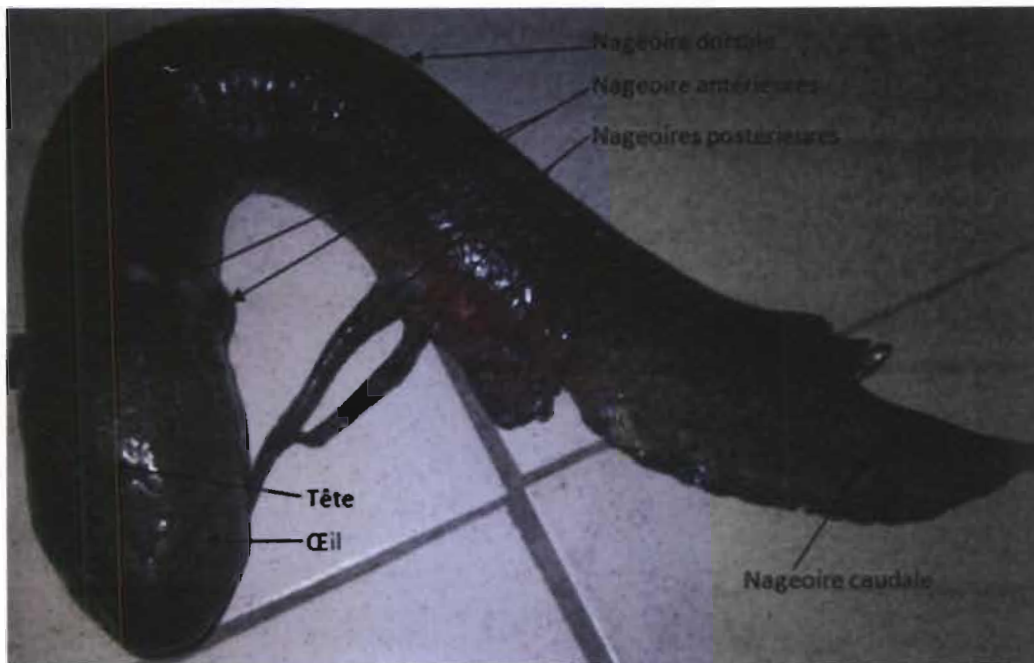


Figure 1: Les différentes parties de *Protopterus annectens*

I.2. Distribution géographique et mode de vie de *Protopterus annectens*

I.2.1. Distribution géographique

Les Protoptéridés sont présents dans beaucoup de pays d'Afrique comme l'indique la partie grise de la figure 2.



Figure 2: Distribution des Protoptéridés (toutes les espèces) en Afrique (Poll, 1954; Pienaar, 1981)

La sous-espèce *Protopterus annectens annectens* définie par Poll (1961) est connue dans 17 pays d'Afrique. Il s'agit du Bénin, du Burkina Faso, du Cameroun, de la Centrafrique, du Tchad, de la Cote d'Ivoire, de la Gambie, du Ghana, de la Guinée, du Kenya, du Mali, du Niger, du Nigéria, du Sénégal, de la Sierra Léone, du Soudan et du Togo (figure3).



Figure 3: Distribution de *Protopterus annectens* en Afrique (source: <http://www.fishbase.org>)

I.2.2. Mode de vie

I.2.2.1. Vie de *Protopterus annectens* pendant la saison des pluies

Pendant la saison pluvieuse, on rencontre les Protoptères sur des surfaces énormes plus ou moins complètement inondées. Les individus âgés se trouvent dans les eaux relativement profondes tandis que les jeunes habitent plutôt les marais sans profondeur. A l'état adulte, le *Protopterus annectens* est un poisson de couleur olivâtre au dessus, plus ou moins marqué de petits points noirs. Sa taille peut atteindre 70 et 90 cm voire plus. Il est très vorace, capturant tout ce qui passe à sa portée : petits poissons, grenouilles, mollusques, vers, crustacés. Les longues nageoires pectorales portent de nombreux boutons tactiles et semblent jouer un rôle dans la détection des proies. On a pu en effet observer en aquarium, que lorsque la nageoire a touché une substance qui peut servir de nourriture, le poisson fait un rapide mouvement amenant sa bouche près de la proie, sans que la vue dans son ensemble intervienne. Les Protoptères sont nocturnes, surtout durant leur jeune âge. Ils nagent à la façon des anguilles, mais marchent aussi sur le fond à l'aide des nageoires pectorales et pelviennes. Les mouvements de nageoires sur un fond argileux sont alternés, ressemblant à ceux d'un tétrapode inférieur. Au repos, ils restent souvent soulevés sur les nageoires, dans une position caractéristique (M. Blanc et al., 1956)

I.2.2.2. Vie de *Protopterus annectens* pendant la saison sèche

Dès la fin de la saison des pluies et le début de la saison sèche, les eaux commencent à se retirer des plaines basses et les marécages commencent à se dessécher. La presque totalité des poissons suivent le mouvement de retrait et gagnent ainsi le lit des fleuves. Ceux qui se laissent surprendre dans les petites mares sont destinés à périr quand le dessèchement va s'accroître. Tel n'est pas le sort du protoptère et c'est là le point le plus curieux de sa biologie, point sur lequel les naturalistes ont attiré depuis longtemps l'attention. Au lieu de chercher à gagner l'eau libre, les Protoptères restent dans les

marécages et ont résolu le problème de la résistance à la dessiccation par un enkystement (M. Blanc et al., 1956).

Lorsque les marécages commencent à se dessécher, les Protoptères cherchent à creuser leur retraite et à se faire un nid dans lequel ils passeront la saison sèche (schéma 1). Comme on rencontre ces nids aussi bien dans les parties où l'eau était profonde que dans celles qui n'étaient recouvertes que par une faible couche, on peut déduire que le poisson, sentant que la masse d'eau diminue, commence à creuser à l'endroit même où il se trouve. Ce nid de repos est creusé, comme le nid de ponte, avec la bouche ; la boue, aspirée par les lèvres, est rejetée avec l'eau par les ouvertures des branchiales. Le diamètre du trou varie, suivant l'âge et la taille des Protoptères, de 5 à 70mm environ ; la profondeur va de 25 mm pour les petits individus à 50 cm pour les adultes. Habituellement, c'est un conduit vertical ou un peu oblique. Arrivé à une certaine profondeur, le poisson élargit son nid, à la façon des tritons dans les mares. Quand l'eau a complètement disparu, il s'enfonce et modèle la face interne du couvercle qui doit clore son refuge. La chambre de repos est un élargissement de ce conduit et elle est entièrement occupée par un cocon formé de mucus sécrété par l'animal. Ce cocon fait presque corps avec la paroi du nid. Il est fermé à sa partie supérieure, mais une ouverture est réservée et permet la respiration ; à cet effet, cette ouverture se prolonge à l'intérieur en un petit tube que le poisson tient dans sa bouche durant sa période d'enkystement (M. Blanc et al., 1956).

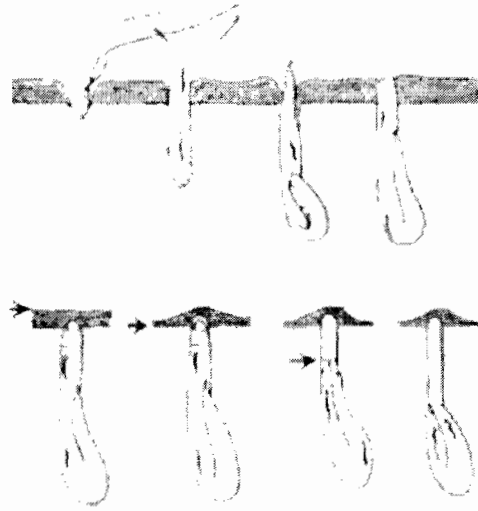


Schéma 1: Coupe de la chambre d'estivation de *Protopterus annectens*

(D'après Johnels et Stevansson, 1954)

Le conduit d'accès au nid est lui-même fermé à la fin du travail par un bouchon de terre ramené par le poisson du fond de son nid. La face interne de ce couvercle est concave et porte la trace de la tête du Protoptère qui l'a comprimé quand la vase commençait à sécher. Cette terre est plus légère que celle du reste du nid et de couleur brune ou brun rougeâtre, qui contraste avec la couleur grise de la surface du marais desséché.

Cette structure sablonneuse et les fentes produites dans le couvercle par dessiccation permettent la pénétration dans le nid d'une quantité d'air suffisante pour assurer la respiration du Protoptère en état de vie ralentie. La couleur et l'aspect spécial du petit monticule de terre formé par le couvercle permettent de repérer facilement les nids de Protoptère dans les marais. Ces nids sont souvent nombreux et on peut trouver jusqu'à cinq nids d'adultes au mètre carré, sans compter les très nombreux nids de jeunes.

Quand l'eau s'est complètement retirée, le poisson s'enfonce dans son cocon où il se tient étroitement appliqué aux parois. Il y reste plié en deux, la tête et la queue se trouvant au même niveau en haut du cocon, les nageoires appliquées sur le corps. La bouche reste en contact avec le tube respiratoire déjà indiqué.

La dessiccation du nid est extrêmement lente, les matériaux qui le composent étant formés de très petites particules qui conservent longtemps l'humidité.

Il peut y avoir des variantes dans la construction du nid de repos, en relation avec la nature du fond. Si la terre est trop humide, il n'y a pas de consistance et se brise au moindre choc. La formation du cocon dépend aussi des conditions météorologiques ; par une saison sèche courte et anormalement humide, on trouve dans les marais à peine desséchés des Protoptères enterrés mais allongés et sans trace de cocon (M. Blanc et al., 1956).

I.3. Reproduction

Selon Blanc et al. (1956), les deux sexes du Protoptère sont un peu difficile à distinguer mais le mâle se reconnaît seulement à sa tête plus grosse et à ses nageoires pectorales plus larges. La reproduction a lieu environ un mois et demi après le début de la saison des pluies. Elle dure plus d'un mois. Le Protoptère construit un nid pour y déposer ses œufs dans les parties du marais où l'eau n'est pas très profonde. Il s'agit d'une sorte de terrier à deux entrées, creusé dans la vase du fond ; l'une des entrées est généralement plus grande que l'autre, atteignant 20 à 30 cm de diamètre, tandis que la petite ne dépasse pas 10 à 15 cm. Dans la partie la plus profonde du terrier se trouve une chambre un peu élargie qui contient les œufs.

Dans les marécages peu profonds, à végétation dense, on voit souvent un chemin tracé par les passages du poisson, conduisant à l'ouverture du nid, et qui peut permettre de le découvrir.

Le nombre d'œufs déposés varie et n'est pas connu à ce jour avec exactitude. Il semble toutefois assez considérable et certains auteurs ont parlé de plusieurs milliers. Il semble aussi que la ponte se fait en plusieurs dépôts ou que plusieurs femelles partagent le même nid. On peut trouver en effet, après l'éclosion, des groupes de larves de tailles différentes qui correspondent à des âges variant de quelques jours. Le mâle se tient le plus souvent dans le nid, entretenant un courant d'eau par des mouvements de la queue. Il y reste même un certain temps après l'éclosion des larves. Celles-ci sont de véritables têtards, rappelant ceux des Batraciens. Elles ont des branchies externes, des nageoires rudimentaires et sont munies d'un organe adhésif situé en avant, sur la face

ventrale. Elles subissent une véritable métamorphose, leurs branchies externes persistant parfois plus ou moins longtemps. Elles abandonnent le nid à l'âge d'un mois environ, ayant atteint une longueur de 30 à 35 mm ; à la fin de la saison humide, c'est-à-dire environ trois mois, elles ont 70 à 130 mm et sont capables de creuser dans la vase et de respirer l'air en nature ; ces conditions sont indispensables pour permettre d'affronter la saison sèche.

CHAPITRE II : METHODOLOGIE

II.1. Présentation des deux sites d'étude

II.1.1. Choix des zones d'étude

L'étude est menée au niveau du barrage n°3 de Ouagadougou et au niveau du barrage de Boura. Trois raisons ont motivé le choix de ces zones. Il s'agit d'abord des conditions climatiques différentes liées surtout à la pluviométrie. La zone de Boura est l'une des parties les plus arrosées du Burkina Faso contrairement à Ouagadougou. Ensuite, la seconde raison est la vocation de ces deux barrages. En effet 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. Enfin, ces deux sites sont aussi des zones de pêche. Ces différences entre ces deux milieux, nous renseigneront sur les conditions de vie de *Protopterus annectens*.

II.1.2. Présentation du barrage n°3 de Ouagadougou

Le barrage n°3 est situé dans la commune de Ouagadougou dans la province du Kadiogo au centre du Burkina Faso. Cette province est dans la zone soudano-sahélienne et se caractérise par un climat tropical possédant deux saisons principales:

- La saison pluvieuse qui dure de mai à octobre est marquée par les vents humides de la mousson. Les hauteurs d'eau sont rarement supérieures à 700 mm par an. Les mois d'août sont les plus pluvieux.
- La saison sèche, la plus longue, va d'octobre à mai et est dominée par les vents d'harmattan.

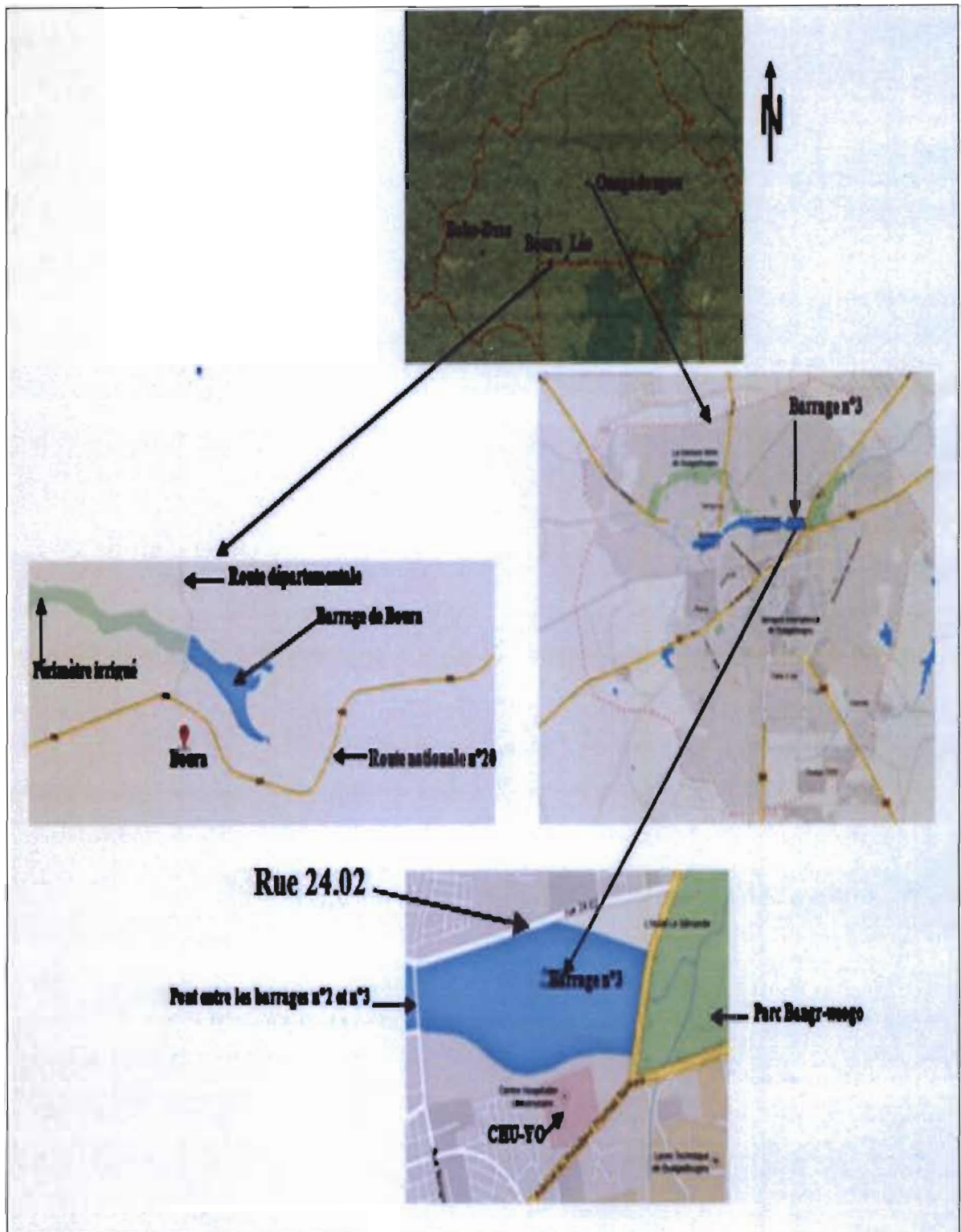
La pluviométrie très insuffisante est irrégulière d'une année à l'autre. Entre 1988 et 1997 (soit dix ans) seule l'année 1991 a connu une moyenne de pluie de 900 mm. Les autres années, ce niveau varie de 587 mm (1997) à 700 mm.

Les sols de cette province sont des sols essentiellement ferrugineux tropicaux, de type latéritico-argileux reposant sur une grande masse de granites fissurés. Ces sols sont généralement pauvres, fragiles par conséquent vulnérables à l'érosion (www.matd.gov.bf).

Le barrage n°3 de Ouagadougou est localisé dans l'arrondissement de Nongr-Maasom et coule d'Ouest en Est en rejoignant le Massili (fleuve traversant la ville de

Ouagadougou). A son côté Nord, nous avons la rue 24.02 qui mène à l'Hôtel Silmandé, au Sud, il y a les limites du Centre Hospitalier National Yalgado OUEDRAOGO (CHU-YO), à l'Est, c'est le grand pont de la rue Nongremasson et enfin à l'Ouest par la forêt classée Bangr-Weogo (carte n°1). Tout comme les barrages n°1 et 2, le barrage n°3 a été construit dans les années 1960. L'objectif est d'approvisionner les populations en eau potable. Avec une capacité cumulée de 14 960 000 m³ dont une capacité de 5,6 millions de m³ pour le barrage n°3, ces ouvrages contribuent, avec celui de Loumbila, à près de 30% de l'approvisionnement en eau potable (AEP) de la capitale. Outre leur vocation d'approvisionner la ville en eau, ces infrastructures hydrauliques, jointes à la forêt de Bangr-Weogo, constituent les poumons écologiques de la ville de Ouagadougou.

De nos jours, force est de constater que les pressions anthropiques, de plus en plus croissantes sur le barrage n°3, de même que les autres, conduisent à la détérioration de ces ouvrages hydrauliques et pose la question de la gestion durable des retenues d'eau et des infrastructures d'approvisionnement en eau potable. Aussi les terres fragilisées par le labour sont charriées directement dans le lit par les précipitations, cela participe fortement au phénomène d'ensablement. En plus les particules terreuses, les plus fines, sont responsables d'une très forte augmentation de la turbidité des eaux qui occasionnent une demande importante de coagulants, lors de la potabilisation des eaux. Aussi l'utilisation des pesticides et herbicides (souvent non homologués), l'usage à forte dose des engrais minéraux, l'épandage à large échelle de la fumure organique à la lisière des barrages pour le maraîchage rendent le traitement de l'eau difficile par l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA). Ces facteurs entraînent ainsi une baisse de la qualité de l'eau. Au plan sanitaire, la pollution de l'eau est nuisible à la santé des consommateurs. Au niveau environnemental, la pollution entraîne l'eutrophisation des eaux qui se manifeste, chaque année, par la prolifération dangereuse de la jacinthe d'eau sur l'ensemble des trois barrages. Il faut observer aussi que les animaux aquatiques qui subissent le joug de la pollution entraînent la mort de certains (poissons, crustacés...) et obligent certains comme le crocodile à changer parfois de biotope. De ce fait, il n'est pas rare de voir les crocodiles déambuler dans la forêt de Bangr-Weogo.



Carte n°1: Localisation du barrage n°3 de Ouagadougou et du barrage de Boura

II.1.3. Présentation du barrage de Boura

Le barrage de Boura est situé dans la province de la Sissili, région du Centre Ouest du Burkina Faso. Cette province est traversée par les isohyètes 700 mm au Nord et 1000 mm au Sud. Elle est située dans son ensemble dans un climat de type Soudano-Guinéen. Son climat est caractérisé par deux (2) saisons : une saison sèche de novembre à avril et une saison pluvieuse de mai à octobre.

Dans la province de la Sissili, les précipitations annuelles sont comprises entre 900 et 1400 mm. Généralement, la saison des pluies commence en début mai et se termine en fin septembre ou octobre selon les années. Mais, ces dernières années (depuis 2000), elles sont devenues irrégulières et concentrées sur trois (3) mois : juillet, août et septembre. Dans sa zone Nord, la pluviométrie moyenne est de 750 à 900 mm par an et dans sa zone Sud, elle est de 900 à plus de 1000 mm.

La majeure partie de cette province est couverte de sols ferrugineux tropicaux dont la texture est composée d'argile, de limon et de sable (www.matd.gov.bf).

Le barrage de Boura a été construit en 1983 par l'Office National des Barrages et de l'Irrigation (ONBI) sur l'affluent principal de la Kabarvaro qui se jette dans le Mouhoun. A l'époque, sa capacité à la cote du Plan d'Eau Normal (PEN) était de 4,2 millions de mètres cubes et le plan d'eau s'étendait sur une superficie d'environ 200 ha.

L'objectif de cette retenue d'eau était de répondre à un triple besoin : les besoins humains, pastoraux et agricoles. L'ensemble des besoins humains et pastoraux était évalués à 250 000 mètres cube à l'horizon 2000. Le reste de la quantité d'eau mobilisée auquel on soustrait l'évaporation et l'infiltration, est destiné à l'irrigation et devrait permettre de couvrir les besoins en eau d'un potentiel irrigable de 130 ha (Compaoré, 2011).

L'étude d'aménagement du périmètre situé à l'aval du barrage de Boura a été réalisée en plusieurs phases :

- une première phase par l'Office National des Barrages et de l'Irrigation en 1983 qui a abouti à l'aménagement en 1985 de 33,79 ha en aval soit 12,35 ha en rive droite et 21,44 ha en rive gauche irrigués par un système gravitaire constitué de canaux à ciel ouvert ;

- une seconde phase en 1993 par le bureau d'études BERA qui a proposé une extension du périmètre en aval de 28,8 ha dans le prolongement du réseau de canaux existants. Ce qui porte la superficie aménagée à 62,59 ha.

- en 2006, dans le cadre de l'intensification de la production agricole, une extension du périmètre de 15 ha en aval par le système de pompage a été réalisé. Les ouvrages de mobilisation de la ressource en eau sont des forages manuels. Ce qui porte à 77,6 ha la superficie totale des terres aménagées en aval.

Le réseau d'irrigation comprend des canaux primaires revêtus de forme trapézoïdale, des canaux secondaires et tertiaires en maçonnerie de parpaings. Le drainage des eaux résiduelles est assuré par des colatures secondaires et tertiaires. Une série d'ouvrages de contrôle, de protection et de prise assure une meilleure gestion de l'irrigation.

Le périmètre hydroagricole en amont débute à environ 400 m de la digue du barrage en rive droite. Elle s'étend sur une superficie totale nette de 20 ha. Le périmètre a une forme allongée dont les dimensions moyennes sont :

- longueur 900 m;

- largeur 250 m;

Le corps de la digue du barrage est protégé par du perré maçonné aussi bien à l'amont qu'à l'aval. La crête quant à elle est protégée par une couche latéritique.

Sur la digue et dans la partie sud avant le déversoir, l'érosion a bien entamé la crête et des trous d'une largeur pouvant atteindre un mètre peuvent être observés. Visiblement l'eau de pluie tombant sur la crête ruisselle vers ces trous à partir desquels elle descend par le talus amont. L'énergie cinétique qu'elle acquiert dans cette descente contribue à destabiliser le perré sec. Des arbres et arbustes ont poussé à de nombreux endroits au niveau des canaux d'irrigations dans le périmètre rizicole et maraîcher à l'aval de la retenue d'eau. Certains d'entre eux ont même poussé contre les bords supérieurs des dalles de revêtement des canaux.

La stabilité des canaux se trouve ainsi menacée par les racines des arbustes en pleine croissance. L'entretien consiste la plupart du temps à élaguer les arbres et arbustes sans toucher à leurs racines. Cela n'empêche pas ces dernières de grossir et de provoquer des fissures dans le béton de revêtement des canaux. Par ailleurs, les bords

des canaux secondaires en rive droite sont apparemment mal entretenus et très enherbés.

Le canal principal en rive gauche connaît quelques problèmes de fonctionnement. En effet, il déborde sur un long tronçon. Selon les riziculteurs, il faut le remplir au maximum pour espérer avoir suffisamment d'eau pour les parcelles en bout de réseau. Cela provoque le débordement du canal en de nombreux endroits.

II.2. Matériel

II.2.1. Les outils de collecte

Les outils de collectes de données sont constitués :

- un ichtyo mètre pour la mensuration des individus ;
- d'un peson pour déterminer le poids du poisson ;
- un appareil photo numérique de marque Canon ixus 210 14 méga pixels pour la prise des photos ;
- un calepin pour enregistrer les données ;
- des pioches pour déterrer les dipneustes hibernants ;
- des seaux pour mettre les poissons capturés ;
- des bottes pour marcher dans les eaux moins profondes
- de l'alcool pour conserver les dipneustes
- un crayon
- des étiquettes

II.2.2. Le matériel de laboratoire

Le matériel de laboratoire comprend :

- une trousse à dissection
- des lames de montage
- une microfiche mini-cat III
- un microprojecteur ken-a-vision
- un microscope binoculaire

II.2.3. Le traitement des données

Les données collectées sont saisies avant d'être traitées avec le tableur Excel. Quatre logiciels différents ont été utilisés pour les analyses statistique et biométrique. Il s'agit du logiciel PAST (Hammer et al, 2001) qui a permis de calculer la relation rayon de l'écaille-longueur du poisson. La relation taille-poids a été obtenue grâce au logiciel XL STAT-Pro 7.5. Ensuite le logiciel FISAT II version 1.2.2 (FAO and ICLARM Stocks Assessment Tools) a été utilisé pour l'analyse des paramètres biologiques des populations étudiées tandis que le logiciel sigmaStat 3.5 a été utilisé pour les tests de Student et le test de Mann-Whitney.

L'évaluation de l'âge et de la croissance de *Protopterus annectens* a pour but de renseigner sur la qualité écologique de leur milieu de vie et si possible quelle stratégie adopter pour mieux améliorer ces milieux en vue d'une meilleure exploitation de la ressource. Ces paramètres sont des valeurs numériques d'une équation par laquelle on peut prédire la taille corporelle de l'espèce *Protopterus annectens* lorsque celle-ci atteint un certain âge.

A ce niveau nous avons utilisé l'équation de croissance de Von Bertalanffy

$(L(t)=L_{\infty} \times [1-\exp(-k \times (t-t_0))])$ qui envisage la longueur corporelle en fonction de l'âge et l'équation $Wt=aLt^b$ (Le Cren, 1951) qui envisage le poids en fonction de la longueur du poisson.

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

Wt : poids total à l'instant t

a : Ordonnée à l'origine qui dépend de la densité de l'individu et de ses proportions

b : Coefficient d'allométrie

La constante b est déduite de la droite de régression linéaire et varie entre 2,5 et 3,5 mais il est souvent proche de 3 (Pauly et Moreau, 1997). La corrélation linéaire entre ces deux variables (poids et longueur) est exprimée par un coefficient (r^2).

L'âge maximal par site est déterminé par la relation suivante: **âge max = $t_0 + 2,996 /$**

K et aussi le **facteur de Fulton f (1911)** a été calculé au niveau de chaque barrage.

$$f = P/L^3$$

f : facteur de Fulton ; P : poids (g) ; L : longueur (cm)

Cette relation implique que plus ce facteur est élevé, plus le poisson est gros et il se trouve ainsi dans de meilleures conditions environnementales.

II.2.5. L'échantillonnage et la collecte des données

II.2.5.1. L'échantillonnage

L'échantillonnage choisit est de type aléatoire simple car tous les *Protopterus annectens* auront la même chance d'être dans l'échantillon. Cette méthode est plus pratique et donne des résultats précis. La taille de l'échantillon est d'un effectif minimum de 30 *Protopterus annectens* par site.

II.2.5.2. La collecte des données

La collecte des données biologiques (longueur totale, poids et écailles) pour l'étude de l'âge et de la croissance de *Protopterus annectens* est basée sur des sorties sur les deux sites à savoir le barrage n°3 de Ouagadougou et le barrage de Boura entre mai et juin 2014. Tous les individus du site du barrage n°3 de Ouagadougou ont été déterrés, donc ils étaient en hibernation. Par contre ceux du barrage de Boura ont été pêchés à la ligne.

L'effectif comporte 70 *Protopterus annectens* dont 31 *Protopterus annectens* venant du barrage n°3 de Ouagadougou et 39 *Protopterus annectens* du barrage de Boura. La longueur totale et le poids de chaque poisson ont été mesurés.

Ensuite les écailles ont été prélevées en trois zones du corps :

- a) sous l'aplomb de la nageoire dorsale ;
- b) vers le milieu du corps ;
- c) au niveau de la caudale sur le pédoncule.

Chaque échantillon d'écailles (6 à 8 écailles) a été conservé dans une enveloppe fabriquée avec du papier imprimante. Tout cela a été acheminé ensuite au laboratoire de recherche et de formation en pêche et faune de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso pour des observations.

La détermination de l'âge de *P. annectens* dans les deux barrages s'est faite en utilisant la scalimétrie. Ce choix s'explique par la grande facilité de prélèvement et de préparation des écailles mais aussi de leur relative facilité de lecture. Le principe de la scalimétrie est basé sur la lecture des marques qui se forment sur les écailles. Le nombre d'annuli (anneaux observables sur les écailles) correspond directement à l'âge du poisson.

L'écaille présente par ailleurs l'avantage de conserver les poissons vivants car après prélèvement des écailles ils peuvent être relâchés. Les écailles sont prélevées sur les 70 poissons au total. Un tri a permis d'éliminer les écailles dégénérées et ou illisibles. Pour chaque poisson les 6 à 8 meilleures écailles sont trempées dans une solution d'eau distillée, puis nettoyées et séchées. Les 4 à 6 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 pour le cas de Mugilidés (Sarr, 2012). Au regard de cela, les écailles dorsales ont donc été montées entre les lames pour observation.

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



Photo 1: Microprojecteur ken-a-vision

De plus, lors de l'établissement des clefs âge-longueur les écailles ont été lues deux fois par deux personnes différentes. Ainsi parmi les écailles montées, celles qui ont fait l'objet d'un désaccord constant entre les lectures ont été éliminées.

La modélisation de la croissance est 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 (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) : $L_n = (r_n/R) * (L_{\infty} - L_0) + L_0$

L_n = Longueur du poisson à l'âge considéré ; L_{∞} = Longueur du poisson à la capture
 r_n = rayon de l'écaille considérée à l'âge n ; R = rayon total de l'écaille au moment de sa capture et L_0 = Longueur théorique à laquelle le poisson aurait formé son écaille.

Les mesures du rayon de l'écaille R et les rayons r_1 , r_2 et r_3 correspondant aux anneaux d'arrêt de croissance ont été effectuées à l'aide d'une microfiche de marque **MINI-CAT III4** (Photo 3). A ce niveau, nous avons mesuré le segment de droite entre le

nucléus et l'extrémité antéro-médiane de l'écaille pour déterminer les rayons r_1 , r_2 et r_3 .

Le test de Mann-Whitney a été utilisé pour comparer la longueur moyenne des classes d'âge dans les deux barrages. En effet ce test permet de montrer si les variables de deux échantillons suivent la même loi de probabilité (Zar et J.H., 1996).

Le test de Student (t-test) a été utilisé pour comparer les longueurs moyennes des classes d'âge un an et plus (I^+) et deux ans et plus (II^+) de *P. annectens* obtenues par scalimétrie et par retrocalcul. En effet le principe de ce test est le suivant : On veut déterminer si la valeur d'espérance μ d'une population de distribution normale et d'un écart type σ non connu est égale à une valeur déterminée μ_0 . Pour ce faire, on tire de cette population un échantillon de taille n dont on calcule la moyenne \bar{x} et l'écart-type empirique s . Selon l'hypothèse nulle, la distribution d'échantillonnage de cette moyenne se distribue elle aussi normalement avec un écart type $\frac{s}{\sqrt{n}}$. La variable $\frac{\bar{x}-\mu_0}{s/\sqrt{n}}$, suit une loi student avec $n-1$ degrés de liberté (Jarque et al., 1987).



Photo 2: Microfiche ayant servi à mesurer le rayon des écailles de *Protopterus annectens*

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. Résultats

III.1.1. Description des conditions écologiques de *P. annectens* au moment de la capture

Les *P. annectens* capturés au barrage de Boura et au barrage n°3 de Ouagadougou n'étaient pas dans les mêmes conditions écologiques. En effet *P. annectens* était enkystés au moment de sa capture au barrage n°3 de Ouagadougou (figure 4).



Figure 4: *Protopterus annectens* enkysté dans le barrage n°3 de Ouagadougou

Ainsi en le cherchant sur ce site, plusieurs trous peuvent apparaître très proches les uns des autres (figure 5) avec une terre de couleur grisâtre.



Figure 5: Trous de *Protopterus annectens* dans le barrage n°3 de Ouagadougou

Une fois déterré, on observe un trou d'enkystement de couleur brune ou brun rougeâtre contenant une partie du cocon (figure 6) et un poisson enveloppé dans le reste de son cocon protecteur (figure 7).



Figure 6: Trou d'enkystement de *Protopterus annectens* dans le barrage n°3 de Ouagadougou



Figure 7: Jeune *Protopterus annectens* enveloppé dans son cocon dans le barrage n°3 de Ouagadougou

Pour ce qui est du barrage de Boura, au moment de la capture, les *P. annectens* menaient une vie normale c'est-à-dire qu'ils vivaient dans l'eau et certains avaient pondu des centaines d'œufs dans leur nid (figure 8).



Figure 8: Œufs de *Protopterus annectens* récoltés dans le barrage de Boura

III.1.2. Description de l'écaille de *Protopterus annectens*

Tous les *P. annectens* capturés dans les deux barrages possèdent de très petites écailles incluses dans la peau. A vue d'œil, on penserait qu'ils n'en possèdent pas. Les écailles (6 à 8) de chaque poisson ont été montées entre deux lames (figure 9) et observées à la loupe binoculaire au laboratoire de recherche et de formation en pêche et faune de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso au Burkina-Faso. Cette observation a permis d'obtenir les différentes caractéristiques de ces écailles (figure 10 et 11).

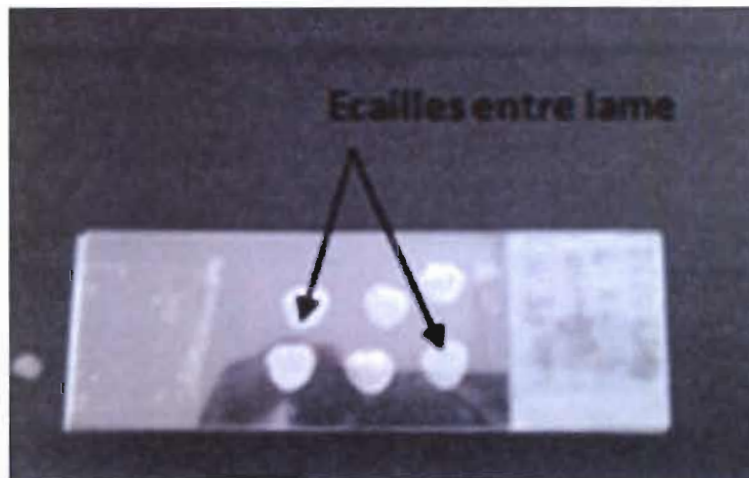


Figure 9: Écailles de *Protopterus annectens* montées entre deux lames

En effet ces écailles sont de forme cycloïde. 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 (Figure 10 et 11).

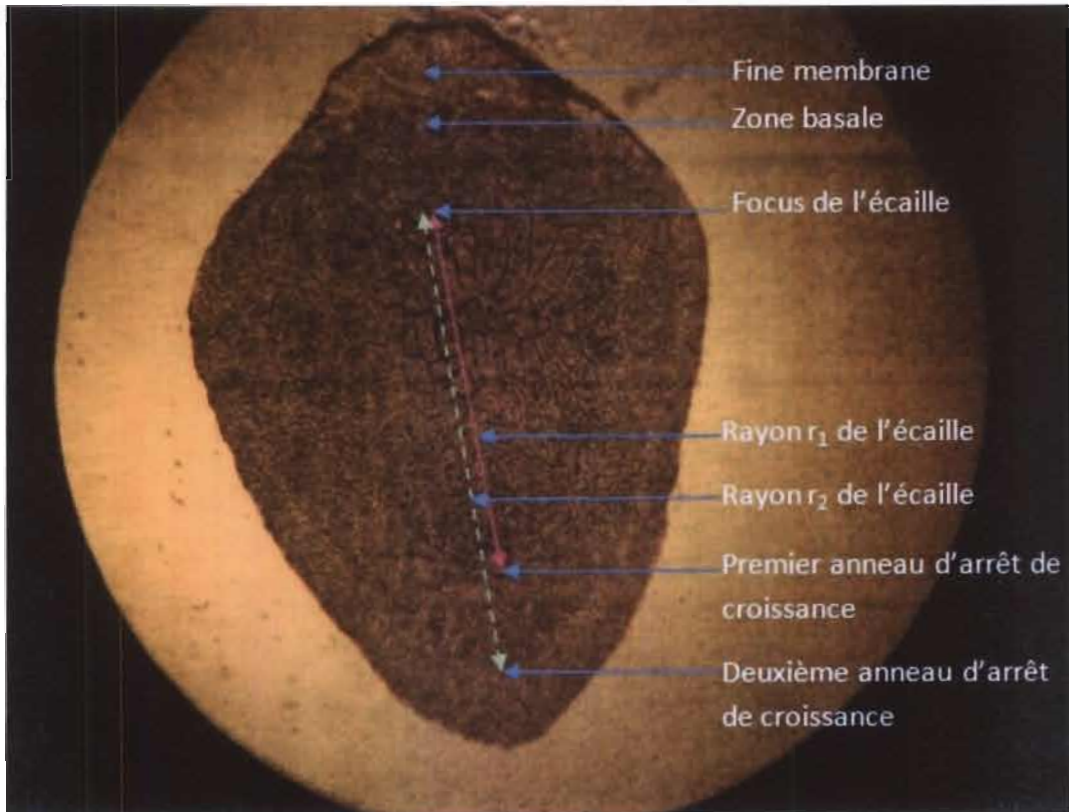


Figure 10: Ecaille de *Protopterus annectens* observée à la loupe binoculaire, provenant du barrage n°3 de Ouagadougou

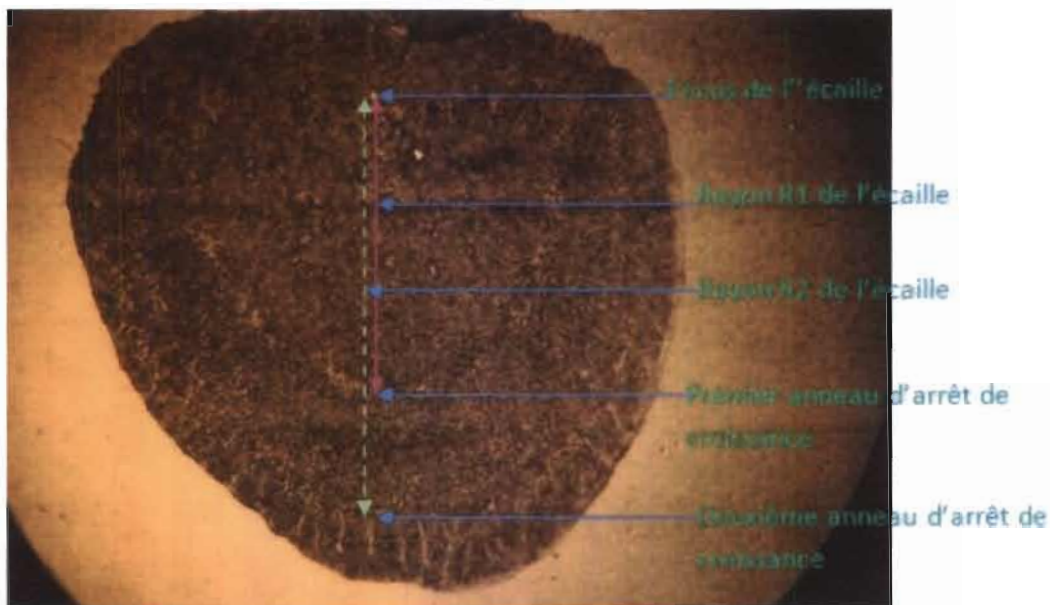


Figure 11: Ecaille de *Protopterus annectens* observée à la loupe binoculaire, provenant du barrage de Boura

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 nettes que ceux des écailles de *P. annectens* du barrage de Boura.

III.1.3. Détermination de l'âge de *Protopterus annectens* par scalimétrie

La figure 11 ci-dessous indique la distribution de *Protopterus annectens* par classe d'âge en fonction des effectifs dans les deux sites grâce à la lecture des écailles par scalimétrie. Les notations I⁺, II⁺ et III⁺ représentent respectivement des classes d'âge de 1 an et plus, deux ans et plus, trois ans et plus.

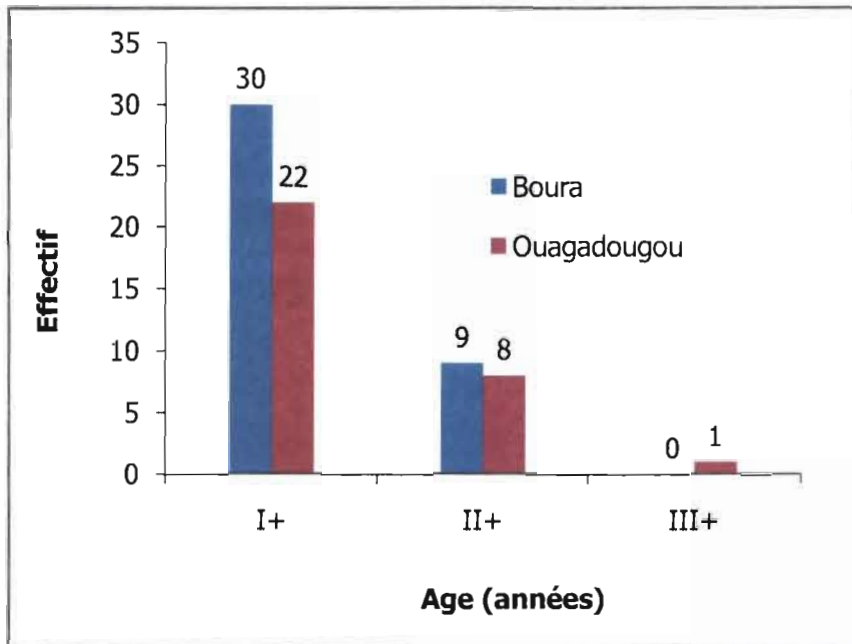


Figure 12: Distribution de *Protopterus annectens* par classe d'âge dans les deux sites

Les tableaux 2 et 3 donnent la composition des classes d'âges décrites lors de la lecture des écailles tout en donnant la longueur totale, les longueurs moyennes et les effectifs par classe.

Tableau 2: Âge de *Protopterus annectens* dans le barrage n°3 de Ouagadougou selon la longueur totale (cm) par la méthode directe ou scalimétrie

Age	I ⁺	II ⁺	III ⁺
Longueur totale Lt (cm)	27 à 36	37 à 43,5	44 et plus
Moyenne (cm)	31,5545	39,625	53
Effectif	22	8	1

Tableau 3: Âge de *Protopterus annectens* dans le barrage de Boura selon la longueur totale (cm) par la méthode directe ou scalimétrie

Age	I ⁺	II ⁺	III ⁺
Longueur totale Lt (cm)	26 à 44	45 à 55	Néant
Moyenne (cm)	36,4333	50	Néant
Effectif	30	9	Néant

Notre échantillon ne contient pas de poissons de classe d'âge III⁺ provenant du barrage de Boura.

La comparaison de la longueur moyenne des poissons de la classe d'âge I⁺ par le test de Mann-Whitney dans les deux sites indiquent qu'il ya une différence significative ($P = 0,001 < 0,05$). De plus, la comparaison de la longueur moyenne des poissons de la classe d'âge II⁺ des deux sites indique également une différence significative ($P = 0,0006 < 0,05$).

La relation entre le rayon de l'écaille et la taille du poisson est du type linéaire $R = a + bX$. Les figures 12 et 13 traduisent cette relation empirique entre la longueur totale de l'écaille (R) et celle du poisson (Lt).

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 $R = 0,043449 Lt - 1,979$ 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, $R = 0,035291 Lt - 0,88597$ 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 $R = 0$. 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.

Site : barrage n°3 de Ouagadougou

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

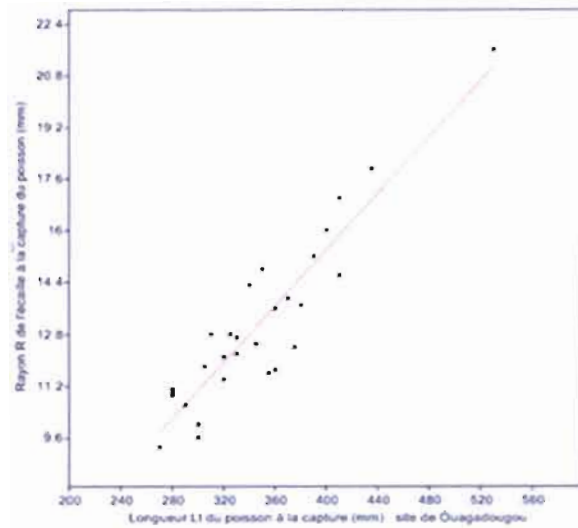


Figure 13: Relation entre le rayon (longueur) total (mm) de l'écaille de *Protopterus annectens* et celle de la longueur totale du poisson au niveau du barrage n°3 de Ouagadougou

Site : barrage de Boura

$$R = 0,03529L_t - 0,88597 \text{ avec } r = 0,84967$$

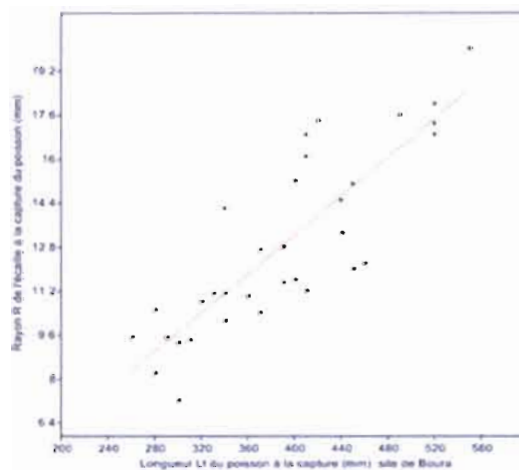


Figure 14: Relation entre le rayon (longueur) total (mm) de l'écaille de *Protopterus annectens* et celle de la longueur totale du poisson (mm) au niveau du barrage de Boura

III.1.4. Etude de la croissance de *Protopterus annectens*

III.1.4.1. Etude de la croissance en longueur de *Protopterus annectens*

Les tableaux 4 et 5 donnent les résultats du retrocalcul des tailles du poisson à l'apparition de chaque anneau d'arrêt de croissance.

Tableau 4: Valeurs moyennes des tailles L_t rétro calculés (à partir de la relation de Lee, 1920) à la formation des divers anneaux (mm) pour *Protopterus annectens* dans le barrage n°3 de Ouagadougou

Âge (année)	N	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 5: Valeurs moyennes des tailles L_{tn} rétro calculés (à partir de la relation de Lee, 1920) à la formation des divers anneaux (mm) pour *Protopterus annectens* dans le barrage de Boura

Âge (année)	N	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	-

Les tableaux 6 et 7 donnent les longueurs moyennes par classe d'âge de *P. annectens* obtenue par la scalimétrie et par retrocalcul dans les deux barrages.

Tableau 6: Longueurs moyennes par classe d'âge de *P. annectens* obtenues par scalimétrie dans les deux barrages

Site \ Âge(an)	I ⁺	II ⁺	III ⁺
Barrage n°3 de Ouagadougou	31,5545 cm	39,625 cm	53 cm
Barrage de Boura	36,4333 cm	50 cm	-

Tableau 7: Longueurs moyennes par classe d'âge de *P. annectens* obtenues par retrocalcul dans les deux barrages

Site \ Âge (an)	I ⁺	II ⁺	III ⁺
Barrage n°3 de Ouagadougou	22,9835 cm	33,0168 cm	46,9443 cm
Barrage de Boura	23,295 cm	38,78 cm	-

L'utilisation du t-test pour la comparaison de la longueur moyenne des classes d'âge I⁺ et II⁺ de *P. annectens* obtenue par scalimétrie directe entre les deux sites indique une différence significative. La probabilité P pour que ces deux échantillons soient les mêmes est $P = 0,0001 < 0,05$. De plus, en comparant également la longueur moyenne des deux classes I⁺ et II⁺ de l'espèce, obtenue par retrocalcul indique aussi une différence significative. La probabilité P pour que ces deux échantillons soient identiques est $P = 0,0001 < 0,05$.

III.1.4.2 Etude de la croissance pondérale de *Protopterus annectens*

Les équations de la relation taille-poids ont été établies à partir de notre échantillon de poissons non éviscérés dans les deux sites (figures 15 et 16).

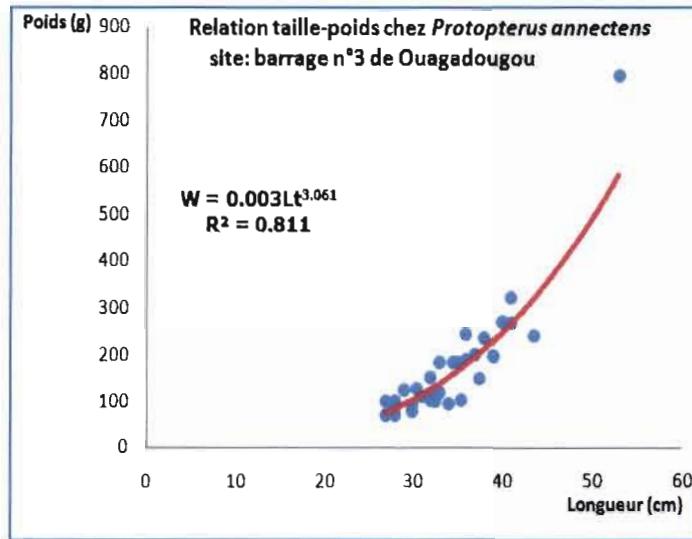


Figure 15: Evolution du poids de *Protopterus annectens* dans le barrage n°3 de Ouagadougou en fonction de la taille (cm)

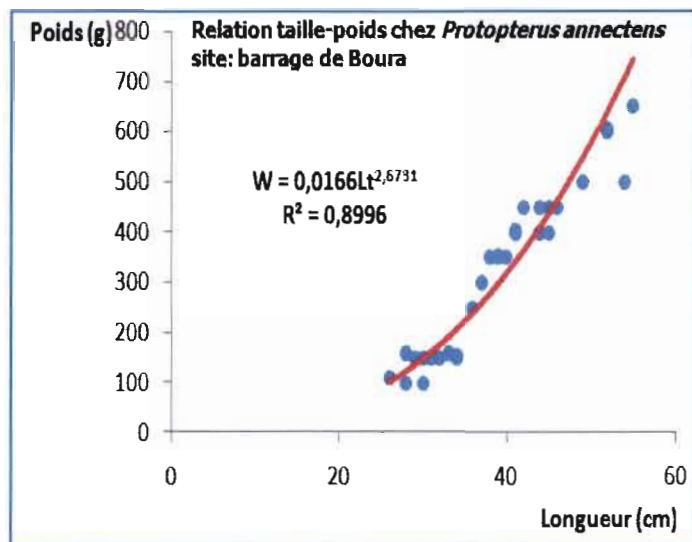


Figure 16: Evolution du poids de *Protopterus annectens* dans le barrage de Boura en fonction de la taille (cm)

Cette relation taille-poids a permis de déterminer les valeurs de « a et de b ». 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 2,673.

III.1.5. 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

Le choix de déterminer ces paramètres au niveau du 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.

La courbe de capture fondée sur la longueur avec les points de données extrapolées pour *P. annectens* est représentée par la figure 17.

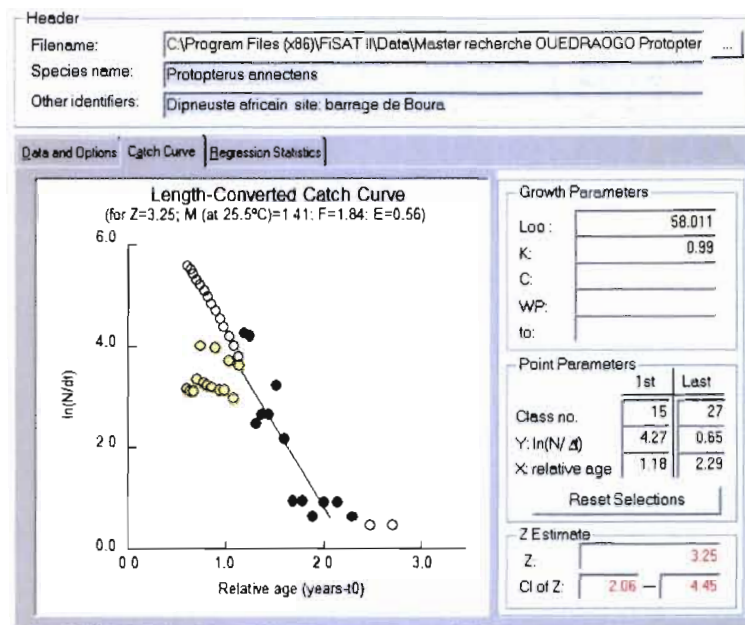


Figure 17: Estimation de la mortalité de *Protopterus annectens* selon la courbe de capture des longueurs converties (Z= mortalité, M= mortalité naturelle, F= mortalité par pêche, E= taux d'exploitation)

La mortalité naturelle M est calculée à partir de la formule de Pauly pour T= 25,5 °C (température moyenne annuelle de l'eau du barrage de Boura). Les points noirs sur la figure 15 sont utilisés pour l'évaluation de la mortalité totale. La mortalité totale est $Z = 3,25 \text{ an}^{-1}$.

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 et T représentent respectivement le coefficient de croissance et la température moyenne annuelle de l'eau. Ainsi, pour une température moyenne de l'eau du barrage de Boura $T = 25,5^{\circ}\text{C}$, la mortalité naturelle est $M = 1,41 \text{ an}^{-1}$.

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

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

Le taux d'exploitation (E) est défini par Pauly (1985) comme étant la quantité :
 $E = F / (F + M) = F / Z$. 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). 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). Dans le barrage de Boura, la valeur du taux d'exploitation de *P. annectens* obtenue est $E = 0,56 \text{ an}^{-1}$.

III.1.6. 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 (figure 18 et 19).

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 $t_0 = t + \frac{\ln(1 - \frac{L(t)}{L_\infty})}{K}$

Soit $L(1)$: la taille moyenne du premier mode au premier groupe d'âge, cela entraîne

que $t_0 = 1 + \frac{\ln(1 - \frac{L(1)}{L_\infty})}{K}$

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 :

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

Ainsi les valeurs des différents paramètres sont : $L_{\infty} = 71,620$ cm, $K = 0,42 \text{ an}^{-1}$ et $t_0 = -0,12$ ans pour le barrage n°3 de Ouagadougou et $L_{\infty} = 58,011$ cm, $K = 0,99 \text{ an}^{-1}$ et $t_0 = -0,001$ 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 qu'à Ouagadougou.

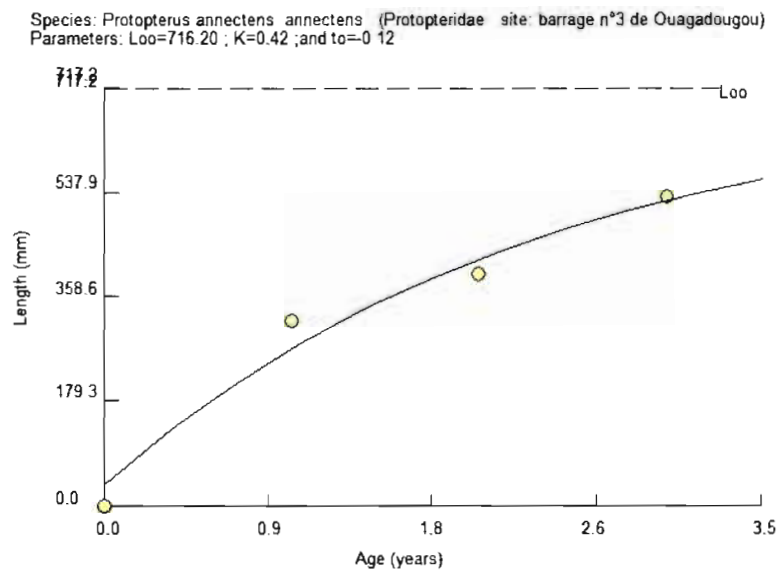


Figure 18: Elaboration de la courbe de croissance linéaire de *Protopterus annectens* dans le barrage n°3 de Ouagadougou basé sur les paramètres de croissance calculés dans le programme Fisat II selon l'équation de Von Bertalanffy

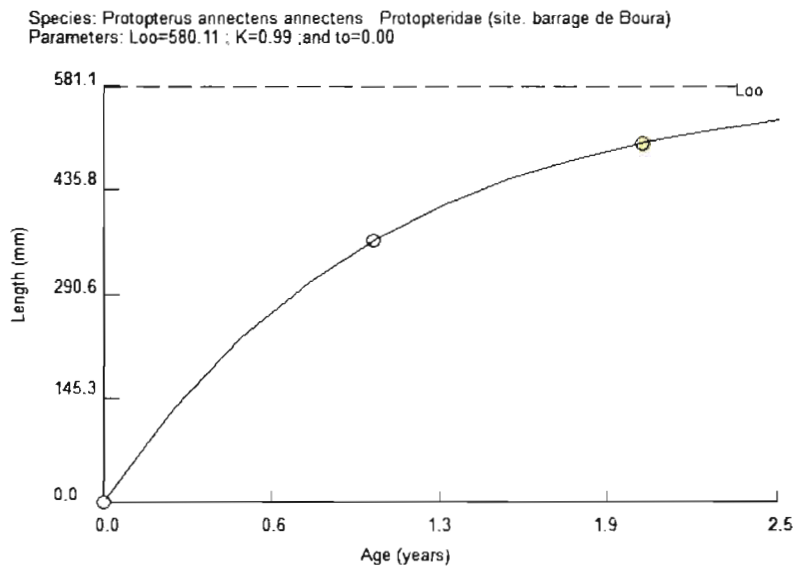


Figure 19: Elaboration de la courbe de croissance linéaire de *Protopterus annectens* dans le barrage de Boura basée sur les paramètres de croissance calculés dans le programme Fisat II selon l'équation de Von Bertalanffy

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

III.2. Discussions

III.2.1. Description des conditions écologiques de *P. annectens* au moment de la capture

L'enkystement de *P. annectens* au barrage n°3 de Ouagadougou traduit des conditions écologiques très rudes contrairement au barrage de Boura où il mène une vie aquatique. En effet cet enkystement a permis aux poissons de se protéger de la dessiccation liée à la sécheresse avant l'arrivée des premières pluies.

III.2.2. Description de l'écaille de *Protopterus annectens*

Les écailles de *P. annectens*, ont des cernes de croissance facilement identifiables (Figures 10 et 11) surtout à cause de la capacité d'hibernation de l'espèce en période d'étiage. Pourtant selon Fagade (1974), les études de sclérochronologie sur les poissons tropicaux sont plus délicates, car en milieu tropical, les variations saisonnières de facteurs comme la température ou la photopériode sont trop faibles pour engendrer des stries de croissance nettes. La sclérochronologie est l'interprétation des marques de croissance sur les pièces minéralisées. Cette technique est très utilisée pour déduire l'âge des poissons. De plus selon Meunier et al. (1994), dans les zones tempérées, les variations saisonnières annuelles des facteurs du milieu extérieur contrôlant la croissance (température, photopériode, abondance de nourriture) sont relayées au niveau de l'organisme par divers processus physiologiques comme la fonction de nutrition (abondance ou rareté de la nourriture), la ponte ou encore les sécrétions hormonales. Ces variations synchronisent alors la croissance des poissons.

Pour le *Protopterus annectens*, la période d'arrêt de croissance est plus marquée lorsqu'il hiberne. C'est le cas des poissons qui ont été déterrés au niveau du barrage n°3 de Ouagadougou (Figure 10) mais cet arrêt de croissance est moins marqué lorsque le poisson vit dans l'eau malgré l'étiage. C'est le cas des poissons capturés au barrage de Boura (Figure 11). L'arrêt de croissance peut aussi se produire lorsque l'eau est polluée ou qu'elle est de mauvaise qualité (Baijot et al., Kabré, 1994). Les marques annuelles sont ainsi formées par l'alternance des bandes de stries de croissance largement espacées ou resserrées. La croissance reprend avec l'apparition d'un nouvel annulus sur le bord de l'écaille dès l'arrivée des pluies créant de meilleures conditions de vie c'est-à-dire changements des paramètres physico-chimiques de l'eau. Ces annuli permettent ainsi de déterminer l'âge de ce poisson.

III.2.3. Détermination de l'âge de *Protopterus annectens* par scalimétrie

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. Il s'agit de I⁺, de II⁺ et de III⁺ représentant respectivement des poissons âgés de 1 an et plus, deux ans et plus, et enfin trois ans et plus. Au barrage de Boura,

deux groupes se dégagent. Il s'agit de I⁺ et de II⁺. Ces deux sites présentent donc des classes d'âges différents.

III.2.4. Etude de la croissance de *Protopterus annectens*

III.2.4.1. Etude de la croissance en longueur de *Protopterus annectens*

Les résultats des tableaux 2 et 3 indiquent qu'à I⁺, II⁺ et III⁺, *P. annectens* a une longueur moyenne respective de 315,454 mm ; 396,25 mm et 530 mm dans le barrage n°3 de Ouagadougou. Au barrage de Boura, elle est de 364,333 mm à I⁺ et 500 mm 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 respectivement des probabilités $P=0,001 < 0,05$ et $P=0,0006 < 0,05$. 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. 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 s'expliquerait par la pêche intensive sur ce site. En effet, le barrage de Boura contribue à la production nationale de produits halieutiques au taux de 0,4 % (www.insd.bf).

Au barrage n°3 de Ouagadougou, le coefficient de corrélation r de la relation taille totale de l'écaïlle et longueur totale du poisson est de 0,92299 et de 0,84967 au barrage de Boura. Ces deux valeurs de r indiquent qu'il y a une dépendance entre la taille de l'écaïlle et la croissance en longueur de *P. annectens* mais cette dépendance est plus élevée au barrage n°3 de Ouagadougou qu'au barrage de Boura. Par conséquent, la taille de l'écaïlle de *P. annectens* est proportionnelle à la longueur totale du poisson à la capture dans les deux sites.

Au barrage de Boura, L_0 obtenue est de 2,5104 cm et de 4,5547 cm au barrage n°3 de Ouagadougou. Ces deux valeurs de L_0 indiquent qu'à Boura, les premières écaïlles de *P. annectens* apparaissent plus rapidement qu'au barrage n°3 de Ouagadougou.

Il existe donc une différence entre les longueurs moyennes des classes d'âge I⁺ et II⁺ obtenues par site et par méthode de calcul chez *P. annectens* mais la croissance est

meilleure au barrage de Boura. L'hibernation a donc entraîné un arrêt de croissance chez *P. annectens* au barrage n°3 de Ouagadougou.

III.2.4.2 Etude de la croissance en pondérale de *Protopterus annectens*

La relation taille-poids chez *P. annectens* a permis de déterminer les paramètres « a et b » de cette relation. La valeur de « b » est de 3,061 au barrage n°3 de Ouagadougou et de 2,673 au barrage de Boura. Ces deux valeurs de b sont concordantes avec celle habituellement rapportée dans la littérature et qui situait cette valeur de b entre 2,5 et 3,5 (Pauly et Moreau, 1997). L'examen de cette valeur de b fait distinguer chez *P. annectens* étudié dans les deux sites deux types de croissance. En effet chez un poisson idéal qui maintient en parfaite égalité les dimensions du corps et la longueur, la valeur isométrique de « b » est de 3. Cela est observé dans notre étude chez *P. annectens* dans le barrage n°3 de Ouagadougou où $b=3,061 \sim 3$. Pour une valeur de b inférieure à 3, cas de *P. annectens* au barrage de Boura, cela indique que le poisson devient plus mince au cours de sa croissance en longueur. Il s'agit donc d'une allométrie négative où le développement du corps (croissance pondérale) est moins rapide que celui de la longueur.

Coulibaly (2008) a obtenu pour la même espèce une valeur de $b= 2,95$ avec une longueur maximale observée de 99,3cm dans la rivière Sourou (Burkina Faso). Il conclut donc que *P. annectens* a une croissance isométrique sur ce site. Ce résultat corrobore avec celui du barrage n°3 de Ouagadougou. Par conséquent le barrage n°3 de Ouagadougou possède donc des potentialités pour qu'il ait des poissons de 99,3 cm voire plus comme dans la rivière Sourou.

La différence entre la valeur de « b » dans les deux barrages s'expliquerait donc par le fait qu'au barrage de Boura, *P. annectens* serait sous l'effet de la pêche intensive. La pêche intensive empêcherait donc le poisson d'avoir un embonpoint au barrage de Boura.

III.2.5. 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 par pêche (F) et la mortalité naturelle (M) contribuent à la mortalité totale (Z). En plus les facteurs de la croissance et les paramètres de la mortalité sont antagonistes. 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.

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), donc il y a une 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.

III.2.6. Autres paramètres (coefficient de croissance, longueur maximale, âge maximal et facteur de Fulton)

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.

Le facteur de Fulton f est plus élevé au barrage de Boura qu'au barrage n°3 de Ouagadougou, donc *P. annectens* est dans de meilleures conditions environnementales dans ce site qu'au barrage n°3 de Ouagadougou. Par conséquent la pêche intensive serait donc l'un des facteurs responsables du manque de poisson de grande proportion (taille et poids) et d'âge supérieur ou égal à III⁺ dans notre échantillon du barrage de Boura.

Conclusion et recommandations

Les anneaux de croissance existent sur les écailles de *Protopterus annectens* qui sont de type cycloïdes et ils sont facilement interprétables à l'aide d'un micro-projecteur. La scalimétrie donne de bons résultats pour la détermination de l'âge des Protoptéridés. L'estimation de l'âge à l'aide des anneaux d'arrêt de croissance par la scalimétrie a permis de distinguer trois groupes d'âge pour l'ensemble des individus récoltés dans le barrage n°3 de Ouagadougou et deux groupes d'âge dans le barrage de Boura. Les différents groupes d'âge sont représentés par I⁺, II⁺ et III⁺. L'étude de l'âge et de la croissance de *Protopterus annectens* dans le barrage n°3 de Ouagadougou et dans le barrage de Boura a montré qu'entre mars et mai (période d'étiage), ce poisson traverse une période difficile marquée à Ouagadougou par une hibernation et un ralentissement de leurs activités à Boura avec la baisse du niveau des eaux dans le périmètre irrigué. Au regard des résultats, les poissons du site de Boura sont dans de meilleures conditions contrairement à ceux du site de Ouagadougou mais le site de Boura est sous l'effet d'une pêche intensive.

Selon nos résultats l'hypothèse d'une croissance continue chez *Protopterus annectens* dans le barrage n°3 de Ouagadougou et dans le barrage de Boura se trouve désormais nuancée, puisque nous avons pu lire des marques de croissance sur les écailles analysées. De plus, l'hibernation ralentit la croissance de cette espèce. Il serait intéressant de poursuivre et de finaliser cette étude par la collecte d'informations sur un plus grand nombre de sujets et si possible sur l'ensemble du territoire, et d'étendre

l'étude à d'autres groupes de poissons d'intérêt économique qui sont aussi très pêchés dans le milieu. La connaissance de l'impact des prélèvements halieutiques sur les classes d'âge pourrait permettre la définition d'une politique de gestion rationnelle de ces ressources.

Il serait souhaitable que tous les acteurs de la société participent de manière inclusive à la protection de la biodiversité. Ainsi :

- Les autorités doivent prendre des décisions permettant une meilleure gestion des plans d'eau en associant les acteurs de la filière
- Les populations doivent être sensibilisées en matière de protection de l'environnement
- Les pêcheurs doivent être outillés pour mieux gérer les ressources halieutiques

Au regard des résultats de l'étude de l'âge et de la croissance de *Protopterus annectens*, une étude comparative de cette espèce comme référence avec d'autres espèces pourrait permettre de déterminer l'âge de ces espèces à écailles.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

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 J.P., Tegner M.J., 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., F D'Aubenton, Plessis Y., 1956. Etude de l'enkystement de *Protopterus annectens* (Owen, 1839). *Bulletin de l'institut français d'Afrique noire*, 18, sér. A, n°3.

Compaoré P., 2011. Participation des populations au diagnostic agraire : Cas du petit barrage de Boura au Burkina Faso. Mémoire de master en ingénierie de l'eau et de l'environnement option : eaux agricoles, Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement à Ouagadougou, Burkina Faso, 15-20.

Daffala, A. A., Elias, E. E., Amin, M.A., 1985. The lungfish, *Protopterus annectens* (Owen) a bio – control agent against *Schistosoma* vector snail. *Journal of Tropical Medicine and Hygiene* **88**, 131 – 134

Coulibaly N.D., 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

Chopard L., 1957. Un poisson qui peut vivre sans eau. Le protoptère. *Nature, Pur-is*, 3261: 30-34.

Gulland J.A., Holt S.J., 1966. Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. *J. Cons. CHEMM*, 25(1): 47-49

Hammer, øyvind, Harper, David, Ryan 2001. Past: Paleontological Statistics Spftware Package for Education and Data Analysis. *Paleontologia Electronica*, vol. 4, issue 1, art. 4: 9pp., 187kb.

Jarque, C. M., Bera, A. K., 1987. A test for normality of observations and regression residuals. *International Statistical Review* 55:163–172.

Johnels A.G., Svensson G.S.O., 1954 On the biology of *Protopterus annectens* (Owen). *Ark. 2001*.

Pauly D., Moreau J., 1997. Méthodes pour l’Evaluation 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 ración géographique des Protopteridae de l’Afrique centrale. *Aiznls Sr~r khol l? 7~*, (7) 131-164. *Mus. r-. Afi.. cent.*, 103 : 1-50, 6 pl

Sarr S.M, Kabré J-A.T., Diadhiou 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, October

Sarr S.M., 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.

Zar, J.H., 1996. Biostatistical analysis. 3rd ed. Prentice Hall. 662p

REFERENCES WEBOGRAPHIQUES

- <http://www.matd.gov.bf> consulté le 10 décembre 2013)
- <http://www.mediaterre.org/afrique-ouest/actu,20080721175414.html> consulter le 10/02/2014
- <http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/publications/uww-msm/articles/eel-anguille-fra.htm> consulter le 10/02/2014
- <http://www.bf.refer.org/peche/chap4/chap41.html> consulter le 12/02/2014
- <http://www.fao.org/fi/oldsite/STATIST/fisoft/fisat/index.html> consulter le 12/02/2014
- http://agriculture.gouv.fr/pdf/CGAAER_11116-02_2012_Rapport_cle8e5cce.pdf consulter le 15/02/2014
- http://www.maisondelapeche.be/Fr/Fiche-poisson---L-anguille-europeenne_96_1.html consulter le 15/02/2014
- <http://www.fao.org/docrep/003/f0752f/f0752f03.htm> consulter le 16/02/2014
- http://www.matd.gov.bf/INFOROUTES/prov-new/frontkadiogo/chapitre_i.htm consulté le 27/09/2014).
- <http://fr.m.wikipedia.org/wiki/Ecaille> consulté le 04/10/2014
- www.fishbase.org/summary/2384 consulté le 10/10/2014
- <http://www.fishbase.org/Country/CountryList.php?ID=2384&GenusName=Protopterus&SpeciesName=annectens> consulté le 11/10/2014
- <http://www.fishbase.org/Country/CountryList.php?ID=2384&GenusName=Protopterus&SpeciesName=annectens> consulté le 11/10/2014)
- http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/Fau_trop/34064.pdf consulté le 26/10/2014
- <http://www.futura-sciences.com/magazines/nature/infos/dico/d/zoologie-dipneuste-9361> consulté le 26/10/2014)
- www.fishbase.se/Summary.php?id=2384&lang=french consulté le 27/12/2014)
- www.insd.bf/n/nada/index.php/catalog/20/datafile/F38/V876 consulté le 28/12/2014
- <http://www.jybaudot.fr/Inferentielle/mannwithney> consulté le 29/12/2014

ANNEXES

ANNEXE 1 : Photo du barrage de Boura



NAPON K., mars 2012

Barrage de Boura

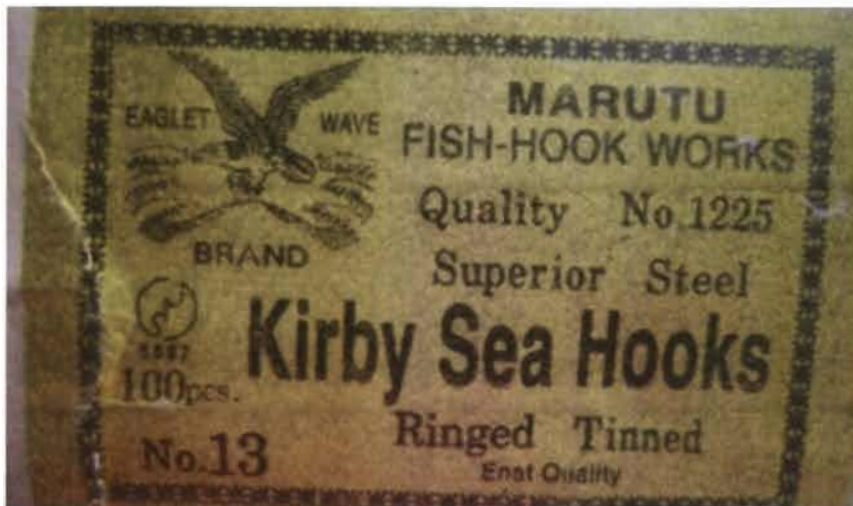
ANNEXE 2 : Photo du Milieu du Périmètre irrigué de Boura



Estimation de la profondeur d'un trou de *Protopterus annectens* dans le périmètre irrigué du barrage de Boura



Montage des hameçons pour le *Protopterus annectens* dans le barrage de Boura



Référence du type d'hameçons utilisé pour la capture de *Protopterus annectens* dans le barrage de Boura



Coquilles utilisées pour la capture de *Protopterus annectens* dans le périmètre irrigué du barrage de Boura



Nid de *Protopterus annectens* dans le périmètre irrigué du barrage de Boura



Milieu de vie de *Protopterus annectens* dans le périmètre irrigué du barrage de Boura

ANNEXE 3: Photos et figure du milieu du barrage n°3 de Ouagadougou



Protopterus annectens déterré et recouvert de son cocon dans le barrage n°3 de Ouagadougou



Trou creusé dans le barrage n°3 de Ouagadougou à la recherche de *Protopterus annectens*

ANNEXE 4: Données récoltées sur les deux barrages

DONNEES RECOLTEES AU BARRAGE N°3 DE OUAGADOUGOU

N°POISSON	Longueur totale du poisson à la capture (cm)	Rayon total R de l'écaille à la capture du poisson (cm)	Age du poisson à la capture	Rayon R1 de l'écaille à 1 an (cm)	Rayon R2 de l'écaille à 2 ans (cm)	Rayon R3 de l'écaille à 3 ans (cm)	Poids du poisson à la capture (g)
1	27	0.58	1	0.38			71.5
2	27	0.59	1	0.41			102
3	28	0.68	1	0.51			71.1
4	28	0.68	1	0.46			100
5	28	0.69	2	0.43	0.55		88
6	29	0.66	1	0.56			124
7	30	0.60	1	0.40			91.8
8	30	0.62	1	0.50			78.1
9	30.5	0.73	1	0.48			127
10	31	0.80	1	0.56			112
11	32	0.71	1	0.48			151
12	32	0.75	1	0.59			118
13	32	0.75	1	0.59			102.5
14	32.5	0.80	1	0.53			101.8
15	33	0.79	1	0.50			185.8
16	33	0.76	1	0.43			120.2
17	34	0.89	1	0.50			94.6
18	34.5	0.78	1	0.47			184.2
19	35	0.92	1	0.56			184
20	35.5	0.72	1	0.44			103.5
21	36	0.73	1	0.55			245
22	36	0.85	1	0.59			190
23	37	0.86	2	0.56	0.76		201.5
24	37.5	0.77	2	0.49	0.59		150.1
25	38	0.85	2	0.55	0.70		236.7
26	39	0.95	2	0.47	0.73		198
27	40	1	2	0.52	0.81		271
28	41	0.91	2	0.45	0.78		321.8
29	41	1.06	2	0.59	0.82		267.4
30	43.5	1.11	2	0.60	0.89		240.3
31	53	1.35	3	0.68	0.97	1.18	796

DONNEES RECOLTEES AU BARRAGE DE BOURA

N° du poisson	Longueur totale du poisson à la capture (cm)	Rayon total R de l'écaille à la capture du poisson (cm)	Age du poisson à la capture (année)	Rayon R1 de l'écaille à 1 an (cm)	Rayon R2 de l'écaille à 2 ans (cm)	Rayon R3 de l'écaille à 3 ans (cm)	Poids du poisson à la capture (g)
1	26	0.59	1	0.4			110
2	28	0.51	1	0.46			100
3	28	0.65	1	0.49			160
4	29	0.59	1	0.46			150
5	30	0.58	1	0.52			150
6	30	0.45	1	0.27			100
7	31	0.58	1	0.46			150
8	32	0.67	1	0.46			150
9	33	0.69	1	0.45			160
10	34	0.63	1	0.28	0.43		150
11	34	0.69	1	0.54			150
12	34	0.88	1	0.48	0.80		155
13	36	0.7	1	0.43			250
14	37	0.79	1	0.45			300
15	37	0.65	1	0.53			300
16	38	0.53	1	0.20	0.35		350
17	39	0.71	1	0.50			355
18	39	0.8	1	0.43	0.72		350
19	40	0.95	1	0.56	0.82		350
20	40	0.72	1	0.35	0.66		350
21	40	0.68	1	0.62			350
22	40	0.81	1	0.50	0.68		350
23	41	0.7	1	0.48	0.65		400
24	41	1.05	1	0.31	0.63		405
25	41	1	1	0.40	0.61		400
26	41	0.7	1	0.35	0.56		400
27	42	1.08	1	0.57	0.88		450
28	44	0.83	1	0.43	0.64		400
29	44	0.9	1	0.50	0.79		450
30	44	0.41	1	0.18			400
31	45	0.75	2	0.46	0.63		400
32	45	0.94	2	0.50	0.81		450
33	46	0.76	2	0.37	0.59		450
34	49	1.1	2	0.61	0.83		500
35	52	0.83	2	0.37	0.51		600
36	52	1.05	2	0.53	0.74		605
37	52	1.08	2	0.46	0.71		600

38	54	0.75	2	0.37	0.7		500
39	55	1.68	2	0.68	1.25		650

