

BURKINA FASO
UNITE-PROGRES-JUSTICE

MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE ET SUPERIEUR

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL



MÉMOIRE en vue de l'obtention du
DIPLOME DE MASTER RECHERCHE EN ANALYSE DES POPULATIONS DES
ESPACES FAUNIQUE ET HALIEUTIQUES (MFH2)
SPECIALITÉ : Analyse des populations des espaces halieutiques

THÈME : Étude de la croissance de *Oreochromis niloticus* en période d'inondation dans le village de Bagbé (Sud du Togo) à partir des données de longueur

Présenté par : KITIKLI Viégniho

Devant le jury composé de :

Président : Pr. Adrien M. Gaston BELEM

Membres : Pr. André T. KABRE
Pr. Sado TRAORE

JUIN 2010

N°: -2010/MFH2 (Halieutique, Faune)

Sommaire

Liste des symboles et abréviations	page 4
Liste des figures	page 5
Liste des tableaux	page 6
Liste des annexes	page 7
Résumé	page 9
Abstract	page 10
Introduction	page 11
Méthodologie	page 13
Résultats	page 19
Discussions	page 41
Conclusion	page 47
Bibliographie	page 48
Annexes	page 52

Liste des symboles et abréviations

Σ , signe de sommation

Π , $\pi=3.1415$

\emptyset' , phiprime, indice de longueur basé sur les performances de croissance

AFC, analyse factorielle des correspondances

ASP, somme disponible des pics (available sum of peaks) dans la routine ELEFAN

a, intercept de la régression linéaire du modèle de croissance des poissons selon l'expression mathématique $Y=a+bX$

b, pente de la régression linéaire du modèle de croissance des poissons selon l'expression mathématique $Y=a+bX$

C, amplitude pouvant prendre les valeurs 0 ou 1 (ELEFAN)

ELEFAN, analyse électronique des fréquences de taille

ESP, somme expliquée des pics (explained sum of peaks) dans la routine ELEFAN

e ou exp, base du logarithme naturel, $e=2,71828$

F, coefficient de mortalité par pêche

FiSAT, FAO-ICLARM stock assessment Tools, logiciel d'évaluation des stocks de poissons

FRQ, fréquence d'origine (ELEFAN)

frq_tailles, fréquence de tailles

K, paramètre de courbure

L1 – L2, classe de longueur

Lmoy ou Lm, longueur moyenne

Lt, longueur au temps t

L ∞ , longueur moyenne des poissons très âgés

ln, logarithme népérien

log₁₀, logarithme de base 10

M, coefficient de mortalité naturelle

MA, moyenne mobile (ELEFAN)

ML, mi-longueur

n, nombre d'éléments dans un échantillon

R_n, indice de la routine ELEFAN I

T, température en $^{\circ}\text{C}$

t, temps (généralement en années)

t₀, paramètre de condition d'âge initial

t_{max} ou t_{max}, longévité maximale

t_s, âge du premier ralentissement de la saison

Z, coefficient de mortalité totale

Liste des figures

Figure 1 : Situation géographique du village de Bagbé.....	page 13
Figure 2 : Localisation des barrages.....	page 14
Figure 3 : Position du village de Bagbé par rapport aux fleuves de la région dont les affluents débordent de leur lit en période de crues.....	page 15
Figure 4 : Vue d'un barrage exploité en période de crues.....	page 15
Figure 5 : Diagramme ombrothermique obtenu à partir des tableaux 1 et 2...	page 17
Figure 6 : Graphique de Powell – Wetherall d'après les données du tableau 7 des fréquences de longueur.....	page 30
Figure 7 : Interface de la routine K scan d'ELEFAN I	page 32
Figure 8 : Courbe de croissance de von Bertalanffy (VBF) avec $K=1.5/\text{an}$; $L_{\infty} = 23.74 \text{ cm}$; $t_0=-0.11\text{an}$	page 33
Figure 9 : Histogramme de fréquence des tailles.....	page 34
Figure 10 : Fréquence de tailles restructurées.....	page 35
Figure 11 : Fréquence restructurées dans FiSAT II.....	page 36
Figure 12 : Résultats des AFC réalisées sur les différentes classes de tailles de captures de <i>Oreochromis niloticus</i> et les trois stations.....	page 39
Figure 13 : Résultat de l'AFC réalisée en comparant les captures des différentes espèces au niveau des trois barrages.....	page 40
Figure 14 : Décomposition de l'échantillon en différents groupes d'âge.....	page 45

Liste des tableaux

Tableau 1 : Moyenne de la distribution pluviométrique de plusieurs stations du littoral d'après des données de la Direction de la météorologie.....	page 16
Tableau 2 : Moyenne des normes mensuelles de températures sur le littoral d'après des données de la Direction Nationale de la Météorologie.....	page 16
Tableau 3 : Prises de <i>Oreochromis niloticus</i> effectuées au cours des 4 mois d'échantillonnage.....	page 20
Tableau 4 : Fréquences de longueurs des poissons de l'espèce <i>Oreochromis niloticus</i>	page 21
Tableau 5 : Aire de réponse pour $L_{\infty} = 23.5 - 23.74$ cm; $K=1/\text{an}$ à $K= 1.5/\text{an}$	page 22
Tableau 6 : Restructuration manuelle des fréquences de longueur (pour ELEFAN).....	page 24
Tableau 7 : Distribution des captures en fonctions des sites pour l'espèce <i>Oreochromis niloticus</i>	page 25
Tableau 8 : Distribution spatiale de toutes les espèces capturées sur l'ensemble des sites.....	page 26
Tableau 9 : Distribution spatiale et fréquence des tailles suivant les espèces (autres que <i>Oreochromis niloticus</i>).....	page 27
Tableau 10 : Taille théorique des poissons en fonction de l'âge.....	page 44

Listes des annexes

Annexe 1 : Effectif des captures de <i>Oreochromis niloticus</i> sur le site 1 (barrage n°1).....	page 52
Annexe 2 : Effectif des captures de <i>Oreochromis niloticus</i> sur le site 2 (barrage n°2).....	page 53
Annexe 3 : Effectif des captures de <i>Oreochromis niloticus</i> sur le site 3 (barrage n°3).....	page 54
Annexe 4 : Résultats des analyses factorielles des correspondances (AFC) réalisées sur les variations de tailles de <i>Oreochromis niloticus</i> : valeurs propres, % de variance et % de variance cumulé.....	page 55
Annexe 5 : Résultats relatifs aux lignes des AFC réalisées sur les variations de tailles de <i>Oreochromis niloticus</i> : coordonnées, contributions.	page 55
Annexe 6 : Résultats relatifs aux lignes des analyses factorielles des correspondances (AFC) réalisées sur les variations de tailles de <i>Oreochromis niloticus</i> : qualités de représentation et inerties.	page 56
Annexe 7 : Résultats relatifs aux colonnes de l'AFC réalisée sur la base des captures de <i>Oreochromis niloticus</i> en fonctions des sites.....	page 57
Annexe 8 : Résultats d'analyse factorielle des correspondances réalisée sur la comparaison des distributions spatiales des différentes espèces capturées au niveau des trois barrages: valeurs propres, % de variance et % de variance cumulé.....	page 57
Annexe 9 : Résultats relatifs aux points lignes:coordonnées et contributions.....	page 58
Annexe 10 : Résultats relatifs aux points lignes d'analyse factorielle des correspondances réalisée sur les distributions spatiales des différentes espèces capturées dans les trois barrages: qualité de représentation et inerties. . .	page 58
Annexe 11 : Résultats relatifs aux points colonnes: contributions et coordonnées.....	page 59
Annexe 12 : Résultats relatifs aux points colonnes d'analyse factorielle des correspondances réalisée sur la comparaison des distributions spatiales des différentes espèces capturées au niveau des trois barrage : qualité de représentation et inerties.....	page 59

Étude de la croissance de *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1758) en période d'inondation dans le village de Bagbé (Sud du Togo) à partir des données de longueur

Par
KITIKLI Viégniho

Résumé:

L'étude de la croissance d'*Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) pêché dans des étangs de retenue d'eau a été réalisée entre début août 2010 et fin novembre 2010 dans le village de Bagbé. La détermination des paramètres de croissance (la longueur maximale L_{∞} , la constante de courbure K) a été effectuée par le logiciel FiSAT II de FAO-ICLARM. On obtient pour L_{∞} une valeur de 23.74 cm; pour K, la valeur de 1.5 par an. La longévité t_{max} est de 2 ans tandis que l'âge théorique du poisson lorsque sa taille est prise pour nulle est de -0.11 an. Cette étude qui a consisté essentiellement en l'estimation des paramètres de croissance sur la base des données de composition en longueur a permis de montrer que, les poissons capturés pendant cette période qui est aussi celle des inondations dues à la pluie, ne proviennent pas uniquement des bassins de retenue, mais probablement aussi des affluents situés en amont et qui déversent leurs eaux sur Bagbé et ses environs lors des grandes crues qui transforment la zone en un vaste «bassin» traversé par les torrents d'inondation.

La composition spécifique n'est pas étudiée, mais un inventaire sommaire révèle que si *Oreochromis niloticus* est, de loin très abondant dans les prises, il faut noter aussi la présence particulière d'autres représentants des *Cichlidae* comme *Tilapia dageti* (Thys van den Andenaerde, 1971), *Tilapia zillii* (Gervais, 1853). D'autres familles telles que les *Clariidae* (*Clarias anguillaris*, Linné, 1758), les *Osteoglossidae* (*Heterotis niloticus*, Cuvier, 1829), les *Cyprinidae* (*Labeo parvus*, Boulenger, 1902), les *Bagridae* (*Chrysichtys nigrodigitatus*, Lacépède, 1803), des *Ariidae* (*Arius gigas*, Boulenger, 1911) et quelques représentants non bien identifiés sont observés avec des fréquences très inégales.

Ces diverses espèces ci-dessus mentionnées sont retrouvées dans des études antérieures plus vastes menées dans la région ouest africaine dans le cadre d'un programme de lutte contre l'onchocercose (Lévêque et Paugy, 1984).

Mots-clés: étangs de retenue d'eau; FiSAT II; *Oreochromis niloticus*; Bagbé.

Abstract:

The study of the growth of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) caught in water retention ponds was conducted between August 2010 and the end of November 2010 in the village of Bagbé. The determination of growth parameters was performed by the software FiSAT II FAO-ICLARM. For L_{∞} , we obtain the value of 23.74 cm, for K, the value of 1.5 per year. The longevity t_{max} is 2 years while the theoretical age, when fish size is taken to zero, is -0.11 year. This study which was primarily about the estimation of growth parameters on the basis of the data of the composition in length, has shown that the fish caught during this period which is also the period of flooding due to rain, do not come only from water retention ponds, but they probably also come from upstream tributaries that discharge water on Bagbé and its surroundings during great floods that transform the area into a large "pool" where torrents of flooding pass by. Its specific composition is not studied, but a brief inventory reveals that if *Oreochromis niloticus*, is by far the most abundant in catches, we should also note the presence of other representatives of the *Cichlidae* as *Tilapia Dageti* (Thys van den Andenaerde, 1971), *Tilapia zillii* (Gervais, 1853). Other families such as the *Clariidae* (*Clarias anguillaris*, Linnaeus, 1758), the *Osteoglossidae* (*Heterotis niloticus* Cuvier, 1829), the *Cyprinidae* (*Labeo parvus*, Boulenger, 1902), and the *Bagridae* (*Chrysichtys nigrodigitatus*, Lacepede, 1803), the *Ariidae* (*Arius gigas* Boulenger, 1911) and a few representatives that are not well identified are found with very uneven frequencies. These species, as well as others, are found in previous wider studies conducted in the West African region as part of a program against onchocerciasis (Lévêque and Paugy, 1984).

Keywords: water retention ponds; FiSAT II; *Oreochromis niloticus*; Bagbé

1. Introduction

La connaissance de la croissance des espèces halieutiques de subsistance ou d'intérêt économique est nécessaire pour le développement économique et démographique des communautés de pêche traditionnelle et surtout pour un contrôle et un aménagement des pêcheries.

Les études sur la croissance des poissons d'eau douce d'Afrique (Weatherley, 1972; Daget & Le Guen, 1975) sont basées sur des méthodes qui fournissent des résultats dont il faut corriger les éventuels biais dont les sources peuvent être nombreuses. L'analyse de marques d'otolithes (Hecht, 1979; Clay, 1982) ou d'autres pièces dures comme les écailles (Benech, 1974), les opercules ou les épines, peut être employée. Cependant, la méthode fondée sur la croissance en longueur des poissons (de Merona, 1983) donne des conclusions satisfaisant de manière optimale le modèle mathématique de von Bertalanffy (1938):

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

où L_t est la longueur à l'âge t , L_∞ , la longueur asymptotique, K , coefficient de croissance, et t_0 , l'âge théorique correspondant à une longueur nulle.

Les travaux sur la croissance des espèces halieutiques d'eau douce africaines ont été réalisés dans des cours ou plan d'eau de grande ou moyenne importances comme dans le bassin du lac Tchad (Blache, 1964), le lac Victoria (Fryer, 1961; Welcome, 1967), le fleuve Niger (Daget, 1952).

Le but du présent travail est la recherche des paramètres de croissance de l'espèce *Oreochromis niloticus*, abondamment pêchée dans des étangs de retenues d'eau, dans un village du sud-ouest du Togo, Bagbé. Les données en la matière sur le plan local sont rares sinon pratiquement inexistantes, et les mesures obtenues seront confrontées aux travaux effectués sur la même espèce en général, tels les travaux de Jensen (1957) ou ceux de El Zarka et al. (1970).

Un des aspects du travail va consister à déterminer la dynamique de croissance des poissons au sein de ces écosystèmes avec le logiciel FiSAT II (FAO – ICLARM) par la recherche des paramètres de croissance d'une part, et dans un second temps, nous allons étudier l'impact ou l'influence de divers facteurs sur la longévité ou la mortalité des individus dans ces écosystèmes.

Très souvent, dans la plupart des travaux fondés sur la clé taille/âge, on procède à

un ajustement aux modèles de croissance théorique, notamment celui de von Bertalanffy, qui, selon Merona, est un meilleur moyen qui décrit de manière satisfaisante, l'ensemble des processus de croissance jusqu'à la mort d'un individu moyen.

2. Méthodologie

Milieu d'étude

L'étude a été réalisée dans la localité de Bagbé (6°20'N– 1°2'O) à environ 40 km au nord-ouest de Lomé, dans le sud du Togo. Le village n'est pas traversé particulièrement par des fleuves mais constitue une plaine d'inondation qui connaît de grandes crues en saison pluvieuse. En effet, de par sa topographie, le village reçoit des eaux de pluie en plus de celles de fleuves ou d'affluents dont les niveaux montent et débordent. Des dépressions naturelles ou aménagées forment des plans d'eau qui abritent des espèces diverses, et communiquent entre eux lors des crues.

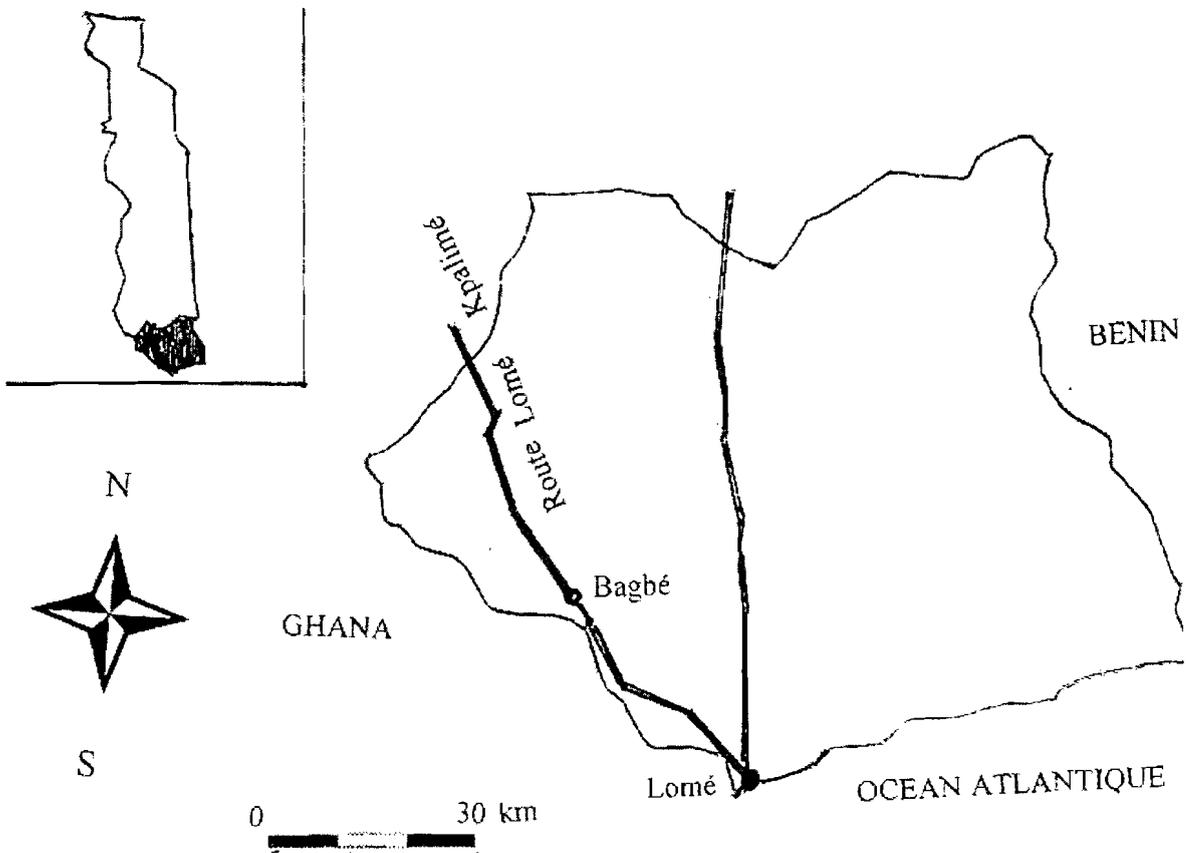


Figure 1 : Situation géographique du village de Bagbé

N
↑

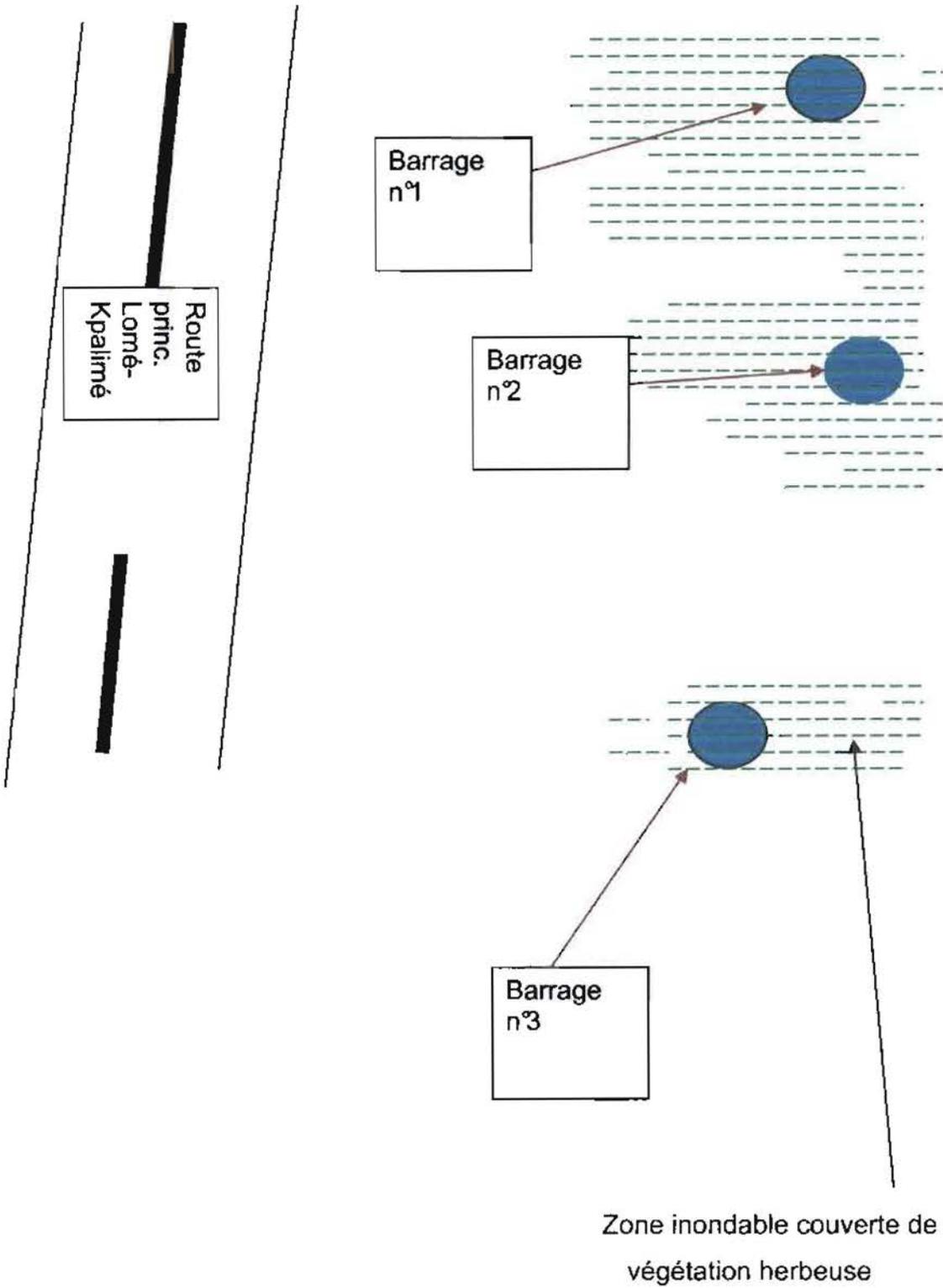
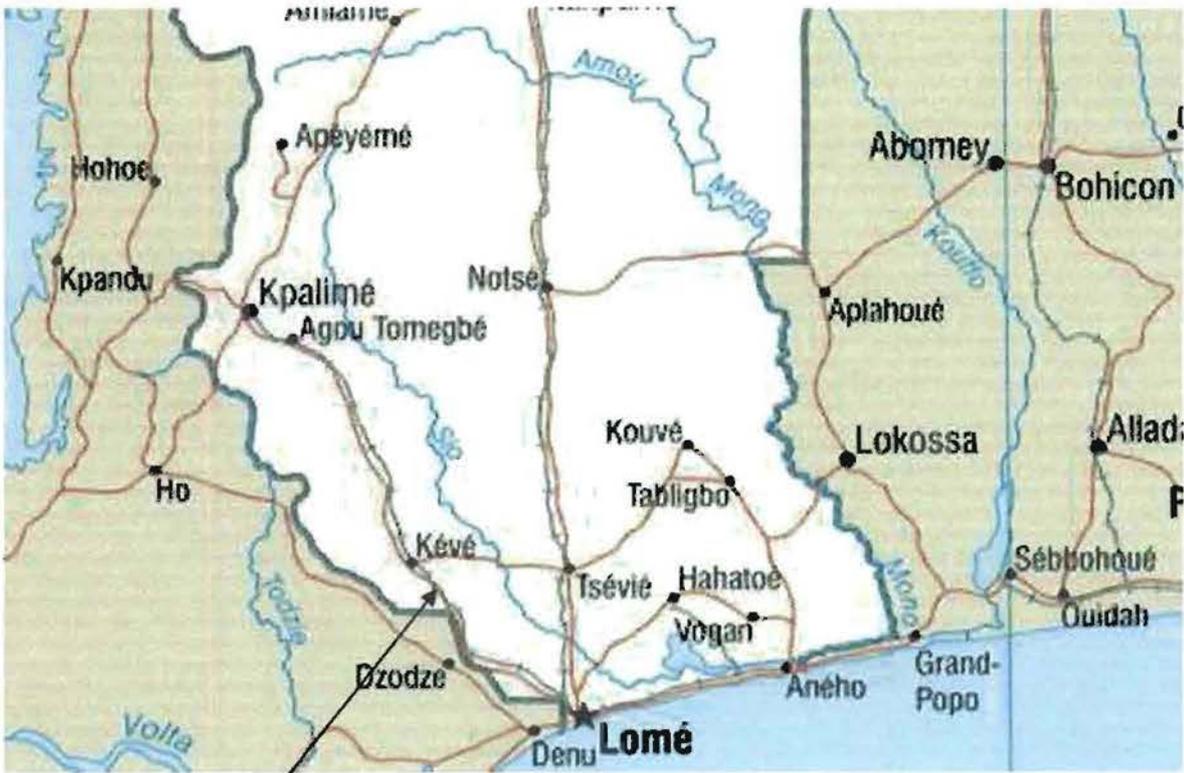


Figure 2 : Localisation des barrages

Les barrages n°1 et n°2 sont distants d'environ 500 m l'un de l'autre tandis qu'un peu plus d'un kilomètre sépare le barrage n°2 du barrage n°3.



Village de Bagbé

Figure 3 : Position du village Bagbé par rapport aux fleuves de la région dont les affluents débordent de leurs lits en périodes de crues.



Figure 4 : vue d'un barrage exploité en période de crues

Le climat du milieu, de type subéquatorial, possède deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches ; la grande saison des pluies va d'avril à mi-juillet tandis que la petite saison pluvieuse s'étend de mi-septembre à novembre. Cependant le sud du Togo (PATUREL et al., 1995) et même plusieurs régions en Afrique de l'ouest (OZER et al., 2003, 2005) connaissent une anomalie évoluant vers une certaine amélioration. Les températures et la pluviométrie sont en général celles de la zone du littoral ainsi que délimitée par GNANDI (2006).

Tableau 1: Moyenne de la distribution pluviométrique de plusieurs stations du littoral d'après des données de la Direction Nationale de la Météorologie.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pluies (mm)	8.3	29.7	50.0	103	139	211	77.6	26.9	58.1	90.2	24.6	9.5

Tableau 2: Moyenne des normes mensuelles de températures sur le littoral d'après des données de la Direction Nationale de la Météorologie. (D'après le Rapport National sur l'environnement marin et côtier, avril, 2007).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T (°C)	26.9	27.8	28.0	28	27.5	26.6	25.3	24.9	25.6	26.4	27.1	26.7

Ces données sur la pluviométrie et les températures moyennes ont permis de construire le diagramme ombrothermique de la figure 5 ci-après :

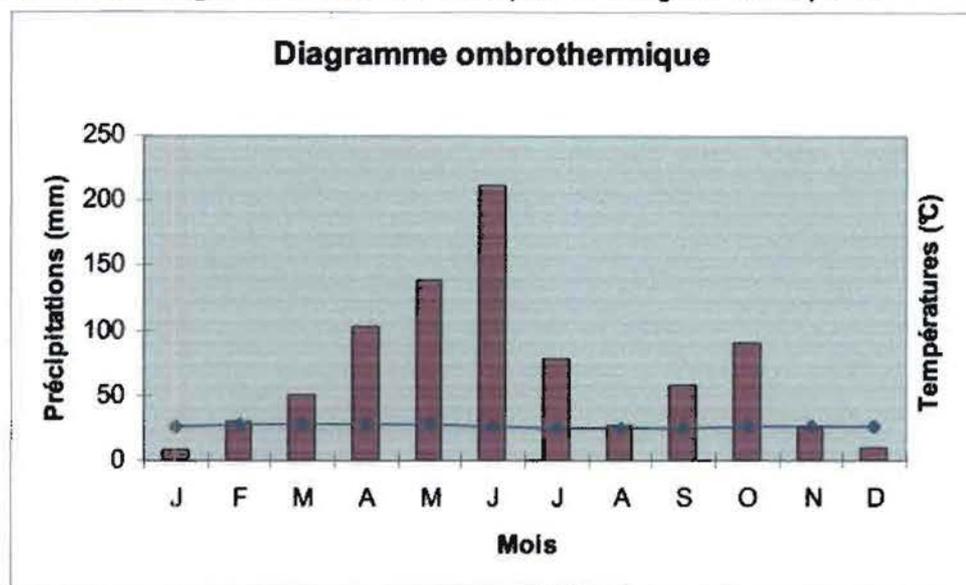


Figure 5 : Diagramme ombrothermique obtenu à partir des tableaux 1 et 2

Les inondations commencent vers le milieu de la première saison des pluies et s'installent de façon relativement durable jusqu'à la seconde.

Echantillonnage

L'échantillonnage s'est étendu sur quatre mois, de début août à fin novembre 2010. Il a consisté essentiellement en une série de prises régulières effectuées très tôt le matin dans trois barrages distants de plusieurs centaines de mètres l'un de l'autre. Il y a un espacement d'environ trois semaines entre deux pêches. Les effectifs s'élèvent en moyenne à une vingtaine d'individus par prise. Les mesures ont donc été effectuées sur un échantillon de 146 individus.

Les prises sont effectuées avec des filets maillants avec des mailles d'environ 19 mm (mesure de nœud à nœud).

Le cas échéant, les captures faites en dehors de la présente étude par des particuliers n'ont pas été comptabilisées dans la population dont on a pris la mesure des tailles, mais ont été mises à contribution pour une estimation sommaire de la diversité ichthyologique du milieu en se fondant sur les travaux de Lévêque et Paugy (1984), ou de Stiasny, Teugels et Hopkins (2007). La détermination spécifique de certains individus n'a pas pu être faite.

Mesures

Elles ont consisté à prendre la taille ou la longueur corporelle standard des poissons pêchés dans trois barrages différents. La longueur est prise depuis le museau jusqu'à la base des rayons de la nageoire caudale.

Il n'a pas été non plus possible de sérier les mesures en fonction du sexe.

Analyse des données

Les informations recueillies sur le terrain feront l'objet de traitements statistiques et mathématiques au travers de logiciels tels que Excel 2003, ou du logiciel libre R version 2.13.0.

3. Résultats

Un premier aspect du travail est présenté sous forme de tableaux de données tels que les mesures des longueurs des poissons capturés, en spécifiant les sites de capture, les périodes d'échantillonnage, les classes de longueur, pour *Oreochromis niloticus* d'une part, et pour d'autres espèces pêchées d'autre part.

Certains résultats présentés sous forme de tableaux concernent les exploitations qui ont pu être faites des données de terrain.

Le regroupement des prises globales de tous les barrages confondus est présenté dans le tableau 3 où L1 et L2 sont respectivement les limites inférieure et supérieure des classes d'intervalle de longueur. Pour les analyses factorielles des correspondances, il sera considéré les valeurs centrées de ces classes.

Les mesures faites tout au long des quatre mois de campagne de captures (de juillet à novembre) ont été donc regroupées en vingt classes d'intervalle de tailles. Les numéros d'observation ne correspondent pas aux jours de pêche. S'il n'y a pas de classe de longueurs inférieures à quatre centimètres, cela s'explique par la taille des mailles des filets qui ne retiennent pas les plus petits poissons. Le regroupement est illustré dans le tableau 4.

Tableau 3: Prises de *Oreochromis niloticus* effectuées au cours des 4 mois d'échantillonnage

	07/08/10	04/09/10	25/09/10	16/10/10	06/11/10	27/11/10
L1 – L2						
4 – 5	11	9	13	7	8	6
5 – 6			2	5	3	1
6 – 7		2	1			1
7 – 8	2					
8 – 9			1			1
9 – 10		5			1	
10 – 11				4		
11 – 12		1				1
12 – 13	3	1	2	3		
13 – 14						2
14 – 15	2		1	3	1	3
15 – 16				2		
16 – 17	1	3			2	
17 – 18			1	1	1	
18 – 19	2	4		2		
19 – 20			1	1	1	
20 – 21					1	
21 – 22	1	2	1	1	1	4
22 – 23	1		1	1	1	
23 - 24		1	1		1	
Total	23	28	25	30	21	19

Ces données constituent des fréquences d'origine utiles pour FiSAT II.

Tableau 4: Fréquences de longueurs des poissons de l'espèce *Oreochromis niloticus*

N° d'observation	Classes d'intervalle (cm)	Fréquences de taille	Mi-longueur (cm)
1	4 – 5	54	4.5
2	5 – 6	11	5.5
3	6 – 7	4	6.5
4	7 – 8	2	7.5
5	8 – 9	2	8.5
6	9 – 10	6	9.5
7	10 – 11	4	10.5
8	11 – 12	2	11.5
9	12 – 13	9	12.5
10	13 – 14	2	13.5
11	14 – 15	10	14.5
12	15 – 16	2	15.5
13	16 – 17	6	16.5
14	17 – 18	3	17.5
15	18 – 19	8	18.5
16	19 – 20	3	19.5
17	20 – 21	1	20.5
18	21 – 22	10	21.5
19	22 – 23	4	22.5
20	23 – 24	3	23.5

Parmi les paramètres de croissance, la constante de courbure est obtenue par une recherche automatique selon une routine du logiciel FiSAT II ; le tableau 5 illustre la recherche des valeurs trouvées et la justesse de celles-ci.

Tableau 5: Aire de réponse pour $L_{\infty} = 23.5 - 23.74$ cm; $K=1/\text{an}$ à $K= 1.5/\text{an}$

K\Loo	23.5	23.51	23.52	23.54	23.55	23.56
1	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
1.03	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
1.05	0.104	0.104	0.104	0.104	0.104	0.104
1.08	0.104	0.097	0.097	0.097	0.097	0.097
1.1	0.097	0.103	0.103	0.103	0.103	0.103
1.13	0.109	0.109	0.109	0.11	0.11	0.11
1.15	0.127	0.127	0.127	0.12	0.122	0.122
1.18	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098
1.2	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095
1.23	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.123
1.25	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117
1.28	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117
1.3	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106
1.33	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106
1.35	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106
1.38	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116
1.4	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122
1.45	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117
1.48	0.114	0.114	0.114	0.114	0.114	0.114
1.5	0.121	0.121	0.121	0.13	0.13	0.13

K\Loo	23.57	23.58	23.6	23.61	23.62	23.63
1	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
1.03	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
1.05	0.104	0.104	0.104	0.097	0.097	0.097
1.08	0.097	0.097	0.097	0.097	0.097	0.097
1.1	0.103	0.103	0.103	0.103	0.103	0.104
1.13	0.11	0.127	0.127	0.127	0.127	0.127
1.15	0.122	0.122	0.098	0.098	0.098	0.098
1.18	0.091	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
1.2	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095
1.23	0.123	0.123	0.123	0.123	0.123	0.123
1.25	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117
1.28	0.117	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111
1.3	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106
1.33	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106
1.35	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106	0.121
1.38	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122
1.4	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122
1.45	0.117	0.117	0.114	0.114	0.114	0.114
1.48	0.114	0.114	0.114	0.114	0.114	0.114
1.5	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13

K\Loo	23.64	23.66	23.67	23.68	23.69	23.7
1	0.093	0.093	0.093	0.093	0.11	0.11
1.03	0.11	0.11	0.11	0.104	0.104	0.104
1.05	0.097	0.097	0.097	0.097	0.097	0.097
1.08	0.097	0.097	0.097	0.097	0.097	0.097
1.1	0.104	0.104	0.104	0.11	0.11	0.11
1.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
1.15	0.098	0.098	0.091	0.091	0.091	0.091
1.18	0.093	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095
1.2	0.118	0.123	0.123	0.123	0.123	0.123
1.23	0.123	0.123	0.123	0.123	0.123	0.123
1.25	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117
1.28	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111
1.3	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106
1.33	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106
1.35	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121
1.38	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122
1.4	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122
1.45	0.114	0.114	0.114	0.114	0.114	0.114
1.48	0.123	0.123	0.123	0.123	0.123	0.123
1.5	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13

K\Loo	23.72	23.73	23.74
1	0.11	0.11	0.11
1.03	0.097	0.097	0.097
1.05	0.097	0.097	0.097
1.08	0.097	0.104	0.104
1.1	0.11	0.11	0.111
1.13	0.13	0.13	0.13
1.15	0.091	0.091	0.091
1.18	0.095	0.095	0.118
1.2	0.123	0.123	0.123
1.23	0.123	0.123	0.123
1.25	0.117	0.117	0.117
1.28	0.111	0.111	0.111
1.3	0.106	0.106	0.106
1.33	0.106	0.106	0.106
1.35	0.121	0.127	0.127
1.38	0.122	0.122	0.122
1.4	0.122	0.117	0.117
1.45	0.114	0.114	0.123
1.48	0.123	0.123	0.123
1.5	0.13	0.13	0.13

Tableau 6: Restructuration manuelle des fréquences de longueur (pour ELEFAN)

ML	FRQ(L)	Etp1 MA(L)	FRQ/ MA Etp2	[(FRQ /MA)/ M]-1 Etp3	Zeros Etp4a	Atténué Etp4b	Points Etp5	Etp6
5.5	11	3.4	3.235	1.904	2	1.142	1.142	1.142
6.5	4	3.8	1.053	-0.055	1	-0.055	-0.047	
7.5	2	5	0.400	-0.641	0	-0.641	-0.553	
8.5	2	3.6	0.556	-0.501	0	-0.501	-0.432	
9.5	6	3.2	1.875	0.683	0	0.683	0.683	0.683
10.5	4	4.6	0.870	-0.219	0	-0.219	-0.189	
11.5	2	4.6	0.435	-0.609	0	-0.609	-0.525	
12.5	9	5.4	1.667	0.496	0	0.496	0.496	0.496
13.5	2	5	0.400	-0.641	0	-0.641	-0.553	
14.5	10	5.4	1.852	0.662	0	0.662	0.662	0.662
15.5	2	4.4	0.455	-0.592	0	-0.592	-0.510	
16.5	4	4.4	0.909	-0.184	0	-0.184	-0.159	
17.5	4	2.6	1.538	0.381	0	0.381	0.381	0.381
18.5	2	2.6	0.769	-0.310	0	-0.310	-0.267	
19.5	1	3.8	0.263	-0.764	0	-0.764	-0.659	
20.5	2	3.8	0.526	-0.528	0	-0.528	-0.455	
21.5	10	3.8	2.632	1.363	0	1.363	1.363	1.363
22.5	4	3.6	1.111	-0.003	1	-0.003	0.003	
23.5	2	3.2	0.625	-0.439	2	-0.439	-0.378	

Tableau 7: Distribution des captures en fonctions des sites pour l'espèce

Oreochromis niloticus

Sites → Classes de longueur (cm)↓	Barrage n°1	Barrage n°2	Barrage n°3
4 – 5	23	14	17
5 – 6	05	04	02
6 – 7	03	01	00
7 – 8	00	01	01
8 – 9	00	02	00
9 – 10	04	01	02
10 – 11	01	01	02
11 – 12	00	02	00
12 – 13	03	01	05
13 – 14	00	00	02
14 – 15	02	01	07
15 – 16	01	01	00
16 – 17	02	03	01
17 – 18	02	00	01
18 – 19	01	02	05
19 – 20	02	00	01
20 – 21	00	00	01
21 – 22	04	02	04
22 – 23	00	02	02
23 – 24	00	02	01
Total	53	40	53

Tableau 8: Distribution spatiale de toutes les espèces capturées sur l'ensemble des sites

*Effectif des individus issus des échantillonnages seulement.

Famille	Espèces	Echant.1			Echant.2			Echant.3			Echant.4			Echant.5			Echant.6			Effectif total*
		Barrage n°			Barrage n°			Barrage n°			Barrage n°			Barrage n°						
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Ariidae	<i>Arius gigas</i> (Boulenger, 1911)				3											1				04
Bagridae	<i>Chrysiethys nigrodigitatus</i> (Lacépède, 1802)		1				2					3	1							07
Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1757)	11	5	7	12	4	12	6	7	12	9	8	13	10	7	4	5	9	5	146
	<i>Tilapia dageti</i> (Thys van den Andenaerde, 1971)	3			2		1										1			07
	<i>Tilapia zillii</i> (Gervais, 1853)	2												1	3				4	10
Clariidae	<i>Clarias anguillaris</i> (Linnaeus, 1758)			1						3							1		2	07
Cyprinidae	<i>Labeo parvus</i> (Boulenger, 1902)						1										1			02
Osteoglossidae	<i>Heterotis niloticus</i> (Cuvier, 1829)								2	1								2		05

Tableau 9: Distribution spatiale et fréquence des tailles suivant les espèces (autres que *Oreochromis niloticus*)

Classe (cm)↓	Echantillon1			Echantillon2			Echantillon3			Echantillon4			Echantillon5			Echantillon6		
	Barrages n°			Barrages n°			Barrages n°			Barrages n°			Barrages n°			Barrages n°		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
4 – 5	Td(1) Lp(1)													Tz(2)				
5 – 6																		
6 – 7	Tz(1)																	
7 – 8																		
8 – 9						Lp(1)					Cn(1)							
9 – 10																		
10 – 11						Cn(1)												
11 – 12																		Tz(4)
12 – 13				Ag(3) Ca(1)														
13 – 14							Ca(1)										Td(1)	
14 – 15												Cn(1)						
15 – 16																		
16 – 17														Tz(1)				
17 – 18							Ca(2)										Hn(2)	
18 – 19	Tz(1)					Cn(1)			Hn(1)									
19 – 20	Td(2)			Td(2)							Cn(2)							Ca(2)
20 – 21						Td(1)							Tz(1)			Ca(1)		
21 – 22		Cn(1)													Ag(1)			
22 – 23								Hn(2)								Lp(1)		
23 – 24																		

Le tableau 7 rassemble les effectifs de chaque classe de longueur dans chaque station à chaque période de mesure sur *Oreochromis niloticus* tandis que le tableau 9 reprend les mesures qui ont pu être faites sur différentes autres espèces capturées.

Les captures ont permis d'établir le tableau des espèces de poissons rencontrées, la diversité spécifique approximative de ces milieux aquatiques et l'abondance relative de chaque espèce.

L'identification des espèces est fondée sur les travaux de Lévêque *et al.* (1990 – 1992), devenus aujourd'hui la référence pour de nombreux auteurs (Laléyè *et al.* 2004 ; Montchowui 2007).

La faible représentativité des autres espèces au niveau des effectifs est observée également à l'échelle des différentes classes de longueur ainsi qu'on peut le noter sur le tableau 9. Sur ce tableau, les différentes espèces de poissons sont désignées par leurs lettres initiales, et les chiffres entre parenthèses devant chaque espèce représentent l'effectif capturé dans l'échantillon et à l'intérieur de la classe de longueur. On a ainsi: *Tilapia dageti*: **Td**; *Tilapia zillii* : **Tz**; *Arius gigas*: **Ag**; *Clarias anguillaris*: **Ca**; *Heterotis niloticus*: **Hn**; *Chrysichthys nigrodigitatus*: **Cn**; *Labeo parvus*: **Lp**.

La faiblesse des données concernant la distribution par classe de taille par espèce autre que *Oreochromis niloticus* ne permet pas de faire une analyse factorielle des correspondances significative. Outre le fait que l'étude est limitée dans le temps, il faut attribuer la faible importance de la taille d'échantillonnage au manque de moyens ; toutes choses ayant des incidences probables sur les résultats d'analyse. Seules les données des tableaux 7 et 8 feront l'objet d'AFC (analyse factorielle des correspondances).

B1= barrage n°1; B2= barrage n°2; B3= barrage n°3.

Les chiffres étant faibles et les inerties petites, pour la contribution, on considère les classes ayant une valeur supérieure à 5.

Sur le graphique, les classes de longueur proches d'un barrage caractériseront ce barrage.

Sur l'axe 1, les barrages 2 et 3 sont bien représentés mais sur l'axe 2 seul le barrage 1 l'est (voir figure 12).

La répartition des espèces varie d'une station à l'autre. L'analyse des correspondances réalisée à partir du tableau de répartition spatiale de *Oreochromis*

niloticus permet d'opposer sur l'axe 1 (54,39 % des informations) le barrage 1 aux deux autres (voir figure 12).

Recherche des paramètres de croissance

Les paramètres de croissance sont nombreux mais ceux qui nous intéressent particulièrement sont la longueur moyenne des poissons très âgés (L_{∞}), le paramètre de croissance dit de courbure dans le modèle de Von Bertalanffy (K), le temps correspondant à la taille zéro des poissons (t_0) de même que les facteurs de mortalité que sont Z (pour la mortalité totale), F (mortalité liée à la pêche) ainsi que M (mortalité naturelle).

Aux fins de déterminer lesdits paramètres, nous allons procéder à un regroupement des données.

Regroupement des données

Les mesures de longueurs corporelles des poissons sont regroupées en fréquences de taille constante pour une analyse de régression linéaire dans FiSAT II.

La méthode de Powell (1979) et Wetherall (1987) nous permet de déterminer en première approximation des valeurs de L_{∞} , de Z/K , ainsi que les paramètres de régression.

Détermination de L_{∞} par le menu Powell – Wetherall

A partir de données constituées par les mi-longueurs des intervalles de tailles, le logiciel FiSAT II fournit une droite de régression spécifiant les données à prendre en compte ainsi qu'on peut l'observer sur la figure ci-après :

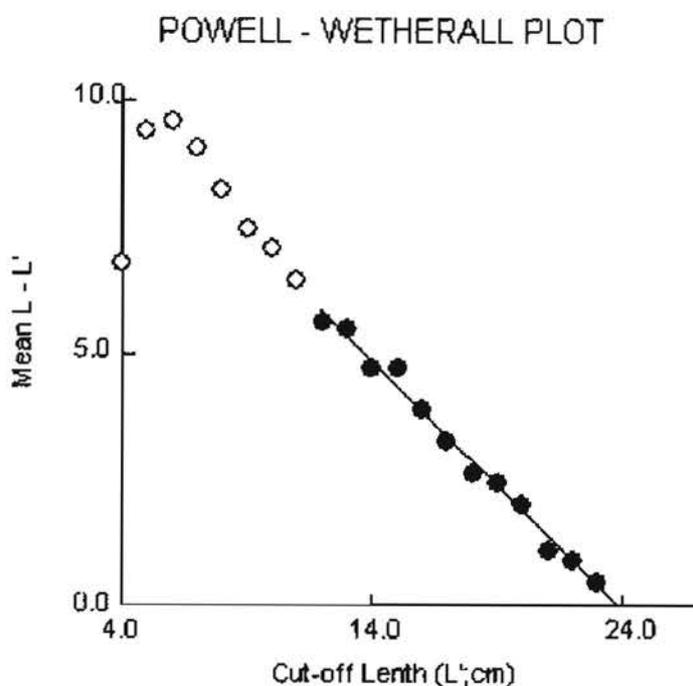


Figure 6 : Graphique de Powell – Wetherall d'après les données du tableau 4 des fréquences de longueur

En prenant pour mi-longueur de départ 5.5 cm, cette routine nous fournit des valeurs ci-après:

$L_{\infty} = 23.74$ cm et $Z/K = 1.017$.

La droite de régression a pour équation:

$$Y = 11.77 - 0.496X$$

Le coefficient de corrélation des paramètres de régression est égale à $r = -0.991$.

Il est à remarquer que la courbe de Powell – Wetherall est obtenue en prenant en abscisse la longueur L' au-delà de laquelle tous les poissons sont pleinement exploités et en même temps la limite inférieure de la classe d'intervalle; et en ordonnée la différence entre la longueur moyenne L_m et L' .

On a ainsi une régression linéaire de la forme $Y = a + bX$, a étant l'intercept ou ordonnée à l'origine, et b la pente.

Manuellement, on détermine graphiquement L_{∞} par le rapport $-(a/b)$, tandis que Z/K est obtenu par $-(1+b)/b$.

Graphiquement, on pourrait également obtenir Z/K par l'équation-Z de Beverton et Holt (1956) fondée sur les données de longueur.

La recherche de K par la routine ELEFAN I

Graphiquement, il n'est pas aisé, par la méthode Powell – Wetherall d'avoir directement la valeur de K.

La procédure K scan de FiSAT II fournit une valeur de K en ayant introduit celle de L_{∞} , l'échantillon de départ et la longueur de début ; elle donne aussi le plus fort score de l'indice R_n c'est-à-dire la valeur la plus élevée d'ajustement normalisé.

On obtient une série de valeurs dont celle retenue, correspondant à la longueur fixée L_{∞} , est directement affichée dans une plage de valeur de FiSAT II telles que illustrées dans le tableau 5 (pages 22 – 23). L'interface affiche également les valeurs des scores en fonction des K (le score le plus élevé correspond à la valeur de K retenue).

Dans le cas de notre étude, on obtient pour K, une valeur de 1.5 /an.

L'analyse de l'aire de réponse et la recherche automatique (qui sont également des outils du sous menu ELEFAN I de FiSAT II) consolident la combinaison des paramètres de croissance ($L_{\infty}= 23.74$; $K= 1.5$) et $R_n=0.130$.

Remarque:

Il existe une formule de Pauly et David (1981) qui permet de déterminer R_n après restructuration des fréquences d'origine:

$$R_n=10^{ESP/ASP}/10,$$

avec ESP la somme expliquée des pics, et ASP la somme disponible des pics.

La détermination de l'ASP s'effectue par restructuration manuelle des fréquences de longueur ; il s'agit de sommer les points les plus élevés possibles des fréquences restructurées positives atténuées ou pondérées en suivant un certain nombre d'étapes ainsi qu'il est illustré dans le tableau 6.

La figure 7 illustre les valeurs de R_n pour celles de K allant de 0.1 à 10. Le score maximum étant obtenu, pour $L_{\infty}= 23.74$ cm, lorsque $K= 1.5$ (procédure K scan).

Les résultats de l'aire de réponse fournissent une confirmation de la justesse de la valeur retenue du paramètre de courbure K.

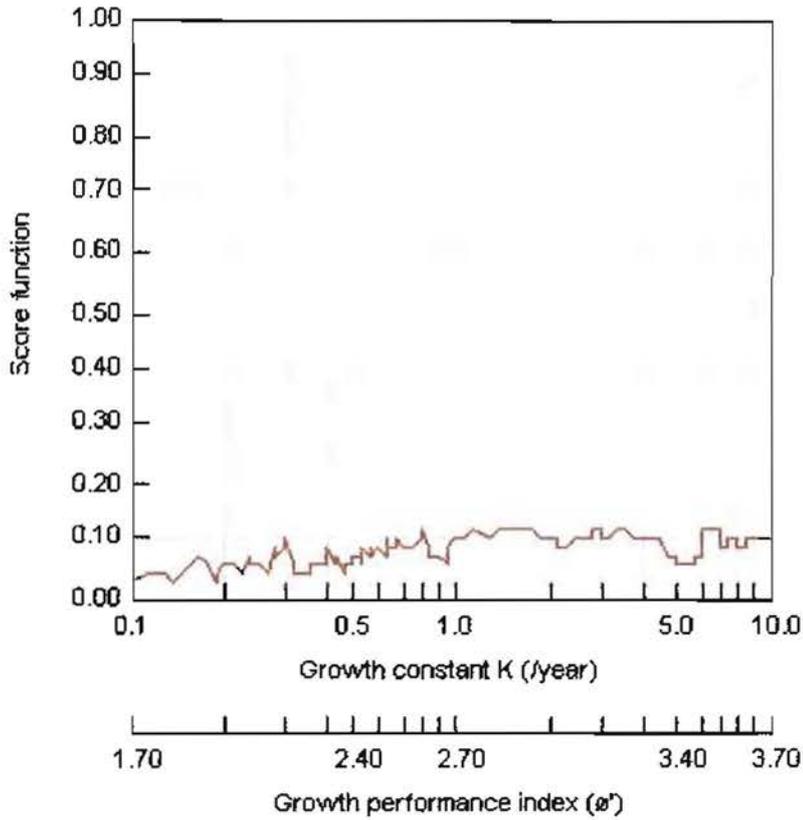


Figure 7 : Interface de la routine K scan d'ELEFAN I

Les valeurs parcourues vont de 23,5 cm à 23,74 cm pour L_{∞} , et de 1 à 1.5 par an pour la constante K sur le tableau 8.

D'après Venema et Sparre (1996), si on surestime L_{∞} le K sera sous-estimé et ensemble ils s'équilibreront si bien que la courbe de croissance qui en résultera demeurera à peu près la même pour l'ensemble des données de l'âge considéré.

Estimation de t_0

L'âge théorique du poisson lorsque sa taille était nulle s'obtient par l'équation de Pauly (1979):

$$\log_{10}(-t_0) = -0.392 - 0.275 \log_{10} L_\infty - 1.038 \log_{10} K$$

Les valeurs des paramètres introduites nous donnent $t_0 = -0.11$ an.

Ces valeurs seront utiles pour l'ajustement au modèle de Bertalanffy d'après l'équation:

$$L = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

avec $L_\infty = 23.74$; $K = 1.5$ /an; $t_0 = -0.11$ an.

D'après ce modèle, on peut déterminer l'âge des poissons pêchés, connaissant leur taille. Habituellement, on utilise l'équation de croissance inverse de von Bertalanffy:

$$\begin{aligned} L = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}] &\Rightarrow (L/L_\infty) = 1 - e^{-k(t-t_0)} \\ &\Rightarrow e^{-k(t-t_0)} = 1 - L/L_\infty \\ &\Rightarrow -k(t-t_0) = \ln(1 - L/L_\infty) \\ &\Rightarrow t = t_0 - (1/k)\ln(1 - L/L_\infty) \\ t(L) &= t_0 - \frac{1}{K} \ln\left(1 - \frac{L}{L_\infty}\right) \end{aligned}$$

A partir des paramètres de croissance on peut tracer la courbe relative au modèle mathématique de croissance individuelle élaborée par von Bertalanffy en fonction de l'âge.

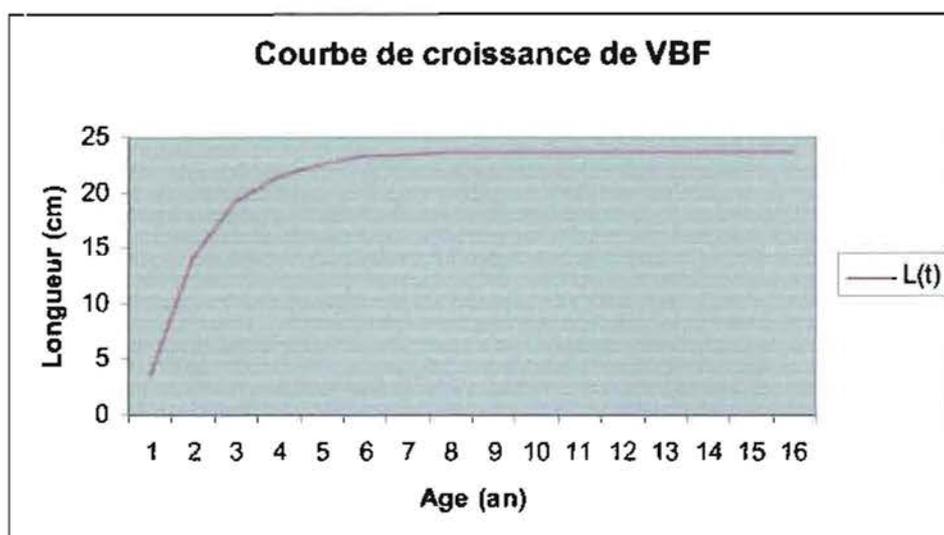


Figure 8 : Courbe de croissance de von Bertalanffy (VBF) avec $K=1.5$ /an; $L_\infty=23.74$ cm ; $t_0=-0.11$ an

Longévité

Connaissant K, il est alors possible de déduire la longévité des poissons par l'expression empirique : $t_{max} = 3/K$

Ainsi, pour $K=1.5$ /an, on calcule que: $t_{max}=2$ ans.

Restructuration manuelle des fréquences de longueur

Les données d'origine permettent d'obtenir un histogramme de la fréquence des tailles :

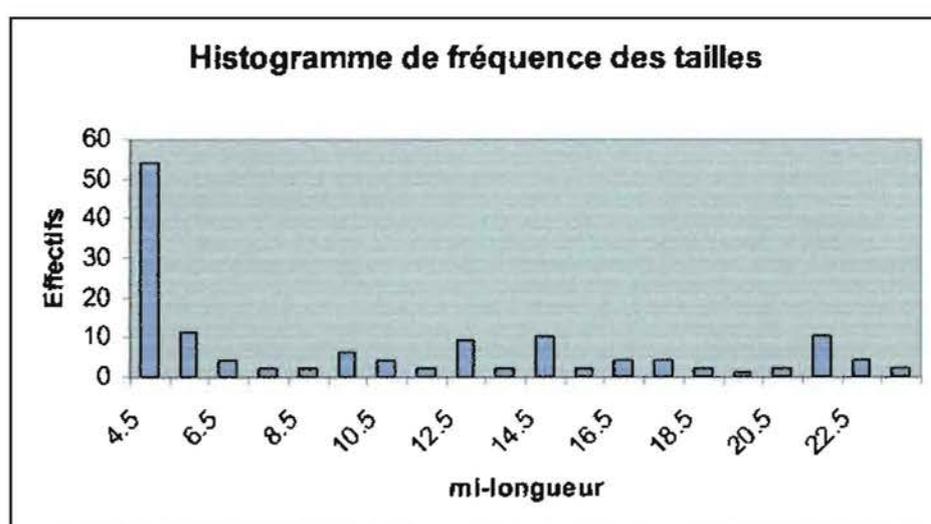


Figure 9: Histogramme de fréquence des tailles

Cet histogramme des fréquences de taille tient compte de tous les intervalles de longueur.

L'histogramme fait apparaître la justesse d'exclure les poissons de la première classe d'observation à savoir les poissons de taille inférieure à 5 cm.

Le tableau 6 rassemble les étapes de calculs manuels suivies pour la restructuration des fréquences de longueur (fréquences d'origine) dans la procédure ELEFAN ! avec :

$$M = \frac{1}{n} \sum \frac{FRQ}{MA}$$

$$ASP = 1.142 + 0.683 + 0.496 + 0.662 + 0.381 + 1.363 = 4.727$$

MA, moyenne mobile sur fréquences voisines

FRQ (L), fréquences de longueurs

Une telle restructuration qui commence avec les poissons de longueur de la classe 4.5 cm permet de construire l'histogramme des fréquences restructurées (figure 6):

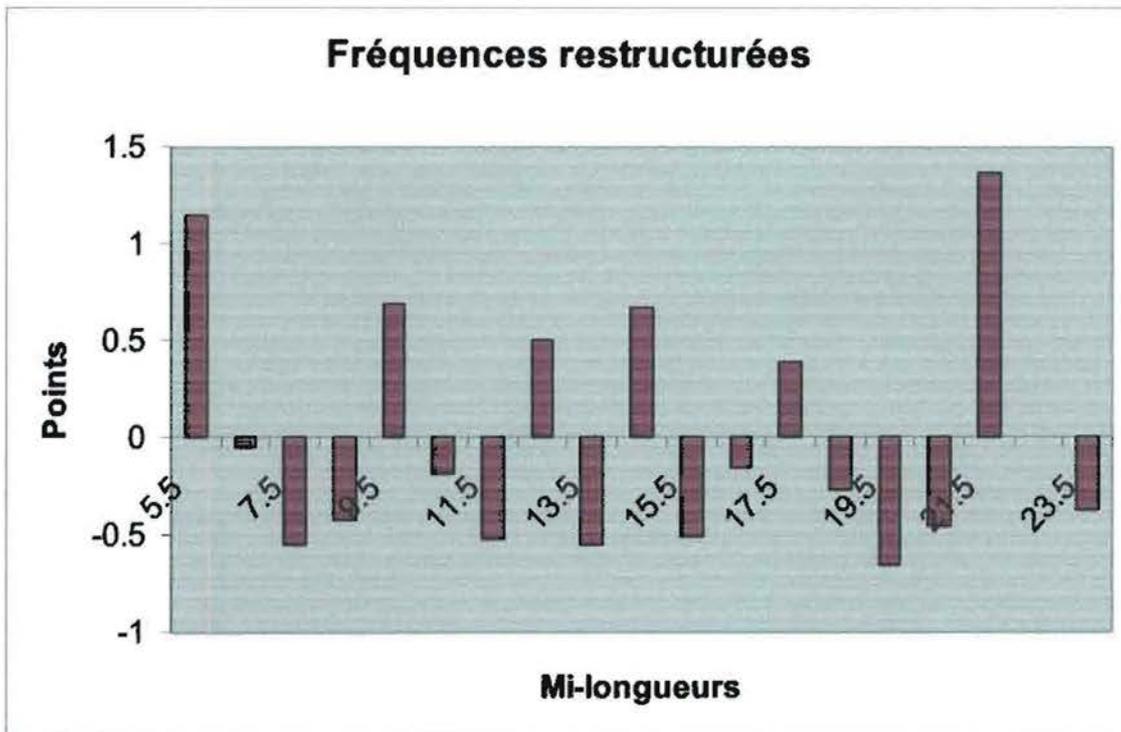


Figure 10: Fréquences de tailles restructurées

Restructuration des fréquences de longueur par FiSAT II

La méthode ELEFAN I permet automatiquement une conversion des fréquences d'origine en diagrammes restructurés par le logiciel FiSAT II (figure 11):

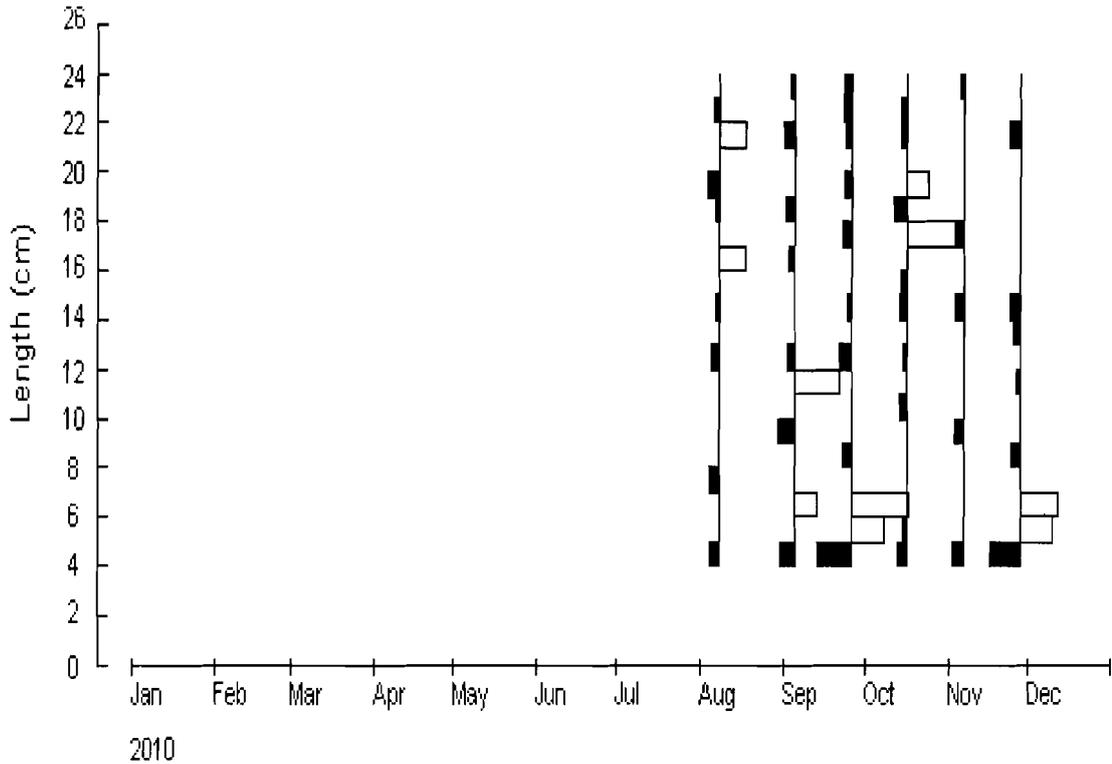


Figure 11: Fréquences restructurées dans FISAT II

Remarque

Un tracé de la droite de Powell – Wetherall est également réalisable manuellement à partir des fréquences de tailles regroupées en classes de taille constante. Pour la régression, il sera nécessaire de faire des approximations concernant notamment le nombre d’observations à considérer dans les calculs des paramètres de régression.

Ainsi, le nombre d’observation « n » a été arrêté à 19, en excluant les poissons de l’intervalle [4 – 5] car la valeur de leur fréquence est trop élevée par rapport à celles des autres classes de longueur. Mais cela ne veut pas dire que les poissons de cette taille ne sont pas recrutés par les populations locales qui les apprécient d’ailleurs pour un type particulier de mets.

Le modèle linéaire ayant pour expression mathématique $Y=a+bX$, la détermination manuelle de a et de b se fait par les formules :

$$b = \frac{\sum_i X_i Y_i - \frac{1}{n} \sum_i X_i \sum_i Y_i}{\sum_i X_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_i X_i)^2}$$

$a = \bar{Y} - b\bar{X}_1$ où \bar{X} et \bar{Y} désignent respectivement la moyenne des longueurs limites inférieures des classes d'intervalle portées en abscisse ($X=L1$), et la moyenne des valeurs représentant la différence entre la longueur moyenne des poissons plus longs que $L1$ et la longueur $L1$, portée en ordonnée ($Y=L_{moy} - L1$).

La longueur moyenne des poissons plus longs que $L1$ s'obtient en divisant par la somme des effectifs de captures de la i ème et de la j ème classes, la somme du produit de la mi-longueur de la classe j par l'effectif de la capture associée à cette classe j et du produit de la mi-longueur de la i ème classe par l'effectif de cette classe i :

$$L_{moy} = \frac{ML_j.C_j + ML_i.C_i}{C_j + C_i}$$

où L_{moy} désigne la longueur moyenne, ML_j la mi-longueur de la classe j , ML_i la mi-longueur de la classe i , C_j l'effectif des captures de la classe j , et C_i l'effectif des captures de la classe i .

D'après le tableau 7 des fréquences de longueur on a donc:

$$\sum X_i = 266; \quad \bar{X} = 14; \quad \sum X_i^2 = 4294;$$

$$\sum Y_i = 91.32 \quad \bar{Y} = 4.80; \quad \sum Y_i^2 = 578.546;$$

$$\sum X_i.Y_i = 1019.15; \quad b = -0.455; \quad a = 11.176;$$

On en déduit:

$$L_\infty = -a/b = 24.56 \text{ cm}; \quad Z/K = -(1+b)/b = 1.197$$

On calcule ensuite les limites de confiance a et b au seuil de 95%.

Pour ce faire, on évalue d'abord les écart-types autour des estimations de a et de b à partir de leurs variances respectives:

$$S^2_b = \frac{1}{n-2} \left[\frac{SY^2}{SX^2} - b^2 \right]$$

avec SY^2 la variance autour de Y ; SX^2 la variance de X ; n , le nombre total d'observations (19 dans le cas présent).

$$Sa^2 = Sb^2 \times \left[\frac{n-1}{n} SX^2 + \bar{X}^2 \right] \quad \text{avec } \bar{X}^2 \text{ la moyenne des carrés des}$$

valeurs de X

On obtient par calculs:

$S_b^2 = 0.002$ et donc $S_b = 0.045$; alors l'intervalle de confiance de l'estimation de b est, en tenant compte des fractiles de la loi de Student $[-0.553; -0.356]$.

De même, $S_a^2 = 0.3269$ et donc $S_a = 0.5717$.

Alors l'intervalle de confiance de a est: $[10.101; 12.594]$.

Les analyses factorielles des correspondances (AFC)

En cette période de crues, les barrages sont en contact les uns avec les autres et avec les eaux torrentielles de débordements qui inondent la région. Néanmoins nous considérons chaque station (barrage) isolément pour envisager l'étude de la répartition des individus de l'espèce *Oreochromis niloticus*, d'une part, et de la distribution sommaire de l'ichtyofaune, d'autre part.

Le tableau 7 rassemble les effectifs de chaque classe de longueur dans chaque station à chaque période de mesure sur *Oreochromis niloticus* tandis que le tableau 9 reprend les mesures qui ont pu être faites sur d'autres espèces capturées.

La répartition des espèces varie d'une station à l'autre. L'analyse des correspondances réalisée à partir du tableau de répartition spatiale de *Oreochromis* permet d'opposer sur l'axe 1 (54,39 % des informations) le barrage 1 aux deux autres (voir figure 12).

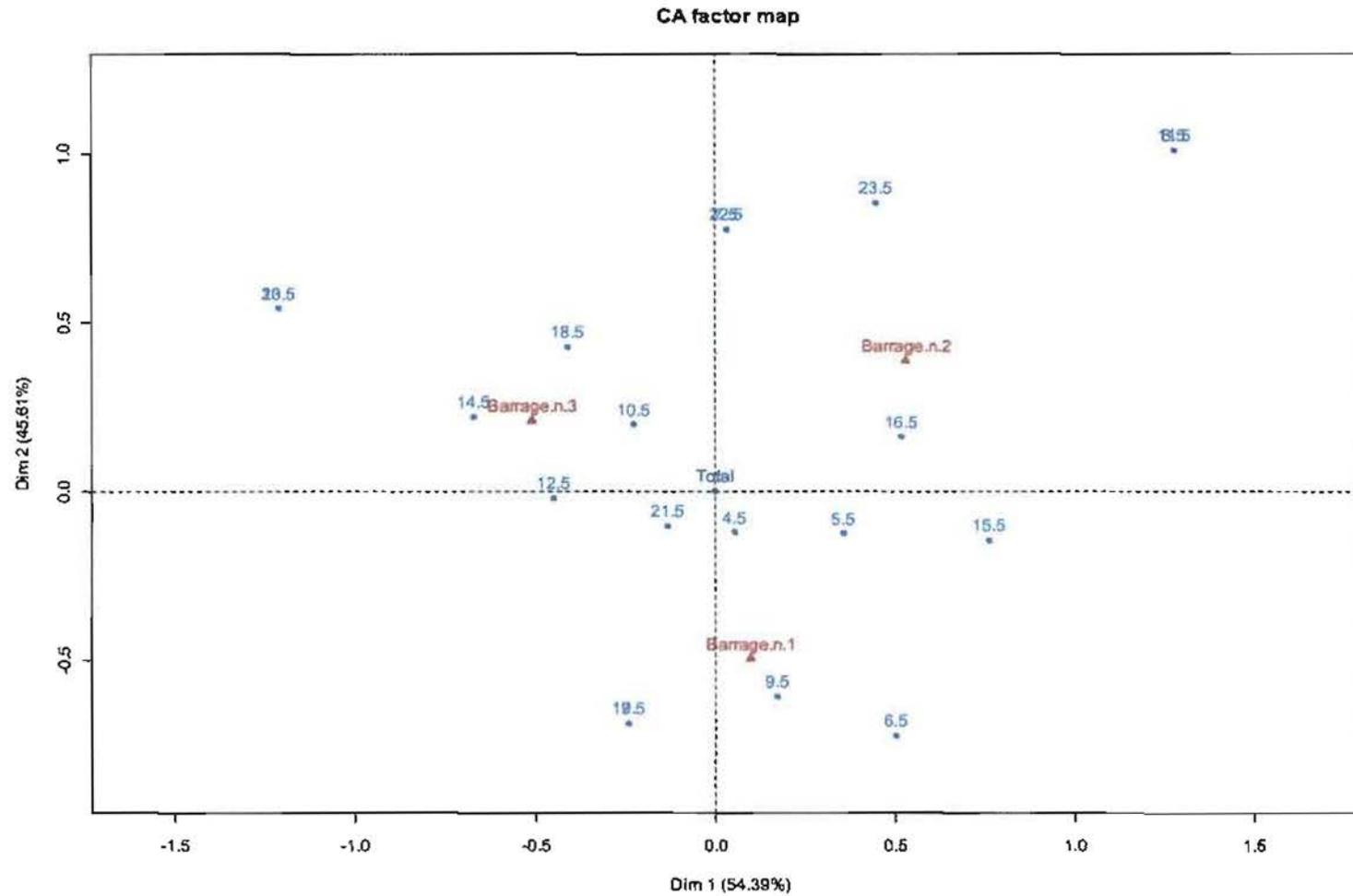


Figure 12: Résultats des AFC réalisées sur les différentes classes de tailles de captures de *Oreochromis niloticus* et les trois stations

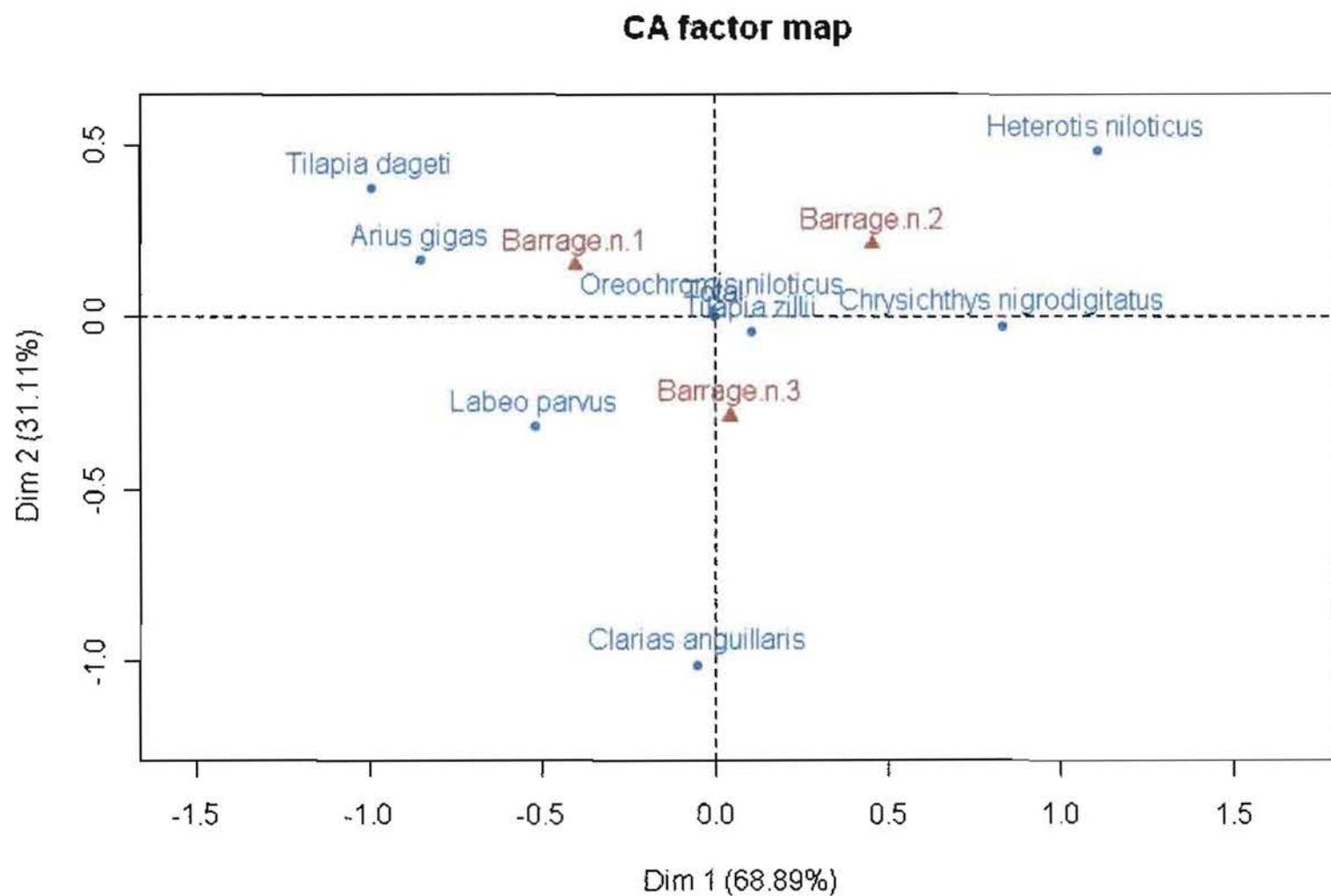


Figure 13 : Résultats de l'AFC réalisée en comparant les captures des différentes espèces au niveau des trois barrages

4. Discussion

Les eaux d'inondation de la plaine de Bagbé comporte une population assez diversifiée de poissons pendant les crues, l'espèce dominante étant de loin *Oreochromis niloticus*.

La présence de ces espèces, atteste l'idée de Lalèyè et *al.* (2004) reprise par Montchowui et *al.* (2007) selon laquelle, des espèces signalées dans des grands fleuves peuvent se retirer dans de petites rivières et habitats particuliers situés dans des zones d'inondations (comme la plaine de Bagbé), à la faveur des migrations qui ont lieu pendant les crues. *Oreochromis niloticus* est singulièrement une espèce très répandue car, outre qu'elle se reproduit bien, on a pu observer comme en Basse Guinée (Teugels et *al.*, 1991) des populations implantées dans la nature attribuées à une introduction ou à des spécimens échappés des stations de piscicultures.

Sa présence dans les eaux des barrages des villages proches de la frontière du Ghana n'est guère surprenante, Lévêque et Paugy (1984) ayant mentionné leur distribution dans la zone de la Volta. La migration semble être l'explication de la plupart des autres espèces rencontrées dans le milieu d'étude, même si on peut penser à des introductions par l'Homme, ainsi que certains témoignages l'affirment sans trop de certitude.

Dans la présente étude, la petitesse de la taille des échantillons est un facteur qui appelle à une prudence dans les conclusions à tirer mais se trouve en adéquation avec les observations de Merona (1983) sur la pêche expérimentale en Afrique ; il est de même de la rareté des espèces pêchées. En principe, il est notoire d'utiliser conjointement d'autres méthodes dont la plus couramment utilisée reste l'analyse des pièces dures comme les écailles, les opercules, les épines ou, ainsi qu'ont pu le montrer Hecht (1979) et Clay (1980), l'emploi des otolithes ; l'utilisation de l'analyse des pièces dures permet en outre d'observer les arrêts de croissance dans bien des cas (Daget, 1952, 1956; Durand, 1978).

Le travail actuel a été pour l'essentiel d'ajuster les données (longueur) observées au modèle mathématique de von Bertalanffy (1938).

La comparaison des paramètres de croissance montre une différence selon que la détermination est faite manuellement ou par le logiciel FiSAT II.

Par ailleurs, la différence concerne également les approximations faites sur les observations prises en considération dans les analyses.

Ainsi, en écartant les mesures des petits tilapia de l'intervalle 4-5 cm, on obtient, en utilisant la méthode Powell -Wetherall:

. $L_{\infty}=24.56$ cm, $Z/K=1.198$ manuellement

. $L_{\infty}=23.74$ cm, $Z/K=1.017$ par FiSAT II

Les poissons de cette tranche de longueur ont été exclus de l'analyse car la très grande disparité de leur fréquence avec celle relativement faible des autres pourrait être source d'erreur notamment dans le calcul de la longueur infinie. En effet, habituellement, les fréquences des tailles proches de L_{∞} s'amenuisent ; ainsi, les faibles valeurs qui suivent l'intervalle 4-5 cm vont faire penser à une valeur de L infini inférieure à la valeur réelle.

En outre, lorsqu'on inclut tous les poissons dans l'analyse de régression on aboutit à des valeurs (L_{∞} ; K/Z) suivantes:

(25.42 cm; 1.447) manuellement

(26.02 cm; 1.436) par FiSAT II

En ne considérant que les paramètres de croissance déterminés suivant les routines ELEFAN I et Powell – Wetherall dans FiSAT II, à savoir la combinaison (L_{∞} , K , t_0), on aboutit à la courbe de Bertalanffy de la figure 8 pour des valeurs de paramètres de croissance (23.74, 1.50, -0.11).

Une longueur infinie L_{∞} de 26,2 cm semble proche des résultats trouvés par Moreau (1979) à Madagascar mais pour des individus de sexe femelle avec une taille maximale moyenne de 26,5 cm et un longueur infinie de 27,28 cm. En ce qui concerne les paramètres K et t_0 , ils diffèrent de manière certaine, mais cela peut être rapproché des observations de Venema et Sparre (1996), ainsi que déjà mentionnées, selon lesquelles, les paramètres de croissance peuvent varier à l'intérieur de la même espèce, c'est-à-dire, avoir des valeurs différentes selon les zones de répartition. Par ailleurs, selon les mêmes auteurs, si on surestime L_{∞} , le K sera sous-estimé et ensemble ils s'équilibreront si bien que la courbe de croissance qui en résultera demeurera à peu près la même pour l'ensemble des données de l'âge considéré. En d'autres termes, différentes valeurs de L infini, K et t_0 peuvent fournir des courbes similaires passant par des points prédéterminés du système de coordonnées âge/longueur. Plus l'échantillon comportera de poissons âgés, meilleure sera l'estimation de L_{∞} tandis que l'estimation de K devient moins dépendante de celle de L_{∞} (Sparre et Venema, 1996).

Une autre étude faite par El Zarka et *al.*, (1970), fournit toujours pour *Oreochromis niloticus*, les valeurs de 42,59, 0,460, et + 0,541 respectivement pour L_{∞} , K et t_0 , dans le lac Mariut, pour une longévité moyenne de 5 ans.

En fait, les paramètres résultant de la présente étude ne sont pas à comparer un à un, valeur pour valeur, mais la comparaison porte sur les courbes de croissance, par le truchement du test « phi prime » (Munro et Pauly, 1983 ; Pauly et Munro, 1984) :

$$\phi' (\text{phi prime}) = \ln K + 2 \ln L_{\infty} .$$

ϕ' rend compte de la performance de croissance globale.

Les différences de croissance d'un milieu à l'autre, observées pour une même espèce peuvent s'expliquer, selon Merona (1983), par le type d'habitat (ruisseau, rivière, lac plat ou profond...) ou les facteurs climatiques, ces deux causes étant d'ailleurs difficilement séparables. D'après cet auteur, la présence de zones inondées dans un habitat favorise généralement la croissance des espèces présentes plus que dans les milieux où on a la situation inverse. Durand (1970), cité par Benech (1974), déduit également une plus grande croissance des poissons ayant séjourné dans les plaines inondées.

Une explication, selon plusieurs auteurs (Welcomme, 1985 ; Welcomme et Merona, 1988 ; Lévêque et Paugy, 1999 ; Laléyé, 2004), est que les plaines d'inondation offrent une grande variété d'habitats, constituent des zones de refuge (pour les alevins qui y trouvent des abris contre les prédateurs), des sources de nourritures et des zones de reproductions également.

L'analogie avec la plaine de Bagbé expliquerait le recrutement de poissons de diverses tailles ayant probablement crû dans ce milieu.

L'importance des conditions favorables liées aux plaines d'inondation a été également développée par Montchowui et *al.*, (2007) reprenant une suggestion de Hugueny et Lévêque (1999) : une zone d'inondation couverte par une végétation herbeuse graminéenne offre des caractéristiques écologiques intéressantes pour la colonisation des poissons, des sources de nourritures et abrite des frayères pour plusieurs espèces.

Les analyses factorielles de correspondances permettent, au niveau des espèces, d'observer que les trois barrages sont mieux caractérisés par *Oreochromis niloticus* que par les autres espèces. La répartition des espèces varie d'une station à l'autre.

L'analyse des correspondances réalisée à partir du tableau de répartition spatiale de *Oreochromis* permet d'opposer sur l'axe 1 (54,39 % des informations) le barrage 1 aux deux autres.

D'après la courbe, les poissons ont une croissance assez rapide pendant les deux premières années : plus de 19 cm à 1 an ; au bout de 2 ans, ils ne sont plus qu'à 1cm de la taille maximale ainsi que le montre le tableau ci-après :

Tableau 10: Taille théorique des poissons en fonction de l'âge

T (an)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
L (cm)	3.61	14.23	19.25	21.62	22.74	23.3	23.5	23.6	23.7

Toutefois, il est à remarquer aussi que, selon ce modèle de croissance, la longueur maximale n'est approchée qu'à partir de la quatrième année, ce qui est proche de la longévité moyenne observée dans certaines études sur *Oreochromis niloticus* : 4 ans pour des individus femelles dans le lac Alaotra (Moreau, 1979).

Le recrutement des poissons des différentes classes de taille se fait à la fois par les stocks endogènes qui se reproduisent et les apports dus aux migrations depuis les grands fleuves voisins pendant les crues ; il est cependant difficile de quantifier les différentes origines des individus des classes regroupées pour l'ajustement au modèle de von Bertalanffy. On peut observer toutefois que l'importance de la crue dans les plaines d'inondation conditionne directement la quantité de nourritures (planctons, benthos) à la disposition des poissons ; à côté de cela, il y a la qualité des aliments, notamment leur digestibilité. Moreau (1979) montre que les *Bacillariophycées* (mieux digérées et abondantes dans la plaine de Bagbé aussi) font grossir plus vite *Oreochromis niloticus* ; ainsi, pour un certain nombre de poissons, les barrages et la plaine inondée constituent les endroits de naissance et de croissance comme a pu l'observer Benech (1974) dans le bassin du lac Tchad.

En somme, la croissance des poissons *Oreochromis niloticus* s'ajuste bien au modèle mathématique de Bertalanffy grâce à une plus grande représentativité de cette espèce dans les échantillons. Cette représentativité peut être due à une meilleure adaptation aux conditions du milieu (température, climat, aliments, la qualité des aliments, etc).

Une décomposition en groupes d'âge est possible avec le diagramme réalisé à partir des données du tableau 4 permet de distinguer plusieurs cohortes probables dans les différents bassins comme on peut le voir sur la figure ci-après :

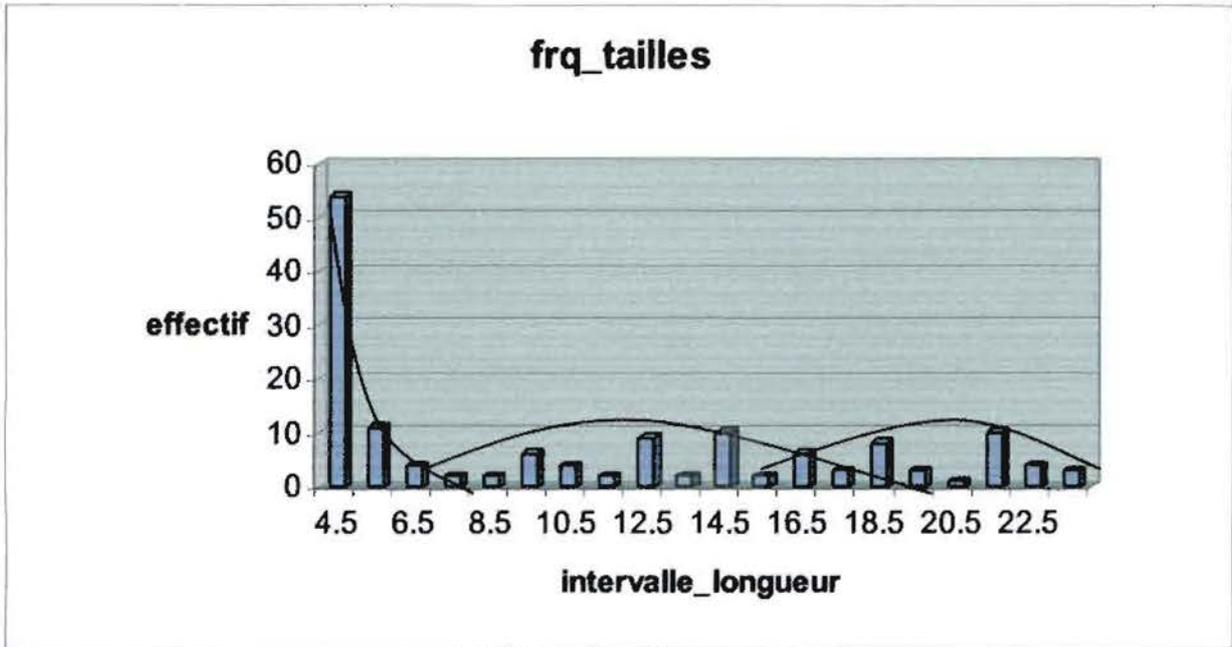


Figure 14 : Décomposition de l'échantillon en différents groupes d'âge

Il est évident que la fiabilité d'une telle décomposition est tributaire d'un nombre important de données et donc de séries d'échantillons de tailles optimale.

Il est possible dans ces conditions de penser à une analyse saisonnière de la croissance des poissons. Mais la représentativité des échantillons constitue un problème qu'il faut résoudre préalablement. Cela revient surtout à suivre les évolutions de ces pêches artisanales sur plusieurs saisons pour faire une étude suivant le modèle général de von Bertalanffy :

$$L_t = L_\infty [1 - \exp(-K(t - t_0) + S_{ts} - St_0)] \quad \text{où}$$

$$S_{ts} = (CK/2\Pi) \sin(2\Pi(t - t_s)) \quad \text{et}$$

$$St_0 = (CK/2\Pi) \sin(2\Pi(t_0 - t_s))$$

Le paramètre C, dont la valeur est comprise entre 0 et 1, exprime l'amplitude d'oscillation de la croissance saisonnière.

La valeur 1 de C correspond à la situation d'un arrêt complet de la croissance une fois l'an ; t_s représente l'âge du premier ralentissement de croissance de la saison.

La valeur 0 de ce paramètre nous ramène à la forme simple de l'équation de Bertalanffy :

$$L_t = L_\infty [1 - \exp(-K(t-t_0))]$$

La dynamique de la population des poissons dans ces milieux ne peut, normalement, être étudiée avec des paramètres de saisonnalité qu'en considérant que les poissons provenant uniquement des barrages aménagés avec un suivi sur plusieurs années. Car, en faisant abstraction d'une telle condition dans l'analyse, tout reviendrait à étudier la dynamique de croissance, non des poissons « élevés » et pêchés dans les étangs de retenue d'eau, mais aussi celle des poissons des fleuves et milieux aquatiques de différentes zones dont les débordements se retrouvent dans les barrages en aval.

5. Conclusion

Cette étude sur la croissance de *Oreochromis niloticus* a permis d'ajuster la croissance de cette espèce au modèle mathématique de Bertalanffy. Nous avons pu en outre noter la présence d'autres espèces dans ces milieux aquatiques.

La prédominance d'*Oreochromis niloticus* (environ 78 % des prises totales) n'est certainement pas l'effet d'un hasard : la dynamique de reproduction de cette espèce par rapport aux autres, qu'on peut également capturer dans le milieu, est sans doute due à des conditions de l'écosystème local favorables et à une meilleure adaptation.

L'analyse de la dynamique de croissance est fondée sur la mesure des longueurs et la recherche des paramètres de croissance grâce au logiciel FISAT II.

Selon Venema et Sparre (2005), la méthode fondée sur la longueur dépend de la longévité des espèces et les résultats démontrent que *Oreochromis niloticus* vit assez longtemps pour permettre de telles études (au moins quatre ans); ces auteurs pensent également que le recrutement de ces poissons est saisonnier avec un, ou au plus deux pics par an, ce qui confirme nos suppositions quant à la présence de plusieurs classes d'âge dans les distributions.

Il est évident qu'un certain nombre de corrections méritent d'être apportées à plusieurs points:

- La taille de l'échantillon est restreinte et cela constitue une source de biais et de non représentativité, d'où les nombreuses irrégularités dans la distribution des fréquences de longueur
- La correspondance taille/âge est meilleure si des études complémentaires sur les pièces dures sont faites. En effet une étude basée sur l'analyse des marques des pièces dures apporterait une contribution plus solide à la présente étude et permettrait d'affiner les différentes phases de croissances (arrêts, reprises) relevées par bien des auteurs chez cette espèce de poisson.

Par ailleurs certains auteurs font état d'arrêts de croissance significatifs qui auraient dus être pris en compte; mais ces arrêts de croissance ne sont mieux constatés que par l'étude des pièces dures.

La décomposition en classes d'âge ou de longueur permet de ne pas exclure des groupes exogènes issus des eaux d'inondation qui viennent faire leur croissance dans les étangs aménagés, ainsi que des poissons nés dans ces étangs et ayant fait leur développement sur place.

Bibliographie

Benech V., 1974, Données sur la croissance de *Citharinus citharus* (poissons, Characiformes) dans le bassin tchadien, Cahier ORSTOM, vol. VIII, n°1 : 24-33

Bertalanffy L. von, 1938. A quantitative theory of organic growth. (Inquiries on growth laws II). *Hum. Biol.* 10: 181-213.

Blache J., 1964 - Les poissons du Tchad et du bassin adjacent du hlayo-Kebbi. Mém. O.R.S.T.O.M., 4, Paris, 483 p., 150 fig.

Chikou Antoine, 2007, Quelques aspects de la biologie de reproduction chez *Clarias ebriensis* (Siluriformes, *Clariidae*) dans le delta de l'Ouémé au Bénin (Afrique de l'Ouest), Cybium, 215p

Clay D., 1982, A comparison of different methods of age determination in the Sharptooth catfish *Clarias gariepinus*. *J. Limnol. Soc. Sth. Afr.*, 8 (2) : 61-70.

Daget J., 1950. - Poissons d'eau douce de la région côtière du Togo et du Dahomey. *Notes Africaines*, 46: 57-59.

Daget J., 1952 - Mémoire sur la biologie des poissons du Niger moyen. 1. Biologie et croissance des espèces du genre *Alestes*. *Bull. Inst. fr. Afr. noire (A)*, 14 (1) : 191-225.

Daget J., 1956 - Mémoire sur la biologie des poissons du Niger moyen : recherches sur *Tilapia zillii* (Gerv.). *Bull. Inst. fr. Afr. noire (A)*, 18 (1) : 165-233.

Daget J. & Le Guen J-C., 1975 - Les critères d'âge chez les poissons. In : (Problèmes d'écologie; la démographie des populations de Vertébrés. (Ed: Lamotte M. et Bourlière F.) Masson, Paris : 253-289.

Durand J. R., 1970 - Les peuplements ichtyologiques de l'El Beïd - Première note : Présentation du milieu et résultats généraux. *Cahiers O.R.S.T.O.M., série Hydrobiologie IV*, 1 : 3-26.

Durand J.R., 1978 - Biologie et dynamique des populations d'*Alestes baremoze* (*Pisces, Characidae*) du bassin tchadien. *Trav. DO~. ORSTOM, PARIS*, 98 : 332 p.

El Zarka S., 1970 - Tilapia fisheries in Lake mariout. Age and growth of *T. nilotica*. *Bull. Inst. Océanog. ftsh. Cairo*, 1 : 151-182.

Fryer G., 1961, Observations on the biology of the cichlid fish *Tilapia variabilis* Boulenger on the northern waters of Lake Victoria. Rev. Zool. Bot. Afr., 64, (1-2) : 1-33.

Gayanilo F.C., Sparre P., Pauly D., 2005. FAO-ICLARM Outils d'évaluation des stocks II (FISAT II). Guide d'utilisation. FAO Série informatique. Pêche. (8), Version révisée. Rome, F.A.O: 190p.

Gnandi K., 2006- Rapport du Togo sur la Pollution Marine, Document du GEM-CG/ONU.DI.

Gulland J.A., 1969. Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques. Première partie. Analyse des populations. FAO Man.Sci.Halieu., (4): 154p.

Gulland J.A., 1971.-The fish resources of the ocean. West By fleet, Surrey, Fishing News (Books), Ltd., for FAO, 255 p. Rev. ed. of FAO Fish. Tech.Pap, (97):425 p.

Hecht T., 1979 - The value of otoliths in freshwater fisheries biology and taxonomy. Univ. of the North, Series A, 19 : 1-17.

Hugueny B. & Lévêque C., 1999. - Richesse en espèces des peuplements des poissons. In: Les Poissons des Eaux continentales africaines (Lévêque C. & D. Paugy, eds), pp. 237-249. Paris : IRD.

Jensen K. W., 1957. Determination of age and growth of *T. nilotica* (L), *T. galilaea* (Act), *T. zillii* (Gerv.) and *Lates niloticus* C. et V. by means of their scales. K. Nor. Vidensk. Selsk. Forh. 30(24):150-1

Jones R. and van Zalinge N.P., 1981. -Estimations of mortality rate and population size for shrimp in Kuwait waters. Kuwait Bull. Mar. Sci., 2: 273-288.

Lalèyè P. et al., 2004. Etude de la diversité ichthyologique du bassin du fleuve Ouémé au Bénin (Afrique de l'Ouest). Cybium. 28(4) : 32

Lévêque C., Paugy D., Teugels G., 1990a, Faune et poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Collection Faune tropicale, XXVIII, Tome I, M.R.A.C., Tervuren & O.R.S.T.O.M. Paris, 385p.

Lévêque C., Paugy D., Teugels G., 1990b, Faune et poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Collection Faune tropicale, XXVIII, Tome II, M.R.A.C., Tervuren & O.R.S.T.O.M. Paris, 386p

Lévêque C., Paugy D. & Teugels G. G. 1990-1992. Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. *Tome 1 et 2. Editions ORSTOM.* 902 p.

Levêque C., Paugy D. & G.G. Teugels (eds), 1990-1992,Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. 910 p. Édit. ORSTOM.

Lévêque et al., 1992. Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres d'Afrique de l'Ouest. (éds) Collection faune tropicale, XXVIII, tome II, M.R.A.C., Tervuren & O.R.S.T.O.M. Paris, 386-902p.

Lévêque C., Paugy D., 1984, Guide des poissons d'eau douce de la zone du programme de lutte contre l'onchocercose en Afrique de l'Ouest, Convention O.R.S.T.O.M-O.M.S., 393p

Lévêque & Paugy D. , 1999. - La reproduction. / n: Les Poissons des Eaux continentales africaines : Diversité, Ecologie,Utilisation par l'Homme (Lévêque C. & D. Paugy, éds), pp. 129-151. Paris: Editions IRD.

Merona B. de, 1983 - Modèle d'estimation rapide de la croissance des poissons. Application aux poissons d'eau douce d 'Afrique. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 16 (1) : 103-113.

Montchowui Elie, 2007, L'ichtyofaune de la rivière Hlan au Bénin, 165p.

Montchowui E., Niyonkuru C., Lalèyè P., Ahouansou-Montcho S. & Chikou A. 2006, Diversité ichtyologique de la rivière Hlan au Bénin (Afrique de l'Ouest). 3^{ème} Rencontre de l'ichtyologie en France (RIF). 28 au 31 mars. SFI. *Mémoire de l'Institut océanographique Paul Ricard.* p 118

Moreau J., 1979 - Biologie et évolution des peuplements de Cichlidés (Pisces) introduits dans les lacs malgaches d'altitude. Thèse Doctorat d'Etat, I.N.P. Toulouse, Publ. Ecole nationale supérieure agronomique, 38, 345 p.

Munro J. L. et Pauly D., 1983 –A simple method for comparing growth of fishes and invertebrates. *ICLARM Fishbytes*, 1(1): 5 – 6

OZER, P. 2005. Désertification: définition, causes, processus et réhabilitation. Note de cours, Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université de Liège, Arlon, Belgique. 169 p.

OZER P., ERPICUM M., DEMAREE G. & VANDIEPENBEECK M., 2003. The Sahelian drought may have ended during the 1990s. *Hydrological Sciences Journal*, 48: 489-492.

- PATUREL J.E., SERVAT E., KOUAME B., BOYER J.F & LUBES H., 1995.** Manifestations de la sécheresse en Afrique de l'Ouest non sahélienne. Cas de la Côte d'Ivoire, du Togo et du Bénin. *Sécheresse*, 6: 95-102.
- Pauly D. and Munro J. L., 1984.** Once more on the comparison of growth of in fish invertebrates. *ICLARM Fishbyte*, 2(1): 21
- Pauly D., 1979** - A preliminary compilation of fish length-growth parameters. *Berichte aus dem Institut für Meereskunde an der Christian Albrechtsuniversitat. Kiel*, 55 : 200~.
- Pauly D., 1980.** On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J.Cons. J.Cons. CIEM*, 39(3):175-192.
- Pauly D., 1984.** Length converted catch curves: a powerful tool for fisheries research in the tropics (part II), *fishbyte*, 2 (1): 9-17.
- Pauly D., 1985.** - Quelques méthodes simples pour l'estimation des stocks de poissons tropicaux. *FAO Doc. Tech. Pêches*. (234): 56p.
- Powell D.G., 1979.** Estimation of mortality and growth parameters from the length frequency in the catch. *Rapp. P.-V. Réun. CIEM*, 175: 167-169. (4): 160 p.
- Sparre P. et Venema S. C., 1996.-** Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. Première partie : Manuel FAO. *Document technique sur les pêches numéro 306. Rev.I*, Rome: 401p.
- Stiassny M., Teugels G., Hopkins C., 2007,** Poissons d'eaux douces et saumâtres de Basse Guinée, ouest de l'Afrique centrale, volume 1, Collection Faune et Flore tropicale 42, IRD éditions, 800p
- Weatherley A.H., 1972** - Growth and Ecology of Fish populations. Academic Press London-New-York. 293 p.
- Welcomme R.L., 1967** - Observations on the biology of the introduced species Tilapia of Lake Victoria. *Rev. ZOO~. Bot. Afi.*, 76 (34) : 249-279.
- Welcomme R.L., 1985.** - River fisheries. *FAO Tech. Pap.*, 262, 330 p.
- Welcomme R.L. & B. de Mérona, 1988.** - Fish communities of rivers. *In* : Biology and Ecology of African Freshwater Fishes (Lévêque C., Bruton M.N. & G.W. Ssentongo, eds), pp. 251- 276. Paris, ORSTOM, Travaux et documents, 216.

ANNEXES

Espèce: <i>Oreochromis niloticus</i>			Mensuration : longueur standard			
Barrage N° 1			Maille : 19 mm (de nœud à nœud)			
Date→	07/08/10	04/09/10	25/09/10	16/10/10	06/11/10	27/11/10
Longueurs ↓ (cm)	Echant.1	Echant.2	Echant.3	Echant.4	Echant.5	Echant.6
4 – 5	07	03	04	00	07	02
5 – 6			00	04	01	00
6 – 7		02	00			01
7 – 8	00					
8 – 9			00			00
9 – 10		04			00	
10 – 11				01		
11 – 12		00				00
12 – 13	03	00	00	00		
13 – 14						00
14 – 15	01		00	01	00	00
15 – 16				01		
16 – 17	00	02			00	
17 – 18			00	01	01	
18 – 19	00	01		00		
19 – 20			01	01	00	
20 – 21					00	
21 – 22	00	00	01	00	01	02
22 – 23	00		00	00	00	
23 – 24		00	00		00	
TOTAL	11	12	06	09	10	05

Annexe 1: Effectif des captures de *Oreochromis niloticus* sur le site 1 (barrage n°1)

Espèce: <i>Oreochromis niloticus</i>			Mensuration: longueur standard			
BarrageN ²			Maille: 19 mm (de nœud à nœud)			
Date→	07/08/10	04/09/10	25/09/10	16/10/10	06/11/10	27/11/10
Longueurs ↓ (cm)	Echant.1	Echant.2	Echant.3	Echant.4	Echant.5	Echant.6
4 – 5	03	01	03	02	01	04
5 – 6			01	00	02	01
6 – 7		00	01			00
7 – 8	01					
8 – 9			01			01
9 – 10		00			01	
10 – 11				01		
11 – 12		01				01
12 – 13	00	01	00	00		
13 – 14						00
14 – 15	00		00	00	00	01
15 – 16				01		
16 – 17	00	01			02	
17 – 18			00	00	00	
18 – 19	00	00		02		
19 – 20			00	00	00	
20 – 21					00	
21 – 22	00	00	00	01	00	01
22 – 23	01		00	01	00	
23 – 24		00	01		01	
TOTAL	05	04	07	08	07	09

Annexe 2: Effectif des captures de *Oreochromis niloticus* sur le site 2 (barrage n²)

Espèce: <i>Oreochromis niloticus</i>			Mensuration : longueur standard			
Barrage N°3			Maille :19 mm (de nœud à nœud)			
Date→	07/08/10	04/09/10	25/09/10	16/10/10	06/11/10	27/11/10
Longueurs ↓ (cm)	Echant.1	Echant.2	Echant.3	Echant.4	Echant.5	Echant.6
4 – 5	01	05	06	05	00	00
5 – 6			01	01	00	00
6 – 7		00	00			00
7 – 8	01					
8 – 9			00			00
9 – 10		01			00	
10 – 11				02		
11 – 12		00				00
12 – 13	00	00	02	03		
13 – 14						02
14 – 15	01		01	02	01	02
15 – 16				00		
16 – 17	01	00			00	
17 – 18			01	00	00	
18 – 19	02	03		00		
19 – 20			00	00	01	
20 – 21					01	
21 – 22	01	02	00	00	00	01
22 – 23	00		01	00	01	
23 – 24		01	00		00	
TOTAL	07	12	12	13	04	05

Annexe 3 : Effectif des captures de *Oreochromis niloticus* sur le site 3 (barrage n°3)

Axes	Valeurs propres	Pourcentage de variance	Pourcentage de variance cumulé
Axe 1	1.761153e-01	5.720532e+01	57.20532
Axe 2	1.317500e-01	4.279468e+01	100.00000
Axe 3	2.452710e-33	7.966829e-31	100.00000

Annexe 4 : Résultats des analyses factorielles des correspondances (AFC) réalisées sur les variations de tailles de *Oreochromis niloticus*: valeurs propres, % de variance et % de variance cumulé

Classes de longueur	coordonnées		contributions	
	Axe 1	Axe 2	Axe 1	Axe 2
4.5	0.05488552	-0.12280204	0.640821804	3.82581137
5.5	0.35610297	-0.12671515	5.495052628	0.82979041
6.5	0.50308844	-0.72426192	3.988197398	9.85757143
7.5	0.03431163	0.77459793	0.009275572	5.63769144
8.5	1.27788964	1.00846322	12.866033583	9.55583757
9.5	0.17465146	-0.60969200	0.720980722	10.47830126
10.5	-0.22395544	0.19702289	10.47830126	0.72947765
11.5	1.27788964	1.00846322	12.866033583	9.55583757
12.5	-0.44821980	-0.02148716	7.122829687	0.01952177
13.5	-1.20926638	0.54073265	11.521312022	2.74734894
14.5	-0.66973323	0.21899178	17.669801818	2.25306791
15.5	0.76135551	-0.14668687	4.567020540	0.20217672
16.5	0.51900755	0.16040806	6.366878777	0.72530767
17.5	-0.23987455	-0.68764709	0.680013572	6.66455439
18.5	-0.40571641	0.42734409	5.187559748	6.86379067
19.5	-0.23987455	-0.68764709	0.680013572	6.66455439
20.5	-1.20926638	0.54073265	5.760656011	1.37367447
21.5	-0.13020008	-0.10274908	0.667806229	0.49599185
22.5	0.03431163	0.77459793	0.018551144	11.27538288
23.5	0.44883764	0.85255303	2.380826620	10.24430962

Annexe 5 : Résultats relatifs aux lignes des AFC réalisées sur les variations de tailles de *Oreochromis niloticus*: coordonnées, contributions.

Classes de longueur	Qualité de représentation		Inerties
	Axe 1	Axe 2	
4.5	0.166498642	0.833501358	0.0033459215
5.5	0.887609905	0.112390095	0.0053819404
6.5	0.325463770	0.674536230	0.0106527850
7.5	0.001958298	0.998041702	0.0041176661
8.5	0.616227148	0.383772852	0.0181506849
9.5	0.075835525	0.924164475	0.0082649479
10.5	0.563715314	0.436284686	0.0012188227
11.5	0.616227148	0.383772852	0.0181506849
12.5	0.997707132	0.002292868	0.0062063841
13.5	0.833368115	0.166631885	0.0120186095
14.5	0.903409061	0.096590939	0.0170034247
15.5	0.964208613	0.035791387	0.0041176661
16.5	0.912806565	0.087193435	0.0060636900
17.5	0.108484127	0.891515873	0.0054492978
18.5	0.474055768	0.525944232	0.0095131171
19.5	0.108484127	0.891515873	0.0054492978
20.5	0.833368115	0.166631885	0.0060093047
21.5	0.616227148	0.383772852	0.0009421039
22.5	0.001958298	0.998041702	0.0082353321
23.5	0.217014773	0.782985227	0.0095373482

Annexe 6 : Résultats relatifs aux lignes des analyses factorielles des correspondances (AFC) réalisées sur les variations de tailles de *Oreochromis niloticus* : qualités de représentation et inerties.

Barrage	coordonnées		Contributions		Qualité de représentation		Inerties
	Axe 1	Axe 2	Axe 1	Axe 2	Axe 1	Axe 2	
B1	0.072185	-0.351484	2.175813	61.52282	0.0404	0.95952	0.04674
B2	0.3767800	0.272276	44.73977	27.86296	0.6569	0.34305	0.05920
B3	-0.356546	0.145992	53.08440	10.61422	0.8564	0.14359	0.05388

Annexe 7 : Résultats relatifs aux colonnes de l'AFC réalisée sur la base des captures de *Oleochromis niloticus* en fonctions des sites.

B1= barrage n°1; B2= barrage n°2; B3= barrage n°3.

Les chiffres étant faibles et les inerties petites, pour la contribution, on considère les classes ayant une valeur supérieure à 5.

Sur le graphique, les classes de longueur proches d'un barrage caractériseront ce barrage.

Sur l'axe 1, les barrages 2 et 3 sont bien représentés mais sur l'axe 2 seul le barrage 1 l'est (voir figure 8).

	Valeurs propres	% de variance	% de variance cumulé
Axe 1	5.710618e-02	6.889441e+01	68.89441
Axe 2	2.578325e-02	3.110559e+01	100.00000

Annexe 8 : Résultats d'analyse factorielle des correspondances réalisée sur la comparaison des distributions spatiales des différentes espèces capturées au niveau des trois barrages: valeurs propres, % de variance et % de variance cumulé.

	Coordonnées		Contributions	
	Axe 1	Axe 2	Axe 1	Axe 2
<i>Arius gigas</i>	-0.8483229950	-0.1629829681	13.406378709	1.0960211487
<i>Chrysichthys nigroditatus</i>	0.8344161123	0.0269385351	22.698252171	0.0523986973
<i>Tilapia dageti</i>	-0.9894141363	-0.3706740503	31.914149533	9.9210332482
<i>Tilapia zillii</i>	0.1091878855	0.0457636392	0.5552363939	0.2160307659
<i>Oreochromis niloticus</i>	-0.0054521722	-0.0188164911	0.0202125452	0.5332177964
<i>Clarias anguillaris</i>	-0.0488065274	1.0139331646	0.0776574046	74.232005690
<i>Labeo parvus</i>	-0.5191103319	0.3216295571	2.5100267773	2.1341080251
<i>Heterotis niloticus</i>	1.1124565595	-0.4786278938	28.818086464	11.8151846278

Annexe 9 : Résultats relatifs aux points lignes: coordonnées et contributions

	Qualité de représentation		Inerties
	Axe 1	Axe 2	
<i>Arius gigas</i>	0.964402437	0.03559756	0.0079384612
<i>Chrysichthys nigroditatus</i>	0.998958810	0.00104119	0.0129756158
<i>Tilapia dageti</i>	0.876919843	0.12308016	0.0207829178
<i>Tilapia zillii</i>	0.55523639	0.2160308	0.0003727741
<i>Oreochromis niloticus</i>	0.077454993	0.92254501	0.0001490235
<i>Clarias anguillaris</i>	0.002311703	0.99768830	0.0191837707
<i>Labeo parvus</i>	0.722607357	0.27739264	0.0019836229
<i>Heterotis niloticus</i>	0.843803527	0.15619647	0.0195032481

Annexe 10 : Résultats relatifs aux points lignes d'analyse factorielle des correspondances réalisée sur les distributions spatiales des différentes espèces capturées dans les trois barrages: qualité de représentation et inerties.

	Contributions %		Coordonnées	
	Axe 1	Axe 2	Axe 1	Axe 2
Barrage n°1	49.415715508	14.945986619	-0.2813945217	-0.1039854669
Barrage n°2	49.861621335	23.010719090	0.3239803017	-0.1478862377
Barrage n°3	0.7226631564	62.043294290	0.0332919652	0.2072746344

Annexe 11 : Résultats relatifs aux points colonnes: contributions et coordonnées

	Qualité de représentation		Inerties
	Axe 1	Axe 2	
Barrage n°1	0.87985027	0.1201497	0.03207299
Barrage n°2	0.82756664	0.1724334	0.03440698
Barrage n°3	0.02514923	0.9748508	0.01640946

Annexe 12 : Résultats relatifs aux points colonnes d'analyse factorielle des correspondances réalisée sur la comparaison des distributions spatiales des différentes espèces capturées au niveau des trois barrage : qualité de représentation et inerties