

IMPACT DE LA SAISON SUR LE FACTEUR DE CONDITION ET LA CROISSANCE DES JUVENILES DE TILAPIA AU BARRAGE DE LOUMBILA (1993-1994)

KABRE T. André *

RESUME

L'analyse des composantes principales (ACP) a permis de mettre en évidence les différences saisonnières entre les facteurs de condition de 314 juvéniles de *Oreochromis niloticus* (Lin. 1757). L'analyse a été faite en utilisant le facteur de condition de Fulton et le contenu en eau du corps des poissons.

La première composante principale (CP1) a expliqué 62,7 % de la variabilité entre les individus de la saison des hautes eaux et ceux des basses eaux. L'étude montre que 32,8 % et 76,4 % des individus respectivement en saison des hautes eaux et basses eaux possèdent des valeurs négatives pour les composantes principales, les plus petites valeurs de facteur de condition et des pourcentages d'eau du corps plus élevés. D'une manière générale, cette étude indique que 50,48 % des individus sont dans de mauvaises conditions sur toute l'année.

Cet impact de la saison sur la condition générale de santé des poissons se traduit aussi par des ralentissements de la croissance: 90,7 % des poissons présentent des annuli accessoires sur les écailles; la présence d'annuli étant plus fréquente en saison de basses eaux.

L'utilisation de l'analyse des composantes principales dans la séparation des individus a été satisfaisante au vue des travaux déjà effectués sur le saumon chinook.

Il a été suggéré que l'ACP est une méthode d'analyse assez robuste dans la séparation des poissons et que les valeurs de la première composante principale peuvent être considérées comme des transformées de variables biologiques décrivant l'état de bien-être des poissons: l'ACP permet une séparation des populations tout en conservant le maximum de variabilité entre les variables originelles observées.

Mots-clés : *oreochromis niloticus*; *facteur de condition*; *Analyse des Composantes Principales*; *annuli*; *saison*; *Loumbila*.

IMPACT OF THE SEASON ON THE CONDITION FACTOR AND THE GROWTH OF THE JUVENILES OF TILAPIA IN THE LOUMBILA DAM (1993-1994)

ABSTRACT

The Principal Components Analysis (PCA) was used in this study to describe differences within a population of 314 juvenile *Oreochromis niloticus* (Lin. 1757) as a result of season effects. The analysis was performed on Fulton's condition factor and body water content.

* Institut du Développement Rural- Université de Ouagadougou BP. 7021 Ouagadougou.

The first Principal Component (PC1) explained 62.7 % for the population of *Oreochromis niloticus* during the flooding and dry seasons. Proportions of 32.8 % and 76.4 % of the fish respectively in the flooding and dry seasons displayed negative PC1 scores, significant ($\alpha = 5\%$) lower condition factor indices and higher water content in their body than their counterparts with positive PC1 scores. Overall this study indicates that 50.48 % of the individuals undergo stressful conditions all year long. This impact of the season on fish general condition factor is also readily depicted on scale growth annuli: 90.7 % of the fish show accessory annuli; the annuli were more frequent during the dry season.

The use of multivariate methods to separate the fish was satisfactory in that the method worked also well for earlier research on chinook salmon. It was suggested that PCA was a robust method for fish separation and PC1 scores can be considered as transformed biological variables that describe fish state of "well being": PCA provides the multidimensionality nature of fish condition factor with a maximum conservation of the variabilities of the original variables.

Key-words : *oreochromis niloticus* - condition factor - Principal Components Analysis - annuli - season - Loumbila Dam.

I. INTRODUCTION

Les indices de facteur de condition ont été longtemps utilisés pour décrire les différences entre les individus de deux populations (FULTON, 1911 et LE GREEN, 1951) cités par RICKER, (1968 et 1975); différences qui sont dues à l'impact des saisons, des maladies, de la durée du cycle de reproduction, etc. L'importance des facteurs de condition est considérable dans les sciences halieutiques (SHELBY, 1978). Le facteur de condition de Fulton est communément utilisé pour démontrer les différences liées au sexe, la saison, la place de capture, etc. (RICKER, 1975). Cependant CONE (1989) a fait remarquer qu'il y a une perte d'information lorsque le calcul des facteurs de condition est basé uniquement sur les variables longueur et poids individuels des poissons.

Les différences décrites par les facteurs de condition peuvent être mieux démontrées en utilisant les méthodes multivariées dans l'analyse des variables biologiques telles les contenus du corps ou du foie en énergie non lipidique, en lipide ou en eau (KABRE, 1993); ces variables, à l'opposé de la longueur et du poids, sont plus sensibles aux conditions de stress (maladies, saison, alimentation, etc.). BAIJOT et al. (1994) ont noté que les tilapia du Burkina ont des indices de croissance inférieures à ceux constatés pour la même espèce dans d'autres pays de la région soudano-sahélienne (Mali et Niger principalement). Les problèmes de croissance des espèces de poisson des eaux tropicales ont été discutés par MERONO et al. cités par LÉVEQUE et al., (1988). Selon ces auteurs un arrêt de croissance est en général observable pendant les basses eaux chez les espèces de la zone sahélienne.

Le but de cette étude était d'utiliser les méthodes multivariées (Analyse des Composantes Principales) afin de décrire les différences liées à l'impact de la saison sur les populations de *Oreochromis niloticus* (Lin. 1757) ou *Tilapia nilotica* (ancienne appellation). Il sera alors possible de vérifier l'hypothèse d'un ralentissement de la croissance et d'une détérioration de la condition générale de santé de cette espèce liés à la variation de la saison.

II. MATERIELS ET METHODES

Le barrage de Loumbila

Le barrage de Loumbila est essentiellement hydro-agricole et a été construit en 1956 sur le lit du Massili un affluent du fleuve Nakambé. Il est situé dans la région centrale du Burkina Faso; cette région du pays reçoit en moyenne 827,7 mm de pluies chaque année (BAIJOT *et al.*, 1994). Selon Baijot (1985) ce plan d'eau a une superficie maximale variable de 600 à 800 ha selon les années et un volume moyen d'eau de 19,1 millions de m³; sa profondeur maximale est de 8 m et sa longueur varie entre 15 et 20 km.

Le barrage compte parmi les 28 centres communautaires de pêche créés entre 1979 et 1992 par la Direction de la Pêche et de la Pisciculture avec l'appui financier de la KFW (Kreditanstalt für Wiesteraufban); c'est aussi la plus importante des pêcheries artisanales autour de la ville de Ouagadougou. Deux groupements de pêcheurs semi-professionnels de 95 personnes environ y pêchent journalièrement. Le crédit alloué par la KFW avait permis d'équiper 60 pêcheurs semi-professionnels visitant la pêcherie. Les captures annuelles contrôlées varient entre 1000 et 1500 kg de poissons avec une dominance de tilapia (Seynou, 1987; BAIJOT *et al.*, 1994). Seynou (1987) rapporta que les tilapia représentait 66 % du poids des captures totales de poisson dans ce plan d'eau.

Le barrage présente deux périodes de fluctuation de la hauteur d'eau (Fiche des données hydrologiques de l'Office National des Eaux 1993-1994) correspondant aux périodes d'échantillonnage de la présente étude:

- a) la saison des hautes eaux avec des côtes maximales respectives de 700 et 560 cm en Juillet et Janvier caractérisées par un gain d'habitat et par une augmentation du potentiel de production d'aliment naturel.
- b) la saison des basses eaux avec des côtes maximales respectives de 540 et 490 cm en Février et Juin caractérisées par une perte d'habitat et par conséquent une réduction de la quantité d'aliment naturel disponible.

Ce barrage comme la plupart des retenues d'eau au centre du Burkina voit sa superficie maximale de la période des hautes eaux réduite au 1/3 pendant les basses eaux (Valorisation du Potentiel Halieutique, 1993).

Les conditions physico-chimiques du barrage de Loumbila et des autres retenues d'eau les plus proches ont été discutées par BAIJOT *et al.*, (1994). Selon ces auteurs, la turbidité de ces retenues s'accroît en début d'étiage pour atteindre son maximum en pleine saison pluvieuse. Le Centre Technique de Foresterie Tropicale (CTFT) cité par BAIJOT *et al.*, (1994) indique qu'une stratification fréquente de la teneur en oxygène se déroule dans ces plans d'eau. Une étude faite en 1987 dans le but d'évaluer la profondeur de l'épilimnion indiquait une réduction dramatique de zone productive en période des basses eaux dans le barrage de Loumbila (SEYNOU, 1987).

Collection de *Oreochromis (Tilapia) niloticus*

Un total de 330 juvéniles de *Oreochromis niloticus* ou *Tilapia niloticus* (ancienne appellation) a été collecté pendant la saison des hautes eaux (Juillet-Janvier) et celle des basses eaux (Février-Juin) dans le barrage de Loumbila. Les poissons ont été capturés à l'aide de filets maillants de 100 à 200 m de long, de 1 à 2 m de chute et de mailles variables de 30 à 45 mm; les filets éperviers utilisés avaient 2 m de hauteur de chute et des mailles variant de 25 à 30 mm.

Les poissons pêchés sont mis dans une glacière puis ramenés au laboratoire où chaque individu est pesé (précision un centigramme) et mesuré (longueur totale en mm). Le poisson est ensuite ouvert ventralement pour examen clinique (recherche de zones nécrotiques internes et externes, de parasites, d'inflammation, d'anomalie physique, etc.) puis vidé de ses viscères. Des écailles sont finalement prélevées.

L'examen clinique a permis d'écartier 4,85 % des poissons présentant des symptômes de maladies (zones de nécrose et des inflammations généralement sur la peau); 314 *Oreochromis niloticus* sans signe clinique ont été finalement sélectionnés.

Evaluation du contenu en eau du corps

Le corps du poisson vidé de ses viscères est pesé (poids frais) puis séché pendant 72 heures dans une étuve réglée à 68°C. Le poids sec est ensuite pris et le pourcentage d'eau calculé.

Analyse statistique

Les données ont été analysées en utilisant l'Analyse des Composantes Principales (ACP) et le Modèle Général d'Analyse Linéaire (MGL) (SAS User's Guide, 1988). L'utilisation de l'ACP vise à démontrer la nature multidimensionnelle de la condition générale du poisson et de séparer les individus en deux groupes en se basant sur les différences indiqués par les composantes principales (BURKHEAD et WILLIAMS, 1991 ; VALCARCE *et al.*, 1991). L'ACP transforme les variables observées en nouvelles variables non corrélées appelées Composantes Principales (MORRISON, 1990). Chaque Composante Principale (Y_j) est la combinaison linéaire des variables observées (X_1, \dots, X_p) telle que $Y_j = a_{1j}X_1 + \dots + a_{pj}X_p$. Dans l'ACP l'investigateur peut examiner les données sur plusieurs plans et définir le plan et les directions de variation interne aux données (NEFF et SMITH, 1979). La règle dans l'ACP est d'utiliser seulement des variables non corrélées (MORRISON, 1990).

L'Analyse des Composantes Principales a permis de séparer 314 *Oreochromis niloticus* en deux groupes en se basant sur la distribution spatiale des points résultant des valeurs de la première et deuxième Composantes Principales (CP1 et CP2 respectivement). Le test approximatif a permis de vérifier la non égalité entre la matrice de corrélation et la matrice identité. L'ACP a utilisé la matrice de corrélation à cause de l'hétérogénéité des variables (GNANADESIKAN, 1977). Le facteur de condition de Fulton et le contenu en eau du corps sont les variables impliquées dans cette analyse. La matrice des données a été générée dans le logiciel SAS (SAS User's Guide, 1988).

L'utilisation du Modèle Général d'Analyse Linéaire a permis de démontrer que les variations du contenu en eau du corps et des facteurs de condition sont liées à l'impact de la saison. La Plus Petite Différence Significative (LPDS) de Fisher a été utilisée pour faire les comparaisons de moyennes des deux variables (contenu en eau du corps et facteurs de condition).

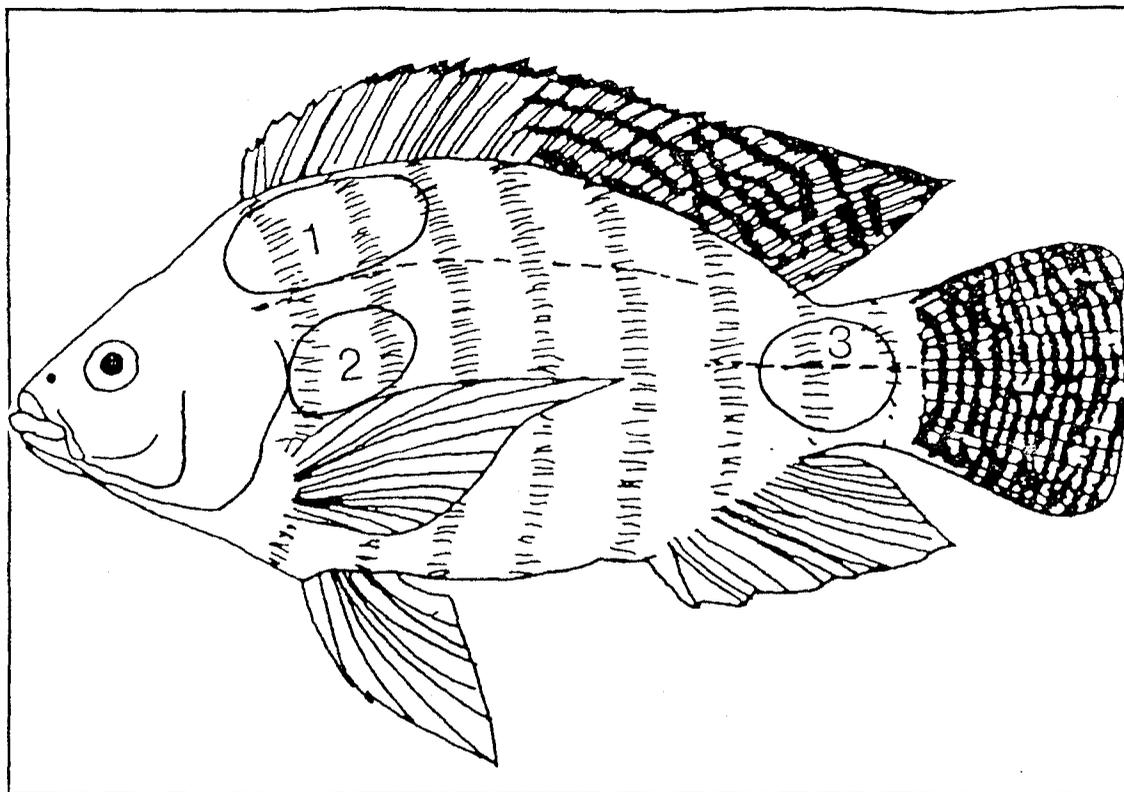
Collecte, préparation et lecture des écailles

Les écailles ont été prélevées sur trois zones (la zone au-dessous de la nageoire dorsale, la zone operculaire et la zone du pédoncule caudale) (Planche 1).

Les écailles prélevées ont été gardées dans des enveloppes.

La lecture des écailles a été faite à l'aide d'un microprojecteur Ken-a-vision. Ce dernier permet non seulement une microprojection avec les objectifs (16, 10 et 6,5 mm) mais aussi une observation microscopique avec l'objectif 10 X. L'observation a porté sur 6 écailles (du même poisson) montées entre 2 lames de microscopes.

Planche 1 : zones de prélèvement des écailles : zones dorsale (1), operculaire (2) et caudale (3).



Elle consistait à noter le nombre d'anneaux de croissance et à prendre la longueur totale de l'écaille.

III. RESULTATS

Separation de *Oreochromis niloticus*

Les variables utilisées dans l'Analyse des Composantes Principales sont le contenu en eau du corps et le facteur de condition de Fulton (CF). Notre première tentative d'utiliser 3 variables dont le facteur de condition relative (K) et les 2 précédentes a révélé une forte corrélation (84,5 %) entre ce facteur et celui de Fulton. Les poissons collectés mesuraient 30 à 160 mm de longueur totale et ont été groupés en 3 classes de longueur en se référant au diagramme des fréquences de longueur. L'analyse de la distribution des fréquences de longueur a permis d'établir la clé âge-longueur (Tableau I) et de grouper les poissons en trois classes de longueur.

Le Tableau II, généré dans le Modèle Général d'Analyse Linéaire, démontre que les variations du facteur de Condition de Fulton et du contenu d'eau du corps du poisson sont fonction de l'effet des variations saisonnières et de la taille des individus. Cependant le facteur K n'est pas lié à la saison ou à la taille des individus; nous avons par conséquent retenu le CF et le contenu d'eau du corps pour l'ACP.

La première Composante Principale (CP1) explique 62.7 % de la différence entre les poissons de la période des hautes eaux et celle des basses eaux (Tableau III). Le Tableau IV indique que le contenu en eau du corps et le facteur de condition de Fulton évoluent en sens inverse: Tableau I: Distribution (en nombre) de *Oreochromis niloticus* juveniles capturés pendant les saisons des hautes et basses eaux. Les poissons ont été groupés en 3 catégories de longueur correspondant aux 3 différents modes détectés sur les diagrammes de fréquence. Barrage de Loumbila (1993-1994).

TABLEAU I : *distribution (en nombre) de Oreochromis niloticus juveniles capturés pendant les saisons des hautes et basses eaux. Les poissons ont été groupés en 3 catégories de longueur correspondant aux 3 différentes modes détectées sur les diagrammes de fréquence. Barrage de Loumbila (1993-1994).*

Classes longueur (cm)	Hautes eaux	Basses eaux	
0 - 1	-	-	
1 - 2	-	-	
2 - 3	-	-	
3 - 4	1	-	
4 - 5	3	-	Groupe
5 - 6	2	1	I
6 - 7	3	1	
7 - 8	0	0	-----
8 - 9	15	3	
9 - 10	36	14	Groupe
10 - 11	28	24	II
11 - 12	31	23	-----
12 - 13	31	31	
13 - 14	26	27	Groupe
14 - 15	15	7	III
15 - 16	4	4	

TABLEAU II : Analyse factorielle (2x3 factoriel) du facteur de Condition de Fulton (CF), du facteur de condition relative (K) et du contenu d'eau dans le corps de *Oreochromis niloticus* juvéniles capturés en saisons des hautes et basses eaux au barrage de Loumbila (1993-1994).

Source	Facteur de condition de Fulton (CF)				Facteur de condition relative (K)			Contenu d'eau du corps		
	dl	SC	F	Pr	SC	F	Pr	SC	F	Pr
Modèle	5	0.0000614	25.71	0.0001	0.00898	1.24	0.288	55.858	9.21	0.0001
Saison	1	0.0000293	10.92	0.0011	0.00251	0.35	0.555	81.96	13.52	0.0003
Groupe	2	0.0000247	9.54	0.0001	0.00989	1.37	0.255	25.148	4.15	0.0167
SxG*	2	0.000003	1.09	0.3387	0.0166	2.30	0.102	11.292	1.86	0.157
Erreur	308	0.0000026			0.00722			6.062		

N.B: SxG* = SaisonxGroupe

TABLEAU III : *pourcentage de variation expliqué par la première et la deuxième composantes principales ainsi que les valeurs du vecteur propre de la matrice de corrélation du facteur de condition de Fulton (CF) et du contenu d'eau du corps chez des juveniles de Oreochromis niloticus capturés en saisons des hautes et basses eaux au barrage de Loumbila (1993-1994).*

Composantes Principales		
	1	2
Valeur vecteur propre	1.254	0.746
Différence	0.508	
Pourcentage	0.627	0.373
Pourcentage Cummulé	0.627	1

TABLEAU IV : *Vecteurs propres pour le facteur de Condition de Fulton (CF) et du contenu en eau du corps pour des juveniles de Oreochromis niloticus capturés en saisons des hautes et basses eaux au barrage de Loumbila (1993-1994).*

variables	Vecteurs propres	
	1	2
CF	0.707	0.707
eau	-0.707	0.707

les poissons qui sont dans de bonnes conditions (ie CF plus élevé) contiennent moins d'eau dans leur corps.

La représentation dans un plan Euclidien de la première (CP1) et de la deuxième (CP2) Composantes Principales (Figure 1-A et B) indique que les poissons de la période des hautes eaux (les plus gros individus) tendent à occuper la partie droite de l'espace multivarié (Figure 1-A) tandis que les individus de la saison des basses eaux (les individus les plus maigres) (Figure 1-B) sont orientés vers la partie gauche de cet espace. Pendant la saison des hautes eaux 67,2 % des poissons ont une première

Composante Principale positive, un CF plus grand et un contenu en eau du corps plus élevé (Tableau V) comparés à 23,6 % seulement d'individus présentant les mêmes caractéristiques en saison des basses eaux. En période des basses eaux un fort pourcentage (76,4 %) des individus présentent une première Composante Principale négative, plus d'eau dans leur corps et de faibles valeurs de CF. Autrement dit les valeurs de la première Composante Principale varient dans le même sens que celles du facteur de Condition de Fulton; ces valeurs contrastent avec celles du contenu en eau du corps. Quand les données des 2 saisons sont prises en compte l'analyse (Tableau V) montre que 50,48 % des *Oreochromis niloticus* sont dans de mauvaises conditions de vie.

3.2 ANALYSE FACTORIELLE ET COMPARAISON DE MOYENNE

Figure
1-A, B

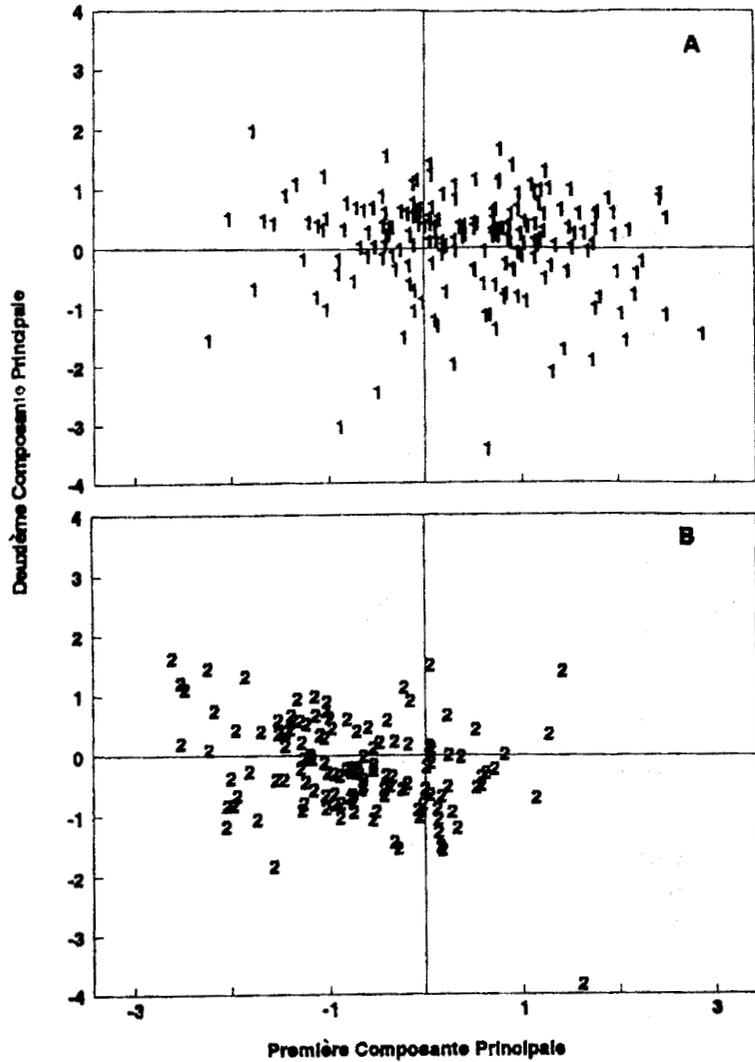


Figure 1: Représentation graphique de la première et deuxième Composante Principale pour le Facteur de Condition de Fulton et du contenu en eau du corps chez des juvéniles de *Oreochromis niloticus* (L.) capturés en saisons des hautes et basses eaux. Barrage de Loumbila (1993-1994).

Tableau V : Comparaisons des valeurs moyennes du facteur de Condition de Fulton (CF) et du contenu en eau du corps chez les juveniles de *Oreochromis niloticus*. Les valeurs du CF et du contenu en eau du corps pour les poissons ayant une première Composante Principale (CPI) positive sont comparées aux autres possédant une CPI négative. Deux valeurs moyennes reliées par une double ligne (==) sont différentes ($\alpha=5\%$).

	CPI positive		CPI negative			Nombre (%)
	Nombre (%)	CF	contenu eau	contenu eau	CF	
Hautes eaux	67,2	0.0203 (0.0013)	71.49 (2.057)	74.67 (1.894)	0.0182 (0.0014)	32,8
Basses eaux	23,6	0.0189 (0.0013)	71.66 (2.039)	74.99 (2.008)	0.01740 (0.0010)	76,4
Toutes saisons	49,52	0.0199 (0.0022)	71.52 (2.054)	74.87 (1.970)	0.0177 (0.0012)	50,48

L'analyse factorielle a permis d'investiguer les différences de facteur de condition entre les différentes saisons et entre les groupes de longueur chez *Oreochromis niloticus*. En effet, le Tableau II indique des effets indépendants significatifs ($P<0,05$) des 2 facteurs (saison et taille) sur le facteur de condition de Fulton et le contenu en eau du corps.

La comparaison entre les moyennes, en utilisant la plus petite différence significative de Fisher (Tableau VI) démontre que des différences significatives ($P<0,05$) du facteur de condition de Fulton et du contenu en eau du corps existent entre les poissons des 2 saisons, entre les poissons du groupe 1 (les plus petits) et ceux du groupe 2, et finalement entre les individus du groupe 2 et ceux du groupe 3 (les plus grands).

3.3. Détection des annulis

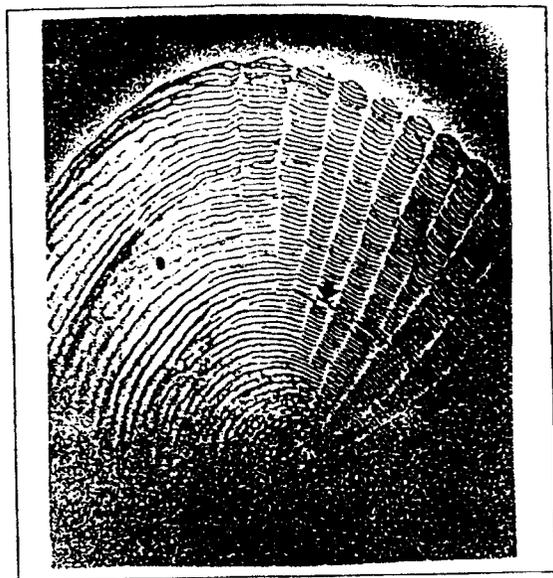
Les premières observations ont démontré que les écailles prélevées sur la zone entre la ligne du dos et la nageoire dorsale à l'aplomb du début de cette nageoire (Planche 1) donnaient les meilleures observations d'annuli; cette zone donne généralement les écailles les plus larges (DAGET, 1956 et 1962 cité par BAIJOT *et al.*, (1994)). L'observation des écailles au microprojecteur a permis de détecter des annuli représentant souvent des ralentissements de la croissance (Photographie 1 et 2). Ces annuli sont constitués de circuli souvent fins et

TABLEAU VI : Analyse factorielle et comparaison de moyenne du facteur de Condition de Fulton (CF) et du contenu en eau du corps chez *Oreochromis niloticus* juvéniles en utilisant la plus petite Différence Significative (PDS) de Fisher. Les poissons ont été capturés pendant les saisons de hautes et basses eaux au barrage de Loumbila (1993-1994).

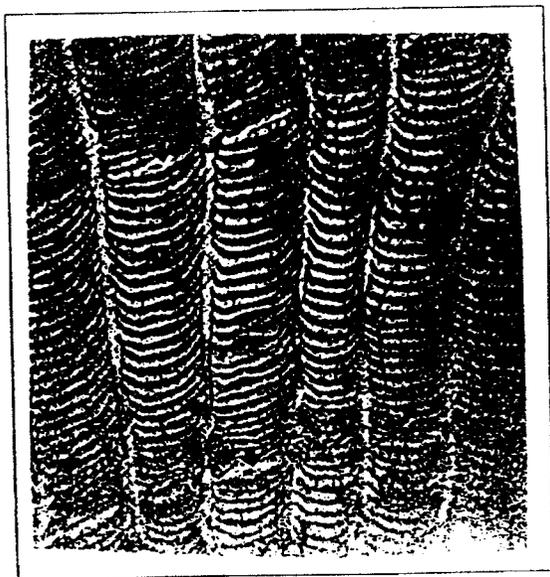
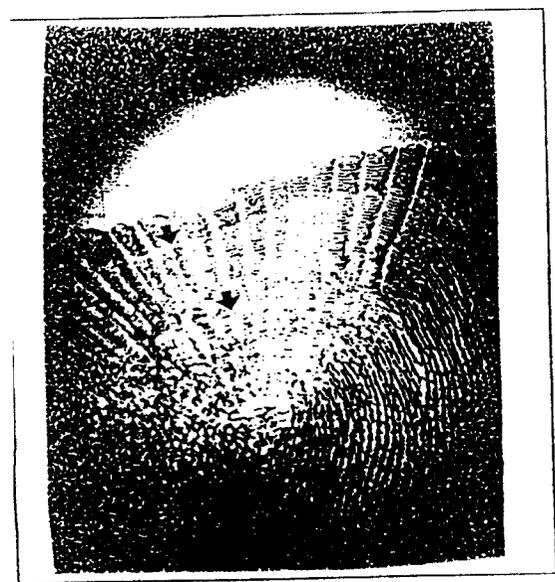
Combinaison des traitements					
	Hautes eaux	Basses eaux	Groupe I	Groupe II	Groupe III
Nombre poissons	186	126	9	168	137
CF	0.0196 (0.0017)	0.0178 (0.0016)	0.0180 (0.0015)	0.0187 (0.0018)	0.0192 (0.0019)
LSD(0.05)	=====			=====	=====
= 0.00025					
Eau du corps	72.533 (2.506)	74.210 (2.463)	72.806 (4.227)	73.491 (2.645)	72.911 (2.478)
LSD(0.05)	=====			=====	=====
= 0.39					

N.B : Groupe I, II et III sont des classes de longueurs détectées dans les diagrammes de fréquence de longueur. Deux valeurs reliées par une double ligne (====) sont différentes ($\alpha=5\%$).

PHOTOGRAPHIE 1 : Ecaille de *Oreochromis niloticus* présentant un annuli (indiqués par la flèche) avec de fins circuli rapprochés. Le poisson a 125 mm de longueur totale, pèse 34,97 g. Date de capture 2/05/94 à Loubila.



PHOTOGRAPHIE 2 : Ecaille de *Oreochromis niloticus* présentant deux annuli (indiqués par la flèche) avec des circuli larges et écartés. Le poisson a 134 mm de longueur totale, pèse 47,31 g. Date de capture 18/12/93 à Loubila.



rapprochés (Photographie 1) parfois larges et écartés (Photographie 2) ou parfois mixtes: 83,65 % des individus présentent des annuli avec des circuli fins et rapprochés, 7,05 % des circuli mixte, 1,6 % uniquement des circuli larges et enfin 7,7 % des circuli uniformes (ie une croissance continue toute l'année). La présence de 2 annuli est plus fréquente (61 % des individus, Tableau VII) en saison des basses eaux qu'en saison des hautes eaux (35,3 % des individus). Le Tableau VII indique que 53,5 % des individus présentent 1 anneau de croissance en périodes des hautes eaux tandis que 61 % possèdent 2 marques pendant la saison des basses eaux.

TABLEAU VII : Proportion d'individus de juveniles de *Oreochromis niloticus* dont les écailles présentent des anneaux accessoires de croissance en périodes des hautes et basses eaux au barrage de Loumbila (1993-1994).

Nombre de marques	Hautes eaux		Basses eaux	
	Nombre	%	Nombre	%
0	18	9,6	8	6,5
1	100	53,5	32	26
2	66	35,3	75	61
3	1	0,5	7	5,7
4	2	1,1	2	0,8

CIV. Discussions

Séparation des individus

Les résultats du Tableau II et V de l'investigation sur le contenu en eau du corps et le facteur de condition de Fulton étaient prévisibles car le facteur de condition est un important indicateur de l'effet de la saison sur les différences de condition générale chez les poissons (SHELBY, 1978). L'utilisation des multivariées permet de mettre en évidence la multidimensionnalité du facteur de condition (CONE, 1989).

L'étude a permis de montrer qu'il est possible d'utiliser l'Analyse des Composantes Principales pour séparer les poissons sur la base des informations prises sur leur condition générale. Il est particulièrement satisfaisant que la première Composante Principale (CP1) explique 62,7 % de la variabilité entre les individus (MORRISON, 1990). Les résultats de cette séparation rejoignent les conclusions des travaux effectués par KABRÉ (1993) sur le saumon chinook. L'ACP considère toutes les variances liées à la condition générale de santé des poissons et tente d'extraire le maximum de variance dans l'ensemble des données (NORUSIS, 1988). L'ACP est une méthode robuste permettant de séparer les poissons en se basant sur des informations, sur leur condition générale de santé (Figure 1-A et B). Cette efficacité de la méthode avait été évoquée plus tôt par d'autres chercheurs (BURKHEAD et WILLIAMS, 1991 ; VALCARCE *et al.*, 1991 ; KABRÉ, 1993). L'ACP permet à l'investigateur de voir les données sur plusieurs plans et d'orienter les directions de la variation interne à ces données (NEFF et SMITH, 1979). Le regroupement des données sur le plan Euclidien est fonction de la variance des caractéristiques des individus (première et deuxième Composantes Principales) et du degré de corrélation entre ces composantes (NEFF et SMITH, 1979).

Valeur du facteur de Condition de Fulton et du contenu en eau du corps

Cette étude montre que 50,48 % (Tableau V) des poissons vivent dans de mauvaise condition toute l'année durant: ils présentent les plus faibles valeurs de facteur de condition de FULTON (CF) et les valeurs les plus élevées en eau contenue dans le corps. Ce phénomène d'accumulation significative en eau dans le corps chez le poisson en période de stress est dû à l'utilisation excessive des ressources hautement énergétiques que sont les réserves de lipides (KABRÉ, 1993) : la désintégration des graisses libère de l'eau qui se substitue aux réserves lipidiques des tissus.

Les stress en milieux aquatiques tropicaux sont de plusieurs natures mais tous peuvent être reliés à une réduction sensible de la nourriture disponible (LEVEQUE, 1988) cité par SOMÉ (1992). En saison des hautes eaux (Juillet-Janvier) la disponibilité en habitat et l'importance de l'épilimnion créent des conditions favorables à la majorité (67,2 % des individus, Tableau V) ; le reste des individus étant victimes de stress ponctuels générés probablement par la forte turbidité des eaux fréquemment observée en saison des pluies (BAIJOT *et al.*, 1994).

En saison des basses eaux (Février-Juin) la réduction du niveau d'eau et par conséquent de son volume (Valorisation du Potentiel Halieutique, 1993) entraîne une perte d'habitat et une chute dramatique de la quantité d'aliment naturel disponible au poisson ; pendant cette même période, les eaux connaissent un léger réchauffement. Les poissons, pour faire face à cette situation de stress, sont obligés d'utiliser leurs réserves lipidiques (KABRÉ, 1993) ; c'est cette utilisation des graisses qui entraîne l'accumulation substantielle d'eau dans le corps de 76,4 % (Tableau V) des individus et aussi une baisse des valeurs du facteur de condition de Fulton.

Analyse des écailles

L'impact des stress saisonniers se traduit aussi par des perturbations de croissance observables sur les écailles des poissons (Planche 1 et 2). Cette étude démontre que 83,05 % des poissons présentent des arrêts de croissance matérialisés par la présence d'annuli contre 7,7 % ayant une croissance continue et 1,6 % présentant une croissance plus rapide. Il est évident que la majorité des poissons traverse des difficultés de croissance sur toute l'année. Cette baisse de croissance de l'espèce a été noté par BAIJOT et al., (1994) : ils remarquèrent que *Oreochromis niloticus* du Burkina Faso avait des indices de performance de croissance (l'indice μ de PAULY et MUNRO) inférieurs à ceux indiqués par l'espèce dans d'autres pays africains. Dans le même sens, notre étude démontre que les conditions difficiles de stress en saison des basses eaux sont marquées par des annuli plus fréquentes qu'en saison des hautes eaux: la majorité (61 %, Tableau VII) des poissons présentent au moins 2 annuli en saison des basses eaux contre 53,5 % ayant 1 annuli en saison des hautes eaux; ce qui confirme l'effet plus prononcé des stress en saison des basses eaux.

Compte tenu de la nature discontinue des annuli, de la forme et de l'épaisseur des circuli ainsi que de leur fréquence d'occurrence dans la même saison, nous avons jugé que ces annuli étaient accessoires (JEARLD, 1983 ; LÉVEQUE et al., 1988). En effet ces annuli seraient liés à des facteurs de stress accessoires se produisant au cours de la saison considérée ; ces facteurs sont surtout la fluctuation du niveau du barrage (avec perte d'habitat et réduction d'aliment disponible), la qualité physico-chimique de l'eau (turbidité par exemple) etc.

Cet impact des conditions difficiles en saison des basses eaux se traduit aussi par un pourcentage très élevé (76,4 %) d'individus ayant des facteurs de condition faibles (Tableau V).

V. Conclusion

Cette étude montre qu'il est possible d'utiliser l'Analyse des Composantes Principales (ACP) dans la séparation des populations de poisson soumis à des stress saisonniers. L'ACP présente l'avantage de conserver le maximum de variation interne aux variables biologiques originelles. L'étude révèle que 50,48 % des juvéniles *Oreochromis niloticus* vivent dans de mauvaises conditions durant toute l'année dans le barrage de Loumbila. Enfin, cette investigation invoque la nécessité de poursuivre l'étude en vue d'identifier avec exactitude l'importance relative des stress saisonniers et leur conséquence sur la détermination de l'âge et la croissance des espèces de poissons de nos pêcheries artisanales.

Remerciements : Je tiens à remercier les collègues du laboratoire d'Ecologie de la FAST-Université Ouagadougou. Mes remerciements vont aussi à Aimé Joseph Nianogo.

BIBLIOGRAPHIE

- Baijot E., Moreau J. et Bouda S., 1994.** Aspects hydrobiologiques et piscicoles des retenues d'eau en zone soudano-sahélienne. Commission des Communautés Européennes DG. VIII D5. Edit., Centre Technique Agricole (CTA), Pays-Bas. 250 p.
- Baijot E. 1985.** Rapport Travaux, 15 Septembre 1984-14 Juillet 1985. Projet FED. Direction de la Pêche et Pisciculture, Ministère de l'Environnement et du Tourisme, Ouagadougou, Burkina Faso. 113 p.
- Burkhead N. M. and Williams J. D., 1991.** An Intergeneric Hybrid of a Native Minnow, the Golden Shiner, and an Exotic Minnow, the Rudd. *Trans. Am. Fish. Soc.* 120:781-795.
- Cone S. R., 1989.** The Need to Reconsider the Use of Condition Indices in Fishery Science. *Trans. Am. Fish. Soc.* 118:510-514.
- Gnanadesikan R., 1977.** Methods for statistical data analysis of multivariate observations. John Wiley and Sons, edit., New York. 311 p.
- Jearld A., 1983.** Age determination. Pages 301-324 in *Fisheries techniques*. Larry Nielsen and David Johnson, editors. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. Africains. Editions de l'ORSTOM. Collection Travaux et documents No 216, 508 p.
- Morrison D. F., 1990.** Multivariate statistical methods. Third Edition. McGraw-Hill Publishing Company. 495 pp.
- Neff N. A., and Smith G. R., 1979.** Multivariate analysis of hybrid fishes. *Systematic zoology* 28:176-196.
- Norusis M. J., 1988.** SPSS-X advanced statistics User's guide for SPSS-X release 3. SPSS, Chicago.
- Ricker W. E., 1968.** Methods for Assessment of fish production in fresh water. Blackwell Scientific Publications. Oxford and Edinburgh. 313 p.
- Ricker W. E., 1975.** Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Population. *Bull. Fish. Res. Board Can. Bulletin No 191 Special Publication.* Page 203-233. 382 p.
- SAS Institute Inc., 1988.** SAS Language Guide for Personal Computers, Release 6.03 Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc. 558 P.
- Shelby D. G., 1978.** Ecology of Freshwater fish production. Blackwell Scientific Publications. Oxford, London, Edinburgh, Melbourne. Page 52-74, 520 p.
- Seynou O., 1987.** Stratification saisonnière des eaux d'étangs de barrages (No 2 et 3 de Ouagadougou et Loubila) et étude de la composition des captures. Mémoire de fin d'études. Institut du Développement Rural- Université de Ouagadougou 1987, Burkina Faso. 49 p.
- Somé V., 1992.** Croissance et reproduction de: *Alestes nurse Ruppell*, *Lates niloticus L.*, *Oreochromis niloticus L.*, *Sarotherodon galilaeus Art.*, de la Tapoa. Mémoire de fin d'études. Institut du Développement Rural- Université de Ouagadougou 1992, Burkina Faso. 65 p.
- Valcarce R., Stevenson D., Smith G. G. and Sigler J.W., 1991.** Discriminant Separation of Fishes: A Preliminary Study of Fish Eggs by Curie-Point Pyrolysis-Mass Spectrometry-Chemometric Analysis. *Trans. Am. Fish. Soc.* 120:796-802.
- Valorisation du Potentiel halieutique, 1993.** Projet de Valorisation du Potentiel Halieutique du Burkina Faso, 1993. Rapport définitif. Direction de la Pêche et de la Pisciculture, Ministère de l'Environnement et du Tourisme, Burkina Faso.