

Evaluation des teneurs en cendres, calcium, sodium et potassium des juvéniles de *Oreochromis niloticus* de la pêche artisanale de Loumbila, Burkina Faso

André T. KABRÉ¹

Résumé

Les cendres totales de 88 juvéniles de *Oreochromis niloticus* soigneusement sélectionnées parmi 314 individus ont été analysées au spectromètre d'absorption atomique afin de déterminer la composition du corps en calcium (Ca^{++}), sodium (Na^+) et potassium (K^+). Le (Ca^{++}), (Na^+) et (K^+) avaient des teneurs respectives de 16,64 %, 0,37 % et 0,56 % du poids du poisson sec. La teneur moyenne en cendres totales est de 23,02 % du poids du poisson sec. L'Analyse en Composantes Principales (ACP) des données a permis de détecter des regroupements de points dont deux distincts en fonction de la saison et trois moins distincts en fonction des classes de longueurs : l'étude démontre l'adéquation de l'ACP pour l'analyse de la structure des populations de ces poissons à partir des données de la composition du corps en divers éléments. Une deuxième méthode d'analyse, le modèle général d'analyse linéaire (GLM), a été utilisée pour détecter les effets des deux facteurs (saison et classes de longueurs) sur les teneurs du corps en cendres totales et en minéraux. Le modèle GLM indique que seul l'effet de la saison sur la variation de la teneur en K^+ est significatif ($\alpha = 5\%$). Des variations dans les taux des minéraux ont été détectées par le GLM mais étaient non significatives ; démontrant l'importance de l'osmorégulation des minéraux pour le maintien de l'équilibre physico-chimique du corps des poissons tropicaux.

Mots-clés : cendres totales, calcium, sodium, potassium, osmorégulation, juvéniles, *Oreochromis niloticus*, pêche artisanale, Burkina Faso.

Assessment of total ash, calcium, sodium and potassium contents in *Oreochromis niloticus* juveniles caught in Loumbila artisanal fishery, Burkina Faso

Abstract

The samples of total ash of 88 individuals highly selected among 314 juveniles of *Oreochromis niloticus* were analysed in an atomic absorption spectrometer. The analysis aimed the assessment of body essential minerals, calcium (Ca^{++}), sodium (Na^+) and potassium (K^+). Values of 16,64 %, 0,37 % and 0,56 % of the fish dry weight were obtained respectively for Ca^{++} , Na^+ and K^+ . The mean rate of total ash is 23,02 % of the fish dry weight. Principal Components Analysis (PCA) was applied in order to depict the clusters of data points in an euclidean plan: two distinct groups related to the season and three distinct groups related to the length classes were identified. Such a demonstration of points grouping

¹Institut du Développement Rural/ Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso
B.P. : 1091 Bobo 01, Fax : (226) 98 25 77, E-mail: ankab226@Yahoo.fr

confirms the efficiency of PCA in the study of fish population structure based on body contents data. A second method of analysis, the General Linear Model (GLM), was performed on the data in order to demonstrate the effect of the two factors (season and body length classes) on the essential minerals rates. The GLM indicated that only the simple effect of the factor season on potassium variation was significant ($\alpha = 5\%$). Variations of the different minerals rates were detected by the GLM but were non-significant, demonstrating the important role played by the osmoregulation phenomenon to maintain the body physical and chemical equilibrium.

Keywords: total ash, calcium, sodium, potassium, osmoregulation, juveniles, *Oreochromis niloticus*, artisanal fishery, Burkina Faso.

Introduction

Une étude antérieure sur la croissance des juvéniles de *Oreochromis niloticus* sur ce même site du lac de barrage de Loumbila a indiqué qu'environ 50,5 % des individus vivaient dans des conditions environnementales difficiles qui affectent la composition de leur corps en éléments organiques, leur croissance et leur condition de bien-être en général (KABRE, 1994). La période d'étiage (ou période des basses eaux) est particulièrement difficile pour les poissons à cause du manque d'aliment et de la perte en habitat après les rétrécissements des superficies d'eau (BAIJOT *et al.*, 1994 ; KABRE et ILLE, 2000).

Dans cette même logique de nos investigations il était nécessaire de vérifier l'hypothèse suivante : les conditions environnementales affectent-elles la composition du corps en éléments minéraux. En effet l'importance des trois éléments minéraux essentiels : calcium, sodium et potassium dans la vie des animaux est bien connue : ils servent de constituants du squelette et de régulateurs des processus physiologiques dans le corps (CRAMPTON et LLOYD, 1959 ; MELVIN, 1977 ; LARBIER et LECLERCQ, 1992). La carence en ces éléments essentiels cause des ralentissements de la croissance et un affaiblissement de l'animal (MAYNARD *et al.*, 1979). Les minéraux essentiels exercent une influence directe sur l'équilibre physico-chimique du corps et jouent le rôle d'activateurs des enzymes (CRAMPTON et LLOYD, 1959 ; BAYLEY, 1988 cité par GERTJAN, 2001). Ces minéraux dans le corps proviennent soit de l'eau par absorption à travers les filaments des branchies soit par consommation des aliments (HILL et GORDON, 1989 ; LOVELL, 1991). Des teneurs moyennes en Ca^{++} , Na^+ et K^+ de 6,58 mg / litre, 7,8 mg / litre et 16,4 mg / litre respectivement ont été enregistrées dans le lac de barrage de Loumbila (BAIJOT *et al.*, 1994) ; ces teneurs rapportées par d'autres auteurs sont de 3,9 et 0,25 mg / l respectivement en Na^+ et K^+ dans le fleuve Volta Noire, actuel fleuve Mouhoun (LEVEQUE, 1999). En période pluvieuse, les eaux sont plus riches en matières organiques et minérales provenant du bassin versant (BOYD, 1979 ; COLE, 1979 ; KABRE et ILLE, 2000).

Le but de la présente étude était d'évaluer les teneurs en cendres totales et en trois éléments minéraux essentiels (calcium, sodium et potassium) chez les juvéniles de *Oreochromis niloticus* et de mettre en évidence la variabilité de ces teneurs en fonction de la saison et des classes de longueurs.

Matériel et méthodes

Site de l'étude

L'étude a été conduite au lac de barrage de Loumbila situé dans la région centrale du Burkina Faso à 17 km de la ville de Ouagadougou la capitale, sur la latitude 12°33' nord et la longitude 1°24' ouest (figure 1). Cette région du pays est située entre les isohyètes 800 et 900 mm (BAIJOT *et al.*, 1994). Le lac de barrage a été construit en 1956 dans un but essentiellement hydro-agricole sur le lit du Massili un affluent du fleuve Nakambé (ex-Volta Blanche, le deuxième plus important fleuve du pays). Il a une superficie maximale de 800 ha en période des hautes eaux (juillet à janvier) pour une longueur de 20 km et une profondeur maximale de 8 m. Le lac de barrage, depuis sa création, est devenu une pêcherie artisanale qui alimente partiellement la ville de Ouagadougou en poisson. Les espèces des genres *Tilapia* et *Oreochromis* représentent 66 % des captures.

Le barrage présente deux périodes de fluctuation de la hauteur d'eau (selon les fiches des données hydrologiques de l'Office National des Eaux). La première est une période des hautes eaux s'étendant de juillet à janvier et est caractérisée par des côtes maximales de 700 et 560 cm en juillet et janvier respectivement ; cette période connaît un gain d'habitat et une augmentation du potentiel de production d'aliment naturel. La seconde est une période des basses eaux (ou période d'étiage) s'étendant de février à juin et caractérisée par une perte d'habitat et par conséquent une réduction de la quantité d'aliment naturel disponible ; c'est une période où la superficie maximale constatée en période des hautes eaux est réduite au 1/3 (BAIJOT *et al.*, 1994).

Protocole d'analyse du poisson séché

Cent *Oreochromis niloticus* juvéniles ont été choisis au hasard parmi 314 individus préalablement capturés avec des filets maillants et éperviers de mailles 25 à 45 mm en saison des hautes eaux et en saison des basses eaux. Les juvéniles *Oreochromis niloticus* ont ensuite été éviscérés et séchés à l'étuve à une température de 68 °C pendant 72 heures. La taille de la population de 100 individus sélectionnés pour cette investigation est statistiquement représentative et tient surtout compte du coût financier des différentes manipulations à faire. Les corps séchés ont été micronisés au moulin type Moulinex. Un échantillon d'un poids variant entre 0,5 et 2,5 g de farine micronisée de chaque sujet est prélevé pour évaluer les cendres totales à l'aide d'un incinérateur réglé à 525 °C pendant 2 heures (SIDNEY, 1984). Les cendres obtenues après incinération sont utilisées pour quantifier la teneur du corps du poisson en minéraux essentiels dont le calcium (Ca^{++}), le sodium (Na^+) et le potassium (K^+). Les différents minéraux ont été dosés par spectrophotométrie d'absorption atomique. L'appareil est un spectrophotomètre Perkin Elmer 3110. Un bloc de digestion avec des tubes jaugés de 100 ml a été utilisé. Le mélange employé pour la digestion de la matière organique est composé d'acide nitrique (HNO_3) pour 600 ml, acide sulfurique (H_2SO_4) pour 400 ml et acide perchlorique (HClO_4) pour 25 ml.

Le mode opératoire pour le dosage des minéraux consiste à introduire environ 0,0200 g d'échantillon de cendre de poisson dans le tube de digestion et d'ajouter 5 ml du mélange de digestion. Le tube est ensuite placé dans le bloc de digestion et porté à une température de 170 °C pendant 40 minutes puis à 245 °C pendant 1 heure avant d'arrêter le chauffage. Le tube est laissé pour refroidissement avant de diluer son contenu à un volume de 100 ml avec de l'eau distillée.

On procède finalement à la mesure de l'absorption atomique après étalonnage. L'étalonnage est fait avec l'élément d'intérêt à des concentrations variées en commençant par zéro.

Analyse statistique

A la fin de l'analyse par spectrophotométrie, les échantillons de 88 poissons ont été analysés avec succès durant tout le processus (i.e. de l'évaluation des cendres à la quantification des minéraux) et ont été par conséquent sélectionnés pour constituer une matrice de données. Ces 88 individus retenus sont composés de 74 poissons de la saison des hautes eaux et de 14 poissons de celle des basses eaux. Cette matrice de données a été analysée en utilisant l'Analyse en Composantes Principales (ACP) et le Modèle Général d'Analyse Linéaire (GLM) (SAS INSTITUTE, 1988). L'utilisation et la commodité de ces deux méthodes statistiques pour l'étude des populations ont été largement discutées par d'autres auteurs (NEFF et SMITH, 1979 ; MORRISON, 1990) : l'ACP transforme les variables observées en nouvelles variables non corrélées appelées Composantes Principales. L'utilisation du GLM permet de démontrer les effets des deux facteurs (saison et classes de longueurs) sur les quatre variables (teneurs en cendres totales, calcium, sodium et potassium).

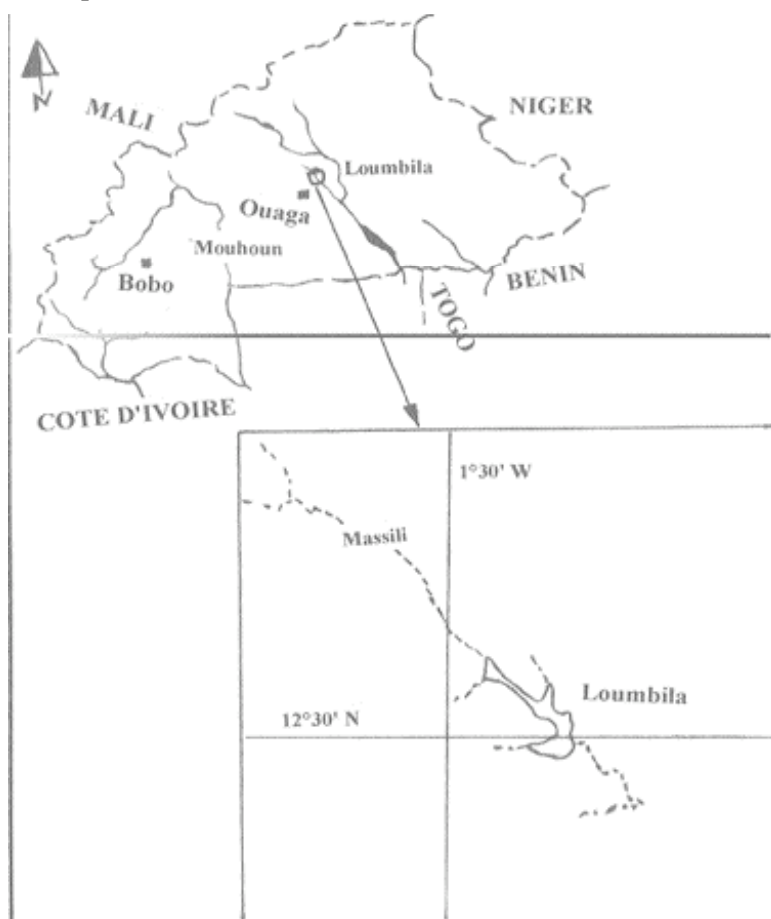


Figure 1. Carte de situation du lac de barrage de Loumbila à l'échelle de 1 / 1.700.000. (source : Office National des Barrages et Aménagements Hydrauliques).

Résultats

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) des données sur les cendres totales, calcium, sodium et potassium indique que les deux premières principales composantes expriment 55,95 % de la variation entre les points (tableau I). Les valeurs de ces deux premières composantes (PC1 et PC2 respectivement pour première et deuxième composantes principales) ont été utilisées pour faire les nuages des points de la figure 2. Cette figure indique des regroupements des points des données sur le plan euclidien en fonction de la saison (figure 2-A) ou des classes de longueurs (figure 2-B). Les valeurs des vecteurs propres ont été utilisées (figure 3) pour démontrer le lien entre le sodium et le potassium ainsi que la relation entre la proportion de calcium et la teneur en cendres totales.

Les données ont permis aussi d'évaluer les teneurs moyennes en cendres totales, calcium, sodium et potassium du poisson sec (tableau II). Les teneurs observées sur ces différentes variables ont été utilisées dans le modèle général d'analyse linéaire (GLM) du logiciel SAS (Statistical Analysis System) afin de montrer les effets des deux facteurs (saison et classes de longueurs) sur la variation de la composition du corps du poisson en cendres totales et en minéraux (tableau III). En effet, le tableau III indique que les modèles ne sont pas significatifs ($\alpha = 5\%$) pour trois variables dont les cendres totales, le calcium et le sodium ; le modèle l'est par contre pour le potassium. En d'autres termes, cette analyse signifie d'une part, que les variations des teneurs du corps du poisson en cendres totales, calcium et sodium ne sont pas expliquées par les effets de la saison et des classes de longueurs, d'autre part que la teneur du corps en potassium est liée aux effets conjugués de la saison et des classes de longueurs. Le tableau III montre aussi que les effets simples des deux facteurs saison et classes de longueurs ne sont pas significatifs pour les quatre variables, exception faite pour la saison sur la teneur en potassium : autrement dit le changement de saison a un effet significatif ($\alpha = 5\%$) sur la variation des teneurs du corps en potassium chez *Oreochromis niloticus*.

Tableau I. Pourcentages cumulés des variations expliquées par les 6 composantes principales (PRIN1 à PRIN6) après analyse des données sur la composition du corps en cendres totales, calcium, sodium et potassium chez des juvéniles de *Oreochromis niloticus* capturés dans la pêche artisanale de Loumbila dans la région centrale du Burkina Faso.

	PRIN1	PRIN2	PRIN3	PRIN4	PRIN5	PRIN6
Valeurs propres	2.186	1.1708	1.0798	0.729	0.569	0.265
Différence	1.015	0.091	0.350	0.161	0.304	
Proportion	0.364	0.195	0.180	0.122	0.095	0.044
Pourcentages cumulés	0.364	0.559	0.739	0.861	0.956	1.000

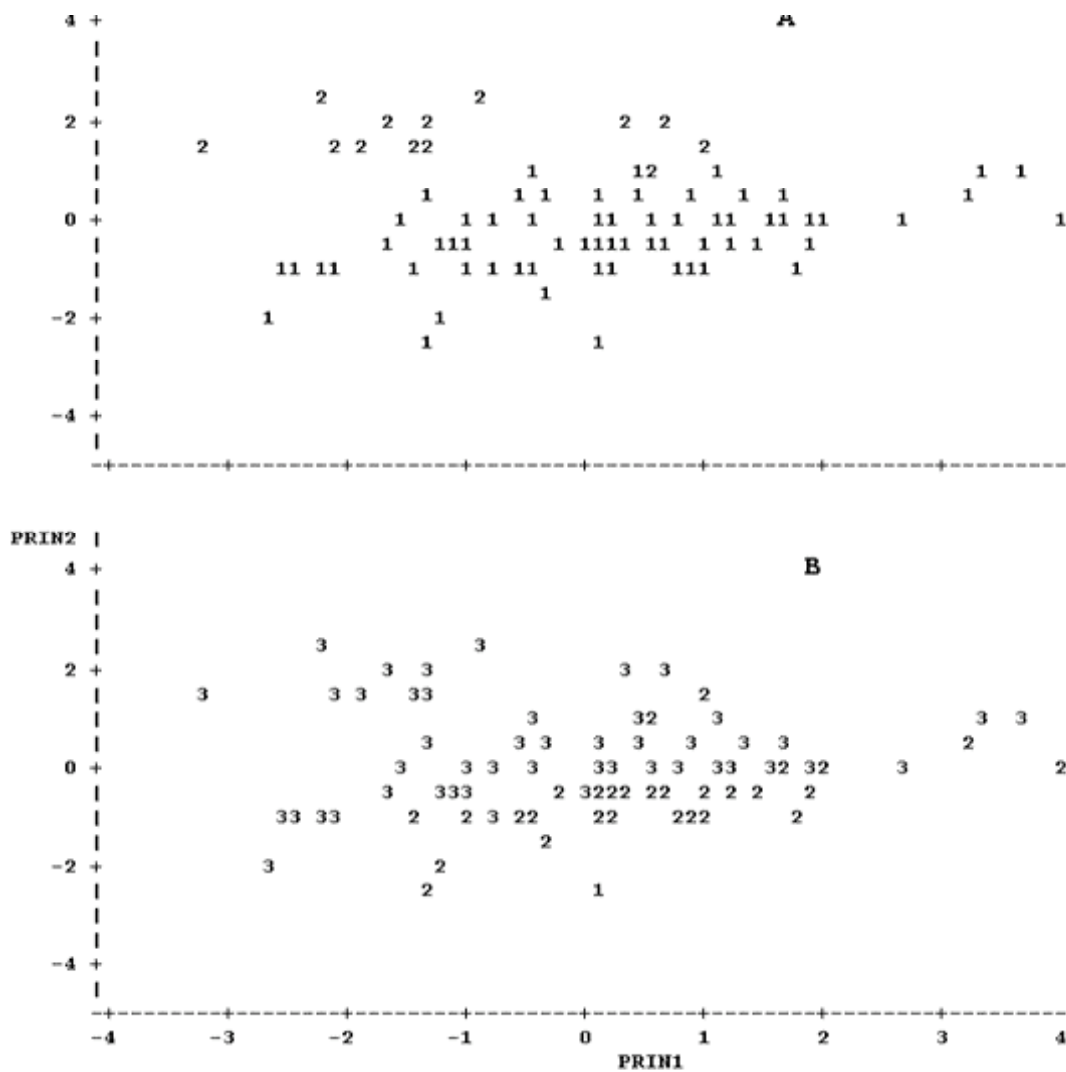


Figure 2. Représentation graphique de la dispersion des points à l'aide de la première (PRIN1) et de la deuxième (PRIN2) composantes principales après analyse des données sur la composition du corps en cendres totales, calcium, sodium et potassium selon les saisons (A) et les classes de longueurs (B). Les symboles (1 et 2) en (A) sont pour les saisons hautes eaux et basses eaux respectivement et (1, 2 et 3) en (B) pour les classes de longueurs.

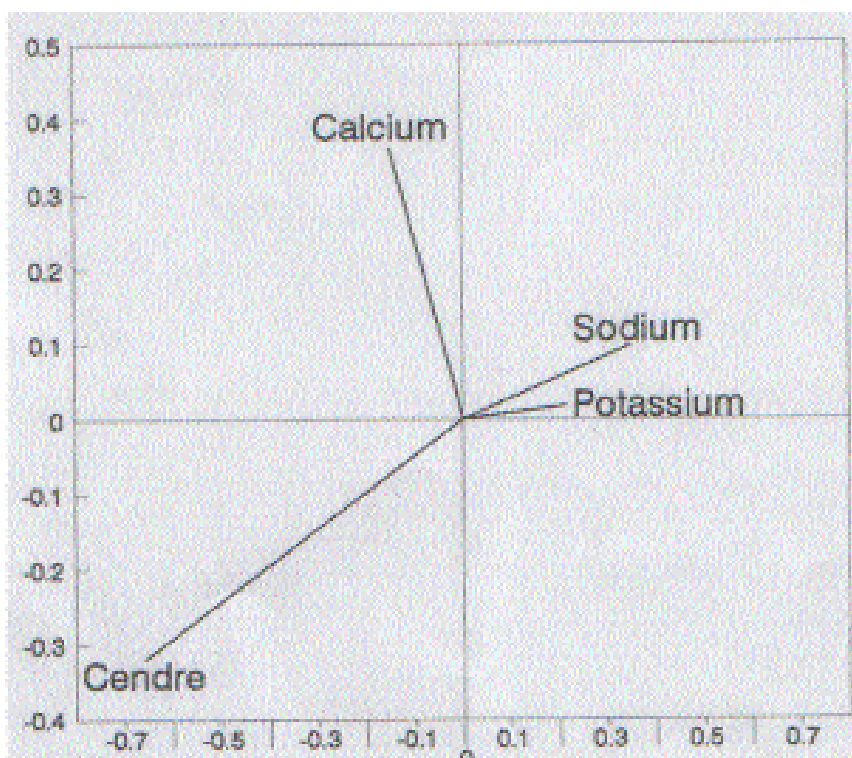


Figure 3. Démonstration graphique de la direction des relations sodium-potassium d'une part et calcium-cendres totales d'autre part.

Tableau II. Teneurs moyennes en pourcentage (%) de cendres totales, en calcium (Ca^{++}), sodium (Na^+) et potassium (K^+) chez des juvéniles de *Oreochromis niloticus* capturés en saison des hautes eaux et en saison des basses eaux dans la pêche artisanale de Loumbila dans la région centrale du Burkina Faso.

	Cendres		Ca^{++}		Na^+		K^+		Na^+/K^+	
	Psec	Cdre	Psec	Cdre	Psec	Cdre	Psec	Cdre	Psec	Cdre
Tous individus confondus	23,02	72,18	16,64	1,62	0,37	2,45	0,56	0,66	0,66	
Saison des hautes eaux	22,96	71,80	16,51	1,64	0,37	2,49*	0,56*	0,66	0,66	
Saison des basses eaux	23,34	74,19	17,34	1,50	0,35	2,21*	0,51*	0,68	0,68	
Longueur totale 7,1 à 12 cm	22,96	73,59	16,64	1,66	0,38	2,63	0,60	0,63	0,63	
Longueur totale 12,1 à 16 cm	23,03	71,61	16,49	1,60	0,36	2,35	0,53	0,68	0,68	

N.B: - * différence significative pour ces teneurs en K^+ entre les deux saisons avec une PPDSF (Plus Petite Différence Significative de Fisher, = 5 %) de 0,13 et 0,025 respectivement dans les cendres et le poisson sec.
- Omission de la classe de longueur totale < 7,1 cm car un seul individu était sélectionné.

Tableau III. Analyse factorielle (2x3 factoriel) des teneurs en cendres totales, en calcium, sodium et potassium chez des juvéniles de *Oreochromis niloticus* capturés en saison des hautes eaux et en saison des basses eaux dans la pêche artisanale de Loumbila dans la région centrale du Burkina Faso.

Cendre				
Source	dl	SC	SCM	F
Modèle	4	10,83	2,7	0,33 NS
Saison	1	1,69	1,69	0,20 NS
Lclasse	2	1,48	0,74	0,09 NS
Saison x Lclasse	1	7,65	7,65	0,93 NS
Erreur	83	685,36	8,26	
Calcium (Ca ⁺⁺)				
Source	dl	SC	SCM	F
Modèle	4	282,11	70,53	1,73 NS
Saison	1	67,16	67,16	1,65 NS
Lclasse	2	202,28	101,14	2,48 NS
Saison x Lclasse	1	12,66	12,66	0,31 NS
Erreur	83	3376,0	40,67	
Sodium (Na ⁺)				
Source	dl	SC	SCM	F
Modèle	4	0,87	0,22	1,33 NS
Saison	1	0,22	0,22	1,35 NS
Lclasse	2	0,05	0,03	0,17 NS
Saison x Lclasse	1	0,59	0,59	3,64 NS
Erreur	83	13,53	0,16	
Potassium (K ⁺)				
Source	dl	SC	SCM	F
Modèle	4	2,18	0,54	2,88*
Saison	1	0,91	0,91	4,82*
Lclasse	2	1,12	0,56	2,97 NS
Saison x Lclasse	1	0,14	0,14	0,76 NS
Erreur	83	15,73	0,19	

Les poissons ont été groupés en trois classes de longueurs (Lclasse). N.B: * significatif; NS= non significatif ; $\alpha = 5 \%$.

Discussion

Cette étude met en évidence la variation faible des teneurs du corps des juvéniles de *Oreochromis niloticus* en cendres totales et en minéraux essentiels en fonction de la saison et des classes de longueurs (tableau II ; figure 2). Cette variation est détectée par la méthode d'analyse en composantes principales qui a permis des regroupements sur le plan euclidien des points des données des deux premières composantes principales : deux regroupements distincts en fonction de la saison (figure 2-A) et trois regroupements peu distincts en fonction des classes de longueurs (figure 2-B). Les deux premières composantes principales expliquent 55,90 % de la variation entre les données (tableau I). Ces résultats confirment l'utilité de l'ACP comme une méthode d'analyse statistique robuste permettant de décrire les variations internes aux données (NEFF et SMITH, 1979 ; MORRISON, 1990). Cette même méthode d'analyse a été déjà utilisée pour décrire les populations de juvéniles de *Oreochromis niloticus* soumis aux conditions difficiles des saisons (i.e. manque de nourriture, mauvaise qualité des eaux) pouvant engendrer des baisses de croissance (KABRE, 1994). C'est dans cette même logique de comprendre les effets des facteurs responsables des stress sur les poissons que la présente étude s'est intéressée à la quantification des cendres totales et des teneurs en minéraux essentiels : ceux-ci assurent des fonctions essentielles dont la constitution du squelette et le rôle de régulateurs des processus physiologiques du corps ; en tant que régulateurs ils exercent une influence directe sur l'équilibre physico-chimique du corps du poisson (CRAMPTON et LLOYD, 1959 ; MELVIN, 1977 ; LARBIER et LECLERCQ, 1992). Les poissons des retenues d'eau et mares en Afrique ont appris à s'adapter aux variations du milieu ambiant et à maintenir la pression osmotique de leurs liquides intérieurs constante (LEVEQUE, 1999). C'est l'existence de ce phénomène d'osmorégulation qui explique les variations faibles des teneurs des minéraux essentiels ; variations qui ne sont pas expliquées par les effets simples des facteurs dont la saison et les classes de longueurs (tableau III) pour la plupart des cas, exception faite du potassium. En effet pour le potassium le modèle d'analyse ainsi que l'effet simple de la saison sont significatifs ($\alpha = 5\%$) à cause des différences de concentration entre les deux saisons. Le sodium et le potassium sont très liés dans les phénomènes d'osmorégulation et c'est cette liaison qui est traduite sur le plan par leur position voisine dans la même direction. Le sodium et le potassium existent surtout dans les liquides du corps (plasma par exemple) sous forme de cations : le sodium est extracellulaire tandis que le potassium est surtout intracellulaire (LARBIER et LECLERCQ, 1992). Toutes les cellules maintiennent une faible concentration en sodium et, par contre, une concentration relativement élevée en potassium (MELVIN, 1977 ; HILL et GORDON, 1989 ; LARBIER et LECLERCQ, 1992). Un exemple de la liaison entre le sodium (Na^+) et le potassium (K^+) est l'enzyme Na^+-K^+ ATPase (sodium-potassium-activated ATPase) (HILL et GORDON, 1989) ; cet enzyme qui stimule le transport des ions Na^+ et K^+ à travers la membrane cellulaire selon le ratio d'échange Na^+/K^+ ou 3 / 2 (i.e. 3 Na^+ transportés hors de la cellule contre 2 K^+ transportés à l'intérieur de la cellule). C'est ce gain en concentration relativement plus élevé en ions K^+ qui est expliqué par l'effet simple significatif de la saison (tableaux II et III). Le potassium intervient dans la croissance des individus ; la carence en ce minéral essentiel engendre une baisse de croissance et un affaiblissement de l'animal (MAYNARD *et al.*, 1979). Il a été rapporté que 75 % de la croissance chez *Oreochromis andersoni* et *Oreochromis macrochir* s'effectue pendant la courte période de crue (6 semaines) de la rivière Kague (LEVEQUE, 1999) ; pendant la saison sèche (ou période d'étiage) la croissance est très ralentie. En effet, les inondations en saison pluvieuse

engendrent un développement important de nourriture naturelle (plancton et macro-invertébrés) disponible pour les poissons. C'est ce phénomène de forte croissance qui explique la teneur en potassium significativement plus élevée en saison des hautes eaux chez les juvéniles de *Oreochromis niloticus* de Loumbila (tableau II).

Concernant le calcium du corps, il se trouve à 99 % dans le squelette et les dents, le reste (1 %) étant dans le plasma et sa teneur est régulée par l'hormone de la parathyroïde (CRAMPTON et LLOYD, 1959 ; GENE *et al.*, 1997). Il joue un rôle très important dans la croissance des individus et est le principal constituant des cendres (figure 3). La figure 3 traduit la relation entre les cendres totales et le calcium par la position de ces deux éléments dans le même sens du plan euclidien. La teneur du poisson sec en cendres a été rapportée par d'autres chercheurs (TANASICHUK et MACKAY, 1989 ; HAYES et TAYLOR, 1994) : par exemple elle varie entre 24,8 et 28,8 % du poids du poisson sec chez la perche jaune (*Perca flavescens*) ; la présente étude indique une teneur moyenne de 23,02 %.

Conclusion

Cette étude a permis d'évaluer les teneurs moyennes du poisson sec en cendres totales, calcium, sodium et potassium chez les juvéniles de *Oreochromis niloticus*. L'analyse en composantes principales des données sur ces teneurs en cendres et en minéraux essentiels indique que les deux premières composantes principales expliquent 55,90 % des variations internes aux points des données originelles et que des regroupements de ces points sont observables sur le plan euclidien ; ce constat explique l'intérêt de l'ACP dans l'étude des populations. Les faibles variations des teneurs des minéraux essentiels en fonction des deux facteurs (saison et classes de longueurs) traduisent une bonne régulation de leurs concentrations chez *Oreochromis niloticus* des pêcheries artisanales du Burkina Faso.

Remerciements

Je remercie les responsables du projet ENRECA (Enhancement of Research Capacity in the Sahel) / DANIDA pour le financement de l'analyse des échantillons au laboratoire. Mes remerciements vont aussi aux collègues du laboratoire d'Ecologie de l'UFR-SVT (Unité de Formation et de Recherche - Science de la Vie et de la Terre ; ancienne Faculté des Sciences et Techniques/ Université de Ouagadougou) ; où la plus grande partie des analyses a été conduite.

Références citées

- BAIJOT E., MOREAU J. et BOUDA S., 1994.** Aspects hydrobiologiques et piscicoles des retenues d'eau en zone soudano-sahélienne. Le cas du Burkina Faso. CTA, Commission des Communautés Européennes, Wageningen, Pays Bas, 250 p.
- BOYD C., 1979.** Water quality in warm water fish ponds. Craftmaster Printers Inc. Opelika, Alabama, USA, 359 p.
- COLE G. A., 1979.** Textbook of limnology. Seconde edit. The C.V. Mosby Company. Toronto, London, United Kingdom, 426 p.
- CRAMPTON E. W. et LLOYD L. E., 1959.** Fundamentals of nutrition. W. H. Freeman and Company, San Francisco, USA, 494 p.

- GENE S. H., BRUCE B. C. et DOUGLAS E. F., 1997.** The diversity of fishes. Blackwell Science Inc. Malden, Massachusetts, USA, 528 p.
- GERTJAN G., BRAM B., KAMAL A. M. et FELIX M., 2001.** Floods fish and fishermen. The University Press Limited. Dhaka, Bangladesh, 110 p.
- HAYES D. B. et TAYLOR W. W., 1994.** Changes in the Composition of Somatic and Gonadal Tissues of yellow perch following white sucker removal. Transactions of the American Fisheries Society, 123 (2): 204-216.
- HILL R. W. et GORDON W. A., 1989.** Animal physiology, second edition. Harper and Row publishers. New York, USA, 656 p.
- KABRE T. A., 1994.** Impact de la saison sur le facteur de condition et la croissance des juveniles de Tilapia au barrage de Loumbila (1993-1994), Science et technique., 21(2) : 20-36.
- KABRE T. A. et ILLE A., 2000.** Rétrécissement saisonnier des superficies d'eau, variation physico-chimique et production des pêcheries artisanales de Bagré. Centre-Est Burkina Faso. Tropicultura, 18 (3) : 130-135.
- LARBIER M. et LECLERCQ B., 1992.** Nutrition et alimentation des volailles. INERA. Paris, France, 355 p.
- LEVEQUE C., 1999.** Réponses aux conditions extrêmes. In: Lévêque C. et Paugy D. Eds, Les poissons des eaux continentales africaines; Diversité, écologie, utilisation par l'homme. Institut de Recherche pour le Développement, Paris, France, p. 191-198.
- LOVELL R. T., 1991.** Nutrition of Aquaculture Species. Journal of Animal Science, 69(10): 4193-4200.
- MAYNARD A. B., LOOSLI J. K., HINTZ H. F. et WARNER R. G., 1979.** Animal nutrition, seventh edition. McGraw-Hill Book Company. New York, San Francisco, USA, 602 p.
- MELVIN J. S., 1977.** Dukes' physiology of domestic animals, 9th edition. Cornell University Press. London, United Kingdom, 914 p.
- MORRISON D. F., 1990.** Multivariate statistical methods, 3rd edition. McGraw-Hill Publishing Company. London, United Kingdom, 495 p.
- NEFF N. A. et SMITH G. R., 1979.** Multivariate analysis of hybrid fishes. Systematic Zoology, 28: 176-196.
- SAS INSTITUTE INC, 1988.** SAS /STAT User's Guide, Release 6.03 edition. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA, 1028 p.
- SIDNEY W., 1984.** Official methods of analysis of the Association of official analytical chemists, 14th edition. Association of Official Analytical chemists, Inc. Arlington, Virginia, USA, 1140 p.
- TANASICHUK R. W. et MACKAY W. C., 1989.** Quantitative and qualitative characteristics of somatic and gonadal growth of yellow perch (*Perca flavescens*) from lac Ste Anne, Alberta. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 46: 989-994.