

CARACTÉRISATION DES PEUPELEMENTS ICHTYOLOGIQUES DE DEUX FLEUVES CÔTIERS OUEST-AFRICAINS SOUMIS À DES AMÉNAGEMENTS HYDROAGRIQUES ET HYDROÉLECTRIQUES

Fish populations in two West-African coastal rivers facing different agricultural and hydroelectric schemes

K.S. DA COSTA*, G. GOURÈNE**,
 L.TITO DE MORAIS*** & D.F.E. T. VAN DEN AUDENAERDE****

* CNRA, Station Pisciculture, 01 B.P. 633, Bouaké 01, Côte d'Ivoire

** Laboratoire d'Environnement et de Biologie Aquatique, 02 BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire

*** Centre IRD de Bouaké, 01 B.P. 1434, Bouaké 01, Côte d'Ivoire

**** Musée Royal d'Afrique Centrale, Laboratoire d'Ichtyologie, 3080 Tervuren, et K.U. Leuven, Section d'Ecologie et d'Aquaculture, 3000 Leuven, Belgique

WESTERN AFRICA
 RIVERS
 RESERVOIRS
 SPECIES RICHNESS
 WATER CONDITIONS
 ZONATION
 FISH POPULATION

ABSTRACT. – The relationship between fish species richness and water quality related variables are studied in the Agnébi and Bia rivers. Both are coastal rivers in eastern Côte d'Ivoire submitted to the impacts of small (Agnébi) and large (Bia) reservoirs. Up-stream fish species composition is similar in both rivers whereas it differs in the median and lower course, mainly due to the presence of the large dams of Ayamé I and II. The presence of the dams on the river Bia explains the longitudinal gradient of species richness observed. Such gradient is much less effective in the Agnébi river where the small reservoirs are located to the upper-most part of the affluents of the river. Water quality is similar in both rivers. Yet the ordination of the water related variables by principal component analysis indicates a difference between the upper zone in the Agnébi and the median zone in the Bia river. Main discriminant factors are conductivity, total dissolved solids and hardness of water to a less extent. There was a reduced seasonal rhythmic variability in some water quality related variables, mainly nitrogen compounds and water temperature. A co-inertia analysis was performed to relate fish abundance and water quality variables. Fishes are distributed into five groups according to their affinities to specific water conditions.

AFRIQUE DE L'OUEST
 FLEUVES
 BARRAGES
 RICHESSE SPÉCIFIQUE
 PHYSICO-CHIMIE
 ZONATION
 PEUPELEMENT DE POISSONS

RESUME. – Les relations entre la richesse spécifique des Poissons et les caractéristiques physico-chimiques du milieu ont été étudiées sur deux fleuves côtiers de Côte d'Ivoire, l'Agnébi et la Bia. Ces deux fleuves sont soumis respectivement aux effets d'aménagements hydro-agricoles et hydroélectriques. Il en ressort que les cours supérieurs ont des compositions spécifiques proches, alors que le cours moyen ou la partie lacustre et l'aval sont distincts en raison de la présence des barrages Ayamé I et II. Ces retenues ont engendré une répartition longitudinale des peuplements ichtyologiques dans la Bia. À l'opposé, dans l'Agnébi, l'effet amont-aval est moins marqué du fait de la position excentrée des petites retenues hydro-agricoles par rapport au lit majeur du fleuve. Les eaux des fleuves Agnébi et Bia présentent des caractéristiques physico-chimiques proches. Les facteurs discriminants sont la conductivité, la teneur en matières dissoutes et dans une moindre mesure, la dureté totale de l'eau. On observe une faible rythmicité saisonnière de la qualité des eaux, associée à la température de l'eau et à sa teneur en composés azotés. Par ailleurs, l'analyse de co-inertie mettant en relation taxons et variables physico-chimiques a permis de répertorier cinq groupes de Poissons présentant des affinités pour des conditions particulières du milieu.

Fonds Documentaire IRD



010023498

Fonds Documentaire IRD

ote: Bx 23498 Ex: 1

INTRODUCTION

Les barrages hydroélectriques ont souvent fait l'objet d'études d'impact et parfois d'après critiques sur leurs effets environnementaux (Goldsmith & Hildyard 1984, 1986). Le barrage d'Ayamé I, construit en 1959 sur la Bia, n'échappe pas à la règle et il a fait l'objet d'un certain nombre d'études (Iltis 1960-1962, Doudet 1979, Kouassi 1979), parmi lesquelles nous soulignons le travail de Reizer (1967). Cette étude réalisée moins de dix ans après la mise en eau, ne présentait pas encore une situation d'équilibre, aujourd'hui vraisemblablement atteinte. L'auteur déplorait déjà le manque d'études environnementales préalables, ce qui a trop souvent été le cas dans la réalisation de ces grands projets. À défaut de ces données, l'option choisie ici est de comparer la situation de la Bia et du barrage d'Ayamé à celle d'un fleuve voisin (l'Agnébi), aux caractéristiques proches mais n'ayant pas subi l'impact d'un grand barrage. Certes le fleuve Agnébi ne présente pas une situation originelle. Mais il a fait l'objet d'aménagements d'un tout autre ordre, puisque entre 1971 et 1986 il a vu se construire sur son bassin de nombreuses petites retenues hydroagricoles. Elles sont surtout situées dans le cours supérieur du fleuve. Plus d'une vingtaine de retenues sont recensées.

Le travail présenté dans cet article se propose d'étudier la composition des peuplements piscicoles dans les deux bassins et de rechercher s'il est possible de les mettre en relation avec certaines caractéristiques physico-chimiques des eaux et avec la nature des aménagements effectués sur chaque fleuve. D'une manière générale, les concepts développés pour comprendre les assemblages spécifiques en eau douce l'ont été dans les régions tempérées ou froides (Naiman *et al.* 1987, Mathews 1998), ils s'adressent le plus souvent à la faune benthique ou planctonique et s'adaptent mal aux systèmes tropicaux (Welcomme 1985, Stazner & Highler 1986). C'est dans les dernières années que la reprise de travaux antérieurs et de nouveaux travaux réévaluent les concepts au regard des situations en milieu tropical (voir la revue *in* Lévêque 1995). Dans ce contexte, nos travaux ont été sous-tendus par deux préoccupations majeures, l'évolution inquiétante en milieu tropical des pollutions aquatiques notamment d'origine agricole d'une part, et les effets des variations de faible amplitude des paramètres du milieu d'autre part. Autrefois tenues pour négligeables, elles sont aujourd'hui reconsidérées, en particulier dans le cadre des recherches sur les changements globaux. Au-delà de ces aspects fondamentaux, des travaux de cette nature sont également fortement demandés par les agences d'aménagement du territoire désireuses de prendre

en compte les impacts environnementaux des politiques de développement agricole en Afrique.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Sites d'étude : la zone concernée par l'étude regroupe les bassins de la Bia et l'Agnébi localisés dans les régions Sud et Sud-Est de la Côte d'Ivoire (Fig. 1).

L'Agnébi mesure 200 km de long pour un bassin versant de 8700 km². Son débit moyen à l'embouchure est de 50 m³s⁻¹. Il se caractérise par la présence sur ses principaux affluents d'une vingtaine de petits barrages hydroagricoles appartenant à des sociétés agro-industrielles. Ils servent essentiellement à l'irrigation des cultures. L'inventaire réalisé par la Direction Centrale des Grands Travaux de Côte d'Ivoire (Anonyme, 1992) dénombre 13 retenues d'un volume variant entre 0,48 et 6 millions de m³.

Sur la Bia, le gouvernement ivoirien a entrepris pour répondre aux besoins de sa production énergétique, la construction de 2 barrages hydroélectriques : Ayamé I (1959) et Ayamé II (1963) (Reizer 1967). La Bia mesure 300 km de long pour un bassin versant de 9300 km². Son débit moyen à l'embouchure est de 83 m³s⁻¹. La pluviométrie annuelle (janvier 1997 - décembre 1997) a atteint 1677 mm, et les apports de l'amont dans Ayamé I ont été de 1273 Mm³. Pendant cette même période les quantités turbinées ont été de 1211 Mm³ pour Ayamé I et 1289 Mm³ pour Ayamé II. Il n'existe aucun aménagement particulier pour le transit des Poissons dans ces 2 barrages.

Le barrage d'Ayamé I dont la superficie fluctue entre 87 et 194 km², est situé par 5°30' de latitude Nord et 3° de longitude Ouest. Le lac se présente sous une forme étirée du Nord au Sud suivant la vallée principale de la Bia avec un seul diverticule occidental important qui correspond à la vallée du Tamin. Une grande île occupe le centre de la retenue et de nombreuses autres, de moindre importance, émergent çà et là. Les rives de ces îles et celles du lac sont extrêmement découpées formant une suite de criques et de promontoires. Aucun déboisement n'ayant précédé l'inondation, le lac se présente comme un grand plan d'eau sombre d'où émergent les troncs d'arbres restés debout (Reizer 1967). Ayamé II, situé 4 km plus bas, a une surface beaucoup plus restreinte (7 km²) qui est à certaines périodes de l'année totalement couverte par une nappe de végétaux flottants (*Pistia stratiotes*).

Les stations d'étude ont été sélectionnées dans les deux bassins fluviaux en fonction de leur accessibilité, de la permanence de l'eau et de la zonation hydrologique : cours supérieur (zone fluviale), cours moyen pour l'Agnébi ou zone lacustre pour la Bia, et le cours inférieur (zone fluviale, en amont des estuaires). Les stations retenues et ayant fait l'objet des pêches expérimentales sont les suivantes : Bianouan (Amont), Bakro (lac) et Aboisso (aval) pour la Bia, et Gbessé (Amont), Pont autoroute (cours moyen) et Arnebé (cours inférieur) pour l'Agnébi (Tabl. I).

Échantillonnage des peuplements piscicoles : l'échantillonnage ichtyologique a été effectué dans les 2 bassins fluviaux à l'aide de 2 batteries de filets maillants

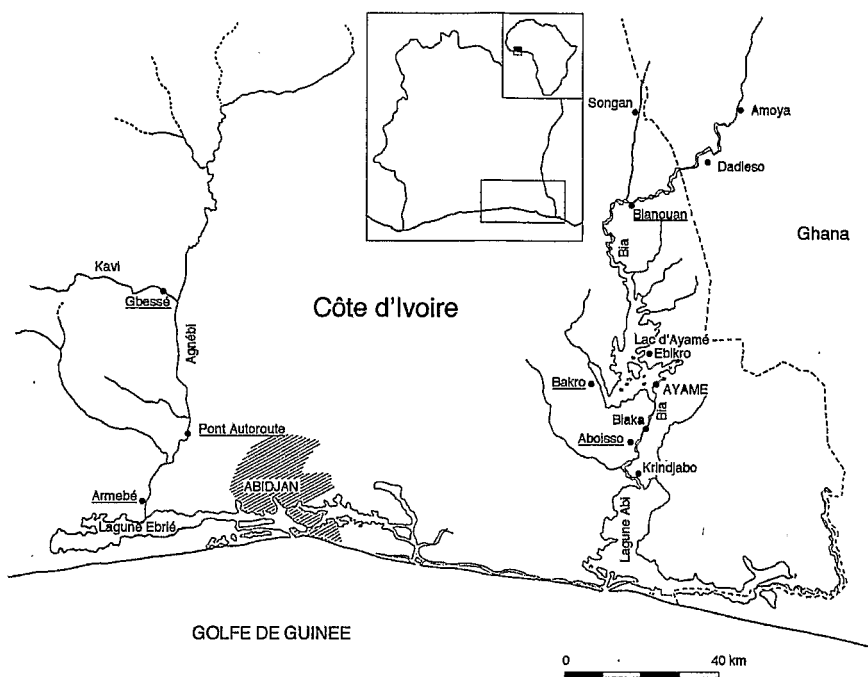


Fig. 1. – Situation géographique des fleuves Bia et Agnèbi et position des stations d'échantillonnage (noms soulignés). Location of rivers Bia and Agnèbi in southern Ivory Coast and position of sampling sites (underlined).

multifilament de 10, 12,5, 15, 20, 25, 30, 40, et 50 mm. Chaque filet mesure 25 m de long avec 2 m de chute. L'unité d'effort d'échantillonnage utilisée ici est la nuit de pêche, par les deux batteries de 8 filets maillants pour un total de 800 m². Ce mode d'échantillonnage, bien que sélectif, permet, s'il est utilisé de façon standardisée, d'obtenir des données comparatives sur la fraction du peuplement capturable.

Les pêches expérimentales ont été effectuées mensuellement sur 2 années consécutives entre août 1995 et septembre 1997, mais il n'y a pas eu d'échantillonnage en août, septembre et octobre 1996. Il y a donc eu au maximum 23 échantillonnages mensuels dans chaque station. Les filets sont posés en fin d'après-midi entre 17 et 18 h, et sont relevés en général tôt le matin entre 6 et 7 h.

L'étude du peuplement piscicole prend en compte la composition spécifique, les caractéristiques biologiques et écologiques, la reproduction, et le régime alimentaire des Poissons (prélèvement des contenus stomacaux). Pour les besoins de la présente étude, seule la composition spécifique (présence/absence) et l'abondance spécifique (nombre d'individus de chaque espèce par UE) ont été utilisés.

L'identification des Poissons obéit à la nomenclature proposée par le CLOFFA (Daget *et al.* 1984, 1986, Lévêque *et al.* 1992 a et b et Gourène *et al.* 1995).

Facteurs du milieu : les facteurs physico-chimiques de l'eau pris en compte dans l'étude sont : le pH, la température (t°eau), l'oxygène (O₂), les composés azotés (NH₃, NO₂⁻, NO₃⁻), le phosphate (PO₄³⁻), le calcium (Ca²⁺), la dureté totale (DT), la transparence de l'eau, la conductivité et le taux de matières dissoutes (TDS). Ils ont été mesurés mensuellement à l'occasion des pêches expérimentales. Une seule mesure journalière

est effectuée entre 7 et 9 h. Les mesures ont été faites dans les eaux de surface.

Analyses statistiques : une base de données sous Excel a été constituée à partir de l'ensemble des pêches expérimentales dépouillées. À partir de cette base, nous avons extrait les données correspondantes aux 6 stations retenues et aux 23 tournées de pêche exploitables. Certaines stations n'ayant pu être échantillonnées à toutes les périodes, cet extrait ne comprend que 126 échantillons (Tabl. I).

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel ADE 4 (Thioulouse *et al.* 1995). Le logiciel et sa documentation peuvent être chargés sur Internet à l'adresse <http://biomserv.univ-lyon1.fr/ADE4.html>.

Dans un premier temps, des indices par fleuve et par station ont été calculés : nombre d'individus (abondance totale), richesse spécifique.

La matrice des présences/absences des espèces (en colonnes) par échantillon (en lignes) a été soumise à une analyse en composantes principales centrée (« Covariance matrix PCA », ci-après Cov-PCA). Cette première approche permet de suivre l'évolution des stations dans l'espace et dans le temps indépendamment de l'abondance des taxons.

La matrice des abondances des espèces par échantillon a subi une transformation logarithmique ($x \log(1 + x)$) afin de pouvoir traiter l'information sur les abondances des espèces en réduisant l'effet des très fortes disparités. La matrice transformée a été également soumise à une Cov-PCA.

La matrice des variables du milieu (en colonnes) par échantillon (en lignes) a été soumise à une analyse en composantes principales centrée/réduite (« Correlation matrix PCA », ci-après COR-PCA). La standardisation des données permettant le traitement de variables d'unités hétérogènes.

L'aide à l'interprétation des ACP a été faite par groupement des échantillons en fonction de leur distance euclidienne sur le plan factoriel 1/2 et classification hiérarchique selon l'algorithme de Ward.

Enfin, un couplage a été effectué entre l'ACP sur les variables du milieu et celle portant sur le logarithme de l'abondance de chaque espèce par échantillon. Le couplage se fait par une analyse de co-inertie. Cette méthode est une généralisation de la méthode d'analyse factorielle de Tucker (1958) (Chessel & Mercier 1993, Dolédec & Chessel 1994 pour la théorie de la méthode). Des exemples de son utilisation peuvent être trouvés dans Bornette *et al.* (1994), Cadet *et al.* (1994), Dolédec & Chessel (1994), Devillers & Chessel (1995), Thioulouse & Lobry (1995). De fortes valeurs de covariance suggèrent une distribution non aléatoire des espèces en fonction des variables du milieu. Cette analyse crée une ordination des échantillons qui maximise la corrélation entre les scores calculés par les variables du milieu seules et les scores calculés à partir de la matrice faunistique (maximisation de la co-inertie). La contribution de chaque variable environnementale à la co-structure pouvant être obtenue par sa projection sur les axes de co-inertie. La significativité des valeurs de co-inertie observées peut être testée par un test de permutation dans lequel les lignes (échantillons) sont perméées aléatoirement dans les deux matrices. L'hypothèse nulle du test étant que la composition spécifique (lignes de la première matrice) est indépendante des variables du milieu (lignes de la 2^e matrice). La co-inertie est recalculée après chaque permutation. Le pourcentage (P) de valeurs de co-inertie calculées supérieures à la valeur réelle observée est le niveau de significativité du test (Good 1994).

RÉSULTATS

Résultats globaux des pêches

Les 126 pêches réalisées ont conduit à la capture de 38858 Poissons (Tabl. I). Ils appartiennent à 62 espèces (45 dans l'Agnébi et 53 dans la Bia)

Tabl. I. – Pêches réalisées et synthèse des captures par station. Nombre = nombre d'échantillons réalisés entre août 1995 et septembre 1997. Abondance = nombre total d'individus capturés. CPUE = prises par unité d'effort (nombre moyen d'individus \pm l'écart-type, capturés par nuit de pêche, par 2 batteries de 8 filets maillants pour un total de 800 m²). Richesse = richesse spécifique totale. Il y a eu au maximum 23 échantillonnages mensuels dans chaque station. Il n'y pas eu d'échantillonnage en août, septembre et octobre 1996. Au total 126 échantillons.

Fishing samples and synthesis of fish captures at each sample location. Nombre = number of samples between August 1995 and September 1997. Abundance = total number of fish caught. CPUE = catch per unit effort (mean number of fish caught \pm standard deviation, captured during 1 fishing night using two gangs of 8 gillnets having a total of 800 m² of fishing net area). Richesse = total species richness at the sampling location. Up to 23 samplings were performed at each given location. There were no samplings in August, September and October 1996. In total 126 samplings were performed.

Fleuve/Zone	Station	Nombre	Abondance	CPUE	Richesse
Agnébi/amont	Gbessé	16	1312	82 \pm 61	26
	Milieu Pont	22	5201	236 \pm 232	36
	Aval Arnebé	23	3003	131 \pm 126	35
Bia/amont	Bianouan	23	3823	166 \pm 148	35
	Milieu Bakro	23	22494	978 \pm 1154	34
	Aval Aboisso	19	3025	159 \pm 58	37

et à 2 groupes qui n'ont pas pu être différenciés : *Brycinus imber+nurse* et *Chrysichthys* spp. Les diagrammes de Venn permettent d'apprécier la répartition des espèces capturées par fleuve selon le gradient longitudinal (Fig. 2).

Analyses multivariées

Les analyses ACP effectuées sur la faune piscicole des fleuves Agnébi et Bia en fonction de la composition spécifique (présence/absence, Fig. 3) et de l'abondance des espèces capturées (Fig. 4 et 5) indiquent une séparation nette entre ces deux biotopes. En termes de présence/absence, ces deux fleuves se distinguent par les espèces-clés qui les caractérisent. Dans la Bia, il apparaît 3 groupes distincts, l'aval étant nettement distinct des 2 autres zones. À l'opposé, dans l'Agnébi, les échantillons sont plus groupés (Fig. 3). Les séparations observées dans la Bia semblent donc être liées à la répartition des espèces en fonction du renforcement du gradient amont-aval induit par la

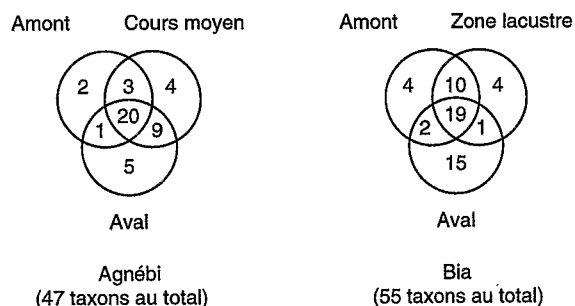


Fig. 2. – Diagrammes de Venn indiquant le nombre d'espèces propres à chaque portion des fleuves Bia et Agnébi.

Venn diagrams indicating species numbers from different sectors of rivers Bia and Agnébi.

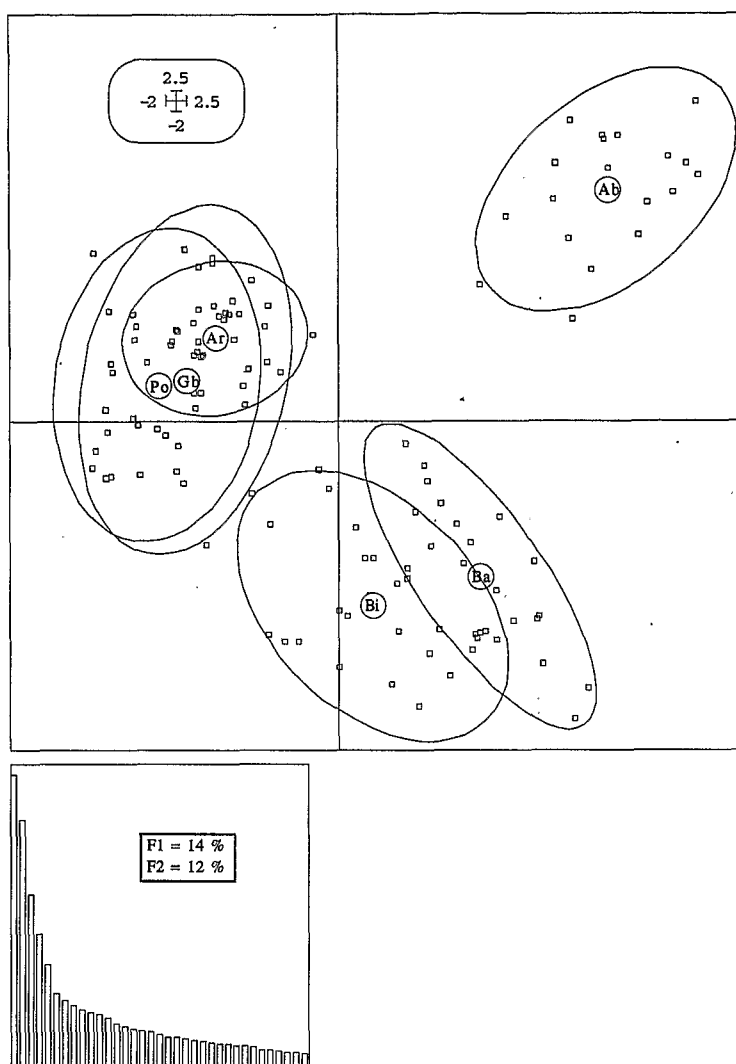


Fig. 3. – Ordination des 126 échantillons dans le plan 1/2 de la Cov-ACP sur les présences/absences des 64 taxons de Poissons. Le barycentre des échantillons d'une même station est indiqué par 2 lettres codant le nom de la station. De l'amont vers l'aval, sur l'Agnébi : Gb = Gbessé, Po = Pont, Ar = Armébé; sur la Bia : Bi = Bianouan, Ba = Bakro (lac), Ab = Aboisso. En bas : histogramme des premières valeurs propres et pourcentage d'inertie porté par les 2 premiers axes.

Plot of the 126 samples in the reduced space of axis 1 and 2 from the Covariance-PCA on the presence/absence matrix of 64 fish species. The two-letters code indicates the centroid calculated from all samples from a given location. From up-stream to down-stream, on the Agnébi river: Gb = Gbessé, Po = Pont, Ar = Armébé; on the Bia: Bi = Bianouan, Ba = Bakro (lake), Ab = Aboisso. At the bottom is the histogram of eigenvalues and the percent of inertia from axis 1 and 2.

présence du barrage d'Ayamé. En faisant intervenir l'abondance des espèces, la classification hiérarchique (Fig. 4) permet de préciser les groupements d'échantillons observés. Les échantillons de la partie centrale de la Bia (station du lac d'Ayamé) se détachent tout particulièrement. Le peuplement du lac est donc aujourd'hui bien distinct de celui des sections lotiques des deux bassins. Quatre autres groupements se distinguent sur la Fig. 4 : (1) l'Agnébi milieu et aval (en particulier les échantillons de la petite saison sèche et de la petite saison humide); (2) la Bia

amont (en toutes saisons); (3) l'Agnébi en grande saison sèche et humide, le milieu et l'aval étant distincts de l'amont; (4) l'aval de la Bia en toutes saisons. Les regroupements des échantillons de l'Agnébi indiqués dans la Fig. 4 ne sont jamais aussi nets que ceux de la Bia. Ceci indique, soit une variabilité temporelle des peuplements, soit des déplacements de populations le long du gradient amont-aval. Ici encore, l'assèchement partiel de l'Agnébi en saison sèche ou sa réduction à un cours très étroit peut expliquer les disparités observées. Cependant, les regroupements par saisons

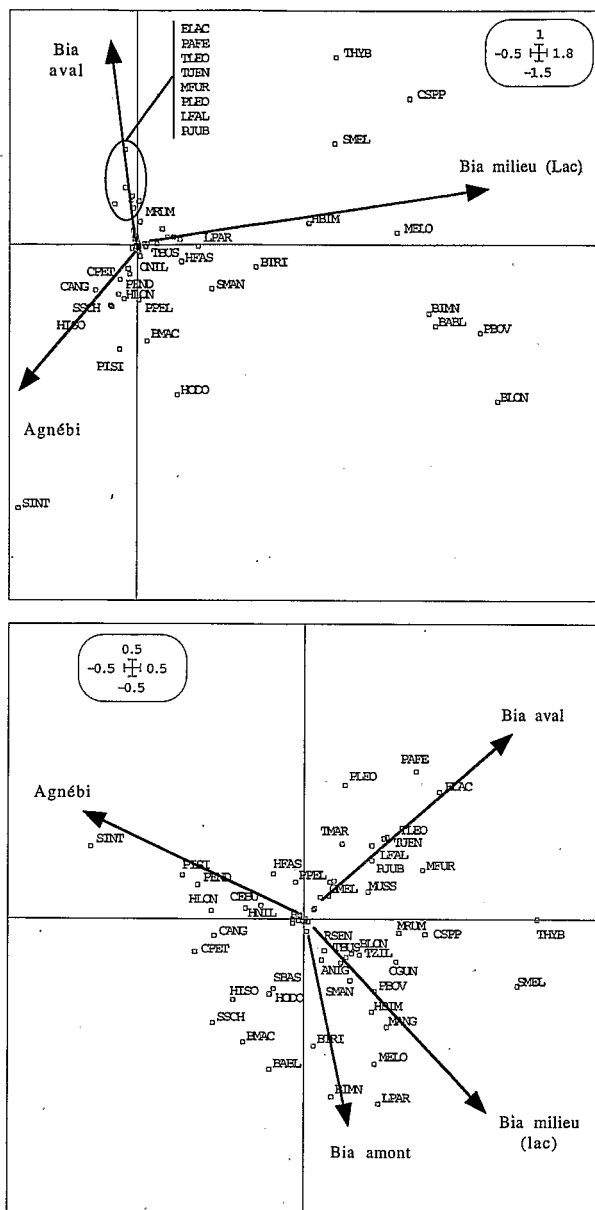


Fig. 5. – Haut : ordination des 64 taxons dans le plan 1/2 de la Cov-ACP sur les logarithmes des abondances. Bas : ordination des 64 taxons dans le plan 1/2 de la Cov-ACP sur les présences/absences des 64 taxons. Chaque taxon est indiqué par un code en 4 lettres (voir annexe). Afin de préserver la lisibilité, les noms de tous les taxons ne sont pas indiqués dans la partie centrale. Les flèches indiquent la tendance des stations déduites des fig 2 et 3.

Up: plot of the 64 fish taxa in the reduced space of axis 1 and 2 from the covariance-PCA on the logarithm of fish species abundance. Bottom: plot of the 64 fish taxa in the reduced space of axis 1 and 2 from the covariance-PCA on the presence/absence matrix of fish species. Each species is coded in 4 letters (see annex). To ensure readability not all species are listed at the center of the graph. Arrows indicate the direction towards the sampling zones as determined from fig 3 and 4.

chromis bimaculatus, *Petrocephalus bovei*, *Schilbe mandibularis*, et dans une moindre mesure, *Aethiomastacembelus nigromarginatus*, *Raiamas senegalensis*, *Brycinus longipinnis*, *Tilapia busu-mana* et *T. guineensis*. Ici également 4 espèces (Fig. 2) sont propres à cette zone : *Heterotis niloticus*, *Thysochromis ansorgii*, *Micralestes acutidens*, *Clarias buettikoferi*.

En aval des 2 barrages d'Ayamé I et II, les espèces dominantes sont *Marcusenius furcidens*, *Elops lacerta*, *Papyrocranus afer*, *Tylochromis leonensis*, *T. jentinki*, *Pellonula leonensis*, *Liza falcipinnis*, *Pomadasys jubelini*. À l'exception de *M. furcidens*, ces espèces ne se retrouvent pas dans les parties lacustre et amont de la Bia. Il en va de même pour : *Parailia pellucida*, *Tilapia mariae*, *Trachinotus teraia*, *Pomadasys peroteti*, *Marcusenius senegalensis*, *Eleotris senegalensis*, *Polydactylus quadrifilis*, *Gerres melanopterus*. En tout 15 espèces sont caractéristiques de cette zone (Fig. 2).

Comme indiqué plus haut, le fleuve Agnébi ne présente pas une gradation spécifique nette. Les espèces dominantes y sont : *Schilbe intermedius*, *Pollimyrus isidori*, *Polypterus endlicheri*, *Heterobranchus longifilis*, *Heterotis niloticus*, *Citharinus eburneensis* et *Hemichromis fasciatus*. Néanmoins quelques espèces sont exclusives de certaines zones (Fig. 2) : *Micralestes elongatus* et *Marcusenius furcidens* pour l'amont ; *Liza falcipinnis*, *Ctenopoma kingsleyae*, *Synodontis punctifer* et *Oreochromis niloticus* pour le cours moyen ; *Brienomyrus brachyistius*, *Marcusenius senegalensis*, *Eleotris senegalensis*, *Polydactylus quadrifilis* et *Eleotris daganensis* pour l'aval.

La Cor-ACP réalisée sur les variables du milieu mesurées dans les fleuves Agnébi et Bia permet de déterminer celles qui agissent en synergie ou en opposition et de rechercher les corrélations de chacune avec les axes factoriels (Fig. 7).

La température agit en opposition avec les autres variables. Les groupements azotés (NH_3 , NO_3^- , NO_2^-) montrent une corrélation triviale, le dernier composé ayant une influence moindre sur l'ordination des stations. Le calcium et le pH ont aussi un faible effet. La conductivité (CND) et le taux de matière dissoute (TDS) présentent également une corrélation triviale mais ont un effet important sur l'ordination, ainsi que la dureté totale (DT). La concentration en phosphate (PO_4^{3-}) et le taux d'oxygène dissous sont corrélés entre eux. La corrélation la plus importante se fait avec la conductivité et le taux de substances dissoutes, et à un degré moindre avec la dureté totale. Ce sont donc ces variables qui ont la plus forte influence sur l'ordination des stations dans le plan factoriel.

La qualité des eaux des fleuves Agnébi et Bia est proche. La séparation entre stations se fait sur

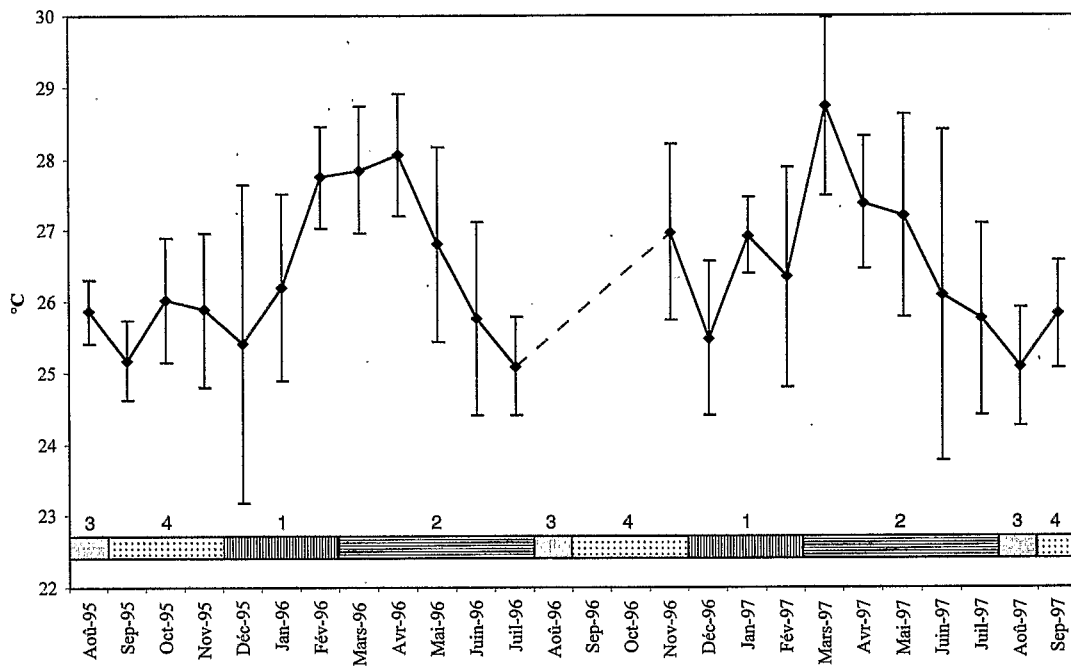


Fig. 6. – Evolution temporelle des températures moyennes de l'eau (\pm écart type) toutes stations confondues. La ligne du bas indique les codes de saison; 1, 2, 3, 4 : voir fig 4.

Temporal variation in water temperature (\pm standard deviation) at all sampling sites. The bottom line indicates the season codes; 1, 2, 3, 4: see fig 4.

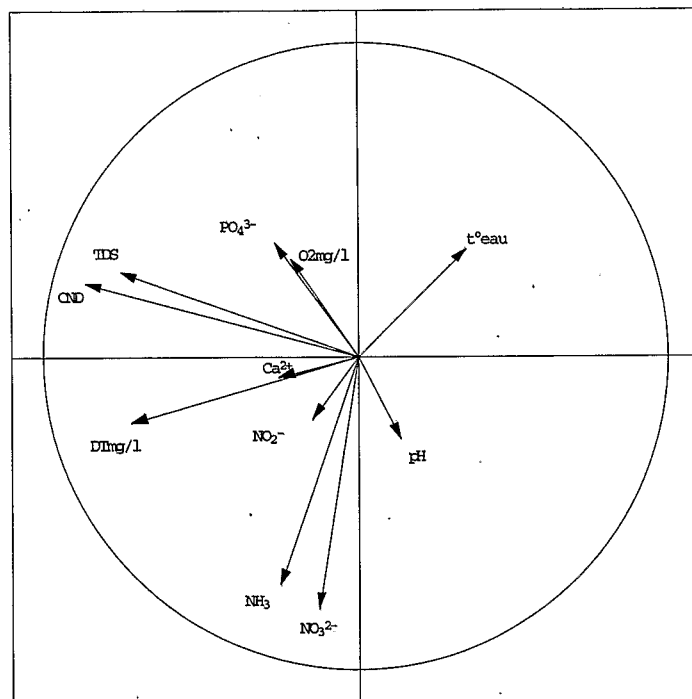


Fig. 7. – Vecteurs des variables physico-chimiques dans le plan 1/2 de la Cor-ACP. Le cercle est le cercle unité.
Correlation circle of the water related variables in the reduced space of axis 1 and 2 from the correlation-PCA.

Annexe

Espèce	Descripteur	Code	Agnébi			Bia		
			am	moy	av	lac	av	
<i>Aethiomastacembelus nigromarginatus</i>	Boulenger (1898)	ANIG				*	*	
<i>Barbus ablabes</i>	Bleeker (1863)	BABL	*	*		*	*	
<i>Barbus trispilos</i>	Bleeker (1863)	BTRI	*	*		*	*	
<i>Barbus wurtzi</i>	Pellegrin (1908)	BWUR				*		
<i>Brienomyrus brachyistius</i>	Gill (1862)	BBRA			*			
<i>Brycinus imberi</i> + <i>B. nurse</i>	Peters (1852) + (Rüppell 1832)	BIMN	*	*	*	*	*	*
<i>Brycinus longipinnis</i>	Gunther 1864	BLON	*	*	*	*	*	*
<i>Brycinus macrolepidotus</i>	Valenciennes (1849)	BMAC	*	*	*	*	*	*
<i>Chromidotilapia guntheri</i>	Sauvage (882)	CGUN	*	*	*	*	*	*
<i>Chrysichthys</i> spp.		CSPP	*	*	*	*	*	*
<i>Citharinus eburneensis</i>	Daget 1961	CEBU		*	*			
<i>Clarias anguillaris</i>	(Linnaeus, 1758)	CANG	*	*	*	*		*
<i>Clarias buettikoferi</i>	Steindachner 1894	CBUE					*	
<i>Clarias ebriensis</i>	Pellegrin 1920	CEBR		*	*	*	*	*
<i>Ctenopoma kingsleyae</i>	Gunther (1896)	CKIN		*				
<i>Ctenopoma petherici</i>	Gunther (1864)	CPET	*	*	*	*	*	
<i>Eleotris daganensis</i>	Steindachner (1870)	EDAG			*			
<i>Eleotris senegalensis</i>	Steindachner (1870)	ESEN			*			*
<i>Elops lacerta</i>	Valenciennes (1846)	ELAC						*
<i>Gerres melanopterus</i>	Bleeker (1863)	GMEL						*
<i>Hemichromis bimaculatus</i>	Gill (1862)	HBIM				*	*	
<i>Hemichromis fasciatus</i>	Peters (1858)	HFAS	*	*	*	*	*	*
<i>Hepsetus odoe</i>	Bloch (1794)	HODO	*	*	*	*	*	*
<i>Heterobranchus isopterus</i>	Bleeker (1863)	HISO	*	*	*	*	*	*
<i>Heterobranchus longifilis</i>	Valenciennes (1840)	HLON	*	*	*	*	*	
<i>Heterotis niloticus</i>	Cuvier (1829)	HNIL	*	*	*	*	*	
<i>Labeo parvus</i>	Boulenger (1902)	LPAR				*	*	
<i>Liza falcipinnis</i>	Valenciennes (1836)	LFAL		*				*
<i>Marcusenius furcoides</i>	Pellegrin 1920	MFUR	*			*	*	*
<i>Marcusenius senegalensis</i>	Steindachner 1870	MSEN			*			*
<i>Marcusenius ussheri</i>	Gunther 1867	MUSS	*	*	*	*	*	*
<i>Micralestes acutidens</i>	Peters 1852	MACU					*	
<i>Micralestes elongatus</i>	Daget 1957	MELO	*			*	*	
<i>Micralestes occidentalis</i>	Gunther 1899	MOCC				*		
<i>Mormyrops anguilloides</i>	Linnaeus 1758	MANG				*	*	*
<i>Mormyrus rume</i>	Valenciennes 1847	MRUM	*	*	*	*	*	*
<i>Oreochromis niloticus</i>	Linnaeus 1758	ONIL		*		*	*	*
<i>Papycrocranus afer</i>	Gunther 1868	PAFE		*	*			*
<i>Paracheva obscura</i>	Gunther 1861	POBS		*	*			
<i>Parailia pellucida</i>	Boulenger 1901	PPEL		*	*			*
<i>Pellonula leonensis</i>	Boulenger 1916	PLEO		*	*			*
<i>Petrocephalus bovei</i>	Valenciennes 1846	PBOV	*	*	*	*	*	*
<i>Pollimyrus isidori</i>	Valenciennes 1846	PISI	*	*	*			
<i>Polydactylus quadrifilis</i>	Cuvier 1829	PQUA			*			*
<i>Polypterus endlicheri</i>	Heckel 1849	PEND	*	*	*			
<i>Pomadasys jubelini</i>	Cuvier 1830	PJUB						*
<i>Pomadasys peroteti</i>	Cuvier 1830	PPER						*
<i>Raiamas senegalensis</i>	Steindachner 1870	RSEN				*		*
<i>Sarotherodon melanotheron</i>	Duméril 1858	SMEL	*	*	*	*	*	*
<i>Schilbe intermedius</i>	Ruppell 1832	SINT	*	*	*			*
<i>Schilbe mandibularis</i>	Gunther 1867	SMAN	*	*	*	*	*	*
<i>Synodontis bastiani</i>	Daget 1948	SBAS	*	*	*	*	*	
<i>Synodontis comoensis</i>	Daget & Levêque 1981	SCOM				*		
<i>Synodontis punctifer</i>	Daget 1965	SPUN		*				
<i>Synodontis schall</i>	Bloch & Schneider 1801	SSCH	*	*	*	*	*	
<i>Thysochromis ansorgii</i>	Boulenger 1901	TANS					*	
<i>Tilapia busumana</i>	Gunther 1903	TBUS				*	*	
<i>Tilapia guineensis</i>	Gunther 1862	TGUI		*	*	*	*	*
<i>Tilapia hybride</i>		THYB		*	*	*	*	*
<i>Tilapia mariae</i>	Boulenger 1899	TMAR		*	*			*
<i>Tilapia zillii</i>	Gervais 1848	TZIL					*	*
<i>Trachinotus teraia</i>	Cuvier 1832	TTER						*
<i>Tylochromis jentinki</i>	Steindachner 1894	TJEN						*
<i>Tylochromis leonensis</i>	Stiassny 1989	TLEO						*

Nom, code des espèces et présence-absence dans les différentes stations prospectées. am : amont. moy : cours moyen. av : aval.
lac : section lacustre.

Name, species code and presence (*) or absence () at each sampling location. am : up-stream. moy : middle river. av : down-stream.
lac : lake sector.

l'axe 1 et donc sur leur conductivité, teneur en matières dissoutes et dureté totale de l'eau. La qualité de l'eau dans les fleuves Agnébi et Bia ne présente pas de rythmicité saisonnière marquée. Tout au plus est-il possible de mettre en évidence une tendance à la discrimination des stations en fonction de la saison le long de l'axe 2 du plan factoriel. Cette évolution temporelle étant donc liée à la température et aux taux de composés azotés de l'eau, plus élevés pendant la petite saison sèche (août) et la petite saison humide (de septembre à novembre).

Les 2 ordinations obtenues par le logarithme des abondances des Poissons et par les variables du milieu présentent une co-structure forte. Le test de permutation est hautement significatif ($p \approx 0$). L'analyse de co-inertie (Fig. 8) permet de rechercher pour chaque taxon ses préférences physico-chimi-

ques. La majeure partie des espèces apparaît cependant tolérante et ne présente pas d'affinité pour des conditions particulières. Cinq groupes d'espèces se distinguent cependant (Fig. 8) :

Groupe 1 : Ce groupe ne contient qu'une seule espèce : *Schilbe (Eutropius) intermedius*. Sa répartition est conditionnée principalement par les fortes conductivités et le taux de solides dissous, et dans une moindre mesure par la teneur en nitrates. Elle présente également une affinité pour les eaux froides, peu oxygénées et à faible pH.

Groupe 2 : *Clarias anguillaris*, *Synodontis schall* et *Heterobranchus isopterus*. Ces espèces ont des affinités voisines de celles de la précédente, mais sont plus tolérantes à l'endroit de teneurs en nitrates, oxygène et au pH. Dureté totale élevée et phosphates leur seraient favorables.

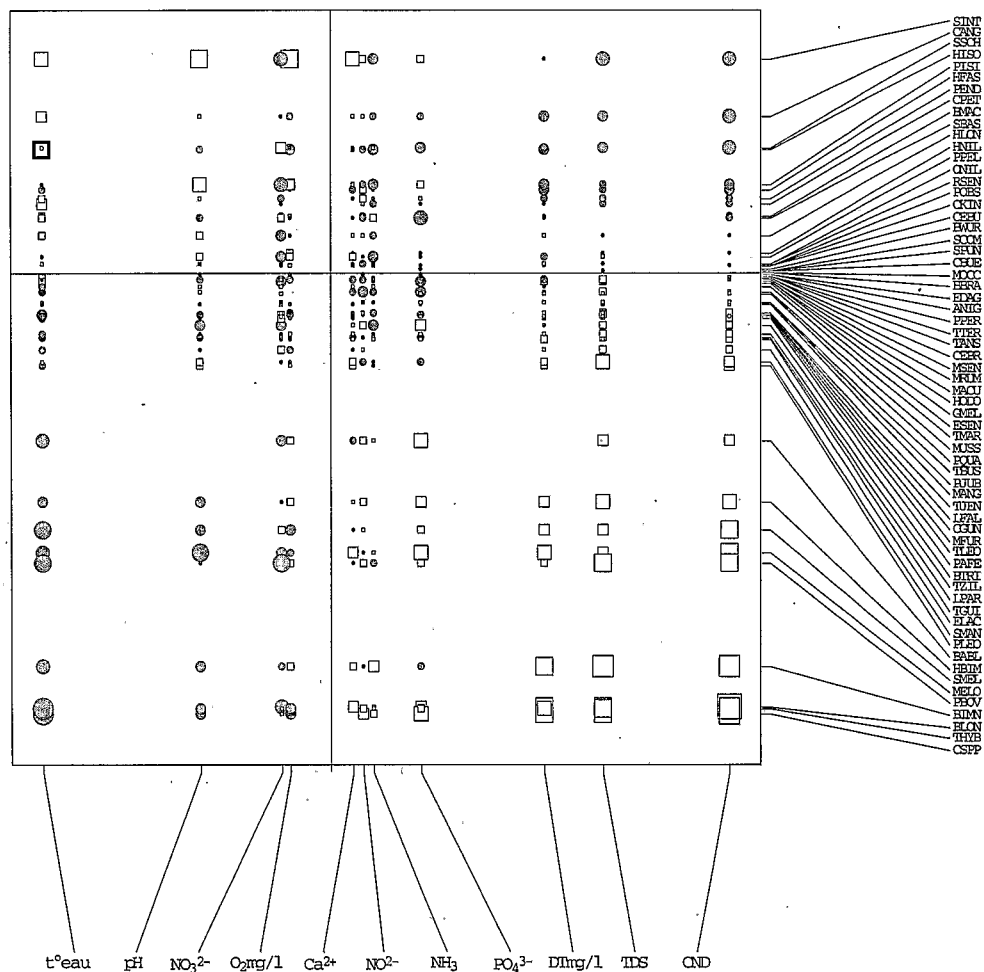


Fig. 8. — Analyse de co-inertie. Tableau croisé espèces/variables du milieu. Les figures symbolisent la covariance entre les variables du milieu et les espèces de poissons. Cercles : covariance positive, carrés : covariance négative. Les figures sont d'autant plus grandes que la covariance est forte (cf. code des espèces en annexe).

Co-inertia analysis. Cross-table between species abundance and related water variables. Symbols indicate the covariance between variables and species : circles indicate a positive covariance, squares indicate a negative covariance. Size of the symbol indicates the magnitude of the covariance (larger symbols indicate higher covariance) Species codes are given in annex.

Groupe 3 : ce groupe comprend la grande majorité des espèces (51) qui apparaissent indifférentes aux paramètres mesurés. Leur répartition spatiale est liée à d'autres facteurs.

Groupe 4 : une seule espèce, *Barbus ablables* qui apparaît liée aux températures élevées et aux teneurs en oxygène basses.

Groupe 5 : *Hemichromis bimaculatus*, *Sarotherodon melanotheron*, *Micralestes elongatus*, *Petrocephalus bovei*, *Brycinus imberi* et *nurse*, *Brycinus longipinnis*, *Tilapia* hybride et *Chrysichthys* spp. Ce groupe est marqué par une affinité croissante avec les fortes températures et décroissante avec la conductivité, les solides dissous et la dureté totale. A des degrés divers, tous les paramètres mesurés sont corrélés avec ces espèces.

DISCUSSION

Les stations échantillonnées présentent une richesse spécifique voisine (entre 34 et 37 taxons), à l'exception de celle de l'amont de l'Agnébi (Gbessé, Tabl. I). Cette station est celle dans laquelle le plus petit nombre de pêches a été réalisé (16) (Tabl. I). Il pourrait donc s'agir d'un effet de « passive sampling » (Connor & McCoy 1980), le nombre réduit d'échantillons ne permettant pas d'atteindre la richesse spécifique totale de cette station. Cependant cette station s'assèche plusieurs mois en basses eaux. Dans les fleuves africains, la zonation longitudinale des peuplements ichtyques ne représente pas une force structurante importante. Elle n'est en général observée que dans les bassins présentant une succession rhyton-potamon voisine de celle des fleuves des zones tempérées ou bien là où il existe des discontinuités géomorphologiques importantes (grands rapides, chutes) (Van Someren 1952 au Kenya; Marlier 1954 au Congo; Harrisson 1965 en Afrique du Sud, Hynes & Williams 1962 en Ouganda et Malaisse 1976 au Zaïre). La majeure partie des deux cours se déroule dans des zones de très faible pente et la vitesse du courant et la végétation riveraine changent peu le long du gradient amont/aval. Ces facteurs ne devraient donc pas expliquer les structures observées. La station de Bakro, située dans la retenue d'Ayamé I, a fait l'objet de 23 pêches. Ce nombre comme sa richesse spécifique est comparable à celle des autres stations alors que le nombre de Poissons capturés est près de 7 fois supérieur (Tabl. I). Ceci est lié essentiellement à la présence de quelques taxons en très grand nombre. Il s'agit de *Brycinus longipinnis* tout particulièrement mais aussi le groupe composé de *Brycinus imberi* et *B. nurse*, *Barbus ablables*, *Petrocephalus bovei*, *Micralestes elonga-*

tus, *Chrysichthys* spp et les tilapias divers dans une moindre mesure. Cet effet semble correspondre à ce qui a été souvent observé dans les barrages africains et asiatiques où les espèces pélagiques « explosent » (Welcomme 1979). Il sera particulièrement intéressant de comparer ces résultats avec ceux des pêcheries commerciales. Certaines de ces espèces ne sont pas particulièrement recherchées par les pêcheurs à cause de leur petite taille. Il serait cependant possible de valoriser cette ressource en orientant les pêcheurs vers leur exploitation. En effet, certains auteurs suggèrent d'autoriser et de promouvoir l'usage de filets maillants pélagiques de petite maille dans les eaux africaines afin de favoriser la capture des petites espèces des eaux libres plutôt que celles des espèces littorales, généralement soumises à un niveau d'exploitation excessif (Merron & Bruton 1989).

Le nombre élevé d'espèces caractéristiques de l'aval de la Bia ne se retrouve pas dans l'Agnébi, où seules 5 espèces sont exclusives de la zone aval. Dans ce dernier fleuve en revanche les cours moyens et inférieurs partagent un nombre élevé d'espèces (9) contre 2 dans la Bia (Fig. 2). Il faut y voir bien entendu les effets de la présence des barrages d'Ayamé I et II qui ont entraîné une modification dans la répartition des peuplements piscicoles. L'absence de passes à Poissons empêche toute migration vers l'amont des espèces à affinités lagunaires ou estuariennes. La migration des Poissons ne s'effectue que dans un seul sens, d'amont vers l'aval.

Contrairement à ce qui a été observé dans les petites retenues du nord de la Côte d'Ivoire (Tito de Morais *et al.* soumis), où la distribution de près de 50 % des espèces est liée aux caractéristiques des eaux, seule une faible partie des espèces étudiées ici le sont (13/64). Parmi elles, les 8 espèces du groupe 5 qui se retrouvent en tant qu'espèces caractéristiques de la zone lacustre de la Bia. Les espèces ayant des affinités pour des conditions particulières se retrouvent de préférence dans les zones plus stables comme la retenue d'Ayamé.

La faiblesse d'effets saisonniers sur la répartition des espèces n'est pas étonnante. Les variations climatiques de la région sont d'amplitude réduite et il a été souvent montré que dans ce type de régions, les effets de la compétition trophique et de la structure de l'habitat sont plus importants que les effets saisonniers (voir les synthèses de Ross 1986 et Lévêque 1995). Cependant, en relation en particulier avec les recherches liées aux changements globaux, les effets des petites variations de température deviennent une préoccupation majeure. Nos résultats semblent indiquer qu'une amplitude faible de variation de la température moyenne de l'eau (3,6 °C entre 25,1 et 28,7 °C) peut avoir une influence sur l'abondance

et la répartition temporelle des espèces de Poissons. Cet effet étant corrélé (négativement) aux teneurs en composés azotés, les effets respectifs de l'une et des autres doivent être discernés. L'importance des composés azotés dans l'eau est en effet directement liée à leur utilisation dans les cultures riveraines et possède à ce titre une composante temporelle forte. Des études intégrées par bassin prenant en compte les activités agricoles polluantes doivent impérativement être conduites.

Nous observons donc dans ces deux bassins la situation suivante : une zonation longitudinale des peuplements peu marquée mais présentant cependant des assemblages d'espèces caractéristiques. La variabilité temporelle est faible et la corrélation avec les caractéristiques physico-chimiques de l'eau limitée à un faible nombre d'espèces et de variables. Il faut donc également se tourner vers d'autres facteurs pour expliquer le maintien des assemblages spécifiques observés. La majeure partie du cours des fleuves étudiés ici se situe dans des zones de faible pente et il est peu probable que l'hydraulique soit un facteur structurant important. D'autre part, à l'exception de la station amont de l'Agnébi, nous observons des richesses spécifiques voisines (autour de 35 espèces). Il y a donc ici un remplacement des espèces le long du gradient amont-aval plutôt qu'une augmentation de la richesse spécifique par addition successive d'espèces comme observé par Welcomme (1985). La complexité de l'habitat, tenue pour diminuer vers l'aval (Gorman & Karr 1978) pourrait être un élément d'explication, mais ces données n'ont pas été recueillies au cours de l'étude. En revanche les facteurs trophiques pourront être analysés à l'avenir. Les contenus stomacaux prélevés sont en cours d'analyse et il sera possible de comparer l'évolution des réseaux trophiques. Une des bases du «river continuum concept» (Vannote *et al.* 1980) est en effet que les fleuves passent d'un système à base hétérotrophe à l'amont à un système à dominante autotrophe à l'aval. Les activités agricoles pouvant éventuellement altérer ce schéma par des déversements d'engrais à certaines périodes de l'année. Les changements dans les peuplements de Poissons refléteraient ces modifications (Schlosser 1982), sans voir nécessairement augmenter le nombre d'espèces présentes en un lieu donné. En milieu tropical non perturbé c'est essentiellement l'importance de la végétation ripicole et les apports allochtones formés par les Insectes tombant des arbres qui déterminent le degré d'hétérotrophie des réseaux trophiques. Là où la totalité du cours est bordée par une importante végétation arborée qui surplombe le fleuve comme c'est le cas dans les fleuves amazoniens, la zonation des peuplements piscicoles est très peu marquée (Tito de Moraes & Lauzanne 1994). Elle est plus marquée en Afrique dans les bassins où les hauts cours

sont dans des zones de forêt dense qui va en diminuant vers l'aval, soit naturellement, soit par suite de la déforestation (Toham & Teugels 1998).

REMERCIEMENTS. – Nous tenons à remercier le Dr Teugels ainsi que toute l'équipe scientifique du projet VLIR-KUL/Biodiversité-CI pour la collecte des données sur le terrain et MD Alphonse, technicien supérieur à la station piscicole du CNRA pour sa contribution à la saisie informatique des données.

RÉFÉRENCES

- Anonyme 1992. Direction et Contrôle des Grands Travaux. Inventaire des barrages hydro-agricoles et à autres vocations existant en Côte d'Ivoire. Rapport Abidjan, RCI, multigr. 57 p + annexes.
- Bornette G, Amoros A, Chessel D 1994. Rejuvenation in former braided channels of the Rhône river : successional patterns and allogenic processes. *J Vegetation Sci* 5: 237-246.
- Cadet P, Thioulouse J, Albrecht A 1994. Relationships between ferrisol properties and the structure of plant parasitic nematode communities on sugarcane in Martinique (French West Indies). *Acta Oecologica* 15: 767-780.
- Chessel D & Mercier P 1993. Couplage de triplets statistiques et liaisons espèces-environnement. In Biométrie et environnement. Lebreton JD & Asselain B Eds. Masson Paris: 15-44.
- Connor EF & McCoy ED 1980. The statistics and biology of the species area relationship. *Am nat* 113: 791-833.
- Daget J, Gosse JP, DFE Thys van den Audenaerde 1984. CLOFFA 1 – Check-list of the freshwater fishes of Africa. Vol 1. MRAC-ORSTOM: 410 p.
- Daget J, Gosse JP, DFE Thys van den Audenaerde 1986. CLOFFA 2 – Check-list of the freshwater fishes of Africa. Vol 2. ISBN-MRAC-ORSTOM: 520 p.
- Devillers J, D Chessel 1995. Comparison of in vivo and in vitro toxicity tests from co-inertia analysis. In Computer-aided molecular design. Applications in agrochemicals, materials and pharmaceuticals. Reynolds CH, Holloway MK & Cox HK Eds. ACS Symposium series 589. Amer Chem Soc Washington: 250-266.
- Dolédéc S, Chessel D 1994. Co-inertia analysis: an alternative method for studying species-environment relationships. *Freshwater Biol* 31: 277-294.
- Doudet T 1979. La pêche artisanale dans la retenue artificielle d'Ayamé (Côte d'Ivoire). *Revue Bois et Forêts des Tropiques* 185: 57-70.
- Goldsmith E, Hildyard N eds 1984. The social and environmental effects of large dams. A report to the European ecological Action Group (ECOROPA). Vol: Overview. Wadebridge Ecological Center, Quintrell & co, Wadebridge, Cornwall: 346 p + app.
- Goldsmith E, Hildyard N eds 1986. The social and environmental effects of large dams. A report to the European ecological Action Group (ECOROPA). Vol: Case studies. Wadebridge Ecological Center, Quintrell & co, Wadebridge, Cornwall: 331 p.

- Good P 1994. Permutation tests: a practical guide to resampling for testing hypothesis. Springer Series in Statistics, Springer Verlag: 228 p.
- Gorman OT, Karr JR 1978. Habitat structure and stream fish communities. *Ecology* 59 : 507-515.
- Gourène G, Teugels GG, DFE Thys van den Aude-naerde 1995. Manuel pratique d'identification des poissons du lac d'Ayamé (Rivière Bia, Côte d'Ivoire). *Arch Scient* 19: 41 p.
- Harrison AD 1965. River zonation in southern Africa. *Arch Hydrobiol* 61: 380-386.
- Hynes HBN, Williams TR 1962. The effect of DDT on the fauna of a Central African stream. *Ann trop Med Parasitol* 56: 78-91.
- Iltis A 1960 à 1962. 1^e, 2^e, 3^e, 4^e et 5^e enquêtes piscicoles sur la retenue du barrage de la Bia. Rapports de diffusion restreinte. Centre Technique Forestier Tropical, multigr : 108 p.
- Kouassi N 1979. Diagnostic économique et écologique du lac de barrage d'Ayamé. I : Données sur l'effort de pêche et la production piscicole en 1978. Fac Sc Abidjan, Côte d'Ivoire, multigr : 31 p.
- Lévêque C 1995. Role and consequences of fish diversity in the functioning of African freshwater ecosystems: a review. *Aquat Living Resour* 8: 59-78.
- Lévêque C, Paugy D & Teugels GG 1992a. Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres d'Afrique de l'Ouest. Tome 1. Coll. Faune Tropicale 28. Orstom, MRAC : 384 p.
- Lévêque C, Paugy D & Teugels GG 1992b. Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres d'Afrique de l'Ouest. Tome 2. Coll. Faune Tropicale 28. Orstom, MRAC : 902 p.
- Malaisse F 1976. Ecologie de la rivière Luanza. Symoens JJ Ed., Bruxelles, Cercle Hydrobiologique de Bruxelles, 151 p.
- Marlier G 1954. Recherches hydrobiologiques dans les rivières du Congo Oriental. II : Etude écologique. *Hydrobiologia* 6 : 225-264.
- Mathews WJ 1998. Patterns in freshwater fish ecology. Chapman & Hall, New York: 756 p.
- Merron GS, Bruton MN 1989. Recent fisheries research in the Okavango Delta. *S Afr J Sci* 85: 416-417.
- Naiman RJ, Melillo JM, Lock MA, Ford TE, Reice SR 1987. Longitudinal patterns of ecosystem processes and community structure in a subarctic river continuum. *Ecology* 68 (5): 1139-1156.
- Reizer C 1967. Aménagement piscicole du lac artificiel d'Ayamé. Rap Centre Techn Forestier Tropical, multigr : 108 p.
- Ross ST 1986. Resource partitioning in fish assemblages: a review of field studies. *Copeia*: 352-388.
- Schlosser IJ 1982. Fish community structure and function along two habitat gradients in a headwater stream. *Ecological Monographs* 52 (4): 395-414.
- Statzner B, Highler B 1986. Stream dynamics as a major determinant of benthic invertebrate zonation patterns. *Freshwater Biol* 16: 127-139.
- Thioulouse J, Dolédec S, Chessel D, Olivier JM 1995. ADE software: multivariate analysis and graphical display of environmental data. In Guariso G & Rizzoli A eds, Software per l'ambiente. Patron Editore, Milano: 57-62.
- Thioulouse J, Lobry JR 1995. Co-inertia analysis of amino-acid physico-chemical properties and protein composition with the ADE package. *Computer Appli Biosci* 11: 321-329.
- Tito de Morais L, Da Costa KS, Traoré K. Man-made reservoirs in a sub-sahelian area: fish fauna and environmental variability. Soumis à *Ecography*.
- Tito de Morais L, Lauzanne L 1994. Zonation longitudinale des peuplements ichtyques avant mise en eau de la retenue de Petit-Saut (Guyane française). *Rev Hydrobiol trop* 27 (4): 467-483.
- Toham AK, Teugels GG 1998. Diversity patterns of fish assemblages in the lower Ntem River Basin (Cameroon), with notes on potential effects of deforestation. *Arch Hydrobiol* 141 (4): 421-446.
- Tucker LR, 1958. An inter-battery method of factor analysis. *Psychometrika* 23 (2): 111-136.
- Van Someren VD 1952. The biology of trout in Kenya colony. Gov. Printer, Nairobi, 114 p.
- Vannote RL, Minshall GW, Cummins KW, Sedell JR, Cushing CE 1980. The river continuum concept. *Can J Fish aquat Sci* 37 (1): 130-137.
- Welcomme RL 1979. Fisheries ecology of floodplain rivers. Longman, London: 317 p.
- Welcomme RL 1985. River fisheries. FAO Fish techn Pap 262: 330 p.

Reçu le 30 août 1999; received August 30, 1999
 Accepté le 9 février 2000; accepted February 9, 2000

